

**ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA LIDAR PARA EL PROCESO DE REHABILITACIÓN DE CONSTRUCCIONES
PATRIMONIALES**

Ana Maria Ortiz Cuesta



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2023

Estudio de la tecnología LIDAR para el proceso de rehabilitación de construcciones patrimoniales

Caso de estudio: Estación de ferrocarril de la Esperanza

Ana Maria Ortiz Cuesta

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de arquitectura

Juan Carlos Roman Vargas



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2023

Tabla de contenido

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
OBJETIVOS	22
OBJETIVO GENERAL	22
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	23
HIPÓTESIS	28
METODOLOGÍA	29
MARCO TEÓRICO	32
LEVANTAMIENTO CONSTRUCTIVO	37
TÉCNICA DE LEVANTAMIENTO POR SCANNER LIDAR	38
ANÁLISIS PATOLÓGICO EN LA INTERVENCIÓN DE UN EDIFICIO DE CARÁCTER PATRIMONIAL.....	45
TIPOS DE INTERVENCIÓN	47
1. ESTUDIO HISTÓRICO	49
TECNOLOGÍA LIDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING)	49
CASO DE ESTUDIO: ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA, LA MESA, CUNDINAMARCA	51
ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN DURANTE LOS AÑOS	61

2. CRITERIOS DE VALORACIÓN	65
ELEMENTOS DE VALORACIÓN	68
DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE.....	69
3. LEVANTAMIENTO	76
LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO MANUAL	76
LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO POR MEDIO DE LA TECNOLOGÍA LIDAR	81
4. ESTUDIO PATOLÓGICO	91
FICHA DE ANÁLISIS PATOLÓGICO.....	93
RESULTADOS	107
ANÁLISIS DE COMPARACIÓN	107
LISTA DE REFERENCIA	111
ANEXOS	116

Lista de Figuras

Figura 1	15
Figura 2	16
Figura 3	17
Figura 4	18
Figura 5	19
Figura 6	20
Figura 7	20
Figura 8	26
Figura 9	27
Figura 10	33
Figura 11	35
Figura 12	36
Figura 13	39
Figura 14	40
Figura 15	41
Figura 16	42
Figura 17	42
Figura 18	43
Figura 19	44
Figura 20	52
Figura 21	53
Figura 22	54

Figura 23	56
Figura 24	57
Figura 25	58
Figura 26	59
Figura 27	60
Figura 28	66
Figura 29	67
Figura 30	67
Figura 31	68
Figura 32	69
Figura 33	70
Figura 34	71
Figura 35	72
Figura 36	73
Figura 37	74
Figura 38	74
Figura 39	75
Figura 40	77
Figura 41	78
Figura 42	79
Figura 43	80
Figura 44	82
Figura 45	83
Figura 46	84

Figura 47	85
Figura 48	85
Figura 49	86
Figura 50	87
Figura 51	88
Figura 52	88
Figura 53	89
Figura 54	90
Figura 55	92
Figura 56	93
Figura 57	95
Figura 58	96
Figura 59	97
Figura 60	98
Figura 61	99
Figura 62	100
Figura 63	101
Figura 64	102
Figura 65	103
Figura 66	104
Figura 67	105
Figura 68	106
Figura 69	107
Figura 70	108

Lista de anexos

Anexo a 116

Anexo b 126

Anexo c 131

Anexo d 132

Resumen

El patrimonio arquitectónico es uno de los valores y legados más importantes que existen, por esto es indispensable construir herramientas que permitan conocerlos, valorarlos y protegerlos y a la historia que poseen. Para esto se han desarrollado herramientas que con el tiempo se han adaptado, entre estas la técnica por Scanner LIDAR, utilizada en esta investigación para el proceso del levantamiento arquitectónico del caso de estudio en La Mesa, Cundinamarca, reconociendo una nueva tecnología que permite la toma de datos e información en proyectos de arquitectura patrimonial y de difícil acceso. Esto permite que la recolección de datos necesaria durante el proceso, sea de una forma más precisa, generando para un modelo BIM (Building Information Modeling) exacto a partir del escáner, se utilizó un dispositivo móvil que posee estas capacidades y es mucho más accesible económicamente. Se realiza una comparación entre el levantamiento análogo, que es el actualmente vigente y certificado por el Ministerio de Cultura, donde se analiza el proceso y sus implicaciones llegando finalmente a unos resultados.

Fue necesario estudiar un BIC (bien de interés cultural), La Estación de ferrocarril de La Esperanza, en la Mesa Cundinamarca, se encuentra entre los bienes patrimoniales más importantes de Colombia, junto con el conjunto de las estaciones de pasajeros del ferrocarril, declarados como monumento nacional en 1996 con el decreto 746. La Estación de La Esperanza es una de las más afectadas por la problemática que se generó a partir del abandono de esta infraestructura y actualmente se encuentra en un estado deterioro continuo.

Palabras clave: *Estaciones de ferrocarril, Tecnología LIDAR, diagnóstico patológico, recuperación de la arquitectura patrimonial, Metodología BIM, Levantamiento Arquitectónico.*

Abstract

Architectural heritage is part of the most important values and legacies in existence. Therefore, it is essential build tools that allow us to protect, know and value them and their history. To this end, tools have been developed that have adapted over time, among them the LIDAR scanner technique, used in this research for the process of architectural surveying of the case study in La Mesa, Cundinamarca, recognizing a new technology that allows the capture of data and information in heritage architecture projects and difficult to access. This allows the necessary data collection during the process to be done in a more precise way, generating an accurate BIM model from the scanner. A mobile device with these capabilities was used, which is much more economically accessible. A comparison is made between the analog survey, which is the currently in force and certified by the Ministry of Culture, where the process and its implications are analyzed, finally reaching some results.

It was necessary to study a cultural asset, the La Esperanza railway station in La Mesa, Cundinamarca, which is among the most important heritage assets in Colombia, along with the set of passenger stations of the railway, declared a national monument in 1996 with decree 746. The La Esperanza Station is one of the most affected by the problems that arose from the abandonment of this infrastructure and is currently in a state of continuous deterioration.

Keywords: *Trains stations, LiDAR technology, Pathological diagnosis, Rehabilitation of architectural heritage, BIM methodology, Architectural survey.*

Introducción

La tecnología de escáner LiDAR (Light Detection and Ranging) ha emergido como una herramienta invaluable en la documentación y conservación del patrimonio arquitectónico. Sin embargo, su aplicación en edificios de carácter patrimonial presenta desafíos únicos que requieren una atención especializada. El proceso de recolección de datos para la intervención y el estudio de una construcción de carácter patrimonial puede ser complicado y de mucho trabajo, en algunos casos este tipo de construcciones están en un estado de deterioro que hace difícil y peligroso llegar a algunas partes, también por los tipos de materiales no industrializados, naturales utilizados y por las técnicas constructivas al momento de elaboración.

Más específicamente para el levantamiento arquitectónico esta tecnología es una gran oportunidad para obtener unos resultados más acertados, de una forma eficaz y económica. El levantamiento análogo es una herramienta que se ha utilizado desde siempre para la intervención de construcciones patrimoniales pero este método tiene algunas desventajas en su uso y más para este tipo de construcciones. En este caso se realizó una comparación entre estos dos procesos de levantamiento para obtener la mejor opción, donde se compararon variables de tiempo, costo, recurso humano y herramientas. Para esto es importante reconocer el detallado proceso que requiere la obtención de los datos necesarios para la intervención de proyectos arquitectónicos patrimoniales.

La comparación se realizó para el proceso de intervención de La Estación de Ferrocarril de La Esperanza en La Mesa Cundinamarca, que actualmente hace parte de un conjunto de estaciones que se ven afectadas por el abandono de la infraestructura ferroviaria en Colombia, una problemática importante que atenta al patrimonio arquitectónico que se posee en el país, desarrollada dentro de un contexto político y social. Esto lleva consigo una serie de resultados los cuales afectan el valor simbólico y material de la comunidad, como la pérdida innecesaria del bien material y la historia que esta posee.

Por esta razón nace la necesidad de crear estrategias de conservación, reactivación e intervención, logrando de esta forma devolver y realzar la cultura de cada uno de estos lugares.

Actualmente la estación se encuentra en un estado de deterioro continuo por lo que es adecuado el estudio de variables que afecten la construcción, es necesario un estudio patológico porque posee lesiones que afectan gravemente la estructura, también por la antigüedad de la construcción y el terreno (material y contexto en el que se encuentra), esta construcción se ha deformado con los años y se necesita de un estudio topográfico. Para realizar estos estudios se presentan complicaciones por la falta de algunos elementos estructurales, por lo que en algunos puntos no se puede acceder fácilmente.

Formulación del problema

Los edificios de carácter patrimonial representan un invaluable legado cultural y arquitectónico para las actuales y próximas generaciones. La tecnología LIDAR ha surgido como una herramienta en la documentación tridimensional y la preservación de estos edificios históricos, en función de resguardar y proteger la historia de una época, cultura o comunidad representada en la arquitectura. Para la documentación de edificios de carácter patrimonial es muy importante que toda la información recolectada sea precisa, en torno a este contexto surge una problemática, cuál es la opción más precisa, económica y eficiente para la recolección y documentación de información.

La tecnología LIDAR, es una herramienta que actualmente no es muy reconocida y esto se debe al elevado costo de su uso, mas especificadamente en el dispositivo necesario para su elaboración, a pesar de que es una herramienta que facilita y agiliza el proceso del levantamiento arquitectónico. La falta de comprensión y protocolos estandarizados para la aplicación de la tecnología en edificios patrimoniales limita la capacidad de conservación de manera precisa y sostenible, asegurando el legado arquitectónico a largo plazo. Sin embargo una desventaja que la tecnología LiDAR tiene, es que los dispositivos que la poseen son de gran costo, lo que hace que no se tan accesible para las personas que trabajen en estos procesos como estudiantes o trabajadores independientes.

En el caso del levantamiento arquitectónico manual, este proceso tiene algunas desventajas en su uso, en precisión y detalle puede verse afectada por errores humanos y por la interpretación subjetiva, especialmente en construcciones que se han modificado con el tiempo, en tiempo y costo se requiere de expertos profesionales para producir resultados más precisos, para la representación de los dibujos y los pasos para realizar un proceso adecuado, por lo que esto puede influir en el costo de recurso humano y dependiendo del tamaño de la construcción en su tiempo de trabajo; en cuanto al

riesgo para la construcción patrimonial la manipulación humana, como la colocación de andamios o niveles, puede presentar riesgos para construcciones frágiles.

En cuanto al caso de estudio, este proyecto se enfoca en el sistema de ferrocarril en Colombia, que durante muchos años trajo consigo una serie de fenómenos económicos, como la innovación de un nuevo sistema de transporte, hacia puntos muy importantes del país, productores de materias primas y de turismo; culturales y sociales, donde las personas de distintas culturas intercambiaban ideas y costumbres y la llegada de la industrialización, que se veía reflejada en la infraestructura del ferrocarril, que en este caso se destacan las estaciones. Debido a que esta línea de ferrocarril comenzó a presentar inconvenientes, dejó de funcionar y por lo tanto todas las construcciones que se realizaron para su buen funcionamiento, como las estaciones de pasajeros, dejaron de cumplir con su principal función, debido a la falta de actividad urbana y uso por la comunidad fueron abandonadas totalmente y se comenzaron a deteriorar con el tiempo.

Este abandono y deterioro, es una consecuencia de parte de las comunidades en las que se encuentran sobre la falta de conocimiento, acerca de los valores patrimoniales que poseen los espacios en los que se desarrollan, esto ya sea por desinterés o ignorancia. Por esto también es necesario generar estrategias a partir de los usos mixtos integrados, de tipo cultural, comercial, ambiental y social para que la historia no sea olvidada y los lugares intervenidos puedan mantenerse.

Una característica que las estaciones de ferrocarril comparten es el deterioro y pérdida de los elementos estructurales, esto se debe a las distintas causas y lesiones que se han venido efectuando a lo largo de los años y que no han tenido un correcto mantenimiento. El deterioro de estos elementos puede ser de gran importancia, ya que puede generar su destrucción total.

Específicamente hablando de la Estación de ferrocarril de la Esperanza, que en este momento se encuentra en un deterioro continuo (Ver figura 1), que según Castillo (2022), fue desde su abandono en 1975, está ubicada en La Mesa Cundinamarca, en una inspección llamada La Esperanza. Esta estación ha

sido muy importante debido a su ubicación y posición geográfica, haciendo parte de la vía Facatativá – Girardot, que es la única vía declarada monumento nacional por el consejo de monumentos de Colcultura (Actual Mincultura), durante el recorrido la estación de La Esperanza está ubicada entre el tramo del llamado switch back, único durante la vía y en Colombia.

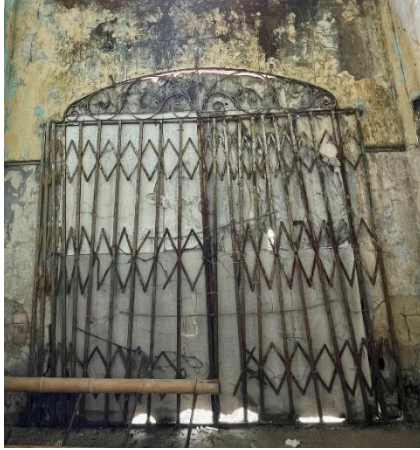
Figura 1

Estación de La Esperanza



Nota. Patio interior de La Estación, en donde se puede notar el deterioro y la pérdida del entrepiso. Elaboración Propia

También como dice Castillo (2022) su importancia se debe al gran crecimiento económico y cultural que brindó a la Inspección de La Esperanza durante su funcionamiento y algunos elementos arquitectónicos que se destacan, como en la solución de cubiertas y uso de ornamentación, contando con valores tecnológicos y documentales (Ver Figura 2).

Figura 2*Puerta Principal de La Estación en Acero*

Nota. Elemento de valoración en la Estación, se puede ver el mal estado en el que se encuentra. Elaboración propia

Se destaca también el hotel Paraíso Terrenal ubicado al lado de la estación, que estuvo desde mucho antes de la construcción de la estación, pero ha sido hasta ahora uno de los lugares más visitados en la Esperanza, junto con algunas riquezas naturales que han mantenido económicamente a la Inspección como los caminos reales, el río y los nacimientos de agua, en donde se destaca “El salto de las monjas” cascada que es parte de los recorridos turísticos.

Actualmente la estación se encuentra muy deteriorada, es usada por algunos habitantes de la inspección como bodega y en su parte occidental es una iglesia provisional como se puede ver en la figura 3, abierta en las mañanas para la comunidad, pero la mayoría del tiempo está cerrada y no tiene un uso definido.

Figura 3*Iglesia provisional de La Esperanza*

Nota. Esta iglesia se encuentra ubicada en el volumen occidental. Elaboración propia

Entre las lesiones más importantes que se encuentran en la estación son por humedad, con un 68.14%, esto debido a que desde el año 2019 la cubierta de del segundo piso se fue deteriorando hasta que se cayó totalmente y quedo en descubierto hasta el 2022, lo que ocasiono humedades en el interior de la estación en los muros divisorios, se puede ver en la figura 4.

Figura 4*Humedad en muros interiores*

Nota. Se puede observar el desprendimiento de pintura y suciedad, esto también fue ocasionado en el primer piso por la falta del entrepiso. Elaboración propia.

También esta humedad se debe a la falta de canales en el techo que controlen el agua lluvia, sobre todo en el patio interior de la estación; la existencia de vegetación es otro factor que no se ha controlado y esto provoca que existan organismos animales que se apropian de la estructura (Ver figura 5).

Figura 5

Muro exterior de volumen occidental, patio interior



Nota. Se puede ver la humedad al comienzo del muro y en el suelo, también la presencia de organismos vegetales.

Elaboración propia.

Cabe resaltar que hay algunos elementos inexistentes, como las puertas del segundo piso, la escalera y el entre piso, que de hecho se le han agregado algunos ladrillos para evitar que se caigan, entre algunos otros muros en donde solo existen las columnas (Ver figura 6). Algunas de las vigas o restos de muros están en peligro de desplomarse, lo que podría provocar un accidente (Ver figura 7).

Figura 6

Estructura interior de la estación



Elaboración propia

Figura 7

Viga en riesgo de caer, habitación al interior de la estación, segundo piso.



Elaboración propia

Pregunta de Investigación

¿Cómo lograr un proceso más preciso, económico y eficiente para la intervención de edificios de carácter patrimonial, de difícil acceso y toma de datos a partir de la Tecnología de Scanner LIDAR y la metodología BIM?

Objetivos

Objetivo General

Validar el uso de la tecnología LiDAR en el levantamiento arquitectónico de construcciones patrimoniales y de difícil acceso de toma de datos, para demostrar un proceso eficiente, preciso y económico.

Objetivos Específicos

Investigar la metodología de la Tecnología por Scanner LÍDER y modelamiento BIM, específicamente en el uso e intervenciones de construcciones de carácter patrimonial, para implementar en el proceso de rehabilitación de la estación de La Esperanza.

Elaborar un levantamiento arquitectónico por medio de la tecnología LiDAR y el modelamiento BIM, para poder compararlo junto con el método de levantamiento manual.

Analizar y comparar el proceso y los resultados del levantamiento análogo y el levantamiento por medio de la tecnología de Scanner LiDAR.

Validar la información obtenida a partir del levantamiento arquitectónico análogo y el levantamiento por escáner LiDAR, en el caso de estudio, identificando la opción más eficiente, precisa y económica.

Justificación del problema

En el contexto de edificaciones patrimoniales, la tecnología LIDAR, ha demostrado ser esencial para capturar de manera precisa y eficiente los detalles tridimensionales, facilitando así la preservación y conservación efectiva del patrimonio arquitectónico.

El sistema de ferrocarril en Colombia fue de gran importancia por el gran impacto económico, cultural, social y político que se generaba en torno a él, desde que comenzó en 1855 con la vía de Panamá, que constituía 77 kilómetros de largo, después de esto se comenzaron a crear más planes de intervención en donde se integraban más ciudades de Colombia como; Bogotá, Santander, Buenaventura, entre otros. Debido al abandono de este sistema, el gobierno junto con instituciones que ayudan a preservar el patrimonio en Colombia, generó un decreto llamado 746 del 24 de abril de 1996, en donde se declara como monumento nacional (Actualmente llamado Bien de interés cultural de carácter nacional) el conjunto de las estaciones de pasajeros del ferrocarril en Colombia, esto con el fin de que las estaciones no fueran demolidas y se crearan estrategias de preservación. Pero ¿Qué tienen de importante las estaciones del ferrocarril en Colombia para querer generar estrategias de preservación?

En Colombia la intervención y recuperación del patrimonio está dirigida por los proyectistas como urbanistas, arquitectos o ingenieros, las entidades públicas reguladoras de planeación, la comunidad académica y los propietarios de los inmuebles. Sin embargo como nos dice Mazuera (2008) muchos de los procesos que se efectúan sobre los bienes son deficientes, esto debido a que la intervención lleva consigo muchos retos, como los procesos legales demorados y costos, resultando negativo para la inversión. A pesar de que estos procesos en Colombia no son un buen negocio para los inversionistas, va más allá de las necesidades económicas; una comunidad se identifica por su historia, sus costumbres y su cultura, por esto es importante resaltar los valores que la sociedad posee, ya que en

el patrimonio arquitectónico se ve resaltada la esencia de un legado histórico y las influencias que marcaron en la construcción de la obra. En este caso las estaciones de ferrocarril llevan consigo una historia que marco a las comunidades en donde fueron construidas, debido a que:

Este sistema incidió en el desarrollo económico, social y cultural, fue el principal medio de transporte de carga y pasajeros durante la primera mitad del siglo XX y conformo una unidad arquitectónica representativa de la época, representando el 39% de los Bien de Cultural de ámbito nacional en Colombia. (Plan Nacional Recuperación Estaciones de Ferrocarril [PNREF], 2015).

Es por esto que se han visto una serie de estrategias para la preservación del patrimonio que constituye las estaciones de Ferrocarril en el país, una de estas creada en el 2015 llamado PNREF (Plan nacional de recuperación de las estaciones de ferrocarril), realizado por el Ministerio de Cultura, este propone la intervención y preservación de las estaciones de 126 municipios de país y su objetivo principal es “Recuperar para el uso público las estaciones, en reconocimiento a sus calidades arquitectónicas y su significado dentro de las comunidades, que las consideran, aun hoy, como hitos urbanos de valor y potencial económico de las poblaciones en donde están localizadas”(PNREF, 2015, p. 4). Este plan de recuperación constituye una parte importante de la región central de Cundinamarca, en donde hasta hoy en día se ha logrado la reactivación de las estaciones de Cajica, Usaquéen, Zipaquirá, la Sabana y entre otras, junto con la integración del “Tren de la sabana” como recorrido Turístico.

Otro plan que se ha desarrollado desde el 2022 es el de *Viva Colombia: Vías Verdes* realizado por el Instituto Nacional de Vías, con el fin de “la conservación y protección de la red férrea inactiva y en desuso, incorporando usos alternos de bajo impacto con actividades de tipo cultural, deportivo, turístico y ambiental que permiten la restitución, apropiación, resignación y disfrute de este patrimonio público” (Instituto Nacional de Vías, 2022, p. 4).

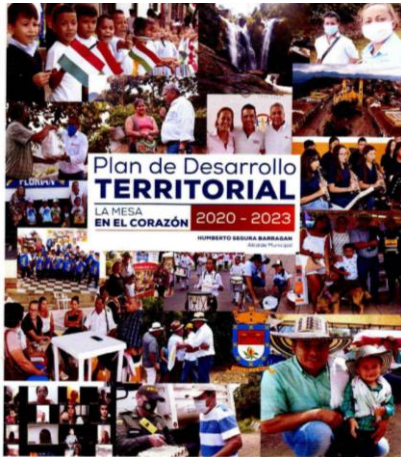
La Estación de la Esperanza como ya se ha nombrado anteriormente, ha sido importante histórica, cultural y socialmente. Con base a información del antiguo Plan De Ordenamiento Territorial de La Mesa acuerdo 003 del 2005, en el 2004 la vocación agrícola del municipio estaba en un continuo deterioro, por lo que nace la necesidad de encontrar nuevas alternativas que fortalezcan los procesos productivos y la economía en el sector rural, en donde están incluidos la Inspección de La Esperanza, La Inspección de San Javier y La Inspección de San Joaquín.

En el año 2004, la demanda del uso de suelo se incrementó en un 18% debido a la reactivación del sector turístico, por lo que indica que este sector esta entre los más importantes en el Municipio de La Mesa.

Uno de los factores importantes a tener en cuenta y a implementar en la rehabilitación de La Estación es la identidad, pertenencia y la sostenibilidad, estos 3 conceptos son adoptados en el plan de Plan de Desarrollo Territorial de La Mesa 2020 – 2023, por el alcalde Humberto Segura Barragán (Ver figura 8) para poder generar el correcto mejoramiento del territorio, conservando el ambiente en la calidad de vida de la comunidad.

Figura 8

Portada Plan de desarrollo Territorial, La Mesa en el Corazón.



Tomado de "Plan de Desarrollo Territorial, La Mesa en el Corazón" por El consejo Municipal de La Mesa, Cundinamarca, 2020. https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/ACUERDO%20004-2020%20PLAN%20DE%20DESARROLLO_compressed.pdf

Por esto dentro de las estrategias para cumplir estos objetivos está el gestionar proyectos para el mantenimiento, restauración y recuperación de sitios turísticos entre los cuales se encuentra el Salto de Las Monjas en La Inspección de La Esperanza, como se puede observar en la figura 9.

Figura 9

Tabla de Estrategias en el Plan de Desarrollo Territorial 2020 - 2023

META DE RESULTADO	INDICADOR DE RESULTADO	LÍNEA BASE META DE PRODUCTO	META DE PRODUCTO EN EL CUATRIENIO	INDICADOR META DE PRODUCTO	META CUATRIENIO	RESPONSABLE
Implementar una estrategia para el desarrollo del turismo y ecoturismo de La Mesa	Estrategias implementadas para el desarrollo del turismo y ecoturismo de La Mesa	0	Desarrollar 1 proyecto de ornato público y/o embellecimiento de toda la infraestructura turística del Municipio de La Mesa	Número de proyectos desarrollados de ornato público y/o embellecimiento de toda la infraestructura turística del Municipio de La Mesa	1	Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo - Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas
		0	Construcción de la Plaza de Artesanos	Plaza de Artesanos construida	1	Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas
		0	Realizar un programa de señalización Turística	Número de Programas de señalización turística realizado	1	Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo - Secretaría de Infraestructura y Obras Públicas
		0	Implementar 1 Programa de transformación productiva en el municipio de La Mesa.	Número de programas implementados para la transformación productiva en el municipio de La Mesa	1	Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo
		0	Desarrollar un proyecto para posicionar al municipio a nivel Regional y Nacional	Número de proyectos desarrollados para posicionar al municipio a nivel Regional y Nacional	1	Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo
		0	Gestionar mediante 1 proyecto recursos para el mantenimiento, restauración y recuperación de sitios turísticos (Salto de las Monjas, Los Tubos, Mirador del Recreo, Alto de la Cruz)	Número de proyectos gestionados para el mantenimiento, restauración y recuperación de sitios turísticos (Salto de las Monjas, Los Tubos, Mirador del Recreo, Alto de la Cruz)	1	Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo

Nota. Se puede ver señalada la estrategia que resalta a El Salto de Las Monjas como potencializador del turismo en La Mesa. Adaptado de “Plan de Desarrollo Territorial, La Mesa en el Corazón” por El consejo Municipal de La Mesa, Cundinamarca, 2020. https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/ACUERDO%20004-2020%20PLAN%20DE%20DESARROLLO_compressed.pdf

Hipótesis

Por medio de la Tecnología LiDAR, se logra realizar el levantamiento arquitectónico y los estudios adecuados, logrando que sean más precisos, económicos y eficientes, generando un modelo BIM exacto que permita la visualización de La Estación La Esperanza en La Mesa, Cundinamarca y la propuesta de estrategias de conservación adecuadas.

Metodología

El proceso de realización del proyecto se divide en varias etapas, donde es necesario cumplir y seguir unos parámetros que indiquen y controlen el proceso de investigación. Por esto primero que todo se tiene que poner en contexto la investigación, la historia y las características que posee la tecnología LiDAR, donde se creó, porque y para qué y los diferentes usos de esta. De estos aspectos se destacan las herramientas que se utilizan para el uso de levantamientos arquitectónicos con la tecnología LiDAR, ya que en el caso de esta investigación se utiliza un dispositivo que no es muy reconocido, es necesario estudiarlo para utilizarlo de la manera más aprovechable.

Teniendo en cuenta la finalidad de la investigación se busca realizar una comparación para obtener los mejores resultados en variables como tiempo, costo, herramientas y recurso humano en un levantamiento arquitectónico de carácter patrimonial y de difícil acceso, por esto se busca otro método de levantamiento más común y usado actualmente, el levantamiento manual. Para esto se deben estudiar detalladamente cada uno de los pasos y del proceso de los levantamientos.

Para poder realizar el proyecto de una forma más realista, se utiliza un caso de estudio, en esta investigación, La Estación de Ferrocarril de La Esperanza, situada en La Mesa Cundinamarca, catalogado como BICNaI (Bien de Interés Cultural de Ámbito Nacional), actualmente una estación que tiene unas características que cumplen con las necesidades de la investigación.

Para poder utilizar esta construcción y estudiar todos los procesos necesarios en el levantamiento arquitectónico, se investiga sobre la historia de La Estación, su importancia en el ferrocarril en Colombia, para que de esta manera podamos resaltar los aspectos importantes que influyeron en el proceso de evolución de la inspección y de qué manera afectó la llegada del ferrocarril a este lugar y así saber el porqué de su estado actual.

Siguiente a esto se analiza el lugar en cuanto al espacio que posee, su capacidad, su uso, sus medidas, el estado actual en el que se encuentra, el contexto histórico en el que se construyó y se desarrolló la estación y los cambios culturales, sociales, constructivos, ambientales que ha tenido a través del tiempo.

Entre esta información se encuentra, realizar una valoración arquitectónica y estudio histórico, analizando la historia de la estación como fue su construcción, estilo constructivo, arquitecto encargado, que transformaciones ha tenido a través del tiempo, usos, si ha tenido estrategias de intervención o si se han planteado, necesidades, porque fue su declaración como monumento nacional y cuál es su importancia histórica.

Para poder generar la investigación es necesario tener en cuenta aspectos normativos, ya que en la intervención del patrimonio arquitectónico, es clave seguir la norma que rige el patrimonio del lugar, para de esta forma saber hasta qué punto se puede llegar. Teniendo toda la información importante es necesario realizar un registro fotográfico del estado en el que actualmente se encuentra la estación, identificando las patologías del edificio las lesiones y las causas de estas. Dentro de esto también se encuentra análisis del estado estructural y físico, análisis de materiales, estructura en base a la norma NRS10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente) realizada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Ley 400 de 1997 y todo a partir de un trabajo de campo.

Esto se realiza por medio del levantamiento arquitectónico a partir de La Tecnología LiDAR, en donde se expone detalladamente el paso a paso para realizar el levantamiento de una forma correcta y alcanzar los objetivos en tiempo, economía y eficiencia. Dentro de este proceso se realizan estudios patológicos para analizar las lesiones que posee y afectan a la estación, a partir de fichas de análisis patológico y así poder darles una solución adecuada.

Finalmente se implementan algunas herramientas que funcionan para brindar al usuario experiencias diferentes y no son muy reconocidas, herramientas de visualización de modelos tridimensionales como la realidad aumentada y realidad virtual.

Teniendo en cuenta todo este proceso, se llega a unas conclusiones y objetivos que dejan claro cuál es la mejor opción para realizar la intervención de un edificio de carácter patrimonial, salvaguardando su historia, su estructura y todo de una forma más económica y eficiente.

Marco teórico

El Arquitecto y antropólogo Mazuera (2008), habla acerca de las problemáticas y la reflexión que nace a partir de intervenir y recuperar el patrimonio arquitectónico en Colombia. Explica como la identidad hace parte de ese patrimonio que posee una comunidad específica, al tener desconocimiento de la historia se ven en riesgo los valores de la sociedad. El patrimonio arquitectónico posee testimonios de la idea de una sociedad, por lo tanto es necesario mantenerlo, cuidarlo y compartirlo hacia esta y las futuras generaciones, al estar en un mal estado pasan desapercibidas por las personas que no conocen su historia, sin darles el reconocimiento que merecen, por ser tal vez un obstáculo para el desarrollo del lugar. Se refiere a las entidades encargadas de este patrimonio y como ejecutan sus funciones para poder mantener el Bien patrimonial que nos rodea, a partir de reglamentos expuestos. Presenta algunos problemas de como en ciertos casos se busca un beneficio económico para los inversionistas, como se han inflado los precios de los inmuebles de conservación, debido a su consecuente valorización y cuanto es el tiempo de espera para poder realizar un proyecto de recuperación patrimonial, junto con todos los tramites que conlleva.

Hablando específicamente de las intervenciones sobre bienes de patrimonio cultural inmueble, se puede nombrar a los planes de recuperación que se han venido elaborando en Colombia, entre estos el Plan Especial de Protección y Manejo (PEMP) por el Ministerio de Cultura, es importante resaltar estos planes ya que tienen el propósito y objetivo de identificar las necesidades que los inmuebles requieren para realizar una correcta rehabilitación o restauración, como se pretende realizar con la estación de ferrocarril de La Esperanza. Para eso es requerida una serie de estudios que pueden ser demorados y costosos pero que permitirán al bien pasar por un correcto proceso, específicamente en los BICNal. Entre estos PEMP actualmente están el *Plan especial de manejo y protección del centro histórico de Bogotá* que es el que se muestra en la figura 10, el *Plan especial de manejo y protección del*

Parque Nacional Olaya Herrera de Bogotá, el Plan especial de manejo y protección de Teusaquillo, el Plan especial de manejo y protección de Tunja, Plan especial de manejo y protección para el centro histórico de Cartagena de Indias y su zona de influencia, entre otros.

Figura 10

Plan Especial de Manejo y Protección (PEMP) del Centro Histórico de Bogotá



Nota. Entre el 2018 y 2019 se realizó la formulación del Plan de Mejoramiento y protección del Centro Histórico de Bogotá, que hasta entonces ya se encuentra finalizado. Tomado de “Formulación PEMP DEL CENTRO HISTÓRICO DE BOGOTÁ” por Instituto Distrital de Patrimonio Cultural, 2022. <https://idpc.gov.co/pemp/plan-especial-de-manejo-y-proteccion-del-centro-de-bogota/formulacion/>

Estos planes han sido de gran relevancia en el cuidado del patrimonio arquitectónico de donde se han generado, ya que han logrado recuperar muchas estructuras y espacios importantes e históricos que han sido de gran importancia en el crecimiento económico, cultural y social del país.

En cuanto a las estaciones de ferrocarril y la vía férrea que se compone en Colombia, en el año 2015 se creó el *Plan Nacional de Recuperación de las Estaciones de Ferrocarril*, que como objetivo tiene:

Recuperar para el uso público las estaciones, en reconocimiento a sus calidades arquitectónicas y su significado dentro de las comunidades, que las consideran, aun hoy, como hitos urbanos de valor y potencial económico de las poblaciones en donde están localizadas. Gracias a este plan se ha podido elaborar 31 proyectos arquitectónicos con sus respectivos presupuestos, se reciclaron total y parcialmente las estaciones de Cajica, La Florida y Nanay en Cundinamarca, Paipa en Boyacá y Cisneros en Antioquia, se colaboró con el proceso de compra de las estaciones de Gachancipá Y Apulo (PNREF, 2015, p.4).

Este plan de recuperación es importante debido a que se interesa por la historia y el impacto que el sistema ferroviario generó durante una época específica, ayudando al país desde muchos aspectos importantes.

También existe el Plan Maestro Ferroviario que pretende generar una serie de estrategias para la reactivación de la infraestructura ferroviaria del país:

Promover la intermodalidad como estrategia para potenciar la productividad en las regiones, dinamizar los centros logísticos y reducir las externalidades negativas asociadas al transporte como la contaminación ambiental, la congestión vehicular y la siniestralidad vial. Así mismo, la planeación se ha orientado a la disminución de los tiempos de desplazamiento y costos logísticos, alrededor de una cadena unificada que refleje las ventajas competitivas de cada uno de los modos de transporte (PMF, 2020, p. 8).

Para Agosto del 2022, se crea un proyecto llamado Viva Colombia: viva vías verdes (ver figura 11), donde el Instituto Nacional de Vías INVIAS (2022), dice que:

Este proyecto es concebido para la conservación y protección de la red férrea inactiva y en desuso, incorporando usos alternos de bajo impacto con actividades de tipo cultural, deportivo, turístico y ambiental que permiten la restitución, apropiación, resignación y disfrute de este patrimonio público. Al tiempo, estas actividades fomentan la reactivación económica y social de los territorios que tienen injerencia en estos corredores, siguiendo los principios jurídicos, técnicos y ambientales que garanticen su disponibilidad para futuros proyectos ferroviarios.

Figura 11

Proyecto Viva Colombia: viva vías verdes



Nota. Propuesta de intervención y estrategia de activación para las vías férreas de Colombia. Tomado de “Guía de Diseño programa Vive Colombia – vías verdes” por INVIAS, 2022. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/13501-guia-de-diseno-programa-vive-colombia-vias-verdes-2022/file>

Dentro de estos proyectos que se han ejecutado en Colombia, se han podido restaurar algunas estaciones de ferrocarril, entre las cuales se destaca una en específico que es la estación de La Sabana, que según el Ministerio de cultura (2018), desde el 2010 se inició un proyecto por parte de la Fundación Escuela de Taller de Bogotá en donde generaron dinámicas pedagógicas para la reactivación, por lo cual desde entonces el FETB ha logrado recuperar la estación. Desde entonces la estación ha sido participe

de varios eventos culturales como exposiciones de arte, festivales de cine y torneos deportivos, entre otros, siendo un lugar abierto para la comunidad y de intercambio de cultura y aprendizaje.

Actualmente, la estación hace parte de un recorrido turístico llamado el tren de la sabana, por medio del cual turistas, estudiantes y la comunidad en general hacen un recorrido por los paisajes de Bogotá y la sabana, llegando de esta forma a más estaciones que también han sido restauradas e intervenidas para el bien de la comunidad, como lo son la estación de Cajicá y Zipaquirá que se convirtieron en bibliotecas y centros culturales. Cabe resaltar que estas estaciones no fueron modificadas, fueron restauradas intentando devolverlas a su estado original, cambiando su uso principal para poder reutilizarlas, como es el caso de la Estación de Cajica en Cundinamarca (figura 12).

Figura 12

Estación de ferrocarril de Cajicá



Nota. Esta estación fue restaurada y actualmente es una pequeña Biblioteca. Tomado de “Parque La Estación” por Cajicá Turística, 2018. <https://www.turismocajica.gov.co/site/pestacion.php>

En cuanto restauración a nivel internacional se puede tomar como referente a la *Asociación Europea de Vías Verdes*, conformada actualmente por 17 países, con el objetivo de:

Contribuir a la preservación de infraestructuras del ferrocarril, desarrollando sobre ellas diferentes usos que se mantengan bajo el dominio público, impulsa el transporte no motorizado, mediante la elaboración de inventarios de potenciales itinerarios y de informes

técnicos, promueve y coordina el intercambio de información y experiencias entre las diferentes asociaciones y organismos nacionales y locales que desarrollan iniciativas similares en Europa, informa y aconseja a los organismos nacionales y locales respecto al desarrollo de itinerarios no motorizados, colabora con las autoridades europeas, apoyando sus políticas en materia de sostenibilidad, medio ambiente, equilibrio regional y empleo. (Association européenne des Voies vertes [AISBL], 2015).

Por otro lado, para poder realizar una correcta intervención es necesario realizar un estudio y un arduo análisis sobre la estructura arquitectónica, durante este proceso se realiza un análisis patológico que concluye en las intervenciones que el edificio necesita para que pueda volver a funcionar correctamente, no necesariamente con el mismo uso, pero esto ya depende del tipo de intervención que se realice.

Según el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural IDPC (2020), la intervención en el patrimonio, tiene un amplio campo de posibilidades en donde se asegura su conservación y mantenimiento, generando un disfrute para esta y las siguientes generaciones.

Levantamiento Constructivo

Para la intervención de construcción es patrimoniales se genera un estudio directamente sobre la estructura, su composición en espacios, materiales, elementos usados, estilo arquitectónico, entre otros. Para poder cumplir con este paso se genera un levantamiento de la edificación, esto es necesario debido a que se logran definir las dimensiones en un espacio.

Se pueden generar levantamientos de forma manual, la cual es la forma más tradicional de realizarlos y es muy funcional para construcciones convencionales en donde se usan ángulos rectos y formas ortogonales, lo que facilita el proceso, pero cuando se trata de construcciones irregulares tiende a ser un ejercicio más complicado.

En los BIC, para realizar cualquier tipo de intervención es necesario observar muy bien cada detalle del edificio, en este caso el levantamiento permite tener un registro detallado que cada espacio que lo posee.

Técnica de Levantamiento por Scanner LiDAR

Durante algunos años se han podido generar algunas estrategias para realizar un levantamiento mucho más detallado, dejando de lado el dibujo y la técnica manual para levantamientos patrimoniales como se puede observar en la figura 13. Esta tecnología se llama tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging), según el arquitecto José Rodrigo Torres (2023) utiliza un principio básico de la física que es la reflexión de la luz, la cual mide la distancia entre un emisor de luz y los objetos circundantes. Este sistema emite pulsos de luz láser de alta energía que rebotan en los objetos y son detectados por un receptor, el tiempo que demora la luz en recorrer hasta los objetos y de vuelta al receptor es el que permite definir la distancia exacta entre el emisor y los objetos. Según Torres (2023), esta es una tecnología que será de mucha utilidad para los próximos años en el ámbito de la arquitectura, debido a su facilidad y precisión, por eso es necesario que la comunidad académica conozca sobre estas nuevas tecnologías para que el desarrollo de la arquitectura trascienda y evolucione positivamente.

Figura 13

Modelo LiDAR de La Iglesia de San Pedro en Laderre, Huesca



Nota. Registro de nube de Puntos en un edificio patrimonial, a partir del escaneo y fotogrametría. Tomado de “Difusión Digital del Patrimonio Arquitectónico Aragonés” por Google sites. (s.f).

<https://sites.google.com/site/ddpatrimonioaragones/home/levantamiento-arquitectonico-definicion-y-uso-de-la-fotogrametria>

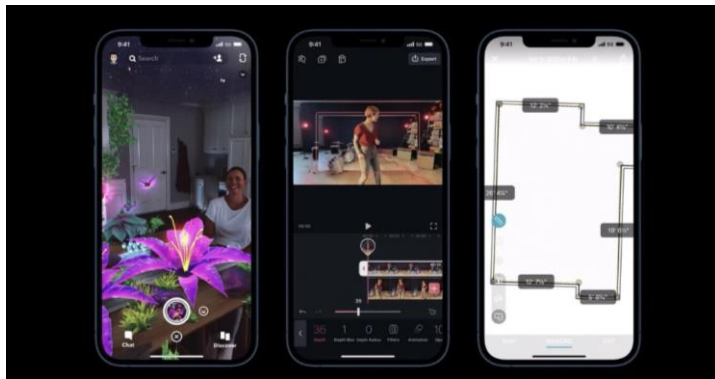
Este sistema de laser genera unos datos llamados Nube de Puntos que se vinculan a otro tipo de información que es tomada desde el mismo sensor, como son los fotogramas, al tomar este tipo de imágenes y fotografías, a partir del sensor GPS (Global Positioning System), se reúnen y forman un modelo tridimensional con información exacta sobre el edificio.

Este tipo de tecnología para los levantamientos se puede realizar de varias formas, a partir de un dron, que es utilizado especialmente para terrenos muy grandes y levantamientos masivos; Escáner terrestres inmóviles y móviles que cubren mucho menos espacio del terreno; en algunos dispositivos electrónicos como iPhone e iPad, esta tecnología viene incorporada con un nano sensor que capta imágenes y coordenadas para realizar el levantamiento, cabe mencionar que hace unos años esta tecnología era muy costosa de conseguir, pero gracias a los avances tecnológicos se puede adquirir en diferentes dispositivos menos costos, como los anteriormente mencionados.

En los dispositivos móviles la tecnología LiDAR es relativamente nueva, en el año 2020 según Arancho (2021) la industria Apple presento su primer celular con esta tecnología, en el iPhone 12 PRO, que de hecho ya se podía encontrar en los Ipad Pro, de ahí en adelante todos los modelos iPhone presentan esta tecnología, hasta actualmente su último modelo el iPhone 14 Pro. La idea de incluir LiDAR en estos dispositivos aumente la calidad de la fotografía y nuevas experiencias relacionadas con la realidad aumentada (Ver Figura 14).

Figura 14

Uso de Tecnología LiDAR en iPhone



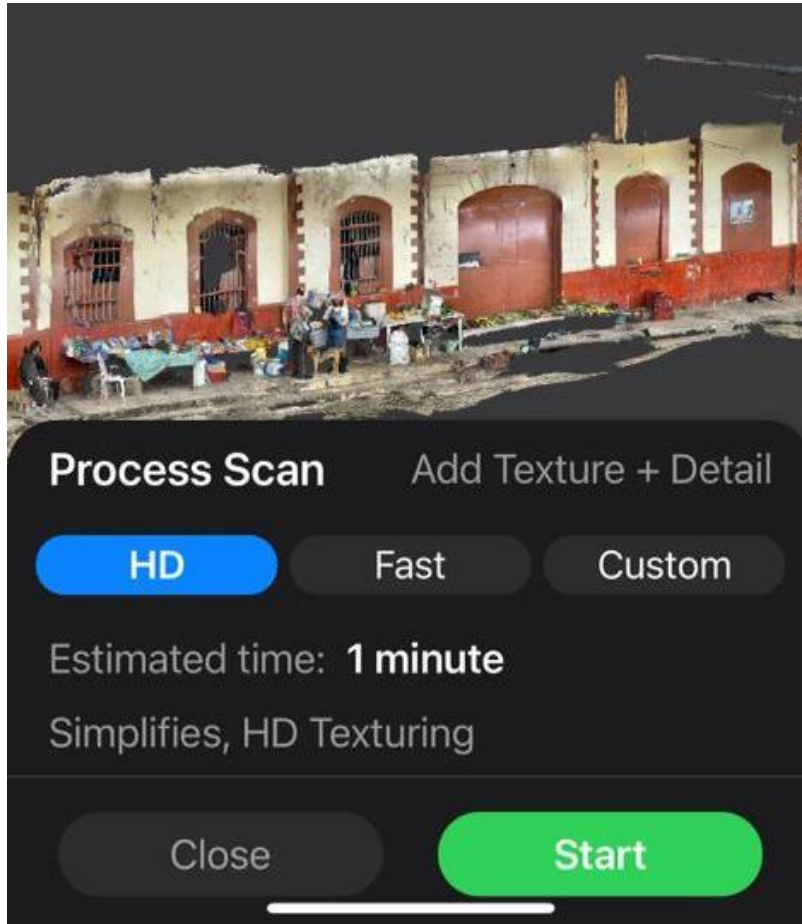
Tomado de “Que es el LiDAR en los iPhone ‘Pro’ y porque mejora la fotografía en baja luminosidad” por Archanco, 2021. <https://www.applesfera.com/iphone/lidar-iphone-fotografia>

En el caso de la fotografía, los dispositivos con esta tecnología permiten tomar fotografías con baja luminosidad debido a que pueden generar un “escaneo rápido” del espacio, permitiendo entender el lugar de mejor forma, reducir el tiempo de captura de la foto, aumentar la precisión para enfocar escenas, fotos en modo retrato para el modo noche y autoenfoco de baja luminosidad hasta seis veces más rápido.

Desde un enfoque educativo, esta tecnología se usa para el escaneo de espacios y en este caso el levantamiento de construcciones, en los iPhone se pueden generar estos escaneos pero con un alcance menor, sin embargo con una muy buena calidad como se puede ver en la figura 15.

Figura 15

Escaneo de la fachada principal de La Estación

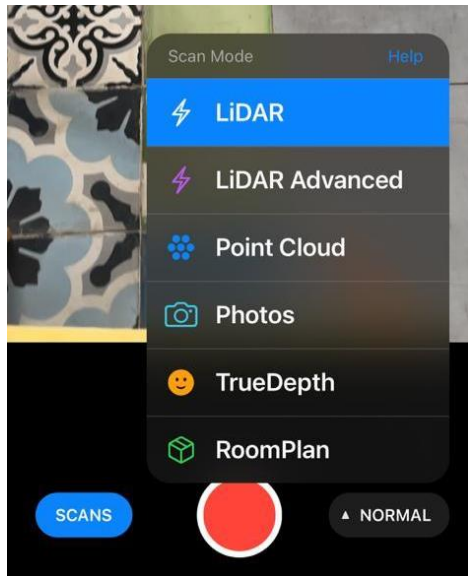


Nota. Después de realizar el escaneo se genera la opción “HD” y se ve como se muestra en la figura 13. Elaboración propia.

Algunos programas y aplicaciones que son utilizados son “3D Scanner App” o “Policam”, estas aplicaciones se bajan directamente en los dispositivos iPhone e iPad. En estas aplicaciones se pueden observar distintas formas de realizar el escáner (ver Figura 16).

Figura 16

Opciones que da la App "3D Scanner App" para realizar el escaneo



Elaboración propia.

Figura 17

Escaneo inicial de parte de la Estación de La Esperanza

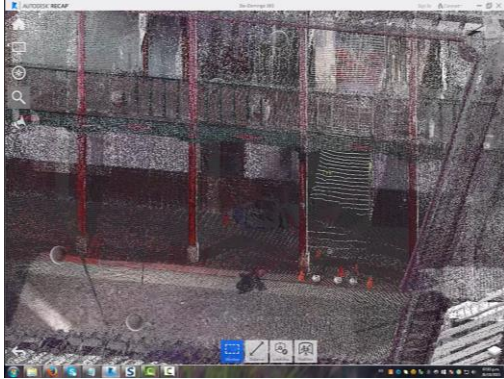


Nota. Este es el escaneo inicial tomado con la opción "LiDAR Advanced". Elaboración propia.

Después esta información es transferida desde un formato .xyz a programas de diseño y construcción como Recap, Revit o AutoCAD y es en estos programas es donde se puede generar el grafico de nube de puntos como se ve en la figura 18.

Figura 18

Scanner Laser 3D Claustro de Santo Domingo en Tunja Boyacá



Nota. Modelamiento tridimensional a partir de la tecnología LIDAR, por la empresa Arplan. Tomado de “XI Seminario Internacional de Construcciones Arquitectónicas – SICA Sesión 1” por Arplan, 2023.

https://www.youtube.com/watch?v=5XjN_xmYAb8

Esta nube de puntos permite generar plantas detalladas y gráficas 3D de cada uno de los detalles de la construcción, es por eso que ahora es utilizado para levantamientos de construcciones patrimoniales.

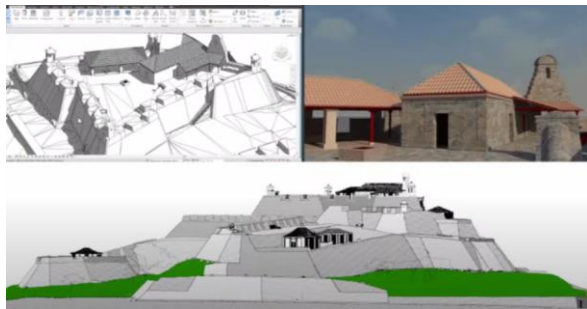
En Revit, se realiza el modelamiento de la construcción a partir de la nube de puntos, gracias a esto se pueden ubicar de una forma exacta los muros, techos e incluso la superficie, ahorrando tiempo en un estudio topográfico.

Después de haber generado el modelo tridimensional, se realizan detalles como lesiones patológicas, materialidades y elementos que están incluidos como vegetación y contexto. Gracias a Revit, se pueden generar la planimetría del proyecto con las medidas y niveles exactos a la realidad y para pulirlos se utiliza la ayuda de AutoCAD.

En el XI Seminario Internacional de Construcciones Arquitectónicas, El arquitecto Torres (2023) menciona grandes proyectos realizados a partir de esta tecnología, entre estos está *El Castillo de San Felipe de Barajas en Cartagena* (Ver figura 19), donde sus objetivos principales al generar este levantamiento era generar un levantamiento detallado, contar con planimetría y contar con un modelo paramétrico para realizar análisis de iluminación.

Figura 19

Castillo de San Felipe de Barajas, Cartagena, en modelamiento tridimensional a partir de la tecnología LIDAR



Nota. Modelamiento tridimensional a partir de la tecnología LIDAR, por la empresa Arplan. Tomado de “XI Seminario Internacional de Construcciones Arquitectónicas – SICA Sesión 1” por Arplan, 2023.

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

Finalmente, se puede decir que en la restauración e intervención del patrimonio arquitectónico es muy importante generar un proceso correcto y de gran análisis, ya que es necesario generar el resultado esperado en un proyecto enfocado en la preservación de la cultura, la historia y la sociedad.

Y que para poder cumplir con estos procesos, se vienen realizando nuevas técnicas que facilitan el trabajo en algunos aspectos, pero que vienen con una serie de nuevos retos para los profesionales, como lo es la tecnología LiDAR en los iPhone, esto ayuda a los estudiantes y profesionales a obtener una tecnología muy costosa y nueva, en un dispositivo más accesible y de una muy buena calidad.

En el caso de la patología constructiva, es necesaria la investigación de distintas fuentes de consulta debido a que existen variedad de lesiones y causas, que de hecho pueden no estar registradas

dentro de lo común. Por esto es un proceso de un análisis muy detallado en donde se incluye el registro fotográfico, de temperatura, de material y también en algunos casos de varios periodos de tiempo para poder definir bien las causas y poder generar también una solución pronta, en donde se pueda evitar el continuo deterioro de la construcción. Es necesario tener en cuenta la eliminación de ambos factores (lesión y causa), si se elimina solo la lesión de una forma correcta y no la causa, se corre el riesgo de que vuelva a parecer en el elemento.

Análisis patológico en la intervención de un edificio de carácter patrimonial

Para poder realizar un correcto análisis patológico es necesario conocer que es una patología constructiva, que características posee, los tipos y causas, como se ve, como se trata y como se previene, en el libro *Patología de Cerramientos y Acabados Arquitectónicos* de Juan Monjo Carrio, describe claramente todo este tipo de conceptos importantes.

Según Monjo (1994, p.19, parr. 6), la patología constructiva es “La ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio (o en alguna de sus unidades) después de su ejecución”. En donde el término patología, en este caso, es usado exclusivamente para referirse a las problemáticas patológicas de una construcción, el proceso de diagnóstico, análisis y las soluciones, también para considerar los procesos y estudios relativos. Para poder llegar a una conclusión, con base a estas patologías constructivas es necesario llevar a cabo un proceso patológico correcto, donde se realiza un diagnóstico, se conoce el origen, las causas de la patología, la evolución que ha tenido en el tiempo y su estado actual, todo con el fin de generar una solución.

Las llamadas lesiones son manifestaciones de algún problema en la construcción, las cuales necesitan de una correcta identificación, ya que si no se identifican bien se puede llegar a una conclusión y solución errónea. En las lesiones se destacan las primarias y secundarias, siendo las secundarias consecuencias de las primarias.

En cuanto a lo que se le llama causas se define como un “agente pasivo o activo, que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o varias lesiones.” (Monjo, 1994, p. 21). La causa es el objetivo del diagnóstico, debido a que este es el origen de la lesión y es necesario conocerlo para atacarlo desde el principio, debido a que no se elimina por completo una lesión, si no se interrumpe su origen y es por esto que muchos planes de intervención en las lesiones fracasan y aparecen nuevamente. Entre estas causas existen las directas y las indirectas; directas cuando hacen parte del origen colindante dentro del proceso patológico e indirectas cuando son errores de diseño o ejecución.

En el análisis patológico se habla de tres conceptos importantes, la reparación, restauración y rehabilitación. Estas acciones son ejecutadas cuando ya se ha realizado todo un proceso patológico correcto. La reparación pretende devolver a la construcción la funcionalidad original, lo que implica en algunos casos, la sustitución total o demolición de la estructura, actuando significativamente en la causa y la lesión.

Cuando se habla de restauración, se habla específicamente de generar este mismo proceso patológico pero en un elemento concreto, artístico o monumental, ya sean obras de arte o arquitectónicas, con otro tipo de normas que permiten hasta qué punto y en qué elementos se pueden generar intervenciones.

En cuanto a la rehabilitación, se refiere a recuperación de la funcionalidad de una construcción total que exige una cadena de períodos: Proyecto con nuevo uso, estudio patológico con diagnósticos, reparaciones de las estructuras dañadas y restauración de los elementos y objetos.

Por otro lado existe otro concepto llamado prevención, que debido a todo este proceso patológico, se establecen un conjunto de medidas preventivas, con el fin de que evitar nuevas lesiones en la estructura, a lo que se le llama más específicamente Patología preventiva.

Para poder realizar cualquier trabajo o proyecto arquitectónico que incluya un Bien de Interés Cultural, es necesario tener en cuenta unos pasos que contribuyen a un buen procedimiento de intervención y cada uno de estos pasos cumple una función específica. Este proceso comienza por un estudio exhaustivo acerca de la historia y los valores culturales, sociales e históricos que la construcción posee, criterios y elementos que le dan valor y que muchas veces por estos valores es que se destacan para ser nombrados BIC.

Tipos de Intervención

En el caso de Bogotá, el *Instituto Distrital de Patrimonio Cultural*, es el encargado de generar, guiar y aprobar estos procesos a las entidades privadas o públicas, que deseen intervenir en un BIC. Estas intervenciones se pueden encaminar a la restauración, conservación preventiva, mantenimiento, rehabilitación, entre otras. Este tipo de intervenciones en donde son necesarias generar un trámite, solo son solicitadas en casos donde sea según el Ministerio de cultura (2013) un bien inmueble o mueble declara BIC Nal (Antes monumento nacional) o un bien que se encuentre en área de influencia o sea colindante con un BIC Nal o localizado en un Sector Histórico o Centro Histórico Declarado.

Los tipos de intervención se pueden ver clasificados según el Ministerio de cultura (2022), En Bienes Inmuebles de Interés Cultural hay unas mínimas intervenciones que no requieren de una previa autorización, como limpiar fachadas pero evitando productos químicos, remplazo o limpieza de elementos de acabado o no estructurales, mantenimiento de cubiertas o pintura y remoción de elementos.

Por otra parte, intervenciones que si necesitan de autorización para su ejecución se clasifican según el Ministerio de Cultura (2013) en “reparaciones locativas, reforzamiento estructural, rehabilitación o adecuación funcional, restauración, ampliación, consolidación, obra nueva, modificación, reintegración, demolición total o parcial, reconstrucción o cerramiento permanente”.

Ahora, hablando de Bienes Muebles de Interés Cultural se puede generar una conservación preventiva, que pretende generar estrategias para evitar el continuo deterioro de los bienes y la conservación y restauración que son acciones directas, con el fin de asegurar la preservación del BIC.

Para poder realizar una correcta intervención es necesario generar unos estudios previos, sea una persona natural y jurídica, debe presentar unos documentos de estudios preliminares sobre la estructura a intervenir, en el caso de Bogotá estos son presentados para la Dirección de Patrimonio, en el caso de Cundinamarca, deberán ser presentados a la entidad dueña del BIC (Bien de Interés Cultural) y remitida a grupos encargados del patrimonio. Estos estudios se clasifican en La identificación del bien, su función socio cultural, el estudio de la técnica, el estado de conservación y la identificación de las intervenciones que ha tenido, el diagnóstico y la propuesta de intervención. En cuanto a documentos jurídicos a presentar se encuentran la carta de solicitud de autorización a la intervención, fotocopia del título profesional o credencial como Restaurador de Bienes Inmuebles y la ficha de registro de solicitudes diligenciada.

1. Estudio Histórico

Tecnología LiDAR (Light Detection and Ranging)

La Tecnología LiDAR es una herramienta muy versátil que ha revolucionado en contextos como la arquitectura, arqueología, topografía, meteorología, conservación ambiental, entre otros.

Su origen se conoce en la década de 1960, según Guarnera, por la compañía Hughes Aircraft Company, en donde crearon un prototipo integrando la tecnología para escanear satélites; en 1970 la NASA utilizó la tecnología para cartografiar la luna. Más adelante esta comenzó a utilizarse para crear mapas topográficos, estudiando las superficies de la tierra y realizar estudios ambientales, donde gracias a la capacidad de proporcionar datos en alta resolución se logran estudiar bosques y entornos naturales.

Hasta este momento esta tecnología no era reconocida y solo grandes empresas tenían acceso a esta. Fue hasta 1990, cuando comenzó a ser más comercial y usarse en la arqueología, la ingeniería civil y la arquitectura, creando modelos tridimensionales de edificios y estructuras, utilizados para la conservación, documentación y planificación. Esto se debió también al desarrollo de sistemas terrestres y móviles, ya que hasta este momento solo se encontraban dispositivos aéreos. A partir de esto la tecnología ha ido evolucionando bastante, aplicándose en contextos de fotografía y realidad virtual.

Actualmente esta tecnología es usada en la conservación y monitoreo ambiental, permitiendo comprender mejor los impactos del cambio climático, planificación de espacios para el aprovechamiento del suelo y otros factores en entornos naturales, ayudando al manejo y desarrollo de estrategias de manejo sostenible.

Otro uso de LiDAR es en la arquitectura y la preservación del patrimonio cultural, permitiendo que la documentación sea más precisa y generando el descubrimiento de algunos lugares al que no había acceso, además es utilizada para preservar y monitorear espacios históricos que son amenazados

por diferentes factores naturales, de desarrollo u otros, logrando realizar estudios topográficos, patológicos, ambientales y desarrollando estrategias de conservación.

En el caso de la construcción ha sido ideal para la planificación de estructuras, desde las redes más pequeñas en un edificio hasta el terreno más adecuado para su posición, permitiendo un proceso más eficiente y con unos resultados más acertados a los objetivos.

En el caso de Colombia, esta tecnología llegó hasta la década de 1990, para realizar el mapeo de la cordillera de los Andes, sin embargo hasta los años 2000 se volvió mucho más accesible para las personas y las empresas, donde fue utilizada para el mapeo de la selva amazónica y la región de la Guajira, así como también para documentar el patrimonio arquitectónico.

Desde entonces según Arplan (2023), esta ha sido adquirida al pasar de los años por empresas privadas y gobiernos locales, para proyectos de planificación urbana, conservación del medio ambiente y gestión de desastres.

Los instrumentos que son utilizados para esta tecnología son de difícil acceso para las personas, solo algunas empresas grandes y gobiernos locales han obtenido estos dispositivos. Sin embargo, la empresa estadounidense Apple (2020), lanza al mercado el iPhone 12 Pro y iPhone 12 Pro Max, que incorporan la tecnología LiDAR, se encuentra en la parte posterior de la cámara trasera del iPhone. Principalmente esta tecnología fue implementada para mejorar el autoenfoco en condiciones de poca luz, para crear experiencias de realidad aumentada, medir distancias de una forma más precisa, mejorar la calidad de las fotografías y con aplicaciones que se descargan en el dispositivo, se puede generar el escaneo de objetos. A partir de estas referencias de celulares los siguientes modelos vienen integrados con la tecnología y cada vez más avanzada.

Gracias a la implementación de LiDAR en los dispositivos iPhone, se puede acceder de una forma más económica a esta, en el caso de la preservación de construcciones patrimoniales, planificación de

construcciones y entre otras, permitiendo que más personas como estudiantes o trabajadores independientes accedan a ella.

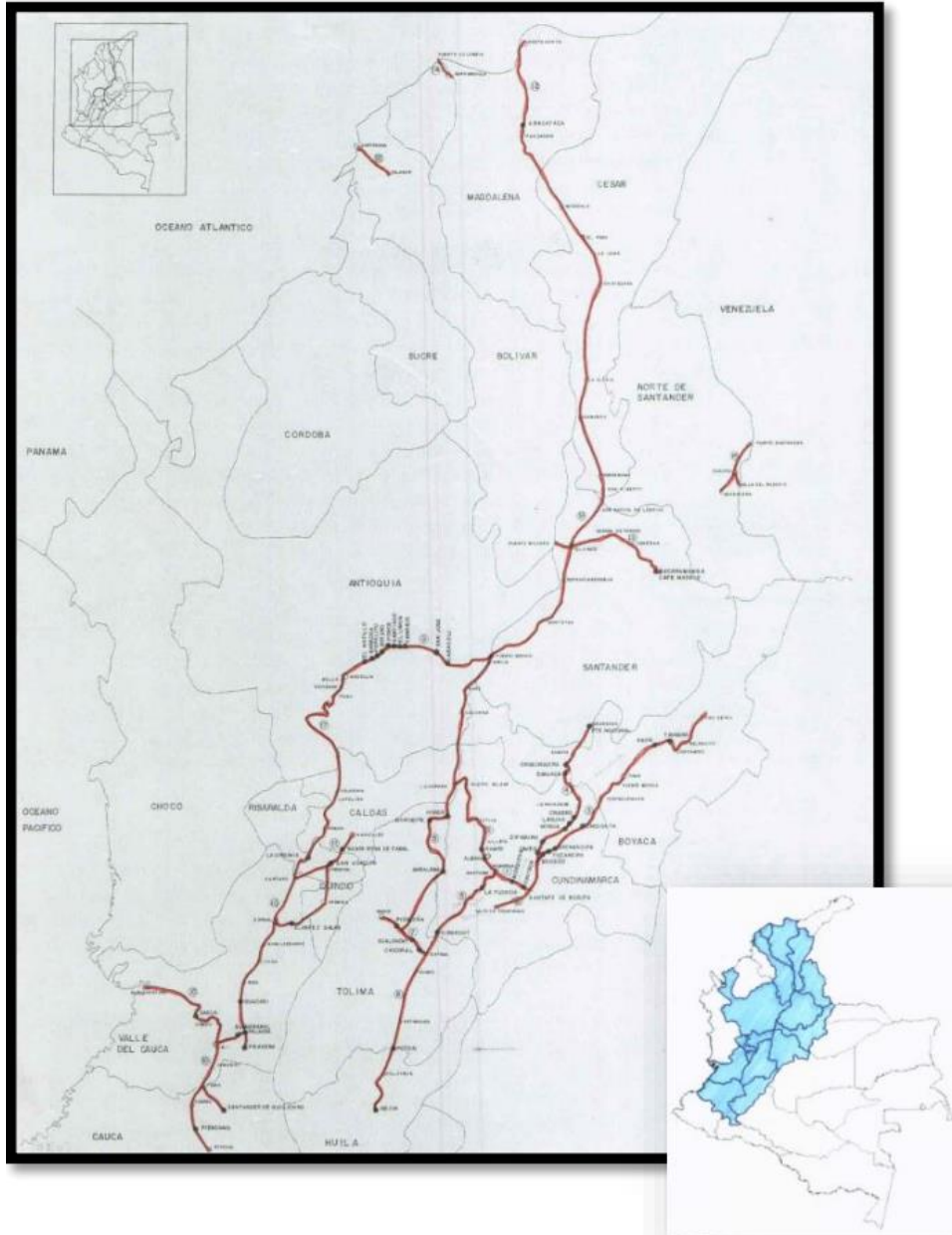
Caso de Estudio: Estación de Ferrocarril de La Esperanza, La Mesa, Cundinamarca

Según el Ministerio de Cultura en el PNREF (2015), Las líneas férreas en Colombia generaron una nueva era de industrialización, ya que consiguieron dar solución a la conectividad de distintos puntos importantes del país y el transporte de materias primas importantes como recursos básicos para las diferentes sociedades que lo conforman y de pasajeros, disminuyendo de esta manera los costos y tiempos de viaje, de esta forma se mejoró el desarrollo económico y las conexiones nacionales e internacionales.

La historia del ferrocarril en Colombia comienza en 1850, con el periodo de prueba para poder incrementar este nuevo transporte en el país, a partir de esto se generaron estrategias para su creación en donde se destacan las vías de Bolívar (1869), Antioquia (1875), del Pacífico (1878), Cúcuta (1878), Santa Marta (1880), La Dorada (1882), de la Sabana (1882), de Girardot (1882) y finalmente Del Norte (1884) (Ver figura 20).

Figura 20

Localización geográfica de la vía de ferrocarril en Colombia.



Nota. Cubre 126 municipios en 16 Departamentos del país, con un total de 429 estaciones de pasajeros de ferrocarril.

Tomado de “Plan Nacional de Restauración de las Estaciones de Ferrocarril” por Ministerio de Cultura, 2015.

<https://mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Patrimonio/PNREF%202015.pdf>

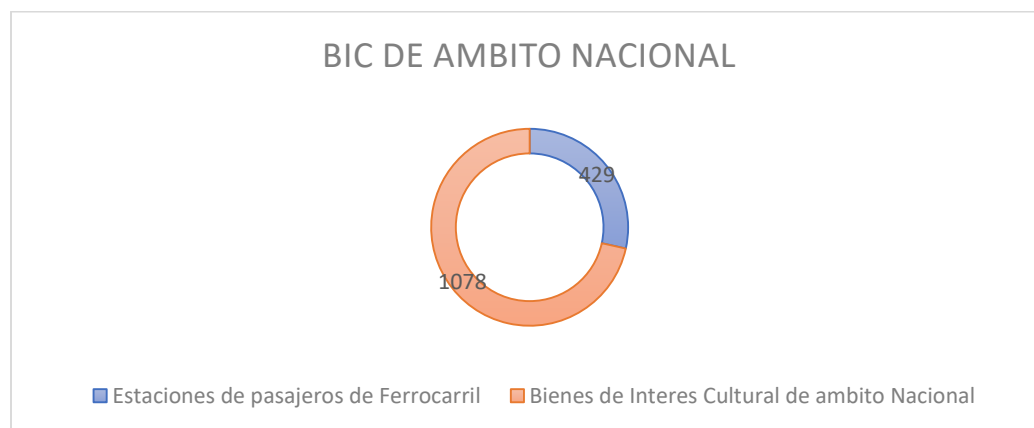
Durante este tiempo y hasta 1987 en Colombia se realizaron muchos cambios económicos, culturales y sociales, que incidieron en el funcionamiento del ferrocarril, entre estos el proceso de

creación de carreteras, los cambios de gobierno, toma de decisiones para continuar o no con la elaboración de vías y la mala toma que influyó en procesos económicos, la compra y cambio de dueños de las vías de ferrocarril, entre otros. Lo que finalmente causa que se liquide la empresa de Ferrocarriles Nacionales de Colombia en 1988 y gran parte de la infraestructura ferroviaria entra en un abandono total por aproximadamente 20 años.

A partir de este abandono y del grave estado en el que se encuentra la infraestructura ferroviaria y para evitar que las estaciones fueran demolidas o invadidas, en 1996 se crea el decreto 746, declarando como monumento nacional a las estaciones ferroviarias de pasajeros de Colombia y dos años después bajo la resolución 0800 del 31 de julio de 1998, se declara al corredor férreo de Facatativá – Girardot, como BICNal, al poseer valores ambientales, documentales, testimoniales e históricos, cabe resaltar que esta es la única vía declarada.

Figura 21

Representación gráfica de los bienes de interés cultural de ámbito nacional en el país



Nota. El 39% representa a las estaciones de pasajeros de ferrocarril. Elaboración propia

No fue hasta el año 2015 cuando se comenzaron a elaborar planes de recuperación de la infraestructura férrea, que se dividen en el interés de la recuperación para la vía férrea y poner en marcha el transporte de mercancías, como lo es el Plan Maestro Ferroviario (2016) y por otro lado el interés en su reutilización y explotación turística, que es el PNREF del 2015, con el objetivo de recuperar

y restaurar 17 estaciones de ferrocarril, dándoles diferentes usos culturales y turísticos desde entidades como INVIAS y Min cultura y también Vive Colombia: Vías verdes Colombia (2020) que consiste en potenciar actividades turísticas a partir de usos alternativos en la infraestructura férrea, su proyecto piloto se genera con la vía Facatativá – Girardot.

Figura 22

Tren de la sabana, un recorrido turístico que comenzó a partir de la reactivación de la vía férrea y las estaciones de ferrocarril de Usaquén en Bogotá, Cajica y Zipaquirá.



Tomado de “El Tren de La Sabana se Activa: todo lo que debe saber para usarlo” por Alerta Bogotá, 2020.

<https://www.alertabogota.com/noticias/local/el-tren-de-la-sabana-se-reactiva-todo-lo-que-debe-saber-para-usarlo>

Hablando específicamente de la vía Facatativá - Girardot, concluida su construcción en 1909 con un total de 132 km, en donde se desatacaban en ese entonces 12 estaciones que son Girardot, La Virginia (15 km), Tocaima (28 km), El Portillo (31 km), Juntas (39 km), Anapoima (51 km), San Joaquín (58 km), La Mesa (72 km), El Hospicio (77 km), La Florida (102 km), Zipacón (117 km) y Facatativá (131 km).

Gracias al paso del ferrocarril y su conexión con el Magdalena por el puerto de Girardot, se comenzaron a generar pequeñas poblaciones por donde pasaba como lo fue Cachipay, La Florida, El Ocaso y La Esperanza. Esta conexión genero también que Girardot se convirtiera en un centro urbano importante e incrementado los procesos comerciales del lugar y el de estaciones aledañas, fue por esto

que en 1911 se construyeron otras estaciones como lo fue La estación de La Esperanza en 1911 y La de Cachipay en 1918.

Esta vía también, se caracterizaba por atravesar la zona cafetera de Cundinamarca, diversidad de climas y paisajes culturales, convirtiéndose en un atractivo turístico para el país, como se cita en Castillo (2022) “ gracias a eso se desarrolló la cultura del *veraneo* que tuvo como centro a La Esperanza, pues ahí y en sus alrededores como El Ocaso, La Capilla y Cachipay contó con importantes haciendas, hotel, y casas quintas que sirvieron principalmente a la elite Bogotana” (Rodríguez, 2015, p. 32). Posee importantes obras arquitectónicas como las estaciones y la ya antes mencionada arquitectura del veraneo y también se destaca por tener el único tramo en *Zig-Zag* de todo el país, el puente de Girardot que pasa encima del Río Magdalena y el túnel de Zipacón.

Figura 23

Mapa de la Vía Facativá – Girardot con estaciones.



Tomado de “Arqueología, comunidad y el complejo ferroviario de la esperanza en La Mesa Cundinamarca” por Nayan Castillo, 2022.

Para 1951, se comenzaron a notar las dificultades que el ferrocarril iba presentando, lo que hacía que este cada vez tuviera menos importancia y hacia 1970 como dice Greiff (2004) y Poveda (2010):

Se inició el proceso de retiro del servicio de trenes de pasajeros y solamente quedaron los trenes de carga, aunque estos también se vieron reducidos en sus servicios durante toda la década de 1980 y ya no pasaban con la misma frecuencia o con la misma carga de antes, hasta que finalmente se acabaría la empresa de Ferrocarriles Nacionales” (Como se cita en Castillo, 2022, p. 22).

Hablando específicamente de La estación de La Esperanza que es parte de la vía de ferrocarril más importante de Colombia (Vía Facatativá – Girardot), se encuentra ubicada en Cundinamarca, a 16 Km del centro urbano de La Mesa, siendo parte de la llamada Inspección de La Esperanza.

Figura 24

Estación de La Esperanza



Elaboración propia

En el año 1906, como nos relata Castillo (2022) comenzó el proceso para negociar la compra de 32 hectáreas longitudinales de la hacienda La Esperanza, requeridas para contruir el ferrocarril por parte de la compañía The Railway Concessions and Contract co. Este proceso se lograría y haría oficial el 19 de octubre de 1906 con la compra a Abraham Aparicio por escritura número 1174 ante el notario N°4, donde se deja explícita la compra de unos terrenos que pertenecían a la hacienda de La Esperanza y que serían el lugar por donde pasarían los rieles y se construirían las estaciones y otras edificaciones necesarias para el funcionamiento del ferrocarril (The Colombian National Railway, 1923)

Figura 25

Estación de la Esperanza, costado izquierdo.



Tomado de “Arqueología, comunidad y el complejo ferroviario de la esperanza en La Mesa Cundinamarca” por Nayan Castillo, 2022.

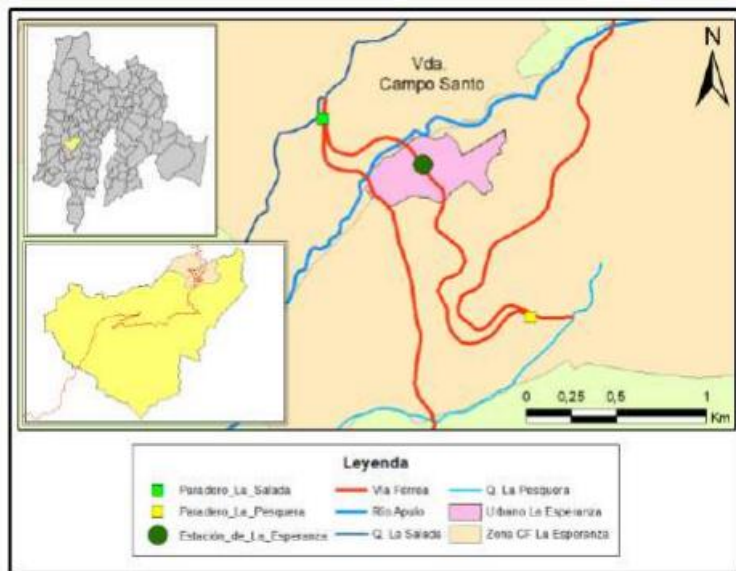
De esta manera se permite el paso del ferrocarril para 1907, también se termina la edificación del Hotel de la Esperanza situado frente a la vía del ferrocarril con el fin de suplir las necesidades que generaba la integración del ferrocarril en la Esperanza. Sin embargo, La Esperanza no contaba con una edificación que pudiera adecuarse como estación para pasajeros, no fue hasta 1910 que se habilitó una de las casillas de hierro para obreros y un año más tarde “fue construida una edificación más robusta, caracterizada por ser una construcción sencilla de un piso con armaduras de hierro, paredes de adobe y cubiertas en teja de cinc, con unas dimensiones de 28m de largo por 4,50m de ancho” (Castillo, 2022, p. 28, párr. 1).

Se sabe que hasta 1918, esta estación contó con un local comercial llamado “La miscelánea” que vendía principalmente artículos básicos para las personas. Tiempo después contó con un sistema de acueducto que se suministraba a partir del río Apulo. Debido a la posición de la estación durante el recorrido, se generó un desarrollo y crecimiento urbanístico muy grande, lo cual influyó en la economía de la población, generando de esta manera uno de los mercados más importantes y sobresalientes del recorrido, a donde asistían personas del rededor y de otros pueblos, que en su mayoría se

transportaban por el ferrocarril. La Esperanza también fue un lugar que sobresalió entre los demás debido a las riquezas naturales que posee como lo es el Río Apulo, El salto de las Monjas, su ecosistema, fauna y flora.

Figura 26

Complejo ferroviario de La Esperanza.



Tomado de "Arqueología, comunidad y el complejo ferroviario de la esperanza en La Mesa Cundinamarca" por Nayan Castillo, 2022.

En 1923 se comienzan planes para generar una nueva edificación que suplantara las necesidades del impacto del ferrocarril en La Esperanza, debido a que la construcción de ese entonces era muy pequeña, fue en 1924 cuando se comienzan las adecuaciones del terreno para la construcción de esta nueva estación.

Esta estación estaba conformada por dos pisos, con un área total de 525 m² y estilo alegórico a la arquitectura inglesa en forma de ele. Permite ser definida dentro de una tipología constructiva de carácter industrial, respondiendo a la principal mitad del siglo XX. La técnica constructiva es usada igual en casi todas las construcciones cercanas que es muros portantes en mampostería en arcilla,

carpinterías en madera, pisos en cemento y techos en zinc, la estación un poco más elaborada, cuenta con ornamentos.

Según lo señalado por Gómez y Ladrón de Guevara (2006), la estación siguió su funcionamiento correctamente hasta 1965, en donde el sistema comenzó a presentar fallas y las únicas vías activas fueron las de más relevancia. Hasta aproximadamente comienzos de 1970, donde afirman varios habitantes de la Esperanza, para este tiempo ya pasaba el tren muy poco y no fue hasta 1975 que se suspendió por completo todo el sistema de ferrocarril de la vía Facatativá-Girardot (Como se cita en Castillo, 2020, p. 33) (Ver figura 27).

Se sabe que durante los años se generaron adecuaciones y cambios, esto debido a la falta de mantenimiento, al terreno que generó grietas y rupturas, el retiro de algunos elementos de carpintería, techos o muros, el inevitable crecimiento de agentes naturales, como musgo, hongos, plantas, arboles, maleza y pasto y también por actos vandálicos como pinturas y grafitis dentro y fuera de la estación.

Figura 27

Estación de la esperanza, 1975



Tomado de “Historia férrea Colombia 2” por Grupo de Facebook, 2019.

La estación de La Esperanza es una estación de tipo dos entre las estaciones de ferrocarril del país, que se caracteriza por ser, como nos cita Castillo (2022) “una estación mediana compuesta por conjuntos o edificios modernos pero representativos dentro del contexto donde se emplazan, con

caracterización arquitectónica de recintos de cierta elaboración en detalles arquitectónicos” (Melo, 2011, p. 234).

Estrategias de Intervención durante los años

Gracias a todos los valores históricos, culturales y sociales que posee La Estación de La Esperanza se han venido generando estrategias para su preservación, sin embargo en muchos casos no se concluyen los proyectos, no se dan los permisos para su uso o intervención o simplemente no hay los recursos económicos para esto.

En 1993, la Junta de acción comunal de La Esperanza genera una solicitud para el arrendamiento del primer piso de la estación y de esta manera conformar un espacio cultural con biblioteca, tienda y cafetería, pero esta solo es usada como casa comunal. En 1997 la alcaldía de la Mesa obtiene a la estación, mediante el programa de *Reciclaje de las Estaciones de Ferrocarril*. Para 1999 se generó un programa para el seguimiento y sobre el estado de la conservación en el patrimonio mueble e inmueble de la estación, por parte del *Programa de Recuperación de las Estaciones de Ferrocarril*, el cual realizo un análisis detallado y la toma de registros del estado actual de la estación.

Para el 2006 el Arquitecto Néstor Vargas y Edgar Anzola se encargaron de generar un proyecto llamado “Estación de la cultura de La Esperanza”, con el fin de restaurar la estación y se generaron los respectivos estudios pero no se concluyó nunca el proyecto. En el año 2007 La alcaldía de La Mesa, abrió una convocatoria para recibir propuestas para la intervención y restauración de La estación de La Esperanza, se comenzaron a realizar estudios y propuestas pero tampoco se realizó nada. Sin embargo luego de esto se realizó una pequeña intervención en donde quitaron una parte del techo de la estación, cambiaron unas partes de las que no se tiene una información confiada y dejaron el trabajo incompleto hasta hoy en día.

También en el 2015 dentro del proyecto de documentación de la vía férrea Facatativá – Girardot se realizó un inventario de La Estación de la esperanza y genero una ficha que cuenta con toda la información correspondiente a esta. Como nos cuenta Castillo (2022) “para el año de 2021 en el Decreto 093 de la alcaldía de La Mesa se delimitaron tres Áreas de Desarrollo Naranja (ADN): Ruta Mutis, Semillas de Libertad y el Tren de Nuestra Historia. Esta última, cuenta con un polígono delimitado (P2) en el que se encuentra la estación de La Esperanza y la casa quinta de ingenieros, donde se les reconoce su importancia y valor histórico y patrimonial y se busca que esta sea uno de los ejes fundamentales para fortalecer e incentivar actividades de carácter cultural, como se establece en el artículo 179 de la Ley 1955 de 2019 donde se adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad” y define qué son los ADN”.

Lo último que se sabe sobre proyectos de intervención en la estación fue en el 2021, un proyecto encabezado por el alcalde Humberto Segura Barragán, cuyo propósito es de convertir a la Esperanza en un centro turístico, junto con la ayuda del proyecto *Vive Colombia: vive vías verdes*, en el cual se realizaron levantamientos y sigue en conversación con el Ministerio de cultura, sin embargo no hay nada que asegure su elaboración.

La comunidad de La esperanza mantiene viva la historia del ferrocarril y han intentado generar estrategias para que este espacio no se pierda en su totalidad, debido a su gran impacto histórico, económico y cultural, entre la población existen comunidades que han querido aprovechar este espacio como es la comunidad de mujeres artesanas que quieren ocupar la estación para dar a conocer sus productos.

De esta misma forma, actualmente en la estación de La Esperanza se pudieron identificar 3 usos diferentes:

El primero es una iglesia provisional, que en una comunicación personal con una de las habitantes de la Esperanza hablo de cómo se adecuo este uso debido al mal estado de la iglesia de la

Inspección, a la cual asisten las personas de la comunidad todos los días a las 8 de la mañana. Y también utilizan el frente de la estación para ubicar su medio de transporte.

El segundo uso es un pequeño mercado que se genera en la fachada de la estación el cual está activo solo los fines de semana que es cuando comúnmente los turistas asisten para visitar lugares que se destacan en la Inspección de los cuales sobresalen los caminos reales, el hotel en La Esperanza y el salto de las monjas. En este mercado se venden alimentos como frutas, verduras, postres y bebidas y junto con el otro uso, se encuentra una especie de bodega que conforma todo el interior de la estación y los espacios que aún se pueden utilizar, donde la misma comunidad guarda los objetos que utilizan los fines de semana para los mercados. Por otro lado algunos habitantes de la inspección generan recorridos turísticos en donde realzan la importancia de la estación y su historia en la Esperanza.

En cuanto a proyectos de restauración que involucran a la estación de la Esperanza, Según el Ministerio de cultura (2005) desde los últimos años hasta ahora, en el año 2005 se generó la primera forma de reactivación de la vía férrea en la vía Facatativá –Girardot, con el llamado “Tren de la alegría” que recorría 5 km de la vía de los municipios de Flandes y Girardot, pero su funcionamiento duro hasta el 2011 ya que por falta de mantenimiento se prohibió su ejecución. También en el 2008 hasta el 2011 se realizó un tour entre Cachipay y Facatativá llamado el tren de la montaña, pero se terminó por las mismas condiciones que el tren de la alegría. Después en el 2009 se firma el convenio 534 en el que se generan conversaciones para habilitar, mantener y operar la vía de Facatativá – Girardot, sin embargo los aspectos que se necesitan cubrir son muy grandes y exigen de una gran capacidad económica. Por otro lado bajo el proyecto *Vive Colombia, Vive Vías Verdes*, se busca poner en uso a partir de la recuperación al tramo desde Facatativá a La Esperanza, proyecto que hasta el momento está activo y están involucradas entidades como el Ministerio de Cultura, INVIAS, La Gobernación de Cundinamarca, el IDECUT y las entidades gubernamentales locales de los pueblos y municipios involucrados, este

proyecto está adjudicado por un total de \$21.400 millones y es la primera línea férrea inactiva del país que se pretende conservar y reutilizar.

2. Criterios de valoración

La estación de ferrocarril de La Esperanza al ser declarada en 1996 por el decreto 746, como Monumento nacional (actual BICNal), junto con todas las estaciones de pasajeros del ferrocarril en Colombia, esta estación en particular es clasificada como Patrimonio Material Inmueble. Según el Ministerio de Cultura (2022), se define como

Bien de Interés Cultural de Ámbito Nacional (BIC Nal) a aquellos inmuebles que presentan características excepcionales y se encuentran protegidos mediante declaratoria expedida por el Ministerio de Cultura en razón del interés especial que el bien revista para la comunidad en todo el territorio nacional y se puede entender mejor clasificándolos de la siguiente manera: arquitectura para el transporte, arquitectura institucional, arquitectura religiosa, arquitectura habitacional, arquitectura militar, para el comercio, para la industria, conjuntos arquitectónicos, aeropuertos o cables aéreos y obras de ingeniería.

Junto a la estación está ubicado el Hotel Paraíso Terrenal, que existió en la Inspección desde antes de que llegara el ferrocarril a La Esperanza, como una hacienda productora de café, y sigue presente hasta ahora con muchos más cambios, siendo uno de los atractivos turísticos de la Inspección. Se puede decir que esta construcción es un inmueble colindante con un BIC Nal, ya que es un predio que limita por su fachada oriental con la estación de la Esperanza.

Figura 28*Hotel Paraíso Terrenal*

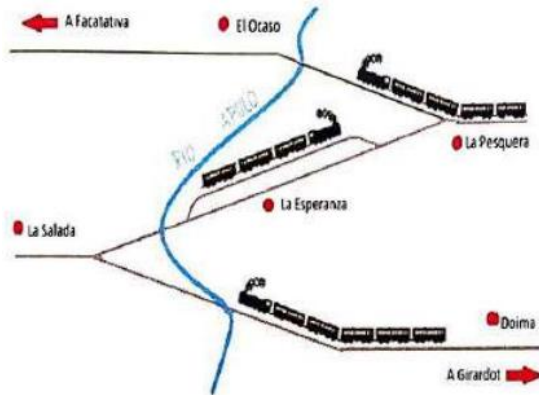
Tomado de “Hoteles La Mesa Cundinamarca, Colombia” por Momondo.com, 2023.

<https://www.momondo.com.co/hoteles/la-mesa-cundinamarca-colombia/Finca-Hotel-Paraiso-Terrenal.mhd3527340.ksp>

La Estación de La Esperanza hace parte del corredor Facatativá-Girardot-Cundinamarca, declarado patrimonio Material Inmueble bajo la resolución 800 de 1998, esto gracias a las características y riquezas naturales y arquitectónicas que se ven durante el recorrido, como la arquitectura del “*veraneo*” entre estas la estación de La Esperanza. También fue declarada por poseer un tramo en la montaña durante el recorrido, llamado “*switch back*” (Ver figura 29) que es el único en Colombia, con aproximadamente 3 kilómetros, y se encuentre dentro de los paraderos La Salada y la Pesquera, construidos únicamente para la supervisión de este tramo. La Estación está ubicada en medio de las dos estaciones y a la mitad del “*switch back*” siendo parte de una importante obra de ingeniería para la época, lo que hace que la estación posea valores tecnológicos y documentales.

Figura 29

Tramo de Ferrocarril “switch back”, La Esperanza Cundinamarca



Nota. Grafico del tramo en donde la Estación de La Esperanza se encuentra a la mitad del recorrido. Tomado de “Arqueología, comunidad y el complejo ferroviario de la esperanza en La Mesa Cundinamarca” por Nayan Castillo, 2022.

En cuanto al contexto en el que la estación se encuentra, la inspección cuenta con recursos naturales como caminos reales hacia Cachipay y La Mesa, el Río Apulo en donde desemboca en una cascada que hace parte de un recorrido turístico, llamada “El salto de las monjas” (Ver Figura 30) y flora y fauna única en este ecosistema cálido. El hotel Paraíso terrenal cuenta con algunos nacimientos de agua y piscinas naturales que lo hacen ser un lugar visitado en la Inspección.

Figura 30

Cascada Salto de Las Monjas



Elaboración propia

Durante la época de la llegada del ferrocarril a La Esperanza, según Castillo (2022) este espacio se convirtió en un punto importante del recorrido, debido a un fenómeno que surgió llamado “*la cultura del veraneo*”, La Esperanza se destacó por poseer uno de los mercados más importantes a donde asistían personas de otros pueblos que llegaban en el ferrocarril, debido a que era un punto medio entre las tierras frías y cálidas del país había producción de materia agrícola, también sobresalía por estar ubicada a la mitad del recorrido.

Figura 31

Plaza de Mercado en La Esperanza 1934-1937



Tomado de “Arqueología, comunidad y el complejo ferroviario de la esperanza en La Mesa Cundinamarca” por Nayan Castillo, 2022.

Elementos de valoración

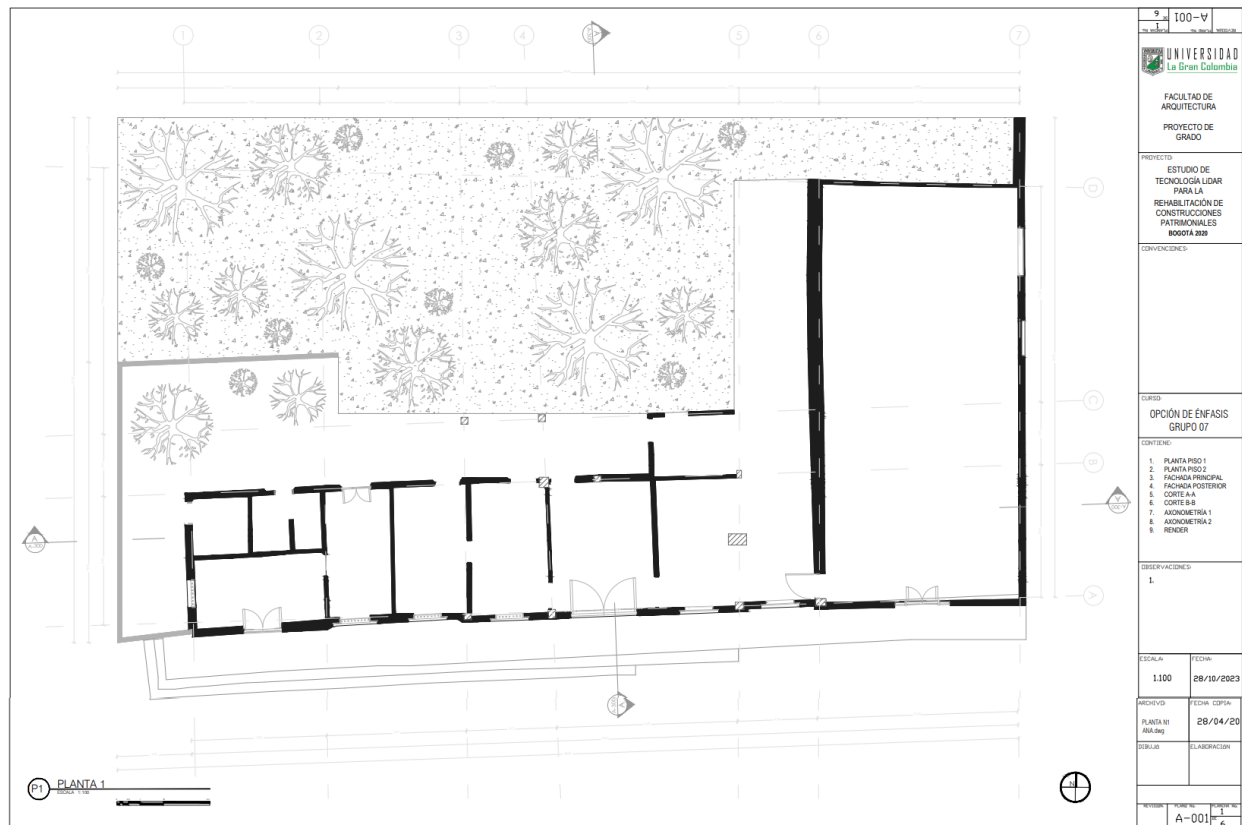
Arquitectónicamente hablando, la estación de ferrocarril es una de las estaciones que más complejidad posee, según Melo (2011) la estación posee en la solución de sus cubiertas una complejidad única para la época, también tiene bastantes elementos ornamentales como en rejas y en sus acabados, en ventanas y puertas se utilizó madera.

Descripción del inmueble

La estación de La Esperanza posee un área total de 525m², es una construcción en forma de ele, con un patio posterior que da hacia el hotel “Paraíso Terrenal” (Ver figura 32).

Figura 32

Planta General de La estación de La Esperanza



Elaboración propia.

La parte occidental más larga corresponde a la actual iglesia provisional, el cual es un volumen independiente, esta posee una cubierta a dos aguas. En el caso de esta parte, se puede observar que su piso es en piedra, las paredes están recientemente pintadas por la comunidad, por lo que en este momento se encuentra vacía. Algunos espacios están pañetados para cubrir lesiones en los muros. En este espacio hay 4 puertas, 2 de ellas selladas, una que es la entrada principal que da directamente

hacia afuera y otra más pequeña que da hacia el otro volumen de la estación; la cubierta es en teja de Zinc con cerchas de madera. (Ver figura 33)

Figura 33

Iglesia de La estación de La Esperanza, Volumen occidental.



Elaboración propia.

El volumen principal horizontal cuenta con dos pisos en su parte central, el segundo piso posee 3 vanos, siendo el de la mitad el más grande; estos dos pisos poseen cubierta a dos aguas (ver figura 34).

Figura 34

Modelo en Revit de La Estación de La Esperanza

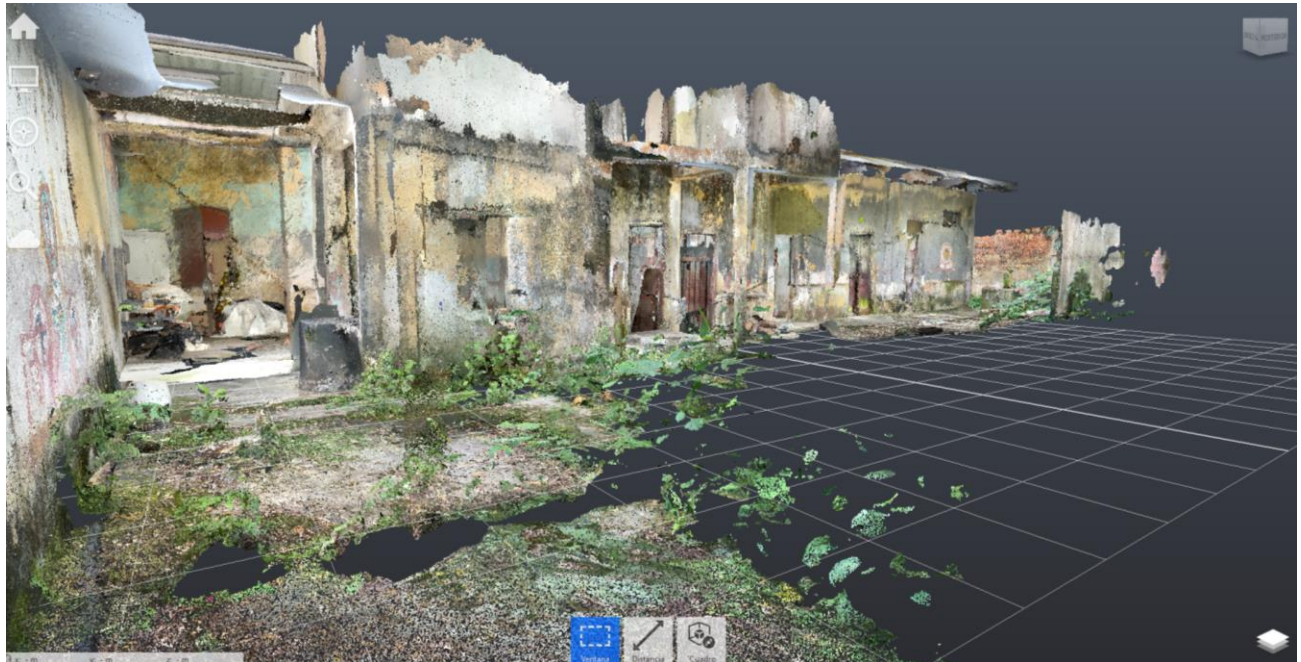


Elaboración propia.

Se puede observar que ambos pisos poseen varias puertas y ventanas, de madera y con ornamentación, sin embargo en algunas no están y solo está el hueco. El primer piso está dividido por ocho espacios, entre estas seis habitaciones y un baño y otra habitación que es más grande y da directamente al patio interno. La mayoría de Muros están desgastados, con humedad y suciedad, el piso es en cemento. Varias de estas habitaciones tienen objetos de las personas de la comunidad y a la iglesia, se puede encontrar también basura. El baño funciona pero está sucio y en mal estado. Se puede observar como hay columnas expuestas y no hay muros en las habitaciones que dan directamente hacia el patio interno. Algunos muros están intervenidos con pinturas y dibujos (Ver figura 35). La puerta principal de La Estación no funciona, está cubierta con un material de plástico y pintura, ya que por dentro se encuentran las rejas de metal desgastadas que antes impedían el paso, por lo que se tiene que acceder por la puerta del Espacio 1.

Figura 35

Parte trasera, patio interno de la Estación de La Esperanza



Elaboración propia.

En cuanto a el patio interior, este se encuentra completamente invadido por organismos vegetales y posiblemente algunos animales como insectos. Este espacio posee un muro deteriorado que da hacia el “Hotel Paraíso Terrenal”, en él también se puede observar una pequeña alberca que es la que proporciona agua cuando se necesita, algunos habitantes del sector que guardan cosas allí, utilizan el agua cuando colocan el mercado en la fachada principal de la estación.

Figura 36

Patio interior de La Estación de La Esperanza.



Elaboración propia.

En cuanto al segundo piso, no existen escaleras y tampoco posee entrepiso, se puede notar el desgaste de los muros y que algunas vigas están sin apoyo y en deterioro (ver figura 37), en la ventana de la fachada principal, en el vano de la mitad se encuentra un panal de avispas como se observa en la figura 38.

Figura 37

Espacio 5, en donde se puede observar primer y segundo piso



Elaboración propia.

Figura 38

Panal de Avispas



Elaboración propia.

La fachada es de color rojizo, y un amarillo claro, notándose un desgaste de pintura en algunas partes. Las ventanas y puertas de la fachada principal son de madera y pintadas con pintura color café, tienen algunos detalles en ornamentación como las rejas y varillas, posee un alero en Zinc que cubre todo el frente de la fachada y pies de amigo ornamentados debajo del alero que lo sostienen, se puede observar también el desgaste del andén de la fachada con escaleras, en cemento, con grietas y presencia de vegetación. (Ver figura 39).

Figura 39

Fachada principal de La Estación de La Esperanza.



Elaboración propia.

La cubierta es de un color rojo desgastado, excepto las últimas que se colocaron en el 2022 y hacen parte del segundo piso. En cuanto a los materiales utilizados, el piso es en cemento, se elaboró con una estructura de muros de carga portantes en mampostería de arcilla, las cubiertas con tejas de zinc y cerchas de madera, y en su fachada inicial posee un alero que es en teja de zinc. En la fachada, las esquinas de cada módulo están cubiertas con pañete, la carpintería de la edificación es en madera y ornamentadas con hierro.

3. Levantamiento

Según el Arquitecto Latorre (2023) “un levantamiento arquitectónico es una operación destinada a recoger información gráfica y métrica de cualquier obra arquitectónica construida” que “como consecuencia se logra materializar la información en una serie de dibujos técnicos, los cuales permiten representar y comprender la información”(p. 2).

Para poder realizar una comparación entre el levantamiento arquitectónico manual y por medio de la tecnología LiDAR, es necesario generar ambos en la construcción que se está estudiando, en este caso, la estación de ferrocarril de La Esperanza en La Mesa Cundinamarca. Por esto a continuación se muestra cada proceso de levantamiento detallado.

Levantamiento arquitectónico Manual

Para poder realizar un levantamiento arquitectónico manual según Latorre (2023), es necesario tener unas herramientas de trabajo: Cinta métrica: Mínimo de 20 metros, preferiblemente de tela, metro: Recomendable de 8 metros, importante para medir alturas, planillera: plástica o de madera, hojas, portaminas, manguera de niveles, hilo de min 20 metros, niveles metálicos, escuadra, cámara fotográfica, vara delgada, linterna, escalera, extensión eléctrica, andamios, manila ½, casco de protección, arnés de seguridad y binoculares. También es importante que este proceso lo realicen personas expertas en el tema o que en tal caso que las actividades sean supervisadas para obtener los resultados deseados.

Es necesario reconocer todas las actividades que se van a realizar, que se dividen en 3 etapas: reconocimiento, nivelación y graficación.

El reconocimiento de la construcción es necesario para tener un plan de trabajo de acuerdo a las necesidades del lugar, donde se observa detenidamente la volumetría, espacialidad, detalles, dimensiones, proporciones, problemas, recorridos para la traficación, medición y documentación.

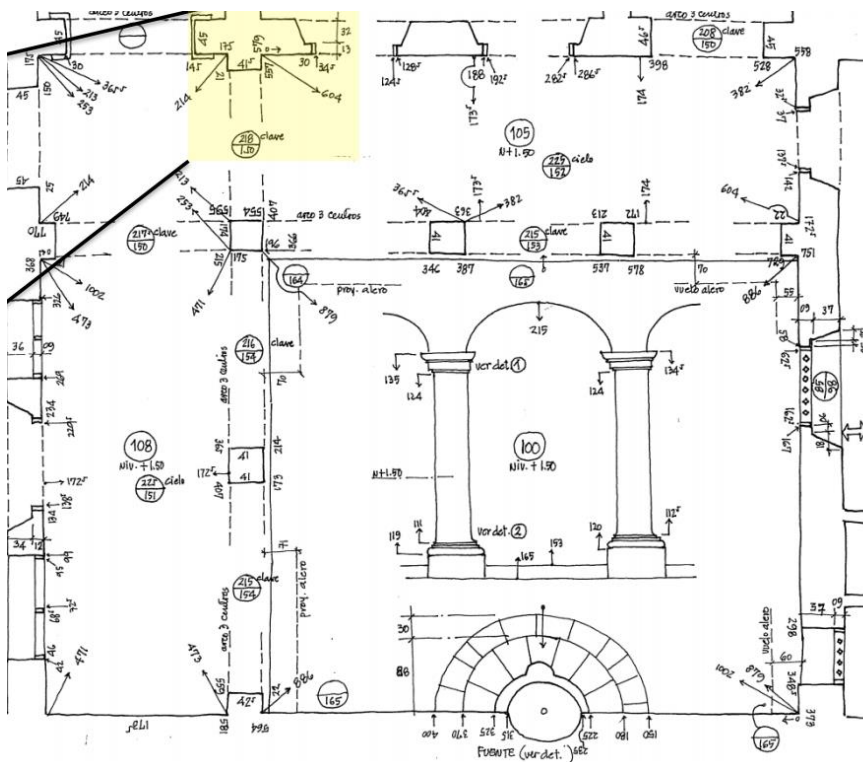
La nivelación y el trabajo topográfico es esencial para conocer los niveles del espacio y las alturas entre elementos constructivos y la posterior elaboración de cortes y fachadas. Esta nivelación puede ser instrumental o con manguera.

La graficación incluye el conjunto de dibujos que identifican el inmueble, plantas, alzados, cortes, detalles constructivos y detalles de elementos formales o decorativos, existen diferentes tipos de croquis, de documentación, plantas, cotes, alzados, detalles, generales y parciales.

Siiguiente a esto se debe realizar la fase de medición y anotación, en donde se debe tomar medida y detalle de todos los elementos que se dibujaron en la anterior fase y especificaciones de algunos elementos que lo necesiten (ver figura 40).

Figura 40

Dibujo en planta con medidas y anotaciones.

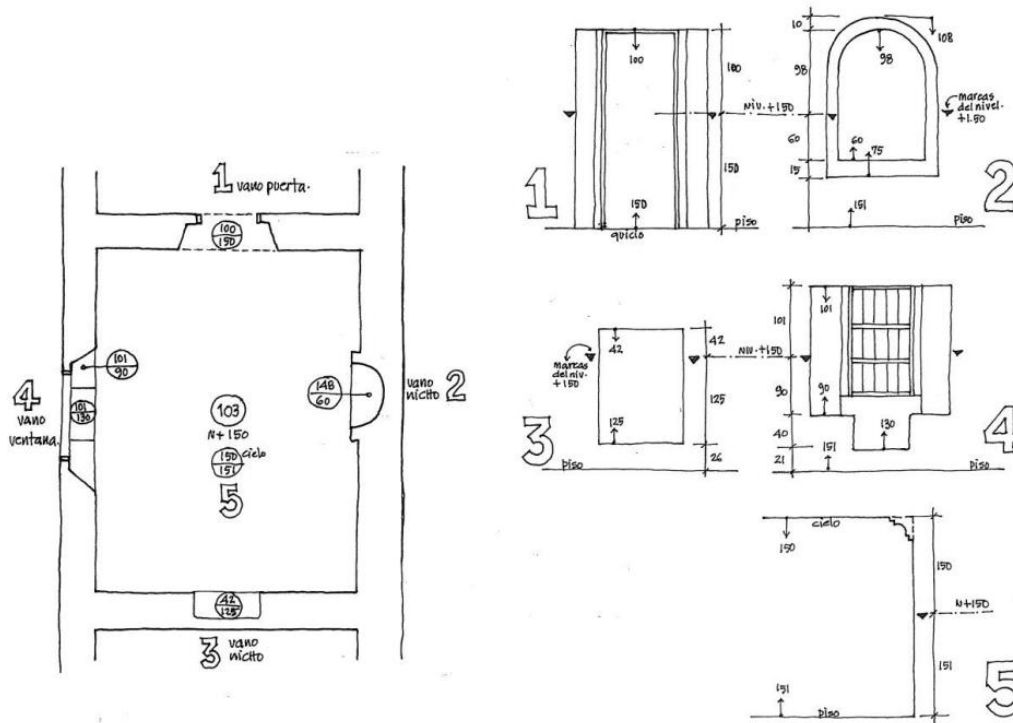


Tomado de Latorre, O. (2023). "Levantamiento arquitectónico". Manuscrito no publicado

Después de esto se realiza la medición de alturas de la misma forma que en planta, se realizan los gráficos adecuados y detalle de cada uno con las especificaciones que sean necesarias como se puede ver en la figura 41.

Figura 41

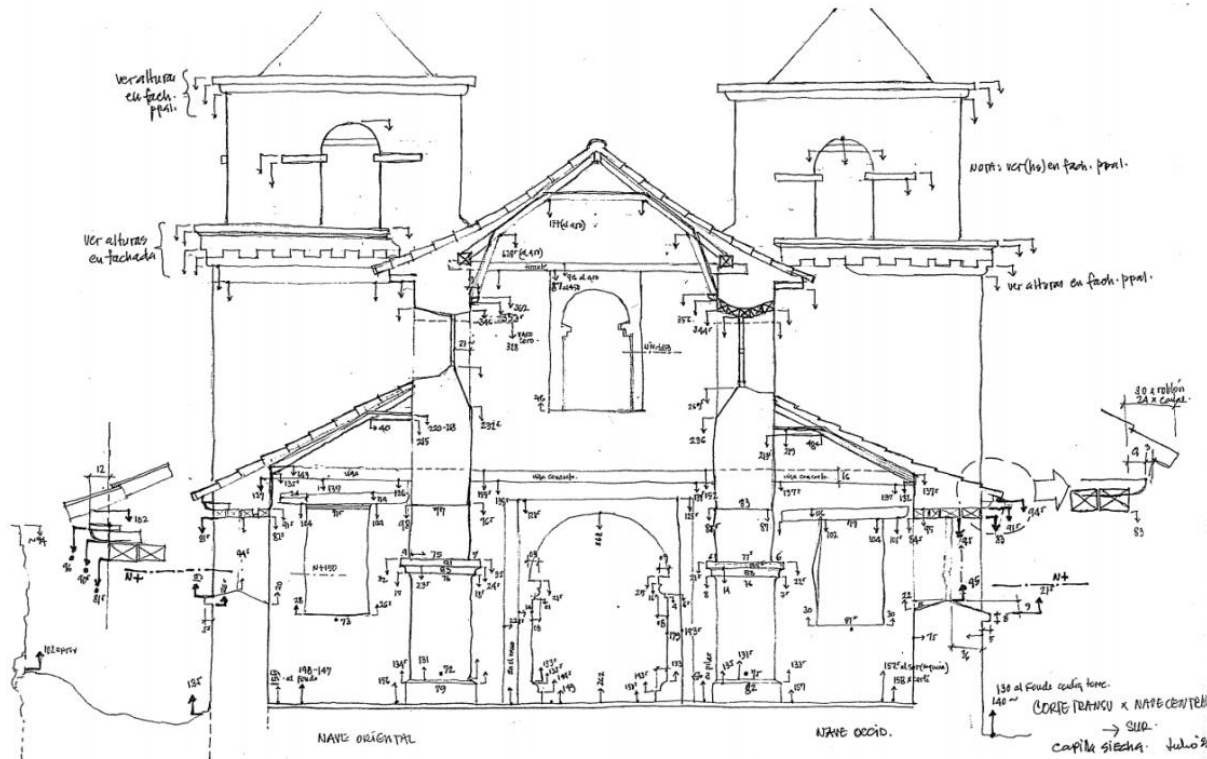
Dibujo de altura en planta y alzado.



Tomado de Latorre, O. (2023). "Levantamiento arquitectónico". Manuscrito no publicado

Figura 42

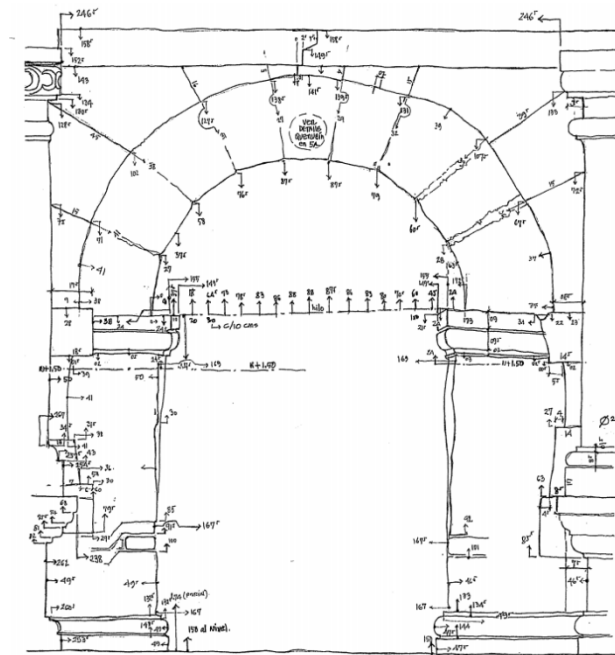
Medición de alturas en cortes y fachadas con detalles.



Tomado de Latorre, O. (2023). "Levantamiento arquitectónico". Manuscrito no publicado

Figura 43

Medición de alturas en detalles.



Tomado de Latorre, O. (2023). "Levantamiento arquitectónico". Manuscrito no publicado

La medición de detalles se debe realizar en columnas, muebles arquitectónicos, arranques, remates, cornisas, recuadros, bordes, ventanas, puertas, carpintería, escaleras, grietas o lesiones y cada elemento que se encuentre en la edificación.

La siguiente fase es fotográfica, que sirve de apoyo para la fase de dibujo en AutoCAD o el programa que se use, especialmente para ubicaciones o detalles, donde se recomienda generar la toma en un enfoque documental. Para esto también se puede apoyar en tablas que organicen las fotografías por espacios.

En el caso de la Estación de La Esperanza, que es el caso de estudio, se encontraron documentos en el ministerio de cultura en donde se realiza el levantamiento manual, por el Ingeniero Gerardo Tocancipa (2006), gracias a este documento se pudo realizar la comparación de ambos procesos sobre levantamiento arquitectónico (Ver Anexo A).

Levantamiento arquitectónico por medio de la tecnología LiDAR

Para el levantamiento que se generó mediante la tecnología LiDAR, se siguen una serie de pasos en donde primero se realiza el reconocimiento del lugar y de esta forma seguir unas estrategias para que sea lo más eficaz posible. Las herramientas para este tipo de levantamiento son: el dispositivo de escaneo, escaleras o andamios, casco de protección, binoculares y arnes de seguridad.

En este caso, no es necesario de personas expertas en el tema ni de una supervisión, ya que es una herramienta muy fácil de utilizar y con un conocimiento básico se puede generar la fase del escaneo.

Las herramientas para este tipo de levantamiento son: el dispositivo de escaneo, cámara fotográfica, escaleras o andamios, casco de protección, binoculares y arnes de seguridad.

Siguiente a esto se realiza el escaneo del lugar, para esto se utilizó un dispositivo móvil, un iPhone 14 pro, al cual se le descargo una aplicación que es específica para realizar este tipo de escaneo. La App llamada *"3D Scanner App"*, tiene 6 tipos de opciones para realizar el escáner la primera y la más común *"LiDAR"* a partir de la cual se genera una malla roja que va escaneando todo el espacio, la segunda y la que se utilizó en este proyecto es *"LiDAR Advanced"* la cual compone un modelo más preciso y con más detalle de la estructura, pero es necesaria la unión de varios escaneos porque la información que contiene es demasiada para procesar en un único escaneo, la tercera *"Point Cloud"* en donde se crea un modelo tridimensional a partir de puntos, la cuarta *"Photos"* en donde se toman fotografías y estas después se unen a partir de la activación de GPS, generando el modelo tridimensional, la quinta *"TrueDepth"* ___ y finalmente *"RoomPlan"* que crea únicamente un modelo básico en 3D.

Al realizar el escaneo por medio de la opción “LiDAR Advanced” se pudo crear un modelamiento tridimensional de cada espacio de la estación, dividido en 4 partes para poder escanear todo como se puede ver en la figura 44.

Figura 44

Proceso de escaneo con la opción “LiDAR Advanced”



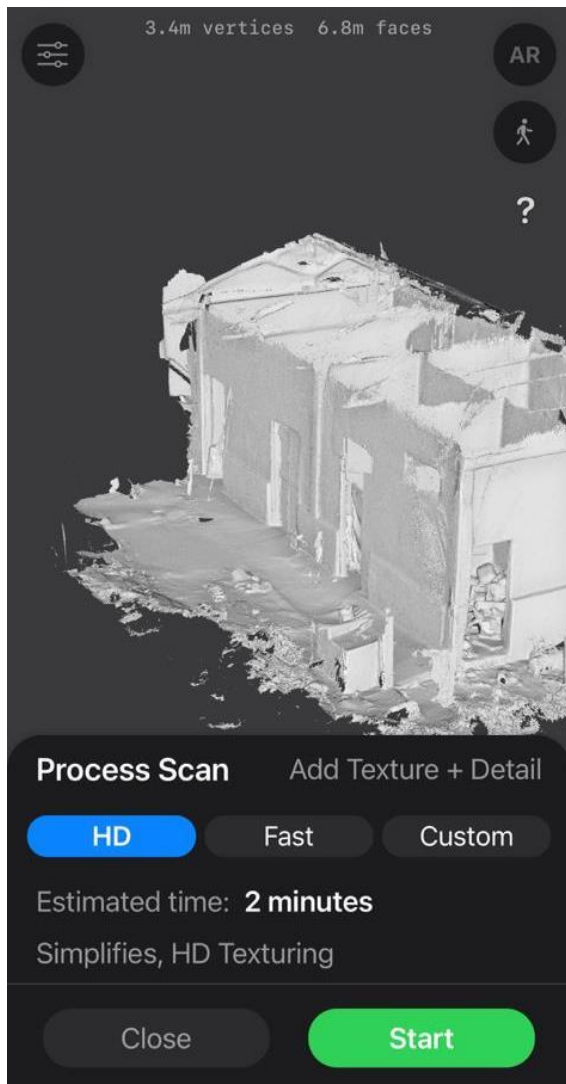
Nota. Lo que está en color morado y azul es lo que ya está escaneado, lo que se ve en color real no está escaneado aun. Elaboración propia.

Lo primero que se procesa después del escaneo es un modelo tridimensional sin imágenes como se puede observar en la figura 45. En este modelo no hay ningún tipo de detalle, solo el volumen de lo

que se escanea, no se pudo realizar el escaneo del segundo piso porque el alcance del iPhone es entre 2 a 3 metros y debido a la falta de entrepiso no se pudo acceder a este espacio.

Figura 45

Parte del volumen principal horizontal donde se pueden ver 5 habitaciones

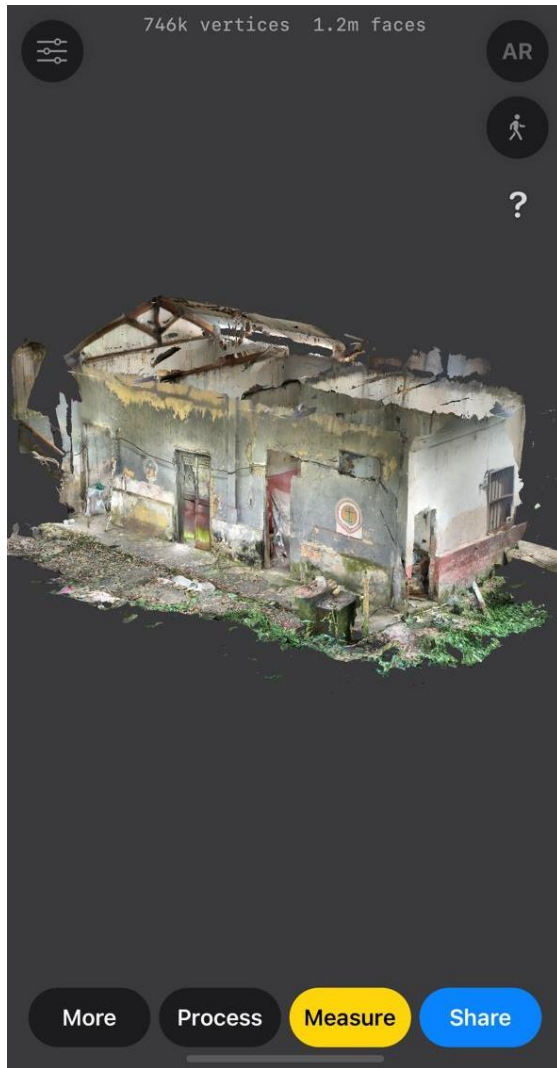


Elaboración propia.

Después de esto la aplicación tiene la opción de procesar el modelo básico a "HD", en donde se incrementan detalles de imagen y formas como se puede observar en la figura 46.

Figura 46

Parte del volumen principal horizontal donde se pueden ver 5 habitaciones, en HD



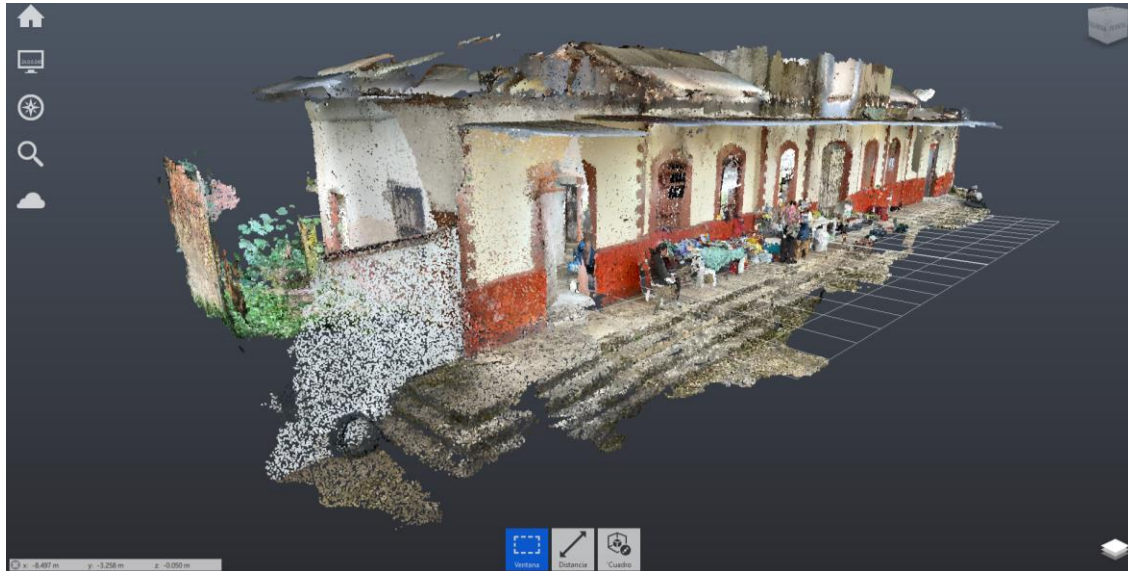
Nota. En este proceso está la opción de compartir y medir a escala real. Elaboración propia.

Gracias al detalle que genera, sirvió para registrar las lesiones que posee la estación y contribuir al correcto proceso del análisis patológico.

Para poder pasar el archivo a “ReCap” que es la aplicación en donde se puede generar una nube de puntos, es necesario pasar el archivo en formato “.xyz” el archivo es compartido y abierto en ReCap en donde se puede ver la nube de puntos (ver figura 47).

Figura 47

Nube de puntos en “Autodesk ReCap Pro” de La Estación de La Esperanza

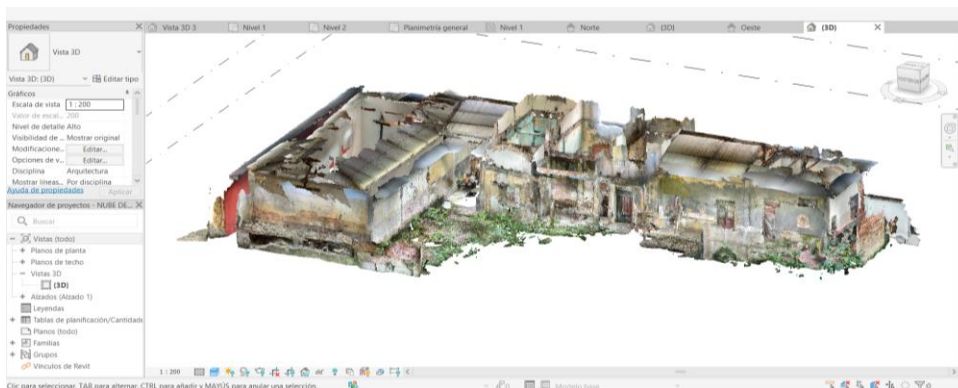


Nota. Esta nube de puntos es la unión de varios escaneos realizados. Elaboración propia.

Esta nube de puntos permite la exportación a programas como AutoCAD o Revit, en donde se puede ejecutar el levantamiento a partir de planos con medidas exactas, como se puede ver en la figura 48.

Figura 48

Captura de Pantalla de Nube de puntos en Revit, Estación de La Esperanza



Elaboración propia.

La nube de puntos en Revit es una herramienta que funciona como una guía durante la elaboración de planos, ya que cuenta con las medidas y formas reales, en donde se elaboran todos los elementos arquitectónicos encima de esta nube, funcionando como una referencia. Gracias a esto, en el trabajo de campo no es necesario realizar una fase de medición y nivelación, ya que el escaneo genera el orden de los fotogramas por medio de GPS (Global Positioning System) y también las medidas a escala real del proyecto, lo que ahorra significativamente en tiempo y consiguiente a eso, en costos.

Figura 49

Nube puntos de La Estación de la esperanza y modelo BIM en malla



Nota. Se puede observar la nube de puntos y dentro de ella un croquis del volumen, se identifica como la nube de puntos sirve de referencia para generar el modelado en 3D. Elaboración propia.

Figura 50

Modelado 3D sin nube de puntos



Nota. Al prender y apagar la vista de la nube de puntos se puede observar el modelado. Elaboración propia.

En el modelo se comienzan a elaborar los detalles, incluyendo las lesiones patológicas que gracias al modelo que se generó desde un comienzo se pueden observar en los puntos exactos donde se encuentran. Para esto también es de gran ayuda generar unas fichas de análisis patológico, identificando cada una de las lesiones. También es necesario identificar las materialidades de la construcción.

Figura 51

Corte fachada del modelo tridimensional de la estación



Nota. Se pueden observar las lesiones que poseen la estación y los detalles de materialidad.

Con la ayuda de la renderización se genera un modelo tridimensional mucho más real, donde se agregan detalles de suciedad, humedad e incluso materialidad, como se puede observar en la imagen 51, se utilizan aplicaciones como Twinmotion, que son muy sencillas de utilizar.

Figura 52

Modelo BIM de la Estación renderizado en Twinmotion

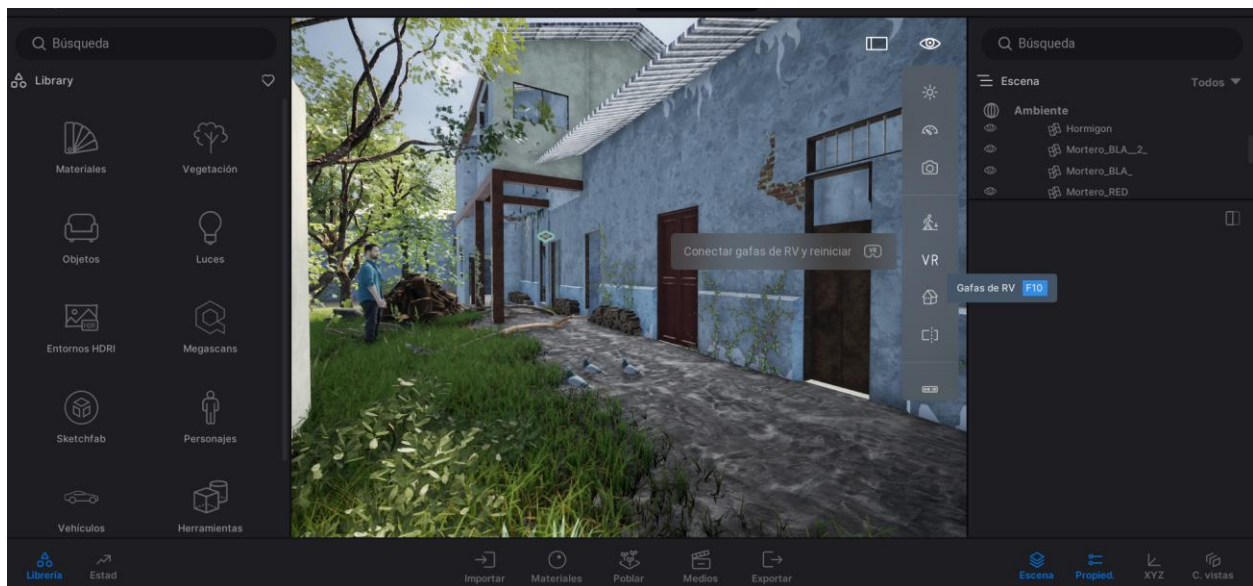


Elaboración Propia.

Algunos beneficios de este tipo de levantamiento es la visualización de los proyectos, para los usuarios que quieran interactuar con el proyecto, se brindan herramientas de visualización como la realidad virtual o realidad aumentada, donde se utilizan programas como Autodesk Viwer, Augin (Realidad aumentada) o las gafas de realidad virtual, donde aplicaciones como Twinmotion tienen esta posibilidad de visualización.

Figura 53

Modelo de la Estación en Twinmotion, con la opción de VR (Virtual Reality)

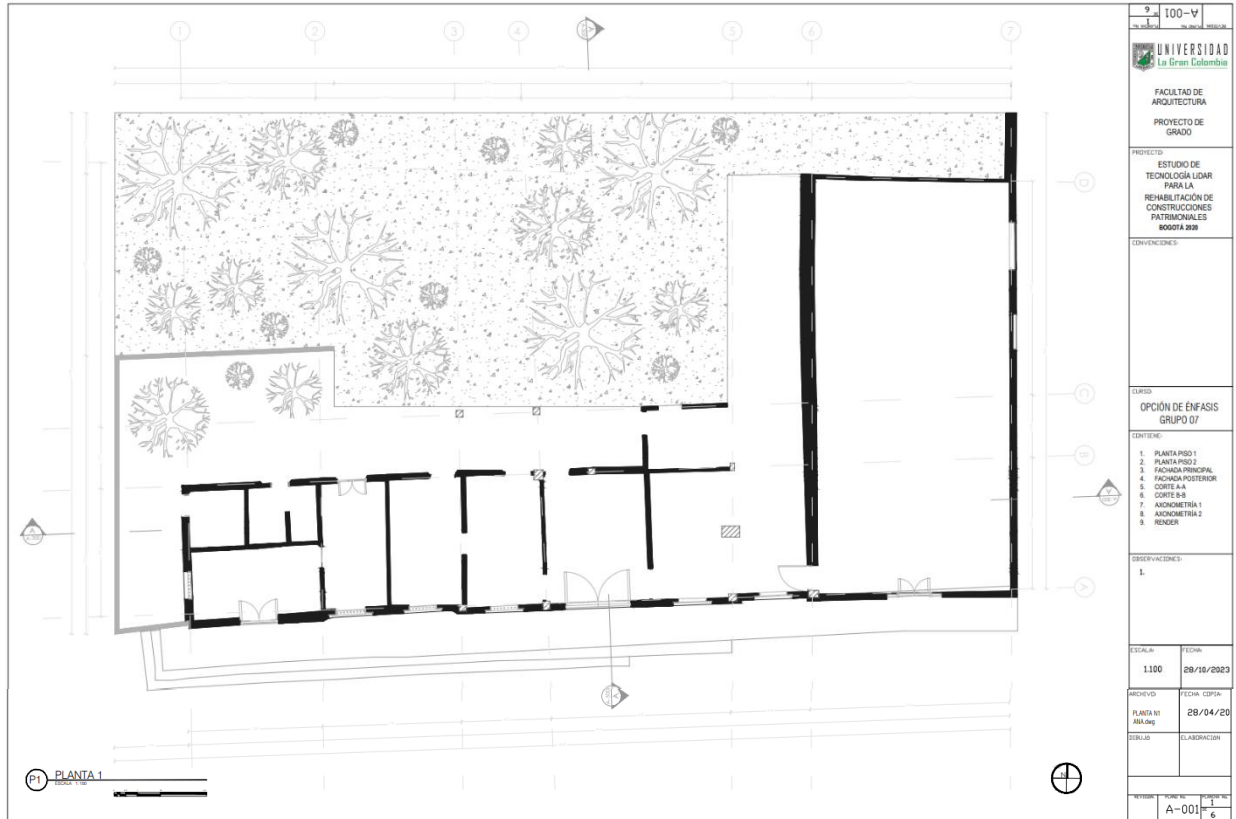


Elaboración propia.

En el siguiente paso se genera la planimetría del proyecto, gracias a Revit podemos obtener la planimetría de una vez y si es necesario para tener una correcta representación, estos planos se pasan a AutoCAD y se exportan directamente a PDF.

Figura 54

Planta Primer piso de La Estación de La Esperanza



Elaboración propia.

4. Estudio Patológico

Para poder realizar el proceso de intervención y rehabilitación es necesario generar una metodología que permita identificar los principales procesos patológicos, en donde se identifican las lesiones y las causas que posee la estación, para que de esta manera se puedan tratar y se evite el continuo deterioro que se ha venido generando durante los años.

Esto implica un previo conocimiento sobre como poder reconocer, identificar, tratar y prevenir estas lesiones, sus causas y hasta qué punto pueden llegar a afectar a la construcción y su estructura. El estudio patológico se divide principalmente en lesiones y causas; las lesiones pueden aparecer en un edificio en los cerramientos o acabados y en la estructura. Según Monjo (1994):

estas pueden ser primarias o secundarias y se dividen por físicas, que incluye a las humedades (de obra, capilar, de filtración, de condensación y accidental), la suciedad (por deposito o por lavado diferencial) y la erosión atmosférica; lesiones mecánicas, que incluye las grietas (por carga o por dilatación-contracción), las fisuras (por soporte o por acabado), los desprendimientos (el acabado continuo o el acabado por elementos) y la erosión mecánica; y finalmente las lesiones químicas que comprende las eflorescencias, la oxidación y corrosión (por oxidación previa, por inmersión, por aireación diferencial, por par galvánico e intergranular), los organismos (animales o vegetales) y la erosión química (p. 23).

Al momento de definir las causas ya se ha realizado un estudio en donde se identifican si son directas o indirectas, estas pueden aparecer varias al mismo tiempo y la misma lesión. Como dice Monjo (1994) entre las causas directas se encuentran los tipos de causas:

Mecánicas (esfuerzos mecánicos, empujes, impactos y rozamientos), las físicas (agentes atmosféricos), las químicas (contaminación ambiental, humedad, sales solubles contenidas y

organismos) y las lesiones previas (humedades, deformaciones, grietas y fisuras, desprendimientos, corrosiones y organismos)(...)

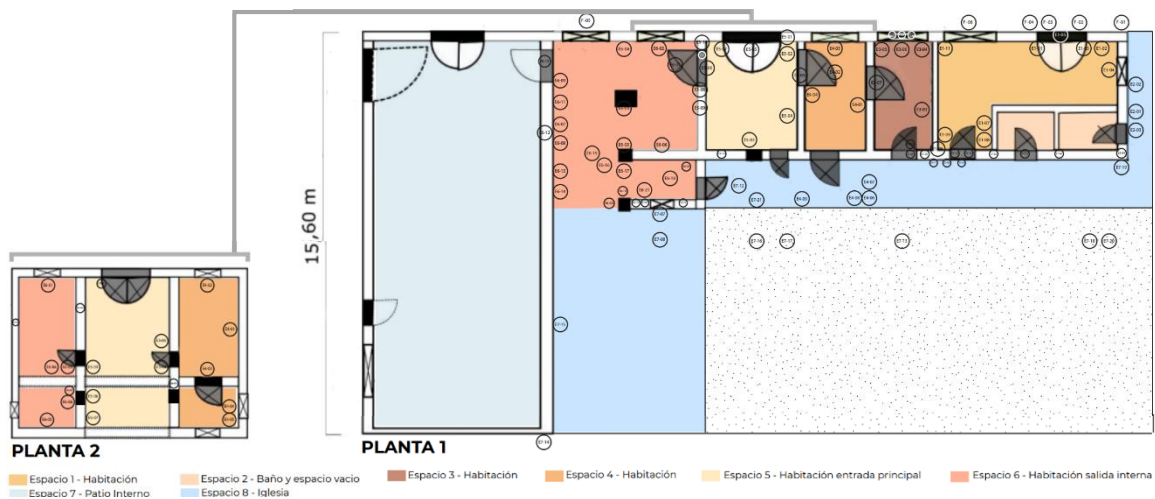
Entre las causas indirectas se encuentran las causas de proyecto (elección de material, técnica o sistema constructivo y de diseño), de ejecución, del material (defecto de fabricación o cambio del material) y de mantenimiento (uso incorrecto y falta de mantenimiento periódico) (p. 23).

Para este estudio patológico se siguen unos pasos que se fundamentan en la observación, la toma de datos, el estudio del proceso y diagnóstico y finalmente la propuesta de actuación.

Basándose en este proceso, se generó a partir de la planta de la estación de la esperanza una identificación de las lesiones por espacios. (Ver figura 55)

Figura 55

Planta de análisis patológico, Estación de ferrocarril de la Esperanza



Elaboración propia

Para la elaboración de este gráfico se tomó registro fotográfico de cada una de las lesiones, como se puede ver en las fichas de las figuras 57 a la 68.

Ficha de análisis Patológico

En base al análisis del inmueble se generó una ficha de análisis patológico para poder identificar las lesiones y causas de una forma más organizada, la información de cada lesión específica se puede encontrar en el anexo b del documento.

Figura 56

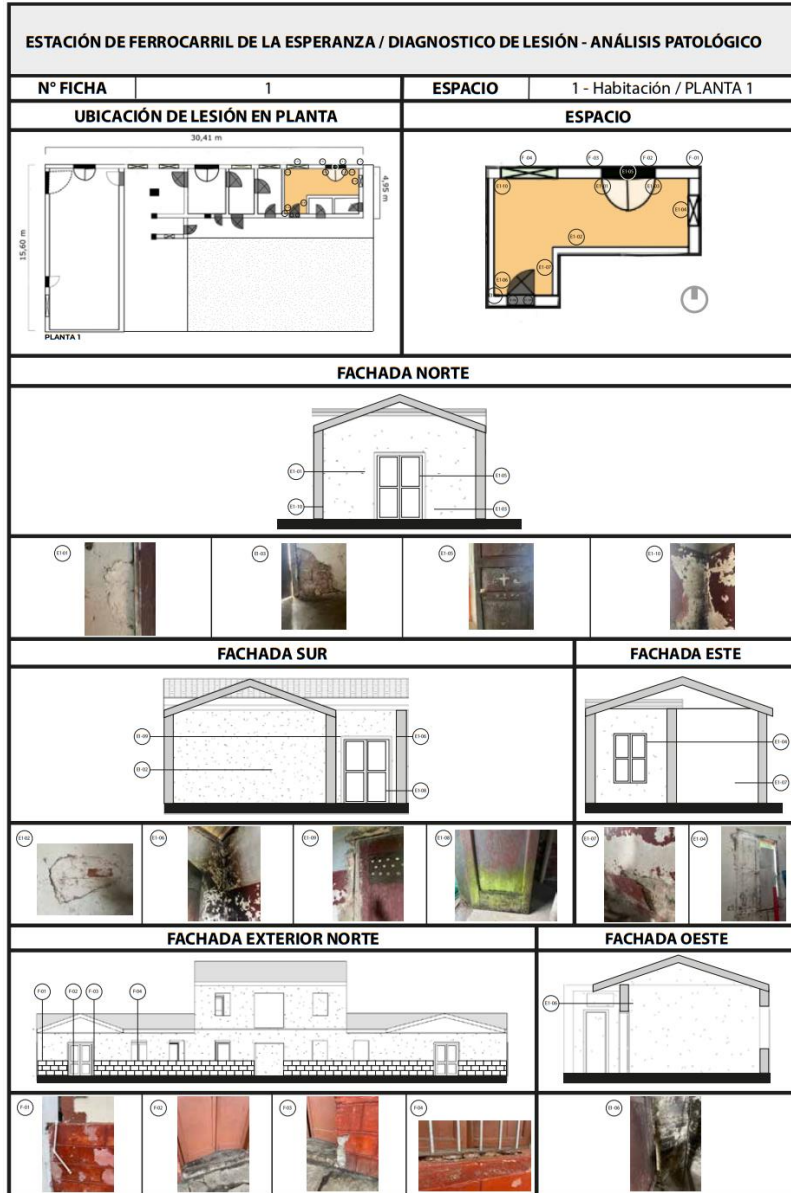
Propuesta de ficha para el análisis y proceso patológico

ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA / DIAGNOSTICO DE LESIÓN - ANÁLISIS PATOLÓGICO					
N° FICHA		1			
ESPACIO		1 - Habitación / PLANTA 1			
UBICACIÓN DE LESIÓN EN PLANTA			ESPACIO		
<p>30,41 m 15,80 m PLANTA 1</p>			<p>1</p>		
FACHADA NORTE			FACHADA ESTE		
FACHADA OESTE			FACHADA SUR		
FACHADA EXTERIOR NORTE					

Elaboración Propia.

Figura 57

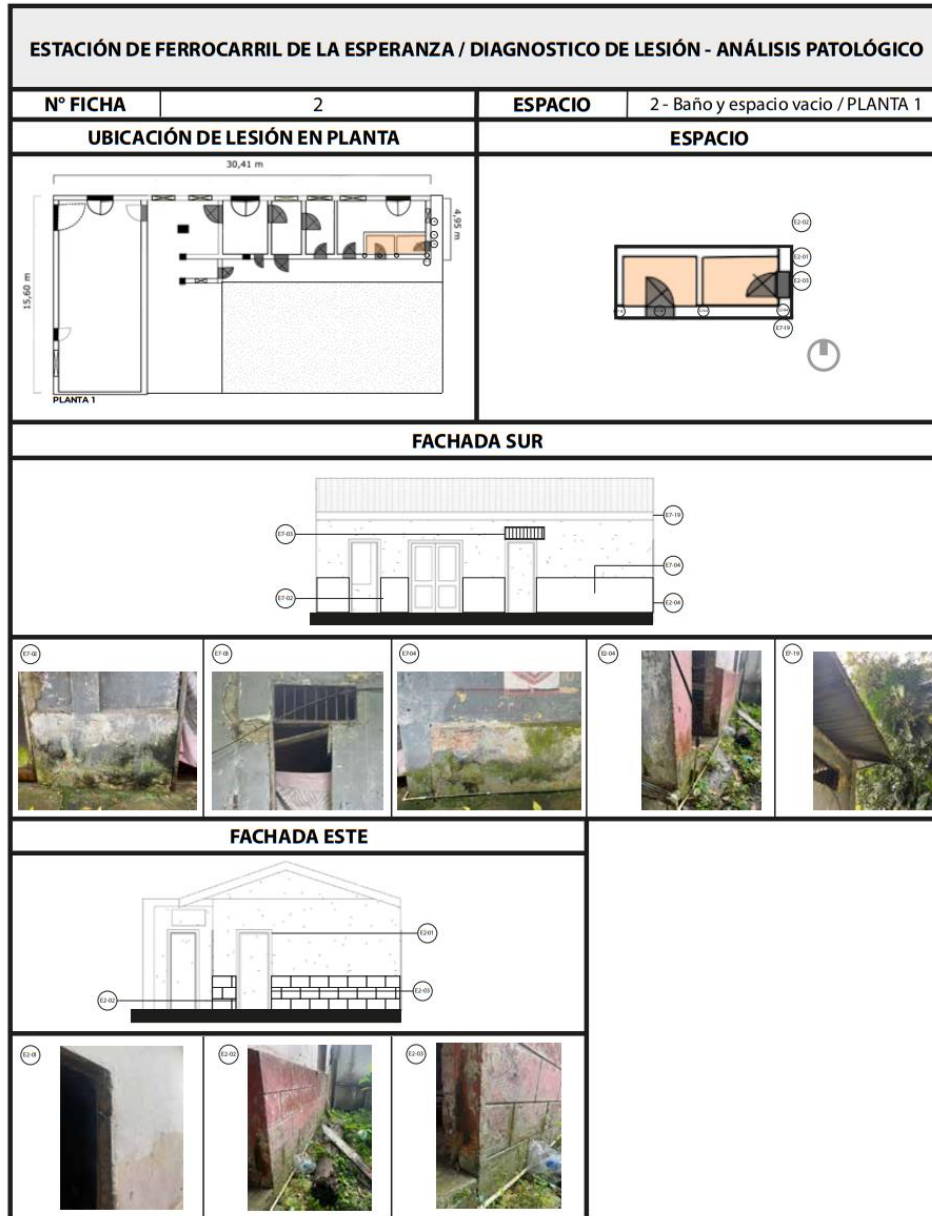
En esta figura se ven las patologías del espacio 1, ubicado en la parte derecha



Elaboración Propia

Figura 58

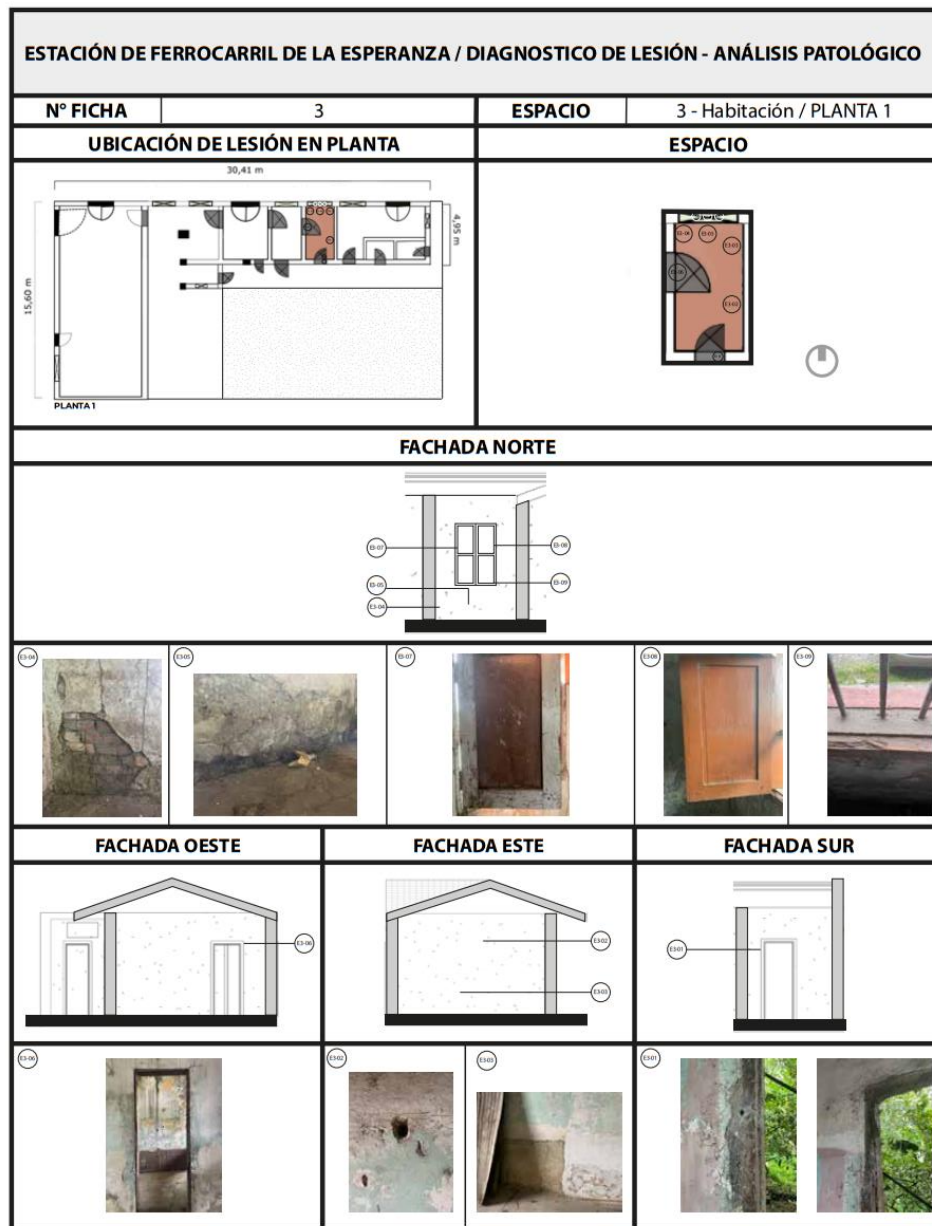
En esta figura se ven las patologías del espacio 2



Elaboración propia

Figura 59

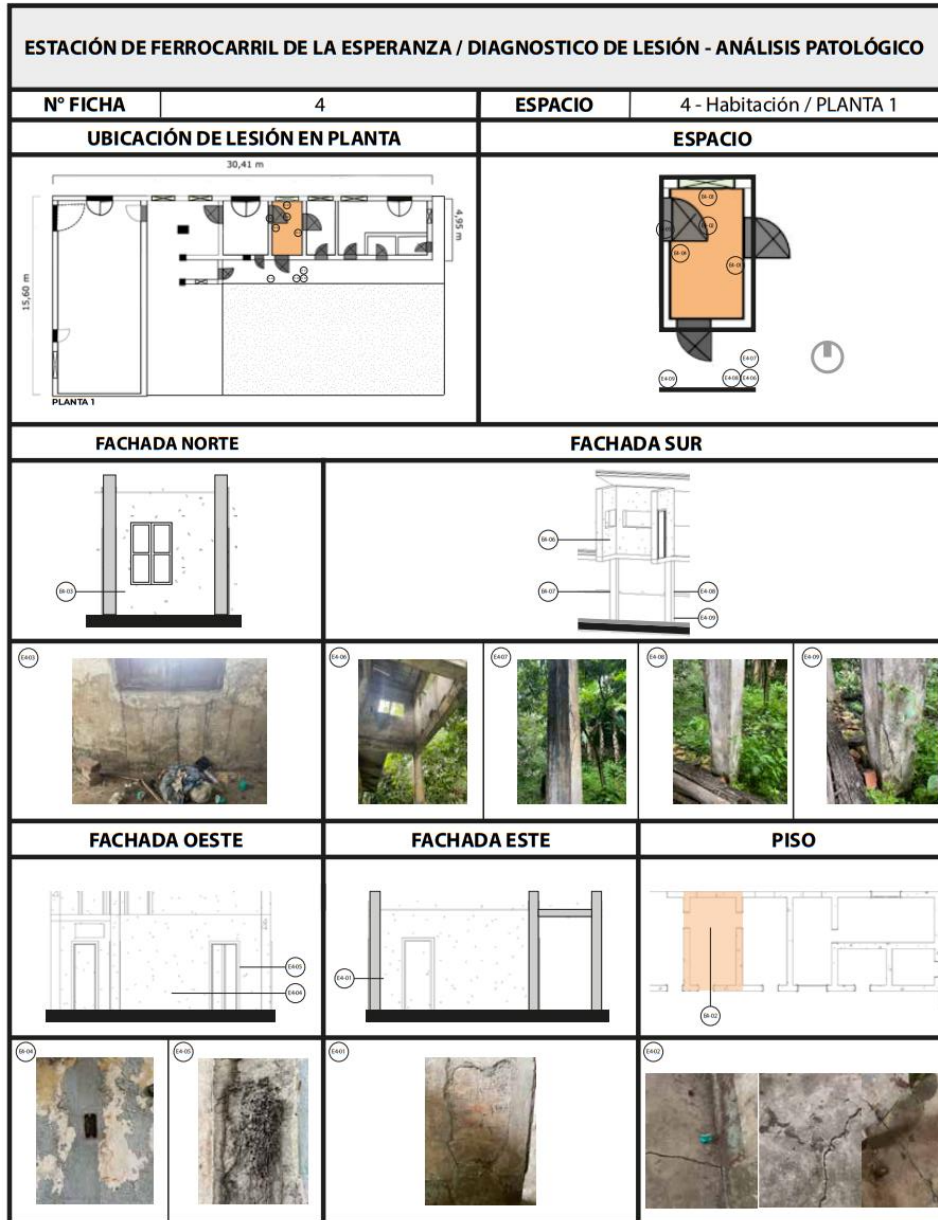
En esta figura se ven las patologías del espacio 3



Elaboración propia

Figura 60

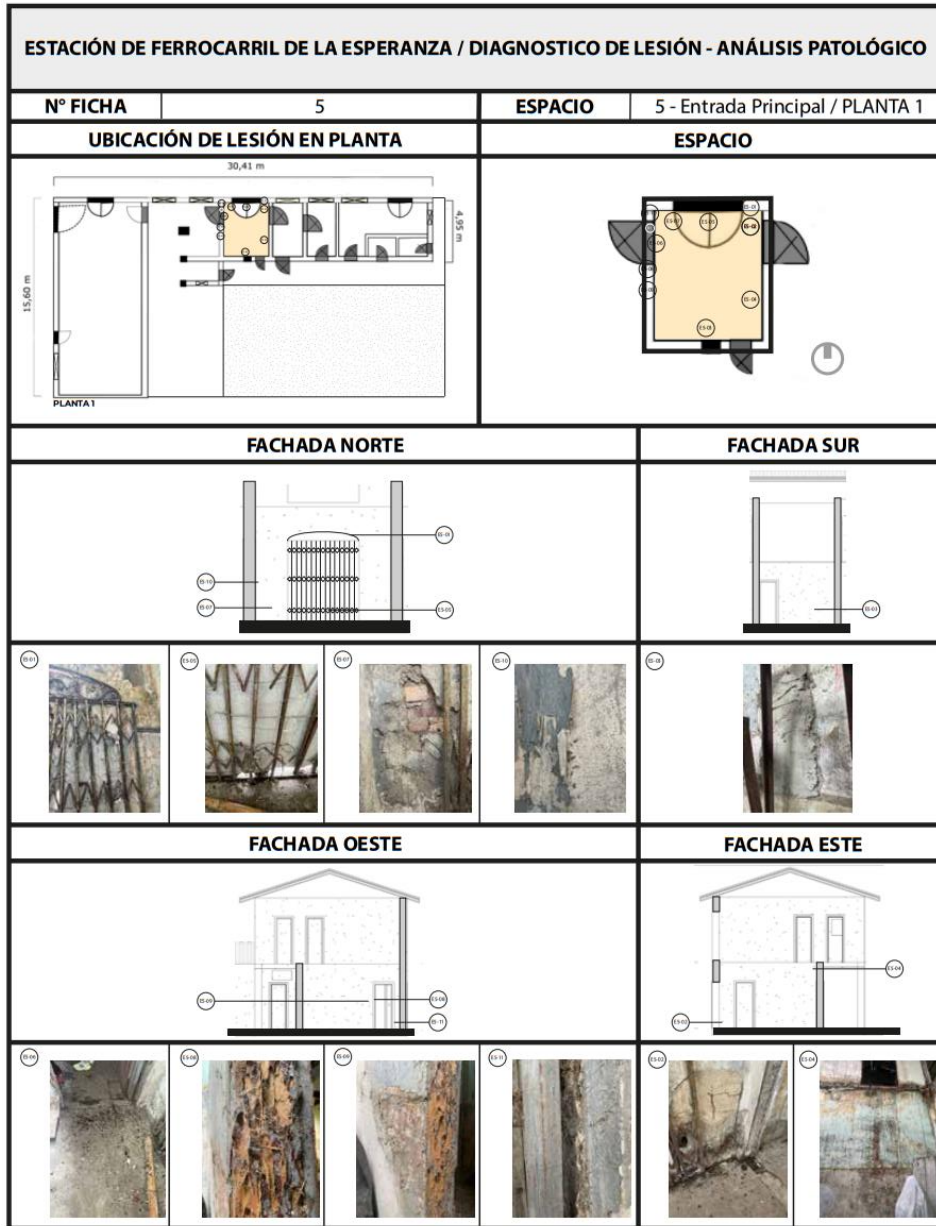
En esta figura se ven las patologías del espacio 4 (patio interno) y fachada



Elaboración propia

Figura 61

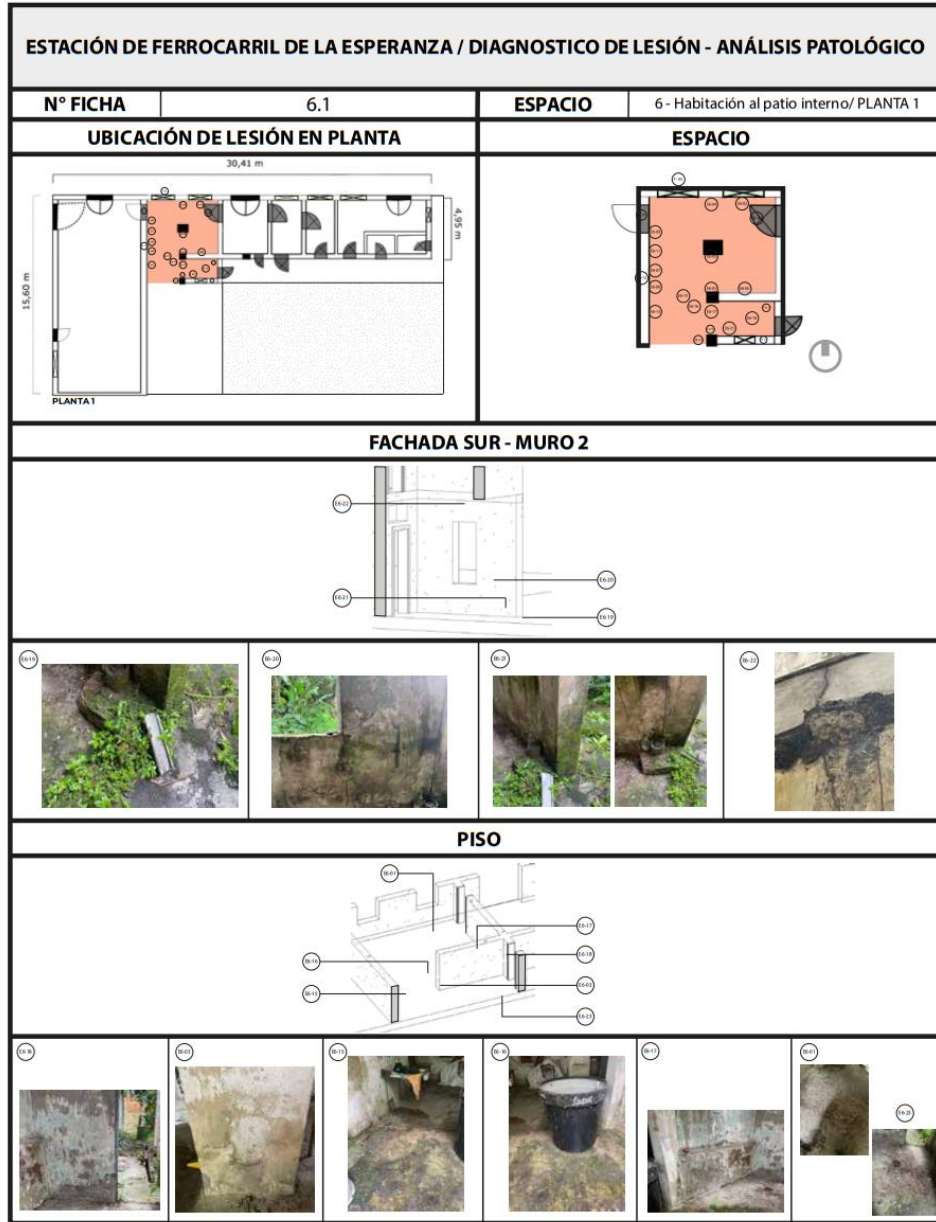
En esta figura se ven las patologías del espacio 5



Elaboración propia.

Figura 62

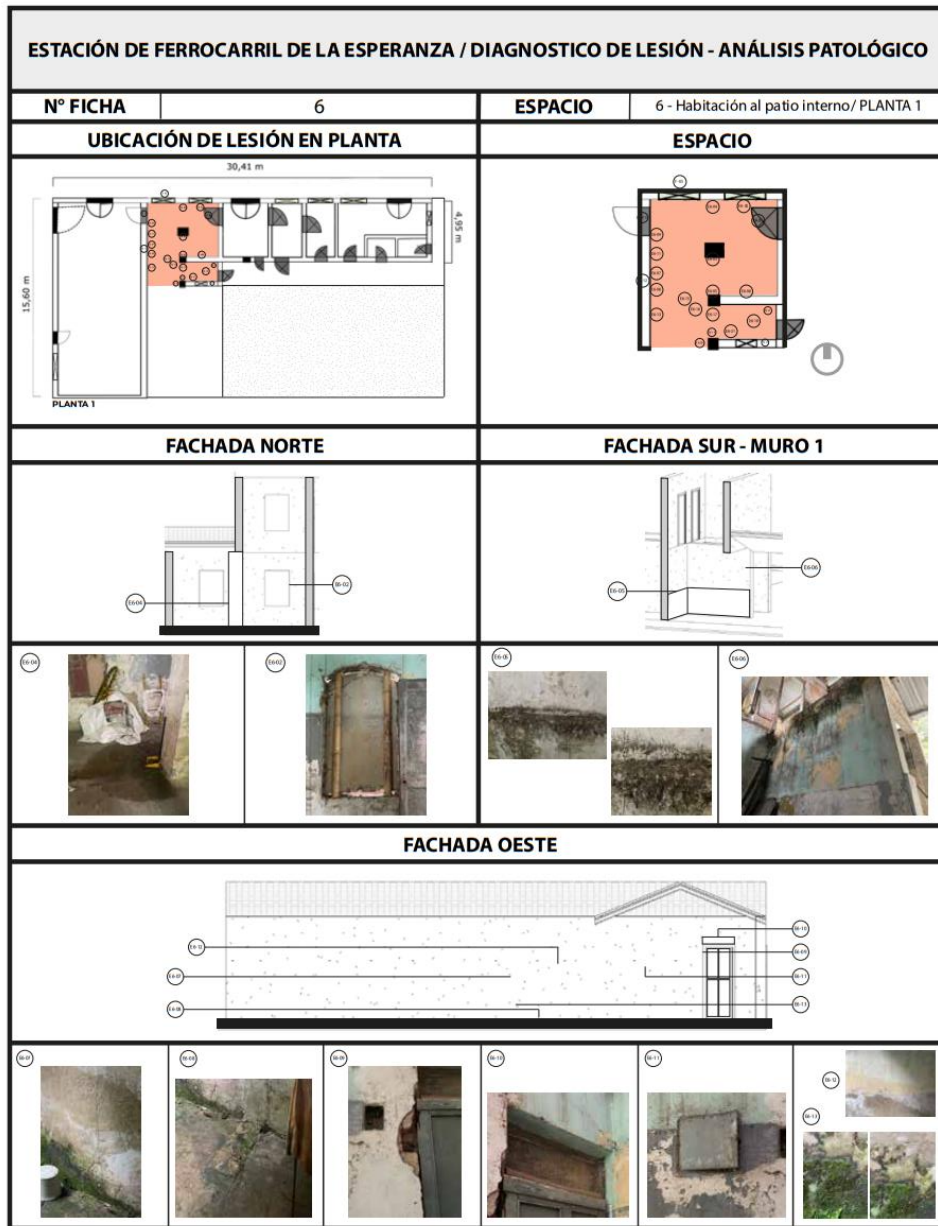
En esta figura se ven las patologías del espacio 6, que se divide en dos hojas, 6 y 6.1



Elaboración propia.

Figura 63

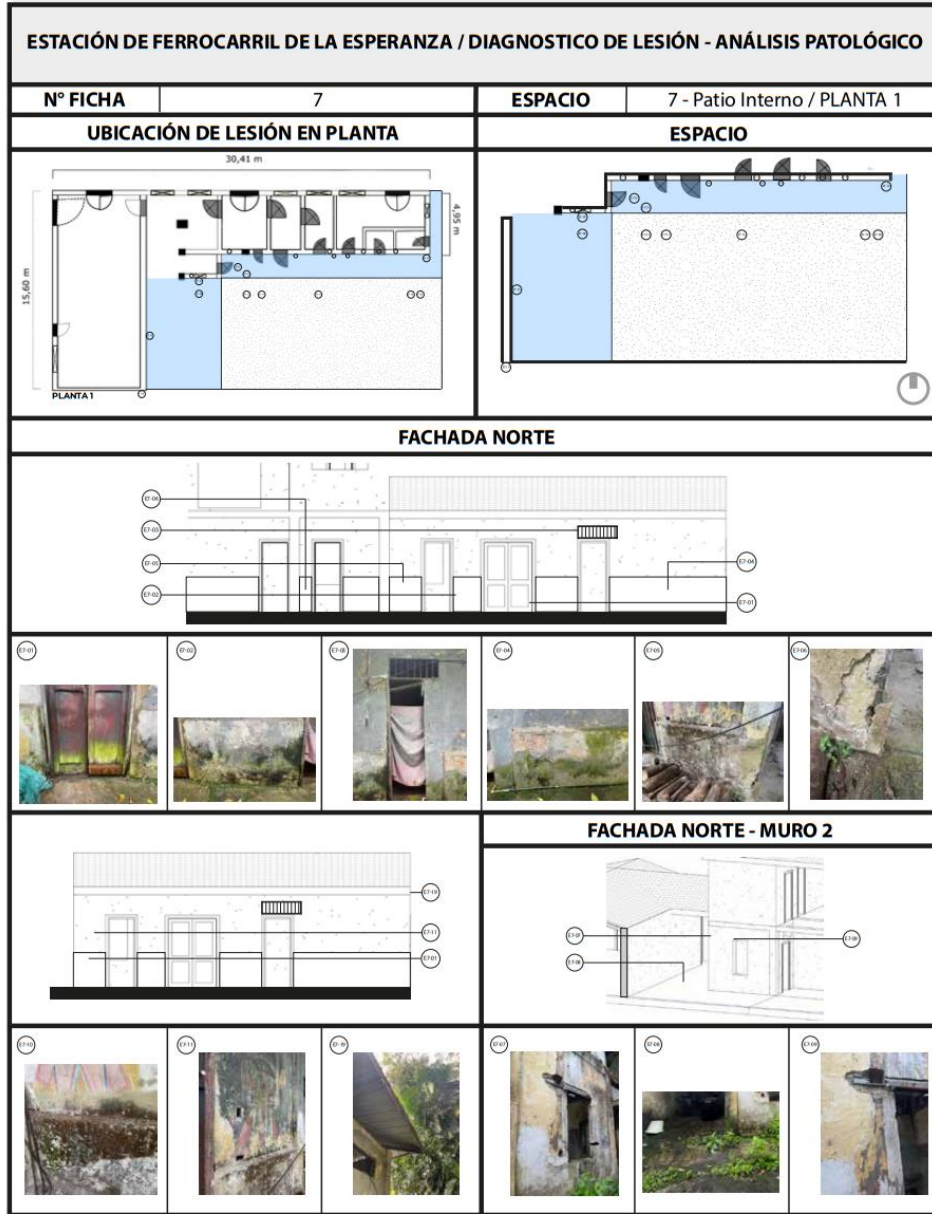
En esta figura se ven las patologías del espacio 6



Elaboración propia.

Figura 64

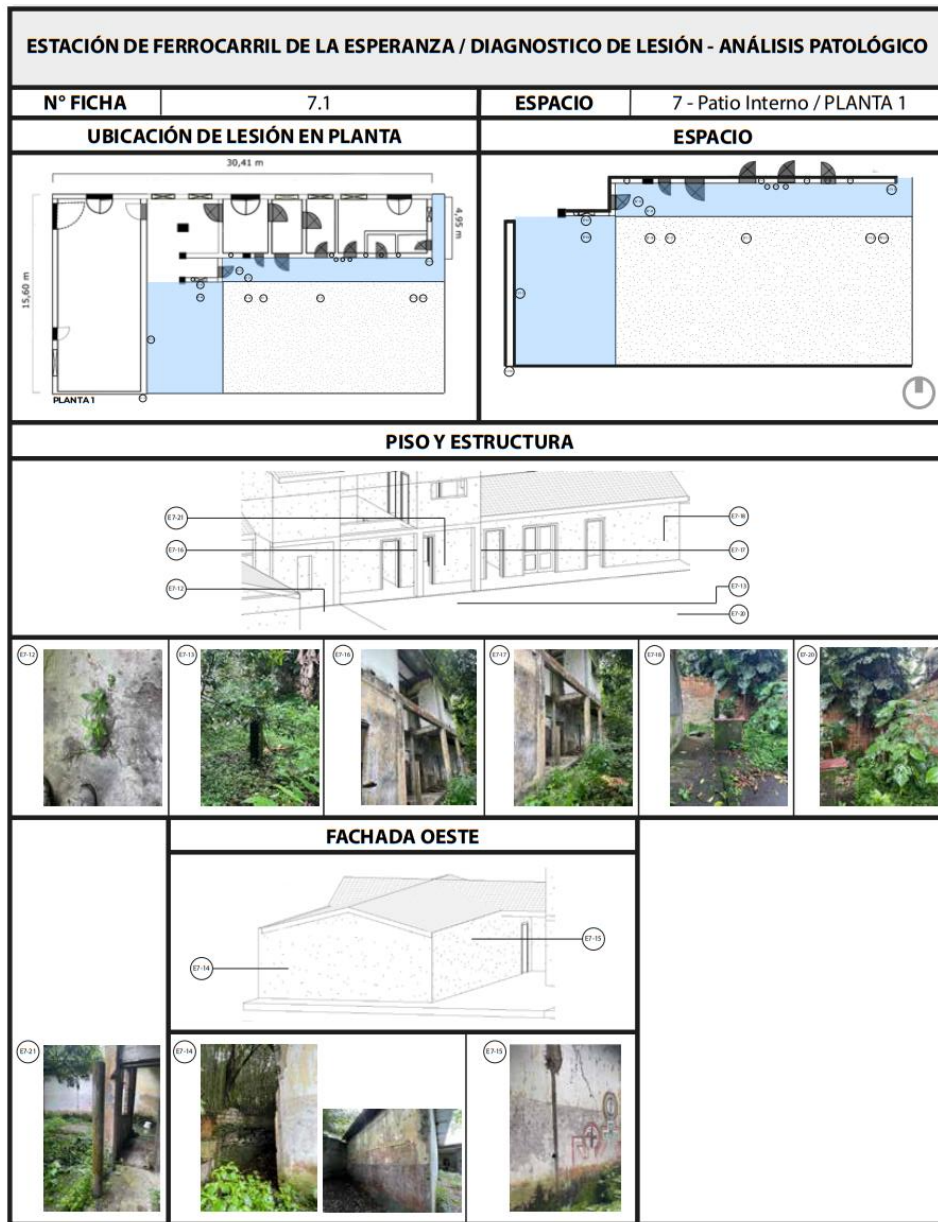
En esta figura se ven las patologías del espacio 7



Elaboración propia.

Figura 65

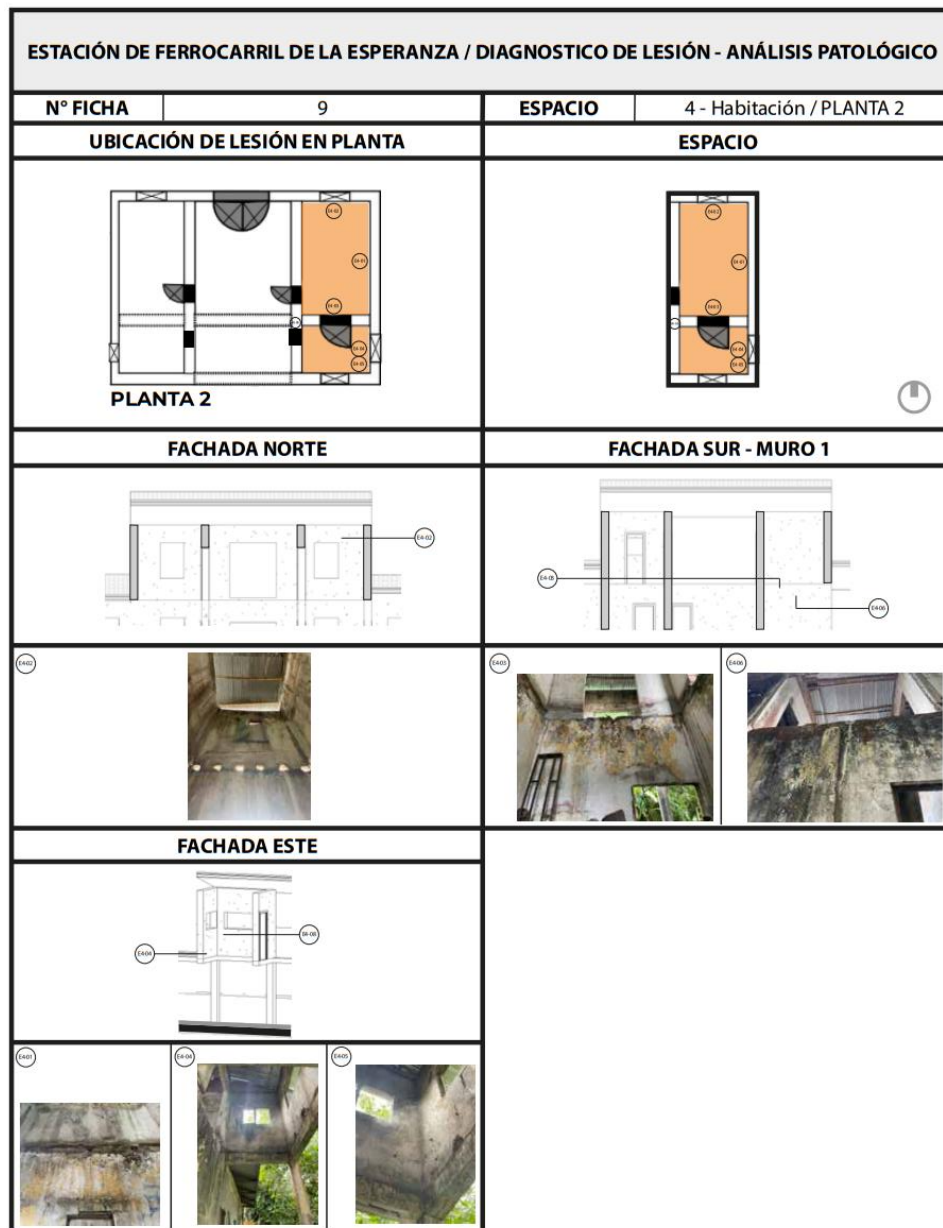
En esta figura se ven las patologías del espacio 7, que se divide en dos hojas 7 y 7.1



Elaboración propia.

Figura 66

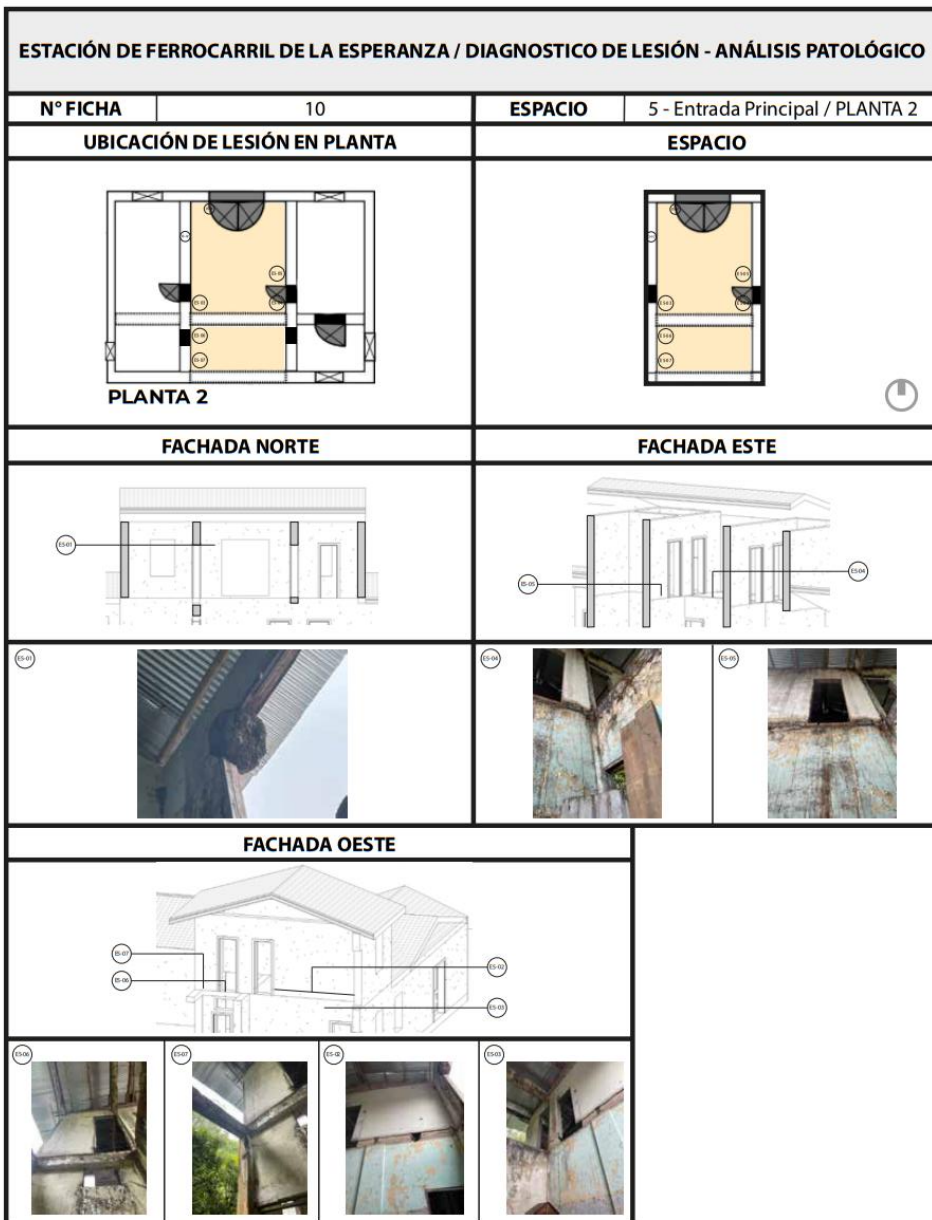
En esta figura se ven las patologías del espacio 9, que hace parte del segundo piso



Elaboración propia.

Figura 67

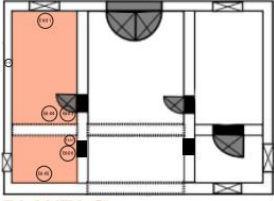
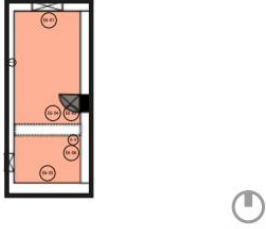
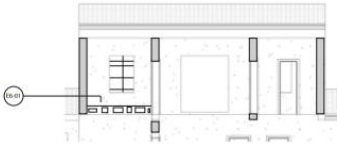
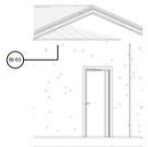
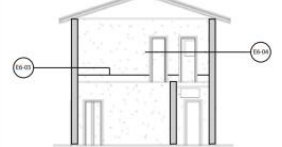



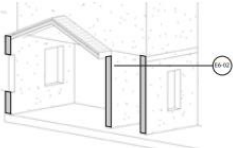
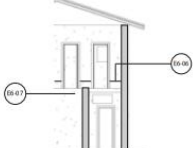



En esta figura se ven las patologías del espacio 10, que hace parte del segundo piso



Elaboración propia.

Figura 68

En esta figura se ven las patologías del espacio 11, que hace parte del segundo piso

ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE LA ESPERANZA / DIAGNOSTICO DE LESIÓN - ANÁLISIS PATOLÓGICO			
Nº FICHA	11	ESPACIO	6 - Habitación al patio interno / PLANTA 2
UBICACIÓN DE LESIÓN EN PLANTA		ESPACIO	
 <p>PLANTA 2</p>			
FACHADA NORTE		FACHADA SUR	FACHADA SUR - MURO 1
			
			
FACHADA OESTE		FACHADA ESTE	
			
			

Elaboración propia.

Resultados

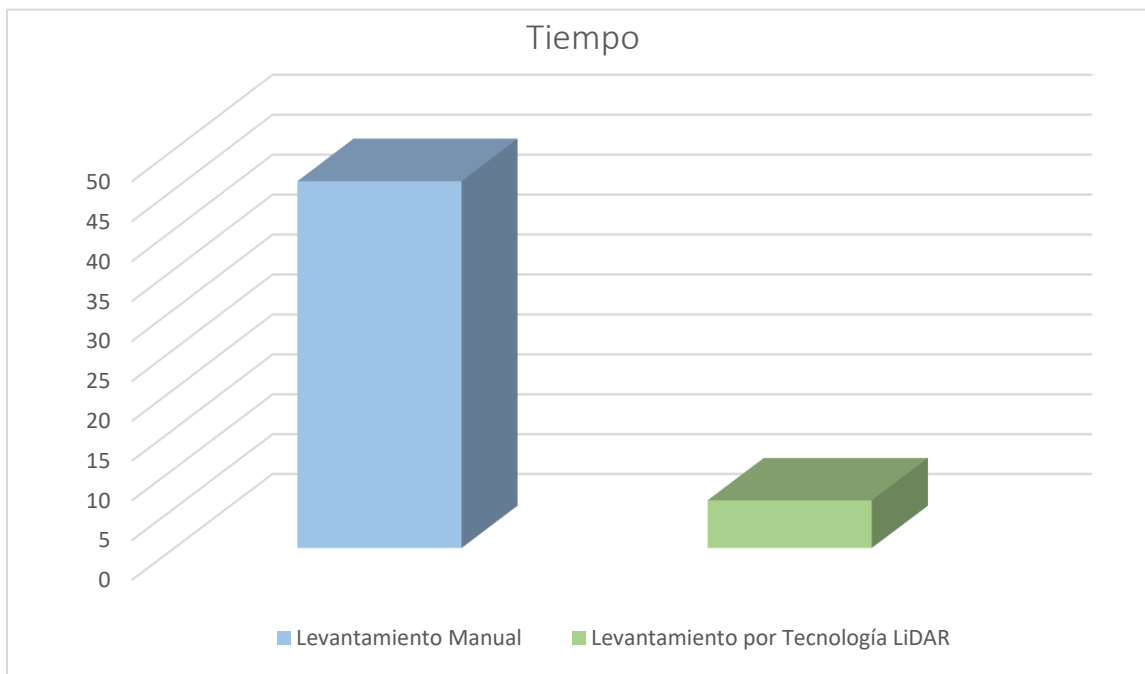
Análisis de Comparación

El objetivo general de la investigación pretende encontrar un método de levantamiento arquitectónico que cumpla con las necesidades de las intervenciones en construcciones patrimoniales y de difícil acceso, demostrando cual es el proceso más eficiente, preciso y económico entre levantamiento arquitectónico manual y el levantamiento por medio de la tecnología LiDAR.

Con base a información sobre los dos levantamientos se realizó una tabla comparativa (ver anexo c) y se generaron unos gráficos comparativos sobre distintas variables dentro de las metodologías obteniendo unos resultados porcentuales.

Figura 69

Grafica comparando el tiempo de toma de datos en ambos levantamientos

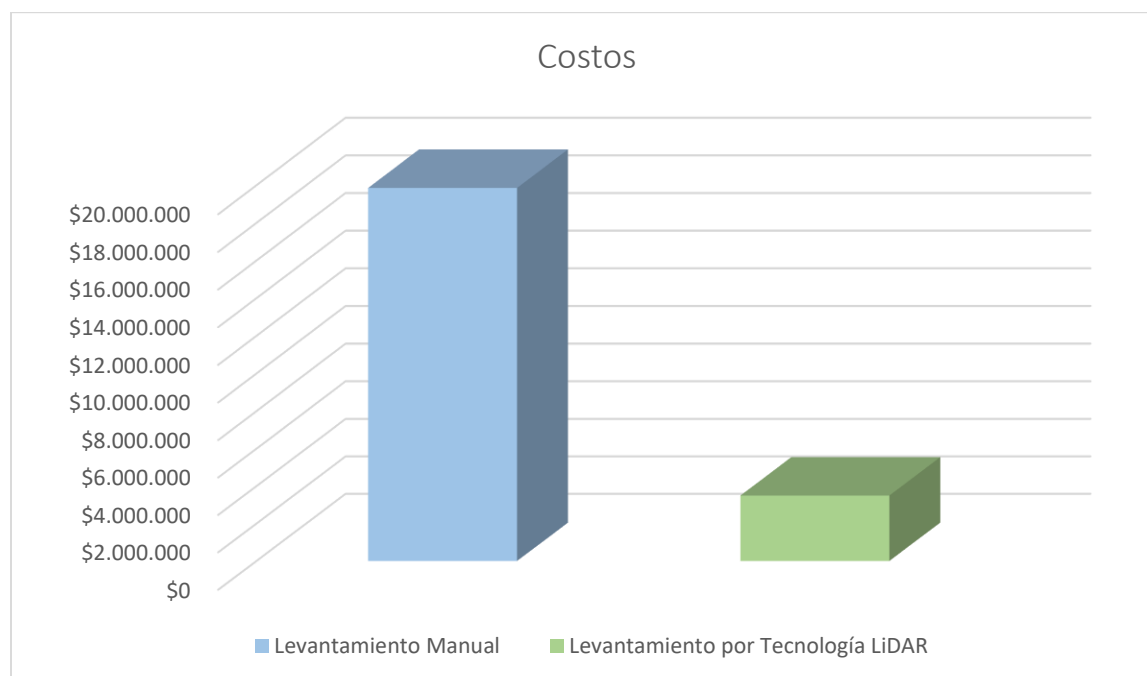


Nota. En levantamiento manual se realiza el proceso de toma de datos en 46 horas que son 10 días de trabajo, en el levantamiento con escáner LiDAR se demoran 6 horas. Elaboración propia.

En cuanto al tiempo que lleva la recolección de datos para el levantamiento se puede identificar que en cuanto a el levantamiento manual hay un incremento mucho mayor que con el escáner LiDAR, esto influye directamente en el costo de la intervención en la construcción, ya que entre más tiempo más uso de los recursos, las herramientas e incluso el sueldo de las personas que se requieren para el levantamiento.

Figura 70

Grafica comparando los costos en la toma de datos para el levantamiento



Nota. En levantamiento manual se realiza el proceso de toma de datos con \$19.855.200 pesos y en el proceso por medio de la tecnología LiDAR \$3.497.500 pesos. Elaboración propia.

En cuanto a la variable de costos, en el levantamiento manual se incluyen las herramientas necesarias para el proceso, también el salario de las personas que tienen que realizar el levantamiento que son mínimo 3 personas, porque dependiendo el tamaño y estado de la edificación es necesario un número de personas que lo realicen en el menor tiempo posible y con experiencia.

En el caso de la tecnología LiDAR, la herramienta más costosa es el dispositivo móvil, que sin embargo, es una herramienta que se puede utilizar a largo plazo para más levantamientos arquitectónicos y reemplaza herramientas de medición, nivelación y fotografía, lo que influye directamente en variables de tiempo y costos. Por otra parte no es necesario la contratación de personas expertas en el tema, ya que con un conocimiento básico, una sola persona puede realizar el escaneo. Cabe resaltar que gracias al precio del dispositivo móvil, se puede acceder a esta tecnología tan avanzada y con características tan útiles de una forma más económica que otros dispositivos que posean el escáner LiDAR.

Es importante tener en cuenta algunas ventajas y desventajas de ambas metodologías de levantamiento. En cuanto al levantamiento manual, en la precisión y el detalle se pueden capturar elementos y detalles complejos a partir del dibujo a mano, pero esta misma puede verse afectada por errores humanos y la interpretación subjetiva, incluso por las habilidades de los dibujantes, algunos riesgos para las construcciones patrimoniales es en cuanto a la manipulación humana y la colocación de andamios en construcciones frágiles o destruidas con el tiempo.

Ahora en el levantamiento por medio de la Tecnología LiDAR, esta ofrece alta precisión y detalles tridimensionales, capturando gracias a la resolución de las fotografías, los detalles y posiciones exactas de los elementos, sin embargo es necesario generar un escenario con luz, ya que puede influir en la resolución e incluso es necesario generar varios escaneos para una mayor exactitud. No implica un contacto físico con la estructura lo que minimiza el riesgo de daño durante el proceso, es ideal para construcciones complejas, antiguas y de gran tamaño, estos datos pueden ser utilizados para análisis estructurales y visualizaciones del modelo tridimensional.

Por otro lado a partir del análisis patológico, en donde se generaron 113 lesiones, se pudo concluir que en cuanto a los tipos de lesiones el 68,14 % de las lesiones son físicas y por humedad, obteniendo el porcentaje mayor, el 23,1% son mecánicas, el 7,96% son químicas y el 1,77% son

biológicas; entre estas el 6,14% se encuentran entre físicas – químicas, mecánicas – físicas y químicas – biológicas.

Entre las lesiones que se identificaron se generaron dos grupos clasificados por activas e inactivas, de las 113 lesiones 59 están activas con un porcentaje del 52,21% y 54 están inactivas con un porcentaje del 47,79%.

También se generó una clasificación dependiendo de la gravedad de la lesión, donde leve obtiene un porcentaje de 20,35%, medio un porcentaje de 25,66%, severo un porcentaje de 24,78% y grave un porcentaje de 29,20%.

Con base a estas conclusiones se generan unas propuestas de intervención específicas, se puede concluir que el mayor porcentaje de lesiones son físicas por humedad en donde el 52,21% de estas están activas, por la presencia de organismos vegetales y la exposición a agentes atmosféricos y las inactivas situadas en el interior de la estación, ocasionadas por la falta de cubierta que permaneció por aproximadamente 4 años. En general la Estación de la Esperanza se encuentra en un continuo deterioro, si no se genera alguna estrategia de intervención es posible que en unos años llegue a la destrucción total. La mayoría de las habitaciones se encuentran con humedad, basuras, suciedad y algunos organismos animales como insectos.

Gracias al levantamiento por escáner LiDAR, se pudo realizar un análisis patológico más detallado, analizando cuales son los procesos, lesiones y causas que están poniendo en riesgo a la estación de La Esperanza y requieren de una pronta intervención para evitar su deterioro continuo, de esta forma se logró proponer unas estrategias de intervención que ayudan a mitigar y preservar la estructura de la estación, utilizando también herramientas que permitan visualizar el modelo de una forma más interactiva y eficiente para el usuario.

Lista de Referencia

Acuerdo 003, Marzo 31, 2005. Consejo Municipal de La Mesa. (Colombia). Obtenido el 22 de mayo de

2023. <https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/ACUERDO%20003%20DE%20005%20MOD.%20PBOT.PDF>

Acuerdo 004, Julio 18, 2020. Consejo Municipal de La Mesa. (Colombia). Obtenido el 22 de mayo del

2023. https://www.lamesa-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/ACUERDO%20004-2020%20PLAN%20DE%20DESARROLLO_compressed.pdf

Agencia Nacional de Infraestructura, ANI (2017). Reparación puntos críticos vía férrea en la vía La Dorada-Chiriguaná y Bogotá-Belencito. Contrato de obra No. 313-2017. Bogotá.

<https://www.ani.gov.co/reparacion-puntos-criticos-ferrea-en-la-la-dorada-chiriguana-y-bogota-belencito>, <https://www.ani.gov.co/sites/default/files/hiring/27025/2577//doc052617-0>

Alfaro-Rojas, Darío C. A. & Mora-Sanabria, F. A. (2014). Modelo físico para la medición de la permeabilidad en suelos cohesivos (cabeza variable). Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia

Apple. (2020). iPhone 12 Pro y iPhone 12 Pro Max. [En línea]. <https://www.apple.com/es/iphone-12-pro/>

Arancho, E. (2021, 22 de Octubre). *Que es el LiDAR en los iPhone 'Pro' y porque mejora la fotografía en baja luminosidad.* <https://www.applesfera.com/iphone/lidar-iphone-fotografia>

Arplan. (2023, Abril). Lidar y su importancia en la gestión de recursos naturales y desastres en Colombia. <https://arplan.com.co/lidar-y-su-importancia-en-la-gestion-de-recursos-naturales-y-desastres-en-colombia/>

- Castillo, N. (2022). *Arqueología, comunidad y el complejo ferroviario de la esperanza en La Mesa Cundinamarca*. [Trabajo de grado, Universidad del externado Colombia]. Repositorio Institucional. <https://bdigital.uexternado.edu.co/entities/publication/3af93e6f-245e-4f2b-a15a-75df031e63a4>
- Decreto 746/96, abril 24, 1996. Ministerio de Cultura. Diario oficial [D.O.]: 42774. (Colombia). Obtenido el 20 de octubre de 2022. <https://drive.google.com/file/d/1OST88HZCPYXdNJoqfG18DP-TCAlUY062/view>
- Guarnera, C. (2023). La Historia de LiDAR: avances, aplicaciones y posibilidades futuras. *Blue Falcon Aerial*. <https://www.bluefalconaerial.com/the-history-of-lidar-advancements-applications-and-future-possibilities/>
- Instituto Distrital de Patrimonio Cultural. (2022). *Formulación PEMP del Centro Histórico de Bogotá*. <https://idpc.gov.co/pemp/plan-especial-de-manejo-y-proteccion-del-centro-de-bogota/formulacion/>
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2020). *Plan Maestro Ferroviario*. (1ra ed.). <colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/-Maestro-Ferroviano.pdf>
- Latorre, O. (2023). Levantamientos arquitectónicos. [Manuscrito no publicado]. Facultad de Arquitectura. Universidad La Gran Colombia
- Mazuera, E. (2008). *Problemática y reflexión en torno a la intervención y recuperación del patrimonio arquitectónico en Colombia*. *Dearq*, (3), 36-39. DOI:10.18389/dearq3.2008.04
- Melo, S. (2011). *Memorias y patrimonio del tren de Girardot: El itinerario cultural como alternativa de sostenibilidad del conjunto patrimonial*. [Trabajo de grado, Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21272>

Ministerio de Cultura de Colombia. (2023). Guía técnica para realizar levantamientos arquitectónicos de carácter patrimonial. Bogotá, Colombia: Ministerio de Cultura.

Ministerio de cultura. (2013). *Requisitos para la autorización de intervención de un bien de interés cultural de carácter nacional (BICNAL)*.

<https://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/preguntas-frecuentes/Documents/Procedimiento%20autorizaci%C3%B3n%20intervenci%C3%B3n%20BICNAL-sept2013.pdf>

Ministerio de cultura. (2014). La creatividad y la historia se juntan en la Estación de la Sabana con el “Tren de la memoria”. *Ministerio de Cultura*.

<https://mincultura.gov.co/prensa/publicaciones/Paginas/La-creatividad-y-la-historia-se-juntan-en-la-Estaci%C3%B3n-de-la-Sabana--con-el-%E2%80%9CTren-de-la-memoria%E2%80%9D.aspx>

Ministerio de cultura. (2022a). Patrimonio. *Inmueble Bien de Interés Cultural de Ámbito Nacional BIC Nal*. <https://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/Paginas/bien-de-interes-cultural.aspx>

Ministerio de cultura. (2022b). *Requisitos para intervenir un BIC Nal*.

<https://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/SiteAssets/Paginas/bien-de-interes-cultural/di-dpa-005.pdf>

Ministerio de Cultura. (2023). *Lista de Bienes declarados Bien de Interés Cultural de Ámbito Nacional*.

https://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/patrimonio-cultural-en-Colombia/bienes-de-interes-cultural-BICNAL/Documents/BIENES%20DE%20INTER%20C3%89S%20CULTURAL%20DEL%20C3%81MBITO%20NACIONAL_febrero2023.pdf

Ministerio de Cultura. (2015). *Plan Nacional de Recuperación de las Estaciones de Ferrocarril*.

<https://mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Patrimonio/PNREF%202015.pdf>

Ministerio de Transporte INVIAS. (2022). *Guía de diseño programa Vive Colombia: vías verdes*.

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/13501-guia-de-diseno-programa-vive-colombia-vias-verdes-2022/file>

Momondo. (2023). Hoteles la Mesa Cundinamarca, Colombia.

<https://www.momondo.com.co/hoteles/la-mesa-cundinamarca-colombia/Finca-Hotel-Paraiso-Terrenal.mhd3527340.ksp>

Monjo, J. (1994a). *Patología de Cerramientos y Acabados arquitectónicos*. Ed. Munilla-Lería

Monjo, J. (1994b). *Patología y Técnicas de Intervención Elementos Estructurales*. Ed. Munilla-Lería

Radio 1. (2020). *El tren de la sabana se reactiva: todo lo que debe saber para usarlo*. Alerta Bogotá.

<https://www.alertabogota.com/noticias/local/el-tren-de-la-sabana-se-reactiva-todo-lo-que-debe-saber-para-usarlo>

Resolución 800/98, agosto 5, 1998. Ministerio de Cultura. (Colombia). Obtenido el 03 de febrero del 2023. https://normograma.mincultura.gov.co/mincultura/compilacion/docs/resolucion_mincultura_0800_1998.htm

Rozo, D. (2018). Exposición: Patrimonio Ferroviario IN-visible: Territorios culturales en Colombia.

Ministerio de cultura. <https://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/investigacion-y-documentacion/politicas-planes-y-programas/programa-nacional-de-vigias-del-patrimonio/noticias/Paginas/Exposici%C3%B3n-Patrimonio-Ferrovial-INvisible-Territorios-Culturales-en-Colombia.aspx>

Tocancipa, G. (2006). Levantamiento de la Estación del Tren de La Esperanza Municipio de la Mesa

Torres, J. (Instructor). (2023). XI *Seminario Internacional de Construcciones Arquitectónicas*.

[Conferencia]. Universidad La Gran Colombia. https://www.youtube.com/watch?v=GVvzjtJVu_c

Turismo Cajica, (2018, 18 de agosto). Sitios de Interés. *Parque La Estación*.

<https://www.turismocajica.gov.co/site/pestacion.php>

Universidad Complutense de Madrid. 2018. *Terminología básica de conservación y restauración del patrimonio cultural*. Obtenida el 15 de Marzo del 2023, desde

https://www.researchgate.net/publication/323613615_Terminologia_basica_de_conservacion_y_restauracion_del_Patrimonio_Cultural

Villarreal, J. (.), Metodología de Eugene Viollet-Le-Duc, en Archivo Churubusco, año 2, número 4, disponible en <https://archivochurubusco.encyr.edu.mx/n4/n4reconstruccion3-07.html>, consultado 02/ 03/ 2023e-4f2b-a15a-75df031e63a4Dec. 2374 / 93, noviembre 30, 1993.

Yory, C. M. (2019). Pensando la renovación urbana en el contexto de la ciudad latinoamericana. En Yory,

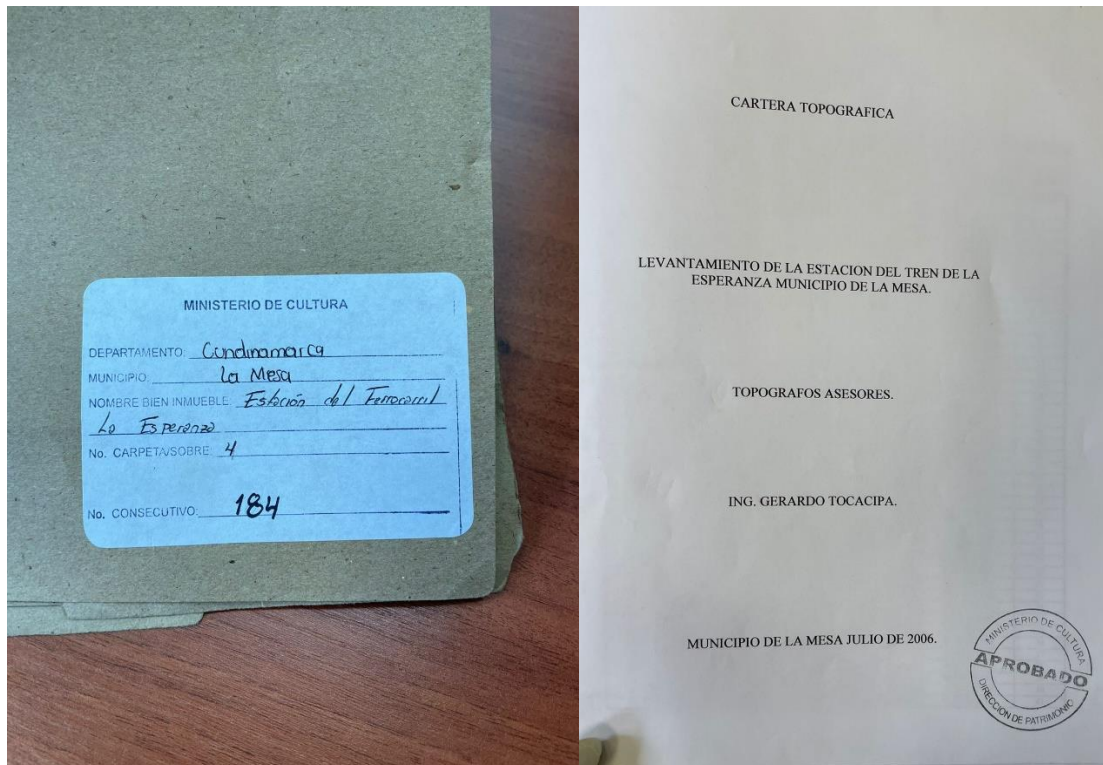
C. M. (Ed.), *Renovación urbana. Globalización y patrimonio* (pp. 27-37). doi:

10.14718/9789585456624.2019.2

Anexos

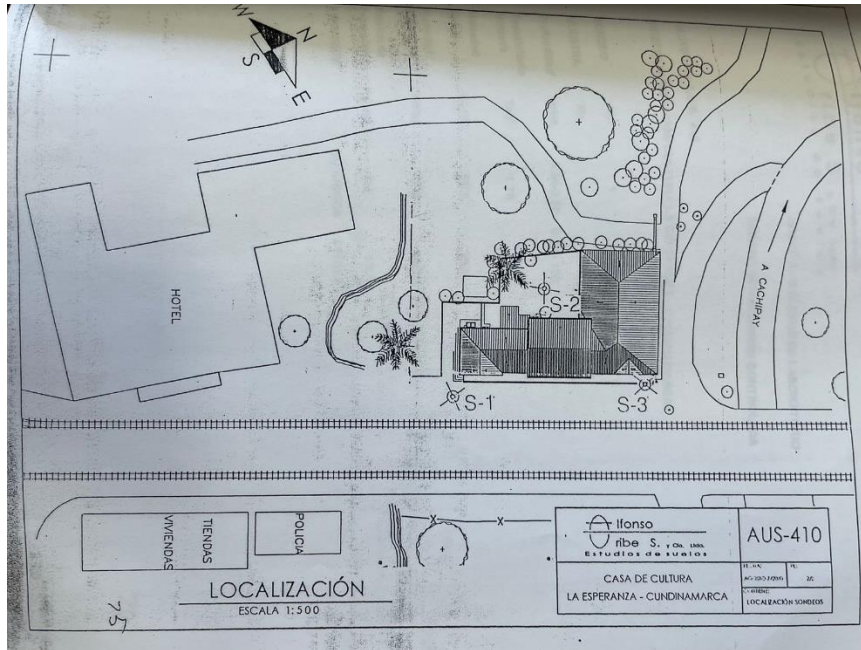
Anexo a

Levantamiento Manual Estación de Ferrocarril de La Esperanza



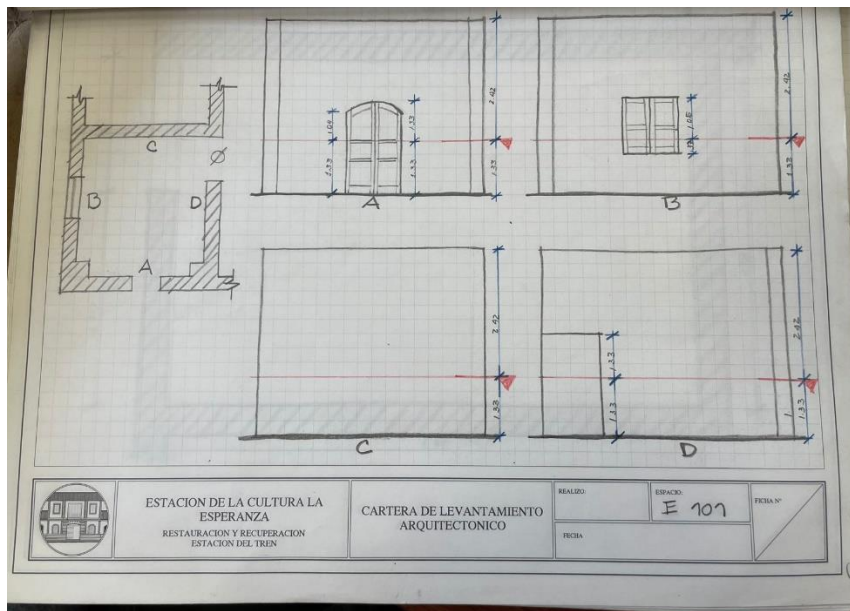
Elaboración propia.

Levantamiento Manual – Planta de localización

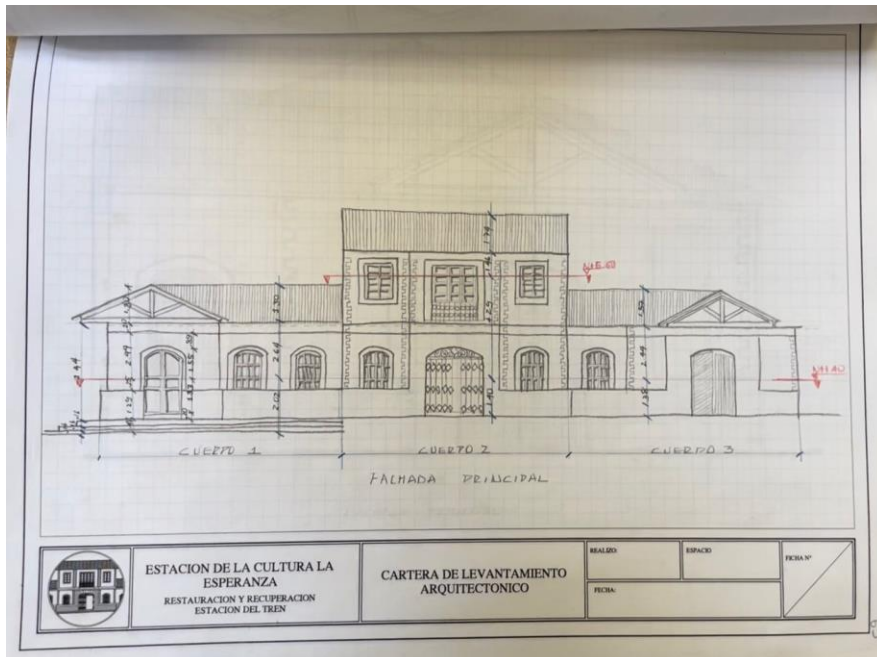


Elaboración propia.

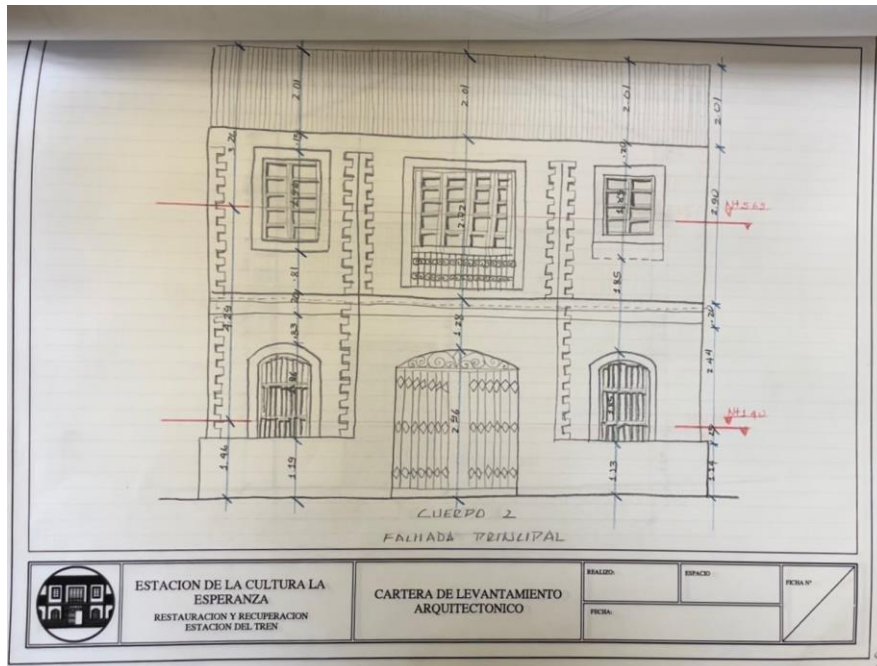
Levantamiento manual proceso de Graficación y medición



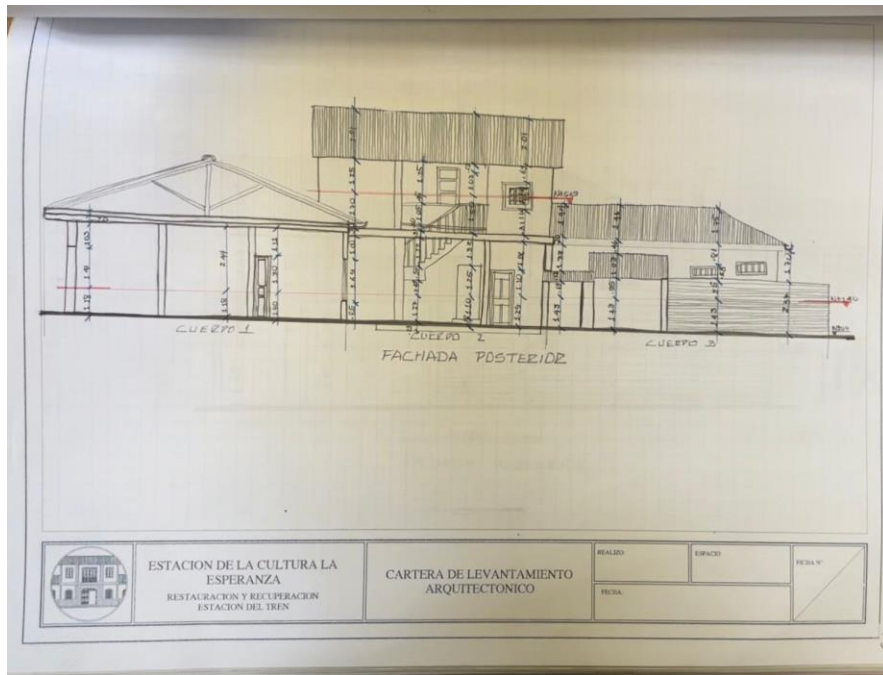
Elaboración propia.



Elaboración propia.

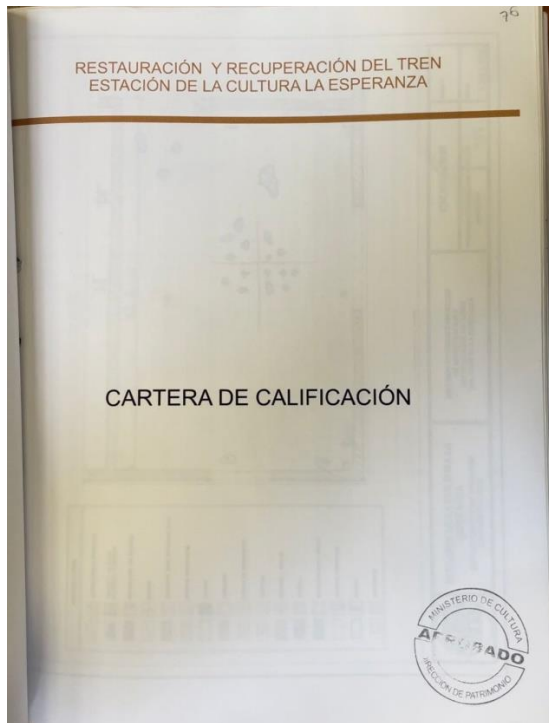


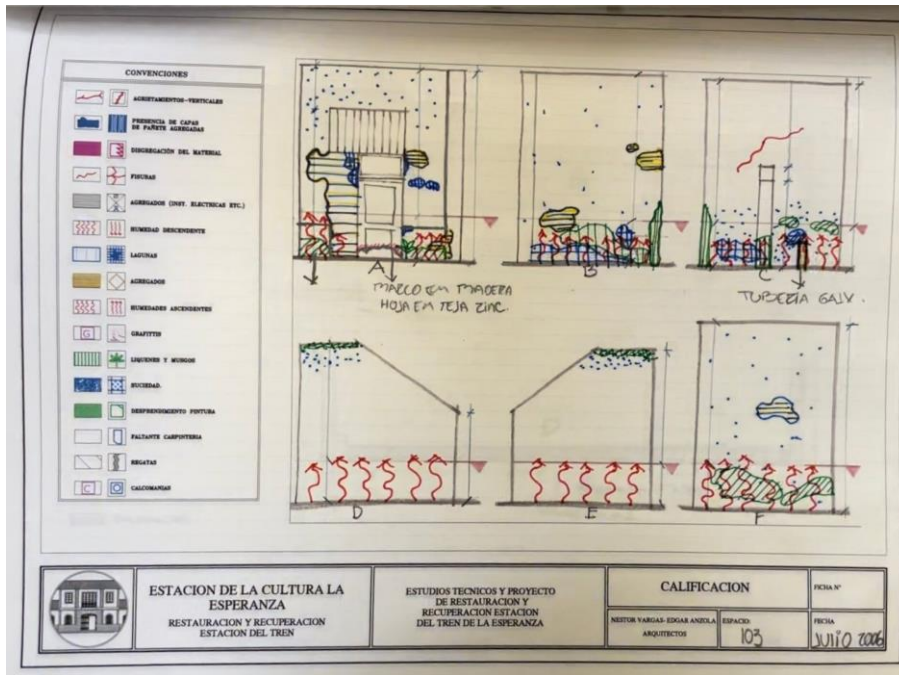
Elaboración propia.



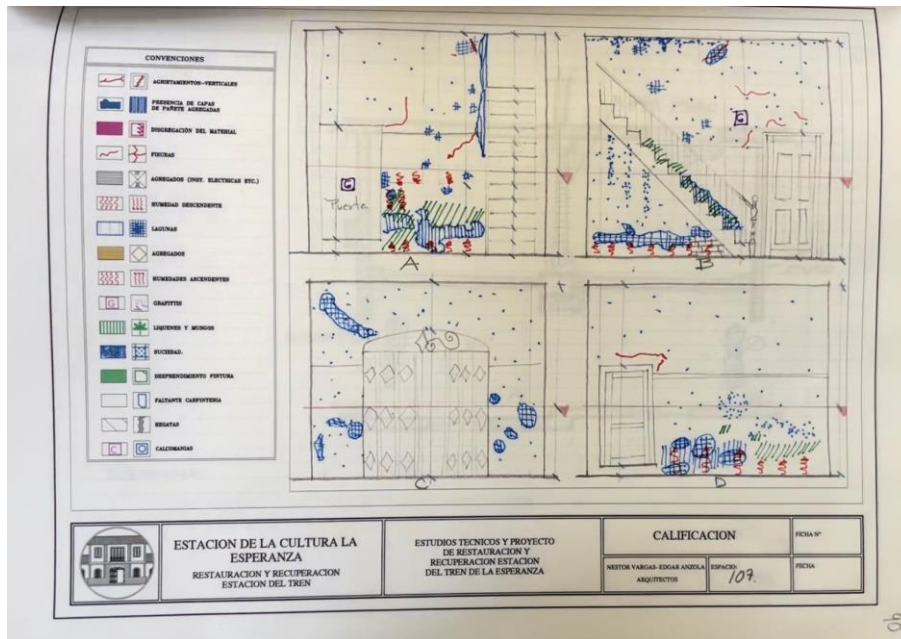
Elaboración propia.

Levantamiento manual – graficación topográfica y análisis patológico

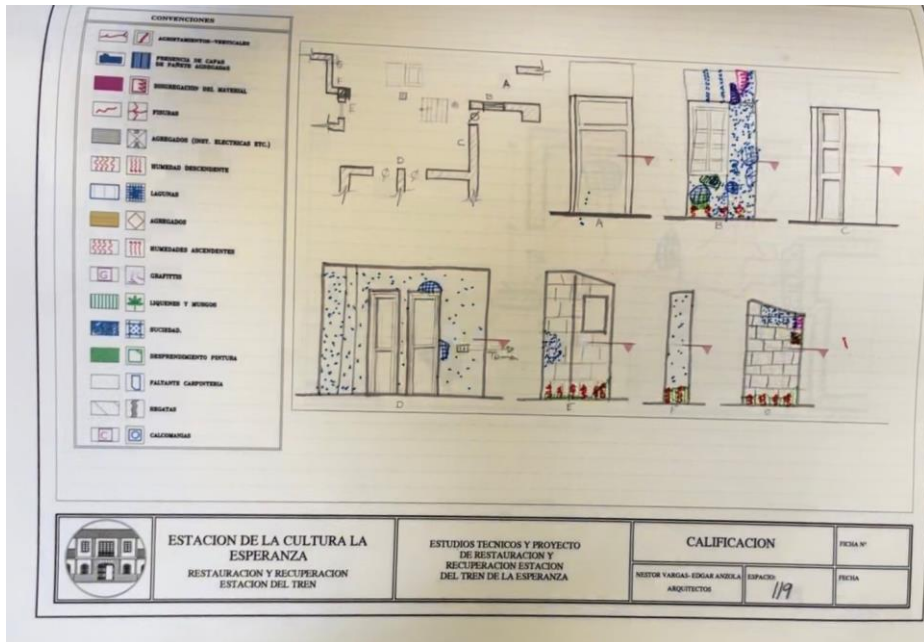




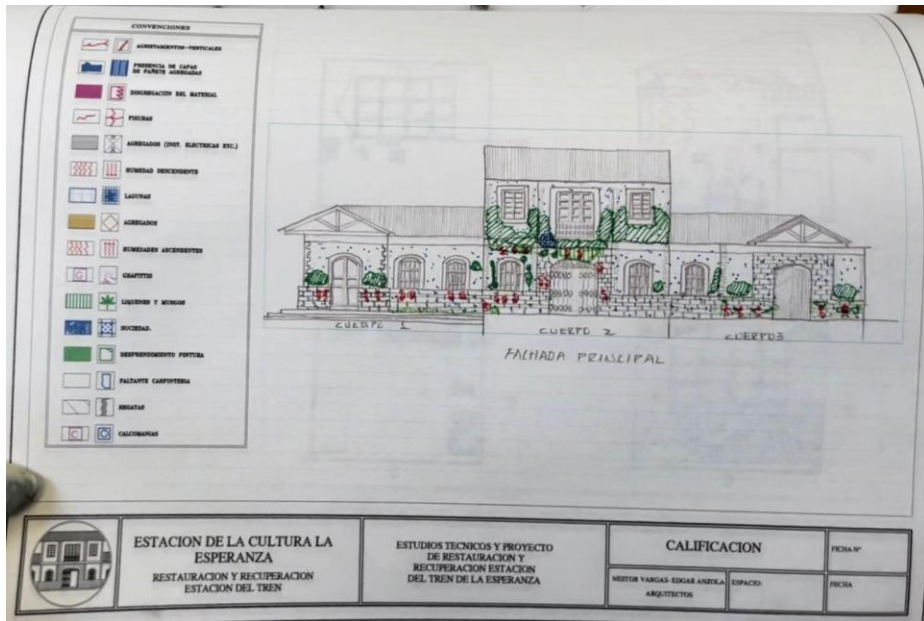
Elaboración propia.



Elaboración propia.

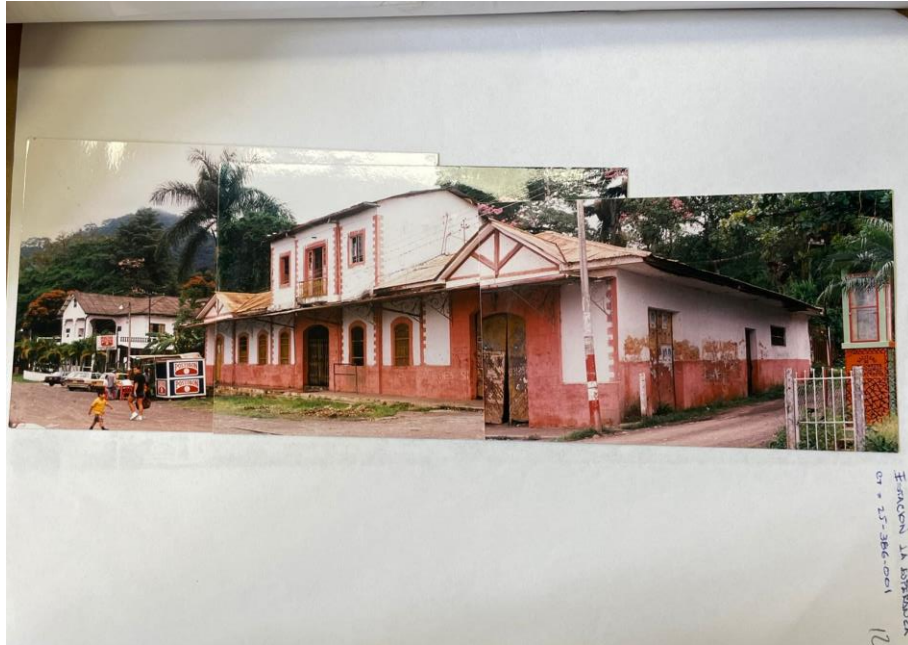


Elaboración propia.



Elaboración propia.

Levantamiento manual – proceso de registro fotográfico



Elaboración propia.

ESTACION DE LA CULTURA DE LA ESPERANZA		ESTUDIO TÉCNICO Y PROYECTO DE RESTAURACIÓN Y RECUPERACIÓN ESTACION		FICHA DE CALIFICACION ESPACIO			
ELEMENTO		MATERIAL Y TECNICA		ESTADO DE CONSERVACION		TIPO DE DETERIORO	
				R N M Integridad (%)			
MURO	NOESTE	monocapa ladrillo	X	50	Falta de adobe, falta de pintura, humedad, agua	PLANTA GENERAL	
	SUR	monocapa ladrillo	X	50			
	ESTE	monocapa ladrillo	X	50			
	NORTE	monocapa ladrillo	X	50			
CUBIERTA	TEJADO	ladrillo y cal	X	50	Falta de pintura, falta de adobe, humedad, agua	Fotogrametría, falta de pintura, humedad, agua	
	FRONTERA	ladrillo y cal	X	50			
ESTRUC.	CONCIERTA	terceros en madera	X	80	Termitas, pudrición	Fotogrametría, falta de pintura, humedad, agua	
	PIES	terceros en madera	X	20			
PUERTAS	1	Madera (PM-6)	X	50	Fotogrametría, falta de pintura, humedad, agua	Fotogrametría, falta de pintura, humedad, agua	
	2	Madera (PM-5)	X	50			
	3	Madera (PM-7)	X	50			
	4	Madera (PM-7)	X	50			
OTROS	1	lata			Fotogrametría, falta de pintura, humedad, agua	Fotogrametría, falta de pintura, humedad, agua	
	2	hojas plásticas					

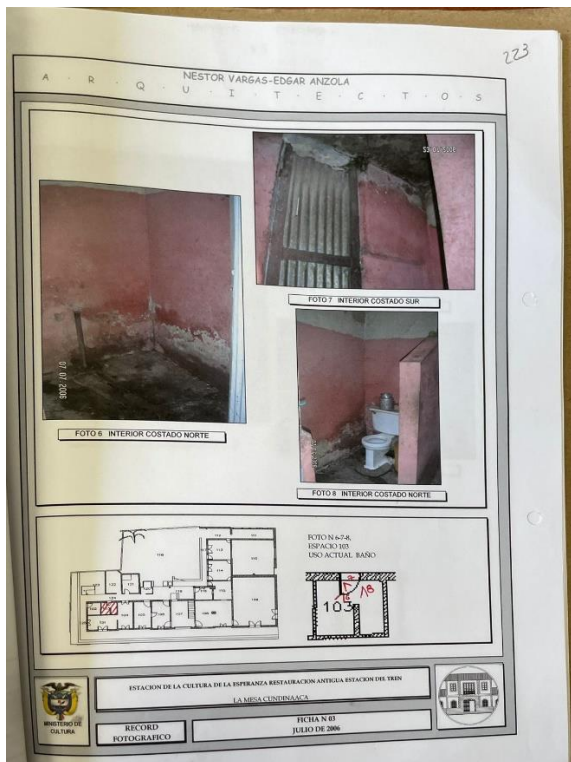
OBSERVACIONES
 El muro noroeste existe un vano cubierto provisionalmente en lata y costal

HECHO YARGAS-ESGAR ANZOLA. ELABORO FECHA JULIO 2006
 ARQUITECTOS

Elaboración propia.



Elaboración propia.



Elaboración propia.

Anexo b

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 1

CÓDIGO	ELEMENTO	MATERIAL	ORIGEN DE LA LESIÓN	TIPO DE LESIÓN (PRIMARIA)	TIPO DE LESIÓN (SECUNDARIA)	GRAVEDAD	ANÁLISIS PATOLÓGICO - ESPACIO 1			MECANISMOS PARA VALIDAR LA LESIÓN	ELIMINACIÓN DE LA CAUSA	REPARACIÓN DEL EFECTO	OBSERVACIONES	ACTIVIDAD
							CAUSA DIRECTA	CAUSA INDIRECTA	CAUSA					
E1-01	Muro	Mortero con arena	Mecánica	desprendimiento del pañete	No aplica	Medio	Grieta o fisura	De proyecto - Elección de Material	Grieta o fisura	No aplica	Aplicación de un nuevo material, eliminando completamente el material viejo y desgastado primero por su aplicación.	En la parte de la lesión se intentó recubrir nuevamente con material.	Inactiva	
E1-02	Muro	Mortero con arena y recubierta con pintura	Mecánica	desprendimiento del pañete	No aplica	Medio	Grieta o fisura	De proyecto - Elección de Material	Grieta o fisura	No aplica	Es necesario eliminar todo el pañete que fue afectado por la humedad inactiva	Aplicación de un nuevo material	La lesión está cubierta por pintura	Inactiva
E1-03	Muro	Mortero con arena	Mecánica	Desprendimiento	Fisuras	Medio	Impactos	De proyecto - Elección de Material	Humedad	No aplica	Substitución del elemento, para evitar esto es necesario proteger / Para la humedad es necesario colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia o un alero mas grande que no permita la aplicación de esta en el suelo y por consiguiente en los anaqueles del muro exterior	Cambiar pañete	Ninguna	Activa
E1-04	Puerta ventana	Madera	Física	Envejecimiento	No aplica	Leve	Impactos y rozamientos	No aplica	Agentes antropogénicos	No aplica	Aplicar una pintura que sea más resistente a estos impactos constantes	pulir la madera y aplicar nuevamente pintura	Ninguna	Inactiva
E1-05	Puerta ventana	Madera	No aplica	Ensuciamiento	No aplica	Medio	Ensuciamiento del material	No aplica	Envejecimiento del material	No aplica	No aplica	Pulir madera y aplicar sustancia para evitar su envejecimiento progresivo y afectación por agentes externos.	Ninguna	Activa
E1-06	Muro	Pintura	No aplica	Ensuciamiento	Desprendimiento del material, suciedad	Leve	Agentes antropogénicos	No aplica	Incendio	No aplica	No aplica	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo.	Ninguna	Inactiva
E1-07	Muro	Mortero con arena	Mecánica	Desprendimiento del pañete	No aplica	Severo	Humedad del pasado / Debido a la falta de drenaje	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	No aplica porque no esta activa	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
E1-08	Puerta	Madera	Física	Humedad de filtración adolorón	Moho, fotodegradación	Grave	Exposición al exterior sin ningún tipo de protección / Falta de canal de recolección de aguas lluvias o sumidero que recoja el agua de la cubierta	Acción de agua lluvia	Exposición a los agentes atmosféricos	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su reciclado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que pueden impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, ventajías o forros a través de salaras de protección fungicida.	Ninguna	Activa
E1-09	Muro	Mortero con arena	Mecánica	Fisura y erosión	No aplica	Medio	Incompatibilidad de materiales	Proceso de intervención inadecuado	Proceso de intervención inadecuado	No aplica	Se sustituye el marco de la puerta actual por uno más resistente que cubra parte del muro en donde se genera el desgaste y la acumulación de suciedad y animales.	Limpieza y reconstrucción de parte del muro	Ninguna	Activa
E1-10	Muro	Pintura	No aplica	Ensuciamiento	Desprendimiento del material, suciedad	Leve	Agentes antropogénicos	No aplica	Incendio	No aplica	No aplica	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo.	Ninguna	Inactiva
F-01	Muro	Ladrillo	Física	Erosión atmosférica	Desprendimiento del material	Leve	Agentes atmosféricos	No aplica	-	No aplica	No aplica	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo.	Ninguna	Activa
F-02	Piso	Cemento	Mecánica	Fisura por soporte	Moho	Medio	Esfuerzos mecánicos	No aplica	Esfuerzos	No aplica	pag 115	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo.	Ninguna	Inactiva
F-03	Muro	Ladrillo	Mecánica	Fisura en el suelo	Humedad en el muro	Grave	-	Diseño del arranque de muro	-	No aplica	pag 115	La fisura va por todo el suelo cubriendo aproximadamente 4 habitaciones	No se sabe de donde viene la fisura en el suelo	Activa
F-04	Azabado	Madera	Mecánica	Erosión	Desprendimiento del material	Leve	Fisuras	No aplica	-	No aplica	Inactiva	Cambio del material	Ninguna	Inactiva

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 2

CÓDIGO	ELEMENTO	MATERIAL	ORIGEN DE LA LESIÓN	TIPO DE LESIÓN (PRIMARIA)	TIPO DE LESIÓN (SECUNDARIA)	GRAVEDAD	ANÁLISIS PATOLÓGICO - ESPACIO 2			MECANISMOS PARA VALIDAR LA LESIÓN	ELIMINACIÓN DE LA CAUSA	REPARACIÓN DEL EFECTO	OBSERVACIONES	ACTIVIDAD
							CAUSA DIRECTA	CAUSA INDIRECTA	CAUSA					
E2-01	Muro	Mortero con arena	Física	Suciedad	Organismos animales	Leve	Organismos	De mantenimiento	De mantenimiento	No aplica	Recubrimiento y protección del material	Limpieza y pintar	Ninguna	Inactiva
E2-02	Piso	Cemento	Químico	Humedad de filtración	Organismo vegetal	Medio	Agentes zootoféricos	No aplica	Humedad	No aplica	Implementar cubierta o hacer un constante mantenimiento del grado	Limpieza y adeudar correctamente	Ninguna	Activa
E2-03	Arranque de muro	Ladrillo	Física	Humedad por capilaridad y absorción por salpicadura de agua lluvia	Moho, Eflorescencias y erosión	Severo	Acción del agua lluvia / Tubería	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	Acción del agua lluvia / Tubería	No aplica	Implementar un anclaje que evite el contacto directamente con el grado / impermeabilizar el muro e implementar un alero en la cubierta que evite la salpicadura del agua lluvia	-	pag 16	Activa
E2-04	Arranque de muro	Mortero con arena	Física	Humedad por capilaridad y absorción por salpicadura de agua lluvia	Moho, Eflorescencias y erosión	Severo	Acción del agua lluvia / Tubería	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	Acción del agua lluvia / Tubería	No aplica	Implementar un anclaje que evite el contacto directamente con el grado / impermeabilizar el muro e implementar un alero en la cubierta que evite la salpicadura del agua lluvia	-	pag 16	Activa
E2-05	Arranque de muro	Mortero con arena	Física	Humedad por capilaridad y absorción por salpicadura de agua lluvia	Moho, Eflorescencias y erosión	Severo	Acción del agua lluvia	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	Acción del agua lluvia	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su reciclado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que pueden impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, ventajías o forros a través de salaras de protección fungicida.	pag 16	Activa
E2-06	Muro	Mortero con arena	Mecánica	desprendimiento del pañete	Sociedad por organismos animales	Severo	Grieta o fisura	Materialidad	Grieta o fisura	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su reciclado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que pueden impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, ventajías o forros a través de salaras de protección fungicida.	Ninguna	Activa
E2-07	Arranque de muro	Mortero con arena	Física	Humedad por capilaridad y absorción por salpicadura de agua lluvia	Moho, Eflorescencias y erosión	Severo	Acción del agua lluvia	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	Acción del agua lluvia	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su reciclado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que pueden impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, ventajías o forros a través de salaras de protección fungicida.	pag 16	Activa
E2-08	Cubierta	Zinc	Física	Organismos vegetales	No aplica	Medio	Agentes zootoféricos y Cercaria o vegetación	Detalle constructivo de la cubierta y falta de mantenimiento	Falta e mantenimiento, diseño de cubierta y presencia de vegetación	No aplica	Recubrimiento y protección del material que evite la humedad y aparición de organismos	Limpieza y mantenimiento	Ninguna	Activa

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 3

FICHA 3	E3-01	Muro	Mortero con arena	Mecanica	desprendimiento del pañete	Suciedad por organismos animales	Severo	Grieta o fisura	Materialidad y detalle constructivo entre muro y marco de puerta	No aplica	No aplica	Se sustituye el marco de la puerta actual por uno más resistente que cubra parte del muro en donde se genera el desgaste y la acumulación de suciedad y animales	Limpieza y reconstrucción de parte del muro	Ninguna	Activo
	E3-02	Muro	Ladrillo	Mecanica	Huaco en el muro	No aplica	Severo	Agentes antropogénicos	No aplica	Esfuerzo mecánico	No aplica	No aplica	Limpieza y resanar	Ninguna	Inactiva
	E3-03	Muro	Mortero con arena	Mecanica	Desprendimiento del pañete	No aplica	Leve	Grieta o fisura	Proceso de intervención inadecuado	Materialidad	No aplica	No aplica	Interveni correctamente, aplicar material	La lesión se cubre con cemento	Inactiva
	E3-04	Muro	Mortero con arena	Fisica	Humedad por filtración	Desprendimiento del material, erosión	Severo	Humedad del pasado por falta de cubierta	Materialidad	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	E3-05	Muro	Mortero con arena	Fisica	Humedad por capilaridad	Suciedad, organismos animales o vegetales	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	Falta de cubierta por mucho tiempo	Humedad del pasado	No aplica	Para evitar que el agua fluya entre por la ventana y dañe el muro, es necesario implementar un alero en las ventanas	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo y protección del material	Ninguna	Inactiva
	E3-06	Muro	Mortero con arena	Fisica	Humedad por capilaridad	No aplica	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	Falta de cubierta por mucho tiempo	Humedad del pasado	No aplica	Se sustituye el marco de la puerta actual por uno más resistente que cubra parte del muro en donde se genera el desgaste y la acumulación de suciedad y animales	Limpieza y reconstrucción de parte del muro	Ninguna	Inactiva
	E3-07	Puerta ventana	Madera	Fisica	Envejecimiento	No aplica	Leve	Impactos y rozamientos	No aplica	Agentes antropogénicos	No aplica	No aplica	Pulir madera y aplicar sustancia para evitar su envejecimiento progresivo y afectación por agentes externos	Ninguna	Inactiva
	E3-08	Puerta ventana	Madera	Fisica	Envejecimiento	Erosión	Leve	Agentes atmosféricos	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Pulir madera y aplicar sustancia para evitar su envejecimiento progresivo y afectación por agentes externos	Ninguna	Inactiva
	E3-09	Marco de ventana	Madera	Fisica	Envejecimiento	Suciedad	Leve	Impactos y rozamientos	No aplica	Agentes antropogénicos	No aplica	Mantenimiento continuo	Cambio total del elemento	Ninguna	Inactiva

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 4

FICHA 4	E4-01	Muro	Ladrillo	Fisica	Humedad	Desprendimiento del pañete	Severo	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	E4-02	Piso	Cemento	Mecanica	Grieta	Sube a los muros generando grietas en ellos y desprendimiento del pañete	Grave	-	-	-	Verificar si esta activa	-	demolición y reconstrucción del suelo si no esta activa	La grieta proviene desde afuera de la estación y abarca 5 habitaciones	Activa
	E4-03	Muro		Fisica	Humedad	No aplica	Leve	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Para evitar que el agua fluya entre por la ventana y dañe el muro, es necesario implementar un alero en las ventanas	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Inactiva	
	E4-04	Huaco para bota	Aceiro	Quimica	Oxidación y corrosión	Acumulación de ensuciamiento	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	Cambio total del elemento	Ninguna	Inactiva
	E4-05	Marco de puerta	Madera	Quimica - Biologica	Organismos animales	Deterioro del material	Medio	Quimica por organismos	No aplica	-	No aplica	Constante mantenimiento	Cambio total del elemento	Ninguna	Inactiva
	E4-06	Muro	Ladrillo	Mecanica	Grietas y fisuras	Perdida de muros y entrapio	Severo	Agentes antropogénicos	Esfuerzos mecánicos	Agentes antropogénicos	No aplica	No aplica	Cambio del material que no coincide con el original, para generar una nueva intervención y aplicación de un nuevo entrapio	Ninguna	Inactiva
	E4-07	Columna	Cemento	Fisica	Erosión atmosférica	No aplica	Leve	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Agentes atmosféricos	Verificar el estado del concreto para evaluar si es necesario reemplazar o reforzar	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Cambio total del elemento para dar más estabilidad a la construcción	Ninguna	Activa
	E4-08	Columna	Cemento	Fisica	Erosión atmosférica	No aplica	Leve	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Agentes atmosféricos	No aplica	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Cambio total del elemento para dar más estabilidad a la construcción	Ninguna	Activa
	E4-09	Columna	Cemento	Fisica	Humedad por capilaridad	Grietas	Medio	Agentes atmosféricos y organismos vegetales	Ubicación de la columna	Agentes atmosféricos y organismos vegetales	No aplica	Impermeabilización de la columna	Cambio total del elemento para dar más estabilidad a la construcción	Pag 36	Activa

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 5

FICHA 5	E5-01	Reja de puerta	Aceiro	Quimica	Oxidación y corrosión	No aplica	Grave	Exposición a agentes atmosféricos	Falta de mantenimiento	Exposición a agentes atmosféricos y falta de mantenimiento	No aplica	No aplica	Cambio total del elemento y mantenimiento continuo	Ninguna	Inactiva
	E5-02	Muro	Cemento	Fisica	Humedad por agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	Desprendimiento del material	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	De proyecto - flección de Material	Humedad del pasado	No aplica	-	Eliminar el material deteriorado y reemplazarlo	En la parte de la lesión se intento recibir nuevamente con material	Inactiva
	E5-03	Muro	Mortero	Mecanica	desprendimiento del pañete	No aplica	Medio	Grieta o fisura	Proceso de intervención inadecuado	Proceso de intervención inadecuado	No aplica	No aplica	Interveni correctamente, aplicar material	Ninguna	Inactiva
	E5-04	Muro	Mortero	Fisica	Humedad por agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	Desprendimiento del material, erosión	Severo	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Eliminar el material afectado?	Ninguna	Inactiva
	E5-05	Reja de puerta	Aceiro	Mecanica	Falla de los elementos de sujeción	No aplica	Grave	Exposición a agentes atmosféricos y esfuerzos mecánicos	Falta de mantenimiento	Falta de mantenimiento	No aplica	No aplica	Cambio total del elemento y mantenimiento continuo	Ninguna	Activa
	E5-06	Piso	Cemento	Fisica	Suciedad	No aplica	Leve	Organismos animales	Inexistencia de entrapio	Organismos animales	No aplica	Como evitar que las palomas se poseen en los techos?	Limpieza y mantenimiento continuo	Ninguna	Activa
	E5-07	Muro	Ladrillo	Fisica	Humedad del pasado	Desprendimiento del pañete	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	E5-08	Marco de puerta	Madera	Quimica	Desgaste del material	Suciedad	Medio	Organismos sifofagos	Mantenimiento	Organismos sifofagos	No aplica	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Cambio total del elemento y mantenimiento continuo	Ninguna	Activa
	E5-09	Muro	Mortero con arena	Fisica	Desprendimiento del material	No aplica	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	E5-10	Muro	Pintura	Fisica	Humedad del pasado	desprendimiento de la pintura	Leve	No aplica	Materialidad	Materialidad	Ninguna	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Desprendimiento y Eliminación de todo el material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	E5-11	Muro y marco de puerta	Madera	Fisica	Suciedad	No aplica	Medio	Organismos animales	Separación entre muro y marco de puerta	Separación entre muro y marco de puerta	Ninguna	Colocar correcta y adecuadamente los elementos evitando separaciones	Cambio total del elemento (marco de la puerta)	Ninguna	Activa

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patologías Ficha 6

PROB 6	ES-01	Piso	Cemento	Física	Suciedad	No aplica	Leve	Organismos animales	Inexistencia de entropía	Organismos animales	No aplica	Como evitar que las palomas se posen en las vigas?	Limpieza y mantenimiento continuo	Ninguna	Activa
	ES-02	Marco de ventana	Madera	Mecánica	Desprendimiento del borde de la ventana	No aplica	Leve	Materialidad, impactos y rozamientos	Proceso de intervención inadecuado	Proceso de intervención inadecuado	No aplica	No aplica	Eliminar completamente el material inerte y generar un nuevo elemento	Ninguna	Inactiva
	ES-03	Columna	Cemento	Física	Humedad por capilaridad	Moho y suciedad	Leve	Materialidad y acción de agua lluvia	No aplica	Materialidad y acción de agua lluvia	No aplica	No aplica porque la humedad está inactiva, se produjo debido a la falta de cubierta	Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Activa
	ES-04	Piso	Cemento	Física	Humedad por agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Leve	Humedad del pasado por falta de cubierta	Ninguna	Agua lluvia y goteras en el techo	No aplica	Protección de cubierta	Limpieza y protección del suelo	Ninguna	Inactiva
	ES-05	Muro	Mortero	Física	Humedad	Muga, desprendimiento del material, moho, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	Limpieza, Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Inactiva
	ES-06	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	Limpieza, Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Inactiva
	ES-07	Muro	Mortero	Física	Humedad por capilaridad	Grieta en pañete	Grave	Acción de agua lluvia	Proceso de intervención inadecuado	Acción de agua lluvia	No aplica	Se genera un alero que evite salpicaduras en el suelo, también una canal para controlar el agua lluvia	Eliminación de todo el material afectado y mal aplicado. Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	La humedad no afecta el otro lado del muro / Pág 16	Activa
	ES-08	Piso, donde iba ubicado un muro	Cemento	Física	Humedad	Muga, Moho	Medio	Acción de agua lluvia	acumulación de humedad por diámetro de suelo	Acción de agua lluvia	No aplica	Intervención del suelo evitando que se acumulen organismos y humedad, se genera un alero que evite salpicaduras en el suelo, también una canal para controlar el agua lluvia	Limpieza, Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	La humedad no afecta el otro lado del muro	Activa
	ES-09	Muro	Ladrillo	Mecánica	Desprendimiento y caída del material	Acumulación de suciedad	Medio	Materialidad, impactos y rozamientos	No aplica	Materialidad, espacios y rozamientos	No aplica	No aplica	Intervención y arreglo del muro, implementación de nuevo elemento (Marco de puerta)	Ninguna	Inactiva
	ES-10	Muro	Ladrillo	Mecánica	Desprendimiento y suciedad	No aplica	leve	No aplica	No aplica	Proceso de intervención inadecuado	No aplica	No aplica	Intervención y arreglo del muro, implementación de nuevo elemento (Marco de puerta)		Inactiva
	ES-11	Caja eléctrica	Metal	Química	oxidación y corrosión	Suciedad y organismos animales	Medio	Envejecimiento y falta de mantenimiento	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	Cambio total del elemento	Ninguna	Inactiva
	ES-12	Muro	Mortero con arena	Mecánica	Desprendimiento	Desprendimiento del pañete	leve	Envejecimiento	Proceso de intervención inadecuado	Envejecimiento	No aplica	No aplica	Eliminación del material inerte y afectado y aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	ES-13	Muro	Ladrillo	Física	Humedad por capilaridad	Muga, Eflorescencia y erosión	Severo	Acción del agua lluvia	Dañado del arranque del muro y materialidad (poroso)	Acción del agua lluvia	No aplica	Se genera un alero que evite salpicaduras en el suelo, también una canal para controlar el agua lluvia	Eliminación de todo el material afectado y mal aplicado. Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Activa
	ES-15	Piso	Cemento	Física	Humedad	Muga, suciedad, biocorrosión	Severo	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Se genera un alero que evite salpicaduras en el suelo, también una canal para controlar el agua lluvia	Limpieza, Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Activa
	ES-16	Tanque de agua	Plástico	Física	Suciedad	Agua contaminada	Grave	Organismos animales	No aplica	Organismos animales	No aplica	Cambiar de posición el tanque	Limpieza y mantenimiento	Ninguna	Activa
	ES-17	Muro	Mortero	Física	Humedad	Muga, desprendimiento del pañete	Severo	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Arreglo del muro del frente para que evite que el agua siga entrando por las ventanas	Eliminación de todo el material afectado, Limpieza, Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Activa
	ES-18	Muro	Pintura	Física	Humedad	Desprendimiento del pañete	leve	Envejecimiento	Proceso de intervención inadecuado	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Intervención en la habitación, colocando todos los elementos necesarios para evitar que se siga entrando agua, como ventanas y puertas.	Eliminación de todo el material afectado, Limpieza, Aplicación y recubrimiento con un material protector que evite la humedad y afectación por organismos externos	Ninguna	Activa
	ES-19	Piso	Cemento	Física	Humedad por capilaridad	Muga, Eflorescencia, erosión, organismos vegetales, grietas en el suelo	Severo	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos, materialidad	No aplica	Impermeabilización del suelo, alero y canal que controlen el agua lluvia.	Limpieza y cambio del material afectado.	Ninguna	Activa
	ES-20	Muro	Mortero	Física	Humedad por filtración	Erosión, suciedad, moho	Severo	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos	Materialidad porosa	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos, materialidad	No aplica	Impermeabilización del muro, alero y canal que controlen el agua lluvia.	Cambio total del muro?	Afecta todo el muro, por los dos lados	Activa
	ES-21	Muro	Mortero	Física	Humedad por capilaridad	Muga, Eflorescencia, erosión, organismos vegetales	Severo	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos, materialidad	No aplica	Impermeabilización del muro, alero y canal que controlen el agua lluvia.	Cambio total del muro?	Ninguna	Activa
	ES-22	Muro	Cemento	Biología	Organismos animales	Suciedad	Medio	Exposición al exterior	No aplica	Exposición al exterior	No aplica	Intervención en la habitación, colocando todos los elementos necesarios para evitar que se siga entrando agua, como ventanas y puertas.	Eliminar organismo y limpiar el muro	Ninguna	Inactiva
	ES-23	Piso	Cemento	Física	Humedad	Suciedad	Medio	sin cubierta estable	Acción de agua lluvia y organismos animales	Acción de agua lluvia y organismos animales	No aplica	Implementación de entropía	Limpieza y mantenimiento continuo	Ninguna	Activa

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 7

FICHA 7	E7-01	Puerta	Madera	Física	Humedad de filtración adsorción	Mugo, fotodegradación	Grave	Acción de agua lluvia	Exposición al exterior sin ningún tipo de protección / falta de canal de evacuación de agua lluvia o sumidero que reciba el agua de la cubierta	Exposición a los agentes atmosféricos	Verificar si es necesario el cambio total del elemento	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Reparar y colocar un químico que se siga empregnando la madera	Ninguna	Activa
	E7-02	Arranque de muro	Mortero	Física	Humedad por capilaridad	Mugo, Eflorescencias y erosión	Severo	Acción del agua lluvia	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	Acción del agua lluvia	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-03	Muro	Mortero	Mecánica	desprendimiento del material	Suciedad por organismos animales	Severo	Grieta o fisura	Materialidad	-	-	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-04	Arranque de muro	Mortero	Física	Humedad por capilaridad	Mugo, Eflorescencias y erosión	Severo	Tubería	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	-	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-05	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Exposición a agentes atmosféricos	Diseño arranque del muro y materialidad (poroso), acumulación de objetos al lado del muro	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Se implementa en entropiso, evitando que la lluvia llueva directamente en esta zona y evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-06	Muro	Mortero	Física	Humedad por capilaridad	Desprendimiento del material, grietas	Medio	Exposición a agentes atmosféricos	Diseño arranque del muro y materialidad (poroso)	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Se implementa en entropiso, evitando que la lluvia llueva directamente en esta zona y evitando que el nuevo material se siga humedeciendo y desprendiendo	Eliminación del material inservible y afectado y aplicación de un nuevo	Ninguna	Activa
	E7-07	Muro	Mortero	Física	Humedad por que cae el agua lluvia directamente	Desprendimiento del material, moho, erosión, suciedad	Medio	Exposición a agentes atmosféricos	Debilitamiento del material del muro	Exposición a agentes atmosféricos	Verificar	Alero y canal en la cubierta	Cambio total del muro?	Ninguna	Activa
	E7-08	Piso	Cemento	Física	Humedad por capilaridad	Mugo, Eflorescencias, erosión, organismos vegetales, grietas en el suelo	Severo	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos, materialidad	No aplica	Impermeabilización del suelo	Limpieza y aplicación de un nuevo material resistente en el suelo	Ninguna	Activa
	E7-09	Muro	Mortero	Física	Erosión atmosférica	Desgaste y desprendimiento de la pintura, y desprendimiento del material	Grave	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos	Debilitamiento del material del muro	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos, materialidad	No aplica	Alero y canal en la cubierta, recubrimiento del elemento protección, implantar un nuevo muro de ventanilla más estable que evite el desgaste del muro	Cambio total del muro?	El muro tiene muchas lesiones que lo hacen inestable	Activa
	E7-10	Muro	Mortero	Física	Humedad	Mugo, desprendimiento del material, moho, suciedad	Grave	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Se implementa en entropiso, evitando que la lluvia llueva directamente en esta zona y evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-11	Muro	Mortero	Física	Humedad	Mugo, desprendimiento del material, moho, suciedad	Grave	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	Verificar de donde proviene la humedad	Se implementa en entropiso, evitando que la lluvia llueva directamente en esta zona y evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-12	Piso	Cemento	Mecánica	Grietas y fisuras	Mugo, Eflorescencias, erosión, organismos vegetales, grietas en el suelo	Severo	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Acción de agua lluvia, exposición a agentes atmosféricos, materialidad	No aplica	Impermeabilización del suelo	Limpieza y aplicación de un nuevo material resistente en el suelo	Ninguna	Activa
	E7-13	Columna	Cemento	Física - Química	Absorción por organismos vegetales y animales, ya solo queda la ruina	No aplica	Severo	Exposición a agentes atmosféricos y organismos vegetales y animales	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos y organismos vegetales y animales	No aplica	No aplica	Eliminación total del elemento	Es un elemento inservible	Activa
	E7-14	Muro	Mortero	Física	Humedad	Grietas y fisuras, ruptura del muro, Mugo, Moho, Suciedad, organismos vegetales y animales	Grave	Exposición a agentes atmosféricos y organismos vegetales y animales	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos y organismos vegetales y animales	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Ninguna	Activa
	E7-15	Muro	Mortero	Física	Humedad por capilaridad	Mugo, Eflorescencias y erosión	Severo	Acción del agua lluvia	Diseño del arranque del muro y materialidad (poroso)	-	No aplica	Colocar una canal en la cubierta que controle el agua lluvia, evitando que el elemento se siga humedeciendo y comience su secado, puede ser rápido debido a que se encuentra en el exterior	Eliminar las zonas más afectadas que puedan impedir la aplicación del producto protector, aplicación de implantes, vendajes o forros a través de talares de protectores función.	Activa	
	E7-16	Vigas y Columnas	Cemento	Física	Humedad	Mugo, desprendimiento del material, moho, suciedad	Grave	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Protección de los elementos, impermeabilización	Cambiar totalmente?	Elementos inestables	Activa
	E7-17	Vigas y Columnas	Cemento	Física	Humedad	Mugo, desprendimiento del material, moho, suciedad	Grave	Acción de agua lluvia y exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Protección de los elementos, impermeabilización	Cambiar totalmente?	Elementos inestables	Activa
	E7-18	Alberca	Cemento	Física	Humedad por capilaridad	Mugo, organismos vegetales, Moho, eflorescencias	Grave	Exposición a agentes atmosféricos y organismos vegetales y animales	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos y organismos vegetales y animales	No aplica	Se puede cambiar de lugar para evitar su exposición total	Cambio del elemento total	Ninguna	Activa
	E7-19	Cubierta	Zinc	Física	Organismos vegetales	No aplica	Medio	Agentes atmosféricos y Cercanía a vegetación	Falta e mantenimiento, diseño de cubierta y presencia de vegetación	Falta e mantenimiento, diseño de cubierta y presencia de vegetación	No aplica	Recubrimiento y protección del material que evite la humedad y aparición de organismos	Limpieza y mantenimiento	Ninguna	Activa
	E7-20	Muro	Ladrillo	Física	Humedad	Mugo, Moho, suciedad	Grave	Agentes atmosféricos y cercanía a vegetación	Tipo de material del ladrillo	No aplica	No aplica	Recubrimiento y protección del material que evite la humedad y aparición de organismos / Control y mantenimiento de la vegetación	Limpieza y mantenimiento	Ninguna	Activa
	E7-21	Tubo	Metal	Física	Humedad	Mugo, Moho, suciedad, oxidación	Medio	Agentes atmosféricos y cercanía a vegetación	No aplica	Agentes atmosféricos y cercanía a vegetación	No tiene una función específica	No aplica	Eliminar elemento	Ninguna	Activa

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Ficha 9

FICHA 9	E4-01	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Implementación del entre piso en esta zona	Inactiva
	E4-02	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo		Inactiva
	E4-03	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Implementación del entre piso en esta zona	Inactiva
	E4-04	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad, moque	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Implementación del entre piso en esta zona	Inactiva
	E4-05	Muro	Mortero	Química	Organismos animales	Nidos de arañas y telarañas	Leve	Mantenimiento	No aplica	Mantenimiento	No aplica	Mantenimiento continuo, implementación de entropio para poder alcanzar este estado	Limpieza y mantenimiento	Ninguna	Inactiva
	E4-06	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad, moque	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Implementación del entre piso en esta zona	Inactiva

Elaboración propia.

Tabla de Excel complementaria de Lesiones patológicas Fichas 10 y 11

FICHA 10	E5-01	Marco de ventana	Cemento	Química	Organismos animales	deterioro del material	Grave	Mantenimiento y exposición al exterior	No aplica	Mantenimiento y exposición al exterior	Ninguna	Evitar la exposición al exterior, implementado elemento como ventanas y puertas	Quitar parásitos y arreglar parte del muro deteriorado	Nido de avispas	Activa	
	E5-02	Muro	Pintura	Física	Desprendimiento de la pintura	Erosión	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	Materialidad	Materialidad	Ninguna	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva	
	E5-03	Muro	Pintura	Física	Desprendimiento de la pintura	Erosión	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	Materialidad	Materialidad	Ninguna	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva	
	E5-04	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad, moque	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Inactiva	Inactiva	
	E5-05	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad, moque	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Inactiva	Inactiva	
	E5-06	Muro	Ladrillo	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad, moque	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Implementación de entropio, eliminación del material que no fue puesto correctamente y estabilizar el muro	Limpieza y aplicación de un material que establece el muro para la aplicación del entropio	Inactiva	Activa	
	E5-07	Vigas y Columnas	Cemento	Física	Humedad	Musgo, desprendimiento del material, moho, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Exposición a agentes atmosféricos	No aplica	Protección de los elementos, impermeabilización	¿Cambiar totalmente?	Elementos inestables	Activa	
FICHA 11	E6-01	Muro	Ladrillo	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva	
	E6-02	Viga	Cemento	Mecánica	Desprendimiento del pañete, erosión	No aplica	Medio	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva	
	E6-03	Muro	Mortero	Mecánica	desprendimiento del pañete y ausencia de algunas partes	No aplica	Severo	Humedad del pasado por falta de cubierta	Pérdida del entropio	Humedad del pasado	No aplica	No aplica	No aplica	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva
	E6-04	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva	
	E6-05	Muro	Mortero	Física	Humedad por exposición a lluvia	Desprendimiento del material, erosión, suciedad	Grave	Humedad del pasado por falta de cubierta	No aplica	Humedad del pasado	No aplica	Ya esta la cubierta, sin embargo es bueno generar la protección de los muros con impermeabilizante	Limpieza del muro y eliminación del material afectado para la aplicación de uno nuevo	Ninguna	Inactiva	
	E6-06	Muro	Ladrillo	Mecánica - física	desprendimiento del pañete y ausencia de algunas partes	Humedad	Severo	Agentes antropogénicos	Pérdida del entropio	No aplica	No aplica	Implementación de entropio, eliminación del material que no fue puesto correctamente y estabilizar el muro	Limpieza y aplicación de un material que establece el muro para la aplicación del entropio	Ninguna	Inactiva	
	E6-07	Muro	Mortero	Mecánica - física	desprendimiento del pañete y ausencia de algunas partes	Humedad	Severo	Agentes antropogénicos	Pérdida del entropio	No aplica	No aplica	Implementación de entropio, eliminación del material que no fue puesto correctamente y estabilizar el muro	Limpieza y aplicación de un material nuevo	Ninguna	Inactiva	

Elaboración propia.

Anexo c

Tabla comparativa de Levantamiento Arquitectónico Manual y Levantamiento Arquitectónico por Escáner LiDAR

TABLA DE COMPARACIÓN LEVANTAMIENTO ANALOGO - LEVANTAMIENTO POR SCANNER LIDAR EN TRABAJO DE CAMPO						
	COSTOS		TIEMPO		RECURSO HUMANO	HERRAMIENTAS
LEVANTAMIENTO ANALOGO	Cinta métrica / 20 m	\$ 58.900,00	Reconocimiento	2 Horas	Min 2 Personas	Cinta métrica / 20 m
	Viaje en carro	\$ 70.000,00	Graficación - Medición	1 semana de trabajo	1 anotando	Planillera
	Planillera	\$ 11.600,00	Nivelación y trabajo topográfico	4 horas de trabajo		Hojas / block
	Hojas / block	\$ 4.200,00	Detalles	2 días de trabajo		Hilo
	Hilo	\$ 5.000,00				Niveles metalicos 12 Pulg
	Niveles metalicos 12 Pulg	\$ 34.900,00				Escuadra
	Escuadra	\$ 3.000,00				Camara Fotográfica
	Camara Fotográfica	-				Vara Delgada
	Vara Delgada	-				Linterna
	Linterna	\$ 25.900,00				Casco de Protección
	Casco de Protección	\$ 82.900,00				Binoculares
	Binoculares	\$ 15.500,00				Arnes de seguridad
	Arnes de seguridad	\$ 174.900,00				manila 1/2 de 10 a 15 m
	manila 1/2 de 10 a 15 m	\$ 34.900,00				Portaminas
	Portaminas	\$ 3.000,00				Manguera de Niveles / 10m
	Manguera de Niveles / 10m	\$ 10.500,00				
	Salario persona por total de días	\$ 6.440.000,00				
Salario persona por total de días	\$ 6.440.000,00					
Salario persona por total de días	\$ 6.440.000,00					
TOTAL	\$ 19.855.200,00		46 horas		3 Personas	
LEVANTAMIENTO POR SCANNER LIDAR	Celular Iphone	\$ 2.800.000,00	Reconocimiento	2 Horas	Persona 1 / realiza el escaneo	Dispositivo de escaneo - celular Iphone
	Casco de Protección	\$ 82.900,00	Escaneo	3 Horas		Escalera
	Binoculares	\$ 15.500,00	Paso de datos a programas para generar modelo 3D	1 Hora		Casco de Protección
	Arnes de seguridad	\$ 174.900,00				Binoculares
	Viaje en carro	\$ 70.000,00				Arnes de seguridad
	Otros	\$ 50.000,00				
	Salario persona x horas	\$ 304.200,00				
TOTAL	\$ 3.497.500,00		6 horas		1 Persona	

VARIABLES DE COMPARACIÓN EN LA METODOLOGÍA DE LOS DOS LEVANTAMIENTOS. ELABORACIÓN PROPIA.

Anexo d

Tabla comparativa de Levantamiento Arquitectónico Manual y Levantamiento Arquitectónico por Escáner LiDAR

TABLA DE COMPARACIÓN LEVANTAMIENTO ANALOGO - LEVANTAMIENTO POR SCANNER LIDAR EN TRABAJO DE CAMPO							
PRECISIÓN Y DETALLE		TIEMPO Y COSTO		RIESGOS PARA EL PATRIMONIO		APLICACIONES Y FLEXIBILIDAD	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los levantamientos arquitectónicos analógicos, como dibujos a mano o fotogrametría tradicional, pueden capturar detalles complejos y matices artísticos	La precisión puede verse afectada por errores humanos y la interpretación subjetiva, especialmente en estructuras intrincadas.	Relativamente más económico en términos de equipo, pero puede llevar mucho tiempo, especialmente para estructuras complejas.	Requiere habilidades especializadas y tiempo significativo para producir resultados precisos.	No hay riesgo de dañar la estructura física durante el proceso de levantamiento.	La manipulación humana, como la colocación de andamios, puede presentar ciertos riesgos para edificaciones frágiles.	Puede ser más versátil para ciertos tipos de detalles artísticos y superficies irregulares.	La versatilidad a menudo está limitada por las habilidades del dibujante y la naturaleza subjetiva de la representación..
Ofrece alta precisión y detalle tridimensional, capturando incluso los detalles más pequeños de una estructura sin distorsión subjetiva.	Aunque altamente preciso, puede tener dificultades con áreas de sombra y reflexiones, lo que puede requerir técnicas adicionales para abordar estos problemas.	Es más rápido en términos de recopilación de datos, lo que puede reducir los costos laborales a largo plazo.	La adquisición de un escáner LIDAR y el procesamiento de datos pueden ser costosos inicialmente, aunque los costos están disminuyendo con el tiempo.	No implica contacto físico con la estructura, lo que minimiza el riesgo de daño directo.	Si no se utilizan adecuadamente, las luces láser del escáner podrían causar daño a obras de arte o áreas sensibles.	Ideal para estructuras complejas y grandes áreas: los datos tridimensionales pueden ser utilizados para diversas aplicaciones, como análisis estructurales y simulaciones.	Puede tener dificultades con áreas ocultas o con obstáculos visuales, lo que puede requerir múltiples escaneos desde diferentes ángulos.

Comparación entre ventajas y desventajas dentro de la metodología de los dos levantamientos. Elaboración propia.