

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/346025194>

EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO Y PATOLÓGICO MEDIANTE LA TÉCNICA DEL ESCÁNER LASER DEL MURAL ROSTROS DE CIUDAD DEL ARTISTA RAMÓN VÁSQUEZ, EN LAS INSTALACIONES DEL SENA DE PEDREG....

Conference Paper · March 2020

CITATIONS

0

READS

104

5 authors, including:



Hernán Cañola

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia

21 PUBLICATIONS 16 CITATIONS

SEE PROFILE



Alejandro Builes-Jaramillo

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia

42 PUBLICATIONS 113 CITATIONS

SEE PROFILE



Julián Andrés Múnera Zapata

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Rehaben 2018 Euroamerican Congress [View project](#)



Metodología para el diagnóstico de patologías en pavimentos rígidos [View project](#)

CODE XX

EVALUATION OF THE PHYSICAL AND PATHOLOGICAL STATE USING THE LASER SCANNER TECHNIQUE OF THE MURAL FACES OF THE CITY BY THE ARTIST RAMÓN VÁSQUEZ, AT THE SENA DE PEDREGAL FACILITIES IN THE CITY OF MEDELLÍN - COLOMBIA.

EVALUACIÓN DEL ESTADO FÍSICO Y PATOLÓGICO MEDIANTE LA TÉCNICA DEL ESCÁNER LASER DEL MURAL ROSTROS DE CIUDAD DEL ARTISTA RAMÓN VÁSQUEZ, EN LAS INSTALACIONES DEL SENA DE PEDREGAL EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN - COLOMBIA.

Pérez-Salazar, Jhony¹; Cañola, Hernán-Darío²; Builes-Jaramillo, Alejandro³; Cardona-Chavés, Myriam⁴; Múnera-Zapata, Julián⁵

1: Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
e-mail: jhony.perez@colmayor.edu.co

2: Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
e-mail: hernan.canola@colmayor.edu.co

3: Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
e-mail: luis.builes@colmayor.edu.co

4: Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
e-mail: myriam.cardona@colmayor.edu.co

5: Grupo de Investigación GIRCIS
Grupo de Investigación Red de Construcción, Infraestructura y Servicios publicos
Servicio Nacional de aprendizaje SENA – CDHC – Regional Antioquia
e-mail: jmuneraz@sena.edu.co

RESUMEN

Basados en la necesidad de la conservación de la pintura mural, la caracterización del estado físico de éstas obras pictóricas, y con el ánimo de fortalecer la protección del patrimonio en la ciudad de Medellín-Colombia surge la necesidad de realizar una evaluación del estado actual de la obra mural Rostros de Ciudad del pintor Colombiano Ramón Vásquez, ubicado en la sede del SENA de pedregal en la ciudad de Medellín. El estudio se realiza a través de la clasificación de alteraciones patológicas de la obra usando diferentes técnicas de inspección. El mural cuenta con un análisis patológico realizado por medio de la inspección visual y registro fotográfico en el año 2015 (Cañola, Pérez, & Builes, 2016), y para este nuevo estudio, se usaron metodologías basadas en el análisis fotográfico y el scanneo laser, las cuales se comparan con el fin de establecer cuáles son las diferencias y coincidencias entre las dos metodologías de análisis y definir un protocolo de diagnóstico de murales apoyados en ambas técnicas. La investigación buscó también evaluar el avance del deterioro en el tiempo del mural en el período 2016–2019 para de esta forma proponer medidas de intervención y protección que promuevan la conservación y cuidado del patrimonio mural en la ciudad.

PALABRAS CLAVE: Murales, Patología, Conservación, Patrimonio, Escáner

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial el uso de herramientas tecnológicas aplicadas a los estudios de conservación, ha tomado relevancia en el análisis del patrimonio; esto se ha logrado gracias a la implementación de modelos tridimensionales digitales que permiten un análisis morfológico y comparativo-histórico de los procesos de degradación y evolución de las obras artísticas, además, el uso de herramientas digitales permite no solo un reconocimiento sobre las tipologías y formas de los elementos constructivos, sino también de las afectaciones patológicas presentes en los objetos de estudio [1]. La fotografía, el uso de escáner láser y la fotogrametría han sido herramientas utilizadas para el análisis de conservación del patrimonio artístico, arqueológico y arquitectónico debido a sus múltiples ventajas con relación al registro documental de los procesos de deterioro presentes en la infraestructura física de obras patrimoniales como: pictogramas, decoraciones, esculturas, pintura, edificaciones entre otras [2][3][4][5][6][7]. La modelación digital como herramienta de recolección de informática permite el procesamiento sistemático de datos con la finalidad de generar imágenes, modelos, animaciones y además garantiza un análisis más detallado de las características físicas de los objetos de estudio a través de la creación de nubes de puntos que permiten un acercamiento más preciso a la realidad [4]. Hoy en día a nivel mundial se ha trabajado en el levantamiento arquitectónico por medio de la técnica del scanner laser y la técnica del levantamiento manual e inspección ocular en las cuales se exhiben las ventajas y desventajas de ambos métodos y la manera en que se complementan [2]. Algunas investigaciones que han analizado el tema del arte mural y patrimonial desde el uso de herramientas digitales hasta la inspección ocular se muestran a continuación:

Cañola et al (2016) en su investigación sobre el análisis patológico de la obra mural del maestro Ramón Vásquez deducen que el uso de la inspección ocular es considerada una herramienta adecuada para la recolección de información, cuantificación, clasificación y estudio del estado de conservación de las obras murales, además evidencian que para lograr un análisis adecuado de conservación del patrimonio es necesario recurrir a herramientas de digitalización que permitan comparar el antes y el después de los avances de deterioro de las obras artísticas [8]. De igual manera Valle T. Realizó un análisis de conservación de revestimientos históricos y pinturas murales donde mezcló los procesos de inspección ocular y los análisis químicos; con el primer proceso evidencia la localización de enlucidos, mediciones y documentación gráfica, inventario y catalogación, y con el segundo proceso determina los materiales de construcción y composición, lo anterior con la finalidad de establecer prioridades de intervención y propuestas de restauración de obras artísticas con valor patrimonial [9]. Así mismo [10] mediante la implementación de análisis de fluorescencias inducidas por láser (LIF) y escaneo de imágenes, determinaron sobre muros del siglo XVI y XVIII estados de vulnerabilidad y meteorización debidos a los agentes externos, además pudieron establecer que las herramientas tecnológicas utilizadas demostraron ser un potente elemento para el diagnóstico de obras de arte. En este sentido [11] realizo un análisis comparativo de pinturas al óleo usando técnicas como análisis fotográficos y reflectografía infrarroja (IRR), por medio de sistemas de escaneo 3d; en su investigación determinaron que estas técnicas pueden proporcionar imágenes en 2d o en 3d completamente medibles como la representación topográfica de superficies, pero se hace necesario la mano de obra y tiempo adicional para este tipo de análisis; sin embargo la técnica demostró el potencial para convertirse en un instrumento competitivo para el análisis de superficies. Debido a lo anterior, a la importancia de la obra de pintura mural y a la carencia de estudios locales, en esta investigación se establece la viabilidad de analizar comparativamente el estudio patológico por medio de la inspección ocular y el estudio patológico por escaneo laser y la fotogrametría, con la finalidad de evidenciar las ventajas y desventajas que ofrece cada método.

Este estudio presenta resultados preliminares en cuanto al análisis y evaluación del estado físico de la pintura mural del maestro Vásquez por medio de escáner laser, de la cual se tienen pocas referencias desde un contexto académico local. Se aplicó una metodología para el diagnóstico cualitativo del mural Rostros de ciudad ubicado en las Instalaciones del SENA Pedregal, en la ciudad de Medellín Antioquia, Colombia, la información se recopiló a partir de cuatro metodologías: Inspección ocular y registro fotográfico, escaneo laser y levantamiento fotogramétrico, con lo cual se pudo obtener información

que permitió concluir cuál de las técnicas aplicadas para el análisis es más apropiada para la evaluación de patologías y afectaciones y que otras actividades se pueden realizar con la información obtenida. Este tipo de conclusiones es útil para la toma de decisiones a la hora de realizar valoraciones patológicas de murales y obras de arte, con miras a salvaguardar el patrimonio cultural y para el registro de imágenes que permiten obtener información medible con técnicas como la fotogrametría.

2. METODOLOGIA

Se tomó como objeto de estudio el mural *Rostrros de ciudad* del maestro Ramón Vásquez ubicado en el SENA de Pedregal en la ciudad de Medellín Colombia, el cual fue analizado por Cañola et al, en el año 2015, por medio de la inspección ocular [8]. La presente investigación fue desarrollada en seis fases: i y ii) diagnóstico de patologías estructurales y pictóricas por inspección ocular, con la finalidad de determinar los avances de deterioro con relación al estudio realizado por [8]; iii) levantamiento de la imagen del mural por medio escáner laser para luego identificar las afectaciones patológicas presentes en la obra pictórica; iv) análisis fotogramétrico; v) clasificación de las patologías encontradas por las técnicas de análisis, y vi) análisis comparativo de las lesiones patológicas encontradas con cada uno de los procedimientos realizados (Tabla 1).

Tabla 1: Fases de la investigación. Fuente propia

Fase 1: Inspección Ocular	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de las patologías en los murales.
Fase 2: Toma de registro fotográfico	<ul style="list-style-type: none"> Registro detallado de alteraciones físicas presentes en murales. Medición y trazo de retícula sobre la fotografía del mural con una distribución de ejes tanto en dirección horizontal y vertical cada 500mm. Cálculo del área total de la obra. Inspección en cada uno de los cuadrantes definidos por la retícula e identificación de patologías. Clasificación de las patologías encontradas según su tipología.
Fase 3: Escaneo Láser	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de superficie por medio del escáner Laser SPS ZOOM 300.
Fase 4: Registro fotográfico y proceso fotogramétrico.	<ul style="list-style-type: none"> Procesamiento de la información por medio de softwares como Agisoft Photoscan 1.4.4, Pix4D y 3Dsurvey.
Fase 5: Clasificación de mural por estado de degradación y avance de alteraciones físicas.	<ul style="list-style-type: none"> Ubicación en la retícula de cada una de las zonas afectadas por patologías, dependiendo de la clasificación y numeración obtenida.
Fase 6: Comparación de la información por medio de las tres metodologías	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de informe patológico comparativa del mural.

3. RESULTADOS

En la primera fase se realiza un recorrido de inspección ocular con el propósito de evaluar las afectaciones físicas más notorias, después se procede a realizar la captura fotográfica por medio del recorrido definido en forma rectangular perimetral con una orientación horaria culminando en la parte central de la pintura [8]. En la segunda fase mediante la inspección ocular y toma de registro fotográfico de alteraciones patológicas, se procede a realizar el levantamiento de cada una de ellas por tipología y color según [8]. La clasificación de alteraciones físicas presentes en los murales se estableció según su causa de origen [7, 11] y son de los tipos: humedades, desprendimientos, abombamientos, errores constructivos, deterioro por contacto, ensuciamiento, acumulación por deposición y lavado diferencial como alteraciones físicas. Las eflorescencias se clasificaron como alteraciones químicas y los agrietamientos como alteraciones de tipo mecánico. En la Figura 1 se muestra la clasificación de patologías por color y la distribución en de la cuadrícula en la obra mural con área total de 24.76m².

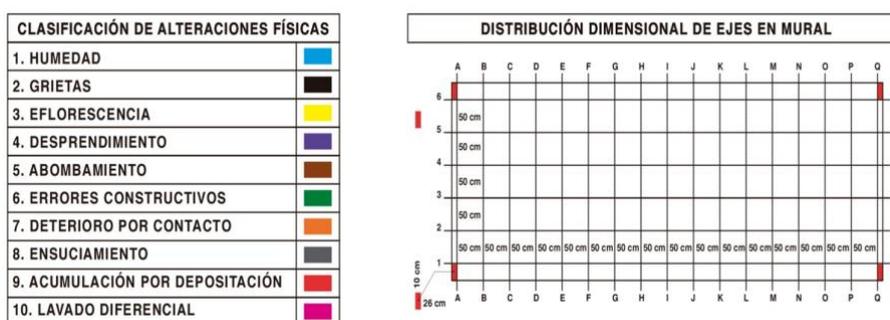


Figura 1: Clasificación de alteraciones físicas y distribución por cuadrícula, (fases 1). Fuente propia

Una vez identificadas, tipificadas y localizadas las alteraciones en el mural, se procedió a realizar el escaneo laser, para ello se usó el escáner Laser SPS ZOOM 300 como se muestra en la Figura 2, con la finalidad de generar una nube puntos con una velocidad de escaneo de 40.000 puntos/s que permitió un análisis topográfico de la superficie del mural mediante la relación entre coordenadas X (horizontal), Y (vertical) y Z (profundidad).



Figura 2. Proceso de escaneo laser. Fuente propia

Mediante el análisis de la coordenada Z se obtuvo información que permitió inferir discontinuidades en la superficie del mural, que podrían a su vez relacionarse con grietas, desprendimientos, abombamientos o errores constructivos; los cuales fueron clasificados por medio del método de análisis por escáner como lesiones físicas de tipo volumétrico por discontinuidad superficial de relieve, esto con la finalidad de determinar irregularidades que permitieron establecer una relación entre la fase 1-2 con la fase 3 respectivamente. Posterior a la obtención de la nube de puntos se procedió a analizarla por medio del software Autodesk ReCap, con el fin de encontrar diferencias entre la inspección ocular y los datos obtenidos con el escáner. Según el análisis realizado a la nube de puntos por el equipo de trabajo, se pudo observar que las alteraciones de tipo volumétrico eran poco evidentes, solo resaltan áreas que presentan bajo relieves generados posiblemente en la elaboración del mural como se muestra en la Figura 3. Después de realizado el escaneo laser se procedió a realizar la fase 4 mediante capturas fotográficas para elaborar la fotogrametría del mural, para ello se usó una cámara fotográfica EOS 60D Lente Canon EF-S 18-135mm f/3.5-5.6 IS. Se realizó la captura de fotografías para el proceso fotogramétrico del mural del maestro Ramón Vásquez a una altura focal inicial de 0.60 m desde el piso, una distancia entre el mural y la cámara de 1.58 m y un encuadre de 1.93 m de ancho por 1.34 m de alto, con un traslape horizontal y vertical superior al 70%, realizando tomas cada 0.50 m horizontales y 0.40 m verticales, garantizando así traslapes de 1.43 m con un 74% horizontal y 0.94 m con un 70% de traslape vertical. Las imágenes obtenidas fueron procesadas por medio del software 3D Survey el cual

arroja un ortomosaico que indica los puntos de control y sus coordenadas X, Y, Z, como se puede apreciar en la Figura 4.

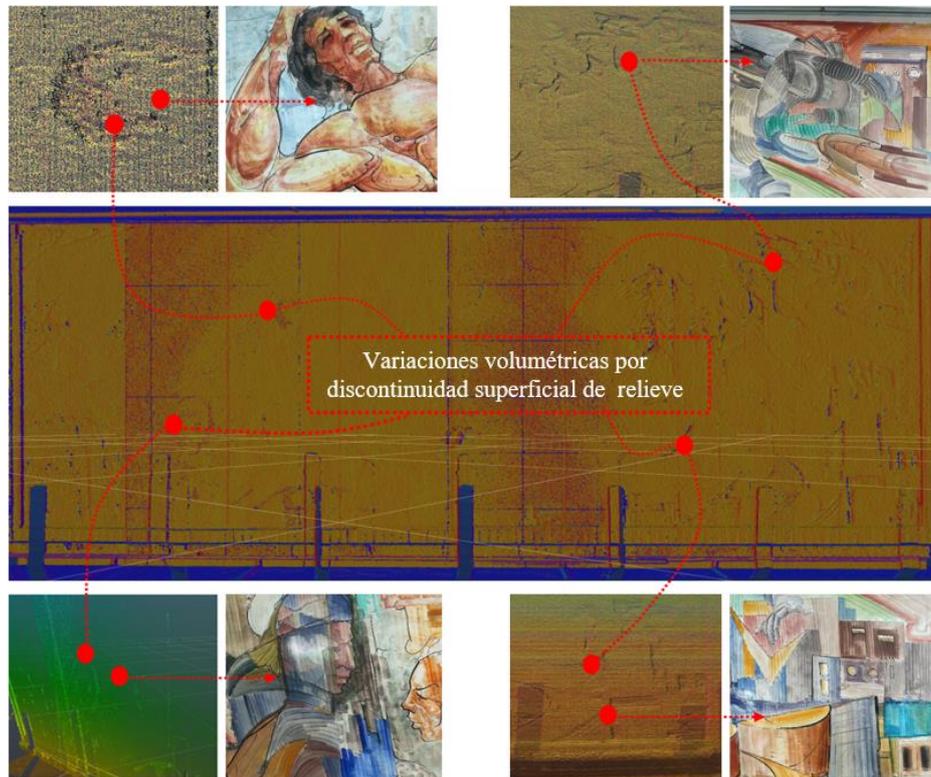


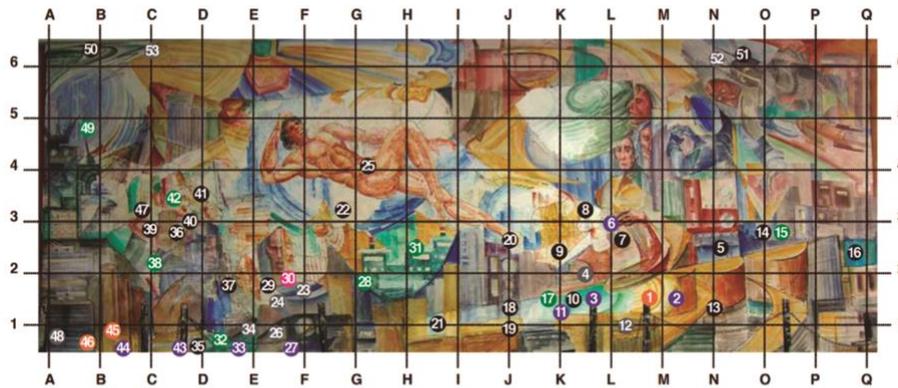
Figura 3. Variaciones volumétricas superficiales analizadas por medio del software Autodesk ReCap. Fuente propia



Figura 4: Puntos de control en ortomosaico para análisis fotogramétrico. Fuente propia

Además del ortomosaico se obtiene el modelo de elevación digital el cual fue realizado con una resolución de cuadrícula de 0.010 m y una densidad de puntos promedio de 8836.00 puntos/m², expresando así mediante una paleta de colores las áreas de la obra pictórica con elevaciones mínimas y máximas. Se evidencio por medio de este análisis que el área del mural no presenta desniveles superiores a los 2 cm. Posteriormente se hizo en la fase 5 un análisis comparativo de la evolución del mural en el tiempo, basados en el análisis ocular elaborado en 2015 por [8]; y en el cual se pudo evidenciar un incremento de lesiones correspondiente a: grietas con un 121% , ensuciamientos con un 30%, errores constructivos con un 6%, desprendimientos con un 4%, deterioro por contacto con un 70% y lavado diferencial sin variación inicial porcentual de 2% , lo cual generó un porcentaje de aumento del deterioro del mural en la actualidad del 47 % pasando de un estado de deterioro bajo a un estado de deterioro alto según [8], como se muestra en la Figura 5, Figura 6 y Tabla 2.

Analisis de lesiones patológicas realizado en el 2016



Analisis de lesiones patológicas realizado en el 2019

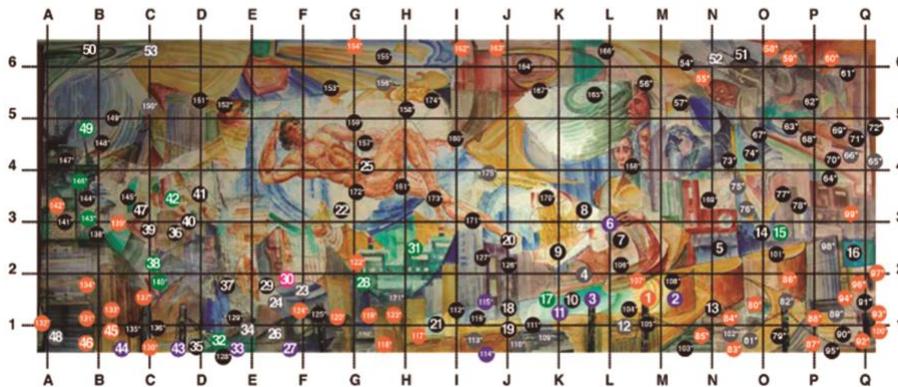


Figura 5: Avance de lesiones patológicas desde el año 2015-2019. Fuente propia

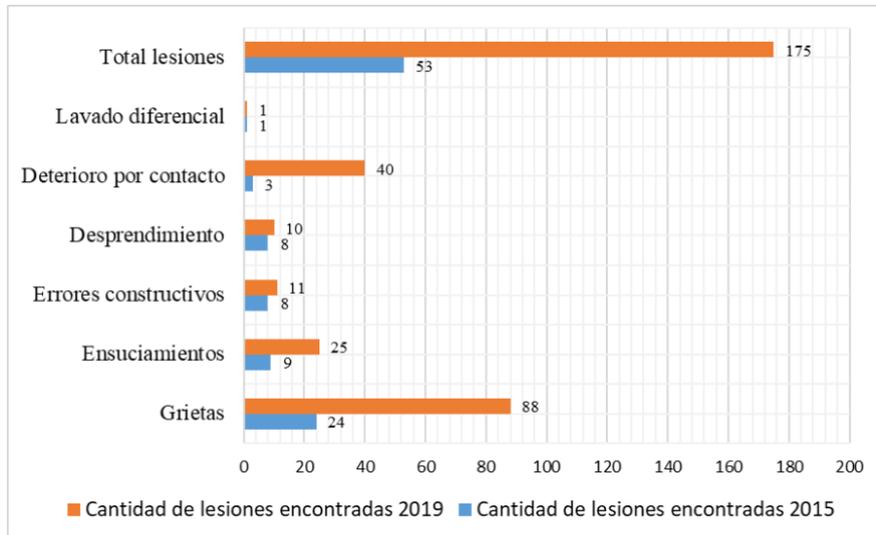


Figura 6: Incremento de alteraciones patológicas por tipología. Fuente propia

Tabla 2: Variación porcentual y en área del deterioro de la pintura mural desde el año 2015-2019. Fuente propia

Área afectada (m ²)		Porcentaje de afectación mural (%)	
Año 2015	Año 2019	Año 2015	Año 2019
6,5	18,06	26,25	73

Finalmente, en la fase 6 se establece el análisis comparativo entre las tres metodologías empleadas y se determina que mediante el del escáner laser SPS ZOOM 300 no se logró un análisis detallado de la presencia de alteraciones físicas como: grietas, desprendimientos, abombamientos o errores constructivos ni arrojo información contundente a la hora de tomar decisiones de tipo restaurativas o de conservación, la misma situación se presentó con el análisis fotogramétrico con el cual se logró obtener una imagen ortogonal muy precisa desde la ubicación de los colores y las formas para el caso de la fotogrametría, pero registra poco las alteraciones patológicas que tiene el mural, por lo tanto ese tipo de información se puede utilizar con fines de ambientaciones para ubicación de la obra y las imágenes de escáner se podrían implementar con un carácter informativo y recreativo o con otros fines; por lo anterior, de las tres metodologías empleadas, la más eficiente a la hora de analizar el estado de conservación de las obras murales para esta investigación, correspondió a la inspección ocular y registro fotográfico debido a que mediante esta metodología se pudo determinar el estado de degradación, avance de deterioro y caracterización de lesiones corresponde al mural Rostros de ciudad.

4. CONCLUSIONES

El análisis de la obra pictórica mediante el uso de escáner laser y fotogrametría, permitió establecer que los datos arrojados no permiten establecer un análisis de la presencia de alteraciones patológicas presentes en la superficie del mural, aunque con la nube de puntos generada por el escáner laser, se pudo pre visualizar las variaciones superficies realizadas por el artista durante el proceso de la elaboración de la obra; variaciones perimetrales de las figuras humanas que no fueron posible analizarse mediante la inspección ocular, ver figura 3. Además, se establece que el uso de estas herramientas sería de gran importancia en el análisis de obras artísticas tridimensionales como lo son las esculturas u obras patrimoniales arquitectónicas debido a la facilidad con la cual se pueden analizar las características físicas en cuanto a forma que se logran por medio de estas herramientas tecnológicas, aunque cabe resaltar que para futuras investigaciones de realizarse un análisis comparativo de la metodología de escáner e inspección ocular en murales, se recomienda la realización de nubes de puntos con separaciones entre puntos no superiores a 1mm, esto con la finalidad de lograr un análisis más detallado de la superficie de la obra pictórica con sus respectivas lesiones patológicas.

Según el análisis de inspección ocular y en comparación con el análisis realizado por [8] en el 2015, se establece que el mural Rostros de ciudad presenta un estado de afectación alto debido al incremento de alteraciones patológicas sobre su superficie en especial la presencia de grietas con un incremento del 121% y el deterioro por contacto con un incremento del 70% respectivamente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Smith, N. Stephen, and C. Jimenez-bescos, "Using 3D modelling and game engine technologies for interactive exploration of cultural heritage : An evaluation of four game engines in relation to roman archaeological heritage," *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit.*, vol. 14, no. July, p. e00113, 2019.
- [2] I. D. Sanz, V. V. Bonilla, E. L. Montalvo, J. L. Lerma, and M. Cabrelles, "Reflexiones sobre las técnicas de documentación digital del arte rupestre : la restitución bidimensional (2D) versus la tridimensional (3D)," no. June, pp. 21–32, 2013.
- [3] I. Civil, I. De Sistemas, and I. De Sistemas, "Modelos urbanos tridimensionales generados a partir de nubes de puntos de un escáner láser terrestre Three-dimensional urban models generated from point clouds," vol. 18, no. 41, pp. 134–153.
- [4] L. Caro, "Fotogrametría y modelado 3D : un caso práctico para la difusión del patrimonio y su promoción turística," 2012.
- [5] J. Luis *et al.*, "Creación , visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste . Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias Creation , Visualization and 3D Printing of Online Collections of Three

- Dimensional Educative Models with Low-Cost Technologies . Practical Case of Canarian Marine Fossil Heritage,” 2016.
- [6] J. C. Torres, P. Cano, and F. J. Melero, “Aplicaciones de la digitalización 3D del patrimonio,” no. June 2014, 2010.
- [7] I. Villaseñor, A. Jose, and R. Correa, “Digitalización tridimensional,” pp. 43–56, 2017.
- [8] A. Cañola, Hernan; Pérez, Jhony; Builes-Jaramillo, “Análisis patológico de la obra mural del maestro Ramón Vásquez en la ciudad de Medellín Colombia,” in *Euro-American Congress REHABEND 2016*, 2016.
- [9] Valle Fernández Teresa,
“TValle_APUNTESdelALCAZAR2_ProyectoRecuperacionPM_2001.pdf.” p. 14, 2001.
- [10] R. Ortiz, P. Ortiz, F. Colao, R. Fantoni, M. A. Gómez-morón, and M. A. Vázquez, “Laser spectroscopy and imaging applications for the study of cultural heritage murals,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 98, pp. 35–43, 2015.
- [11] C. Dietz, “INFRARED REFLECTOGRAPHY USING 3D LASER SCANNING By Christian Dietz , Gianluca Catanzariti,” no. January 2011, 2014.