

Recibido: 21 de Agosto de 2025
Aceptado: 29 de Noviembre de 2025

INVENTARIO DE LAS BIOCOLONIZACIONES EN LAS FACHADAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE OAXACA DE JUÁREZ

*INVENTORY OF BIOCOLONIZATIONS ON THE FACADES OF THE
HISTORIC CENTER OF THE CITY OF OAXACA DE JUÁREZ*

Karen Sinaí Alberto González

Estudiante de la Universidad Autónoma Benito Juárez
de Oaxaca, Facultad de Arquitectura 5 de Mayo
karensinaialbertogonzalez@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-2838-8311>

Heidy Gómez Barranco

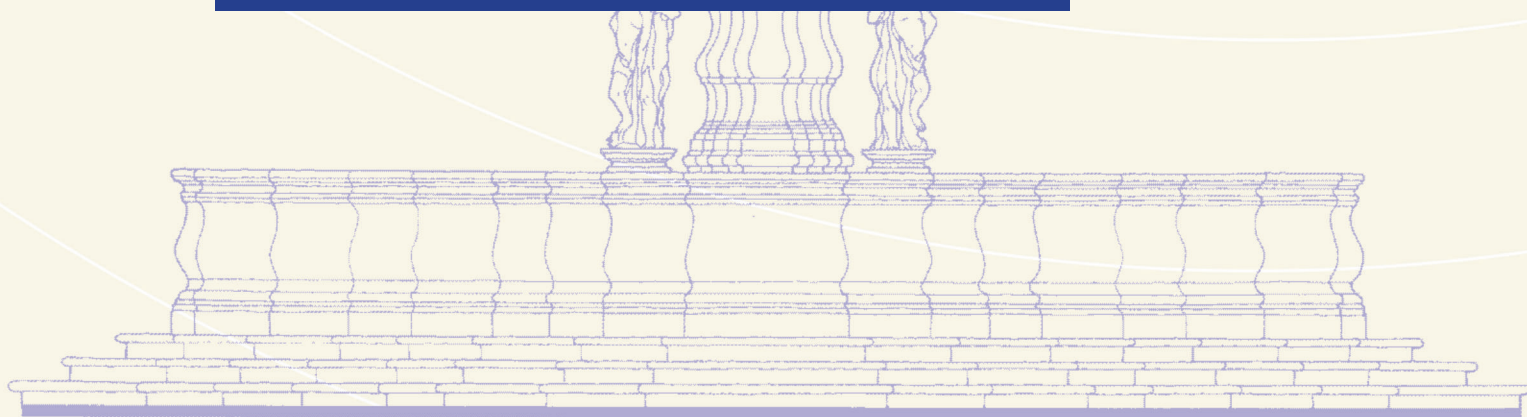
Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Benito Juárez
de Oaxaca, Facultad de Arquitectura 5 de Mayo
arq.heidy.gb@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7221-1438>

Herwing Zeth López Calvo

Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Benito Juárez
de Oaxaca, Facultad de Arquitectura 5 de Mayo
herwingzet@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6058-0981>

Luz Cecilia Rodríguez Sánchez

Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Benito Juárez
de Oaxaca, Facultad de Arquitectura 5 de Mayo
cecil.rs@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1546-9050>



Resumen

El estado de Oaxaca de Juárez es reconocido por su arquitectura colonial y por la presencia de edificios catalogados como Patrimonio Cultural de la Humanidad. Estas construcciones están conformadas mayormente con piedra cantera. No obstante, las fachadas presentan procesos de biocolonización asociados por flora y fauna silvestre. Estos procesos se relacionan a condiciones como la humedad, la temperatura y la falta de mantenimiento adecuado a los bienes inmuebles, se origina el crecimiento de organismos en grietas en las fachadas, lo que acelera el deterioro y afecta la seguridad estructural de los materiales. En consecuencia, las fachadas del centro histórico son intervenidas y en algunos casos, reconstruidas utilizando diferentes procesos, se llevó a cabo el inventario en 100 fachadas estudiadas en las calles principales de los cuatro cuadrantes del Centro Histórico. El objetivo de esta investigación es analizar los procesos de biocolonización y los tipos de organismos involucrados en el deterioro de los materiales permitió identificar las áreas afectadas y contribuir a la conservación del patrimonio cultural mediante la propuesta de medidas preventivas que mitiguen su impacto.

Palabras clave: Patrimonio; Biocolonización; Fachadas

Abstract

The state of Oaxaca de Juárez is renowned for its colonial architecture and buildings listed as cultural heritage sites. These buildings are mainly constructed from quarry stone. However, the facades show signs of biocolonization associated with wild flora and fauna. These processes are related to conditions such as humidity, temperature, and lack of proper maintenance. This causes organisms to grow in cracks in the facades, accelerating deterioration and affecting the structural safety of the materials. As a result, the facades of the historic center are being repaired and, in some cases, rebuilt using materials of different historical value. The objective of this research is to analyze the biocolonization processes and the types of organisms involved in the deterioration of the materials. This allows for the identification of affected areas and contributes to the conservation of cultural heritage by proposing preventive measures to mitigate its impact.

Keywords: heritage; biocolonization; façades

Planteamiento del problema

La presente investigación aborda la problemática del deterioro de las fachadas en el Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez, asociados a procesos de biocolonización. Dichos organismos se desarrollan en zonas vulnerables de las fachadas como grietas, juntas y uniones. Bruno et al. (2019) establecen que diversos factores ambientales, como la humedad relativa, la temperatura y los vientos dominantes, influyen de manera significativa en la proliferación de organismos en los materiales pétreos. La ausencia de mantenimiento preventivo contribuye a la aceleración de estos procesos y al incremento del deterioro (De Turrís et al., 2024). Esta problemática representa un riesgo para la conservación del patrimonio edificado al comprometer la durabilidad y estabilidad de los materiales constructivos, lo que deriva en intervenciones correctivas en fachadas catalogadas como patrimonio mediante el uso de materiales incompatibles que alteran su valor histórico, cultural y patrimonial (Bruno et al., 2019; Pinna, 2023). Estas acciones no solo afectan la integridad de los inmuebles, sino que impactan negativamente en la habitabilidad y en la relación entre los usuarios y el espacio. La biocolonización de los materiales constructivos está relacionada con las características físicas y químicas de las estructuras pétreas, como la porosidad, rugosidad y capacidad de absorción. Guillitte (1995) introdujo el concepto de biorreceptividad, definido como el potencial intrínseco de un material para ser colonizado por organismos vivos (García, 2021, p. 5).

“El biodeterioro es una de las causas por las que se ven afectados los materiales a nivel mundial, el cual superan los 40 mil millones al año, principalmente

en materiales de construcción, ya que desde el momento de ejecución son susceptibles a la humedad, proliferando el crecimiento de hongos y afectando del 10% al 50% de los edificios. Las propiedades de los hongos hacen que la manifestación de estos microorganismos sea aún más frecuente y se manifiesten rápido en los materiales.” (Szulc et al., 2017)

La biocolonización es considerada uno de los procesos de deterioro más relevantes debido a que ponen en riesgo el patrimonio cultural (Bruno et al., 2019). Esta problemática se origina a partir de la presencia de microorganismos como algas, bacterias y **líquenes**, los cuales biocolonizan materiales y comprometen la integridad estructural de los edificios (Pinna, 2023). Esta problemática no sólo deteriora la apariencia de los edificios, sino que también contribuye al desgaste progresivo de los materiales de construcción. Una de las principales problemáticas radica en la falta de estudios diagnósticos previos que permitan comprender el origen, la evolución y el comportamiento de las biocolonizaciones antes de ejecutar acciones de conservación o restauración patrimonial. Como señala Guillitte (1995), el concepto de biorreceptividad permite comprender el potencial de un material para ser colonizado por organismos vivos. Este concepto constituye un factor clave para la toma de decisiones en las intervenciones patrimoniales. En este sentido, la piedra cantera utilizada en el centro histórico presenta una elevada porosidad y rugosidad. Estas características facilitan la adhesión de biopelículas y la retención de humedad, lo que incrementa su vulnerabilidad del material (García, 2021). Dentro de los materiales de construcción, el mortero se considera uno

de los más biorreceptivos frente a procesos de biocolonización. Cuando los procesos de biocolonización no se atienden desde un enfoque preventivo, se recurre a intervenciones correctivas que implican la sustitución de materiales originales por otros incompatibles con el sistema constructivo y con el valor histórico del inmueble. Estas intervenciones generan alteraciones en el comportamiento de las fachadas y afectan su valor cultural, estético y patrimonial, tal como lo advierte Gutiérrez (2024).

A partir de la revisión de estudios previos, se identifica que las estrategias de control incluyen métodos mecánicos, físicos y químicos. Asimismo, se contempla el uso de biocidas tradicionales y alternativas de menor impacto ambiental, como el óxido de titanio o los aceites esenciales de baja concentración (La Russa et al., 2014; Bruno et al., 2019). No obstante, la aplicación de estas soluciones requiere un diagnóstico técnico preciso que considere las características del material, el tipo de organismo presente y el contexto patrimonial (De Turrís et al., 2024). Por lo tanto, se plantea que la ausencia de inventarios y estudios locales limita el desarrollo de intervenciones adecuadas que respeten la integridad material y patrimonial de las edificaciones. A pesar de la relevancia de esta problemática, en la ciudad de Oaxaca de Juárez no se cuenta con inventarios sistemáticos que permitan identificar, clasificar y analizar la biocolonización de fachadas desde un enfoque científico orientado a la conservación preventiva del patrimonio edificado, sin embargo, existe un Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles desactualizado.

Justificación

Las biocolonizaciones afectan la conservación de los edificios del centro histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez e incrementan la vulnerabilidad de los inmuebles. Esta problemática compromete el comportamiento estructural de

las edificaciones y se convierte en un asunto de interés social. Asimismo, constituye un tema interesante para la comunidad científica, inventariar las fachadas que se encuentran afectadas de estos edificios históricos y nos permite la generación de estrategias orientadas a mitigar sus efectos y contribuir a la conservación del patrimonio construido. Los deterioros se asocian a condiciones climáticas y ambientales, como la humedad, temperatura y la falta de mantenimiento, que favorecen la proliferación de microorganismos y aceleran el deterioro de los materiales. Al llevarse a cabo este estudio sobre el inventario de biocolonizaciones en las fachadas del Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, se conoce ahora las biocolonizaciones existentes.

Hipótesis

Los procesos de biocolonización en las fachadas del Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez están determinados principalmente por la interacción de factores ambientales y antropogénicos que inciden en la durabilidad y en el valor cultural, estético y patrimonial de las edificaciones. Asimismo, la falta de investigaciones de este tipo limita el desarrollo de intervenciones de conservación adecuadas que respeten la edificación y el contexto patrimonial.

Objetivo(s)

Inventariar fachadas biocolonizadas del Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, con el fin de contribuir a la conservación y al mantenimiento de sus edificaciones.

Se definen los conceptos de biocolonizaciones para conocer el alcance y las implicaciones que puedan generar las biocolonizaciones.

Se identificaron las fachadas biocolonizadas por flora y fauna silvestre mediante cédulas de información y el monitoreo ambiental.

Desarrollo y/o metodología a emplear

Para llevar a cabo la presente investigación y abordar el fenómeno de las biocolonizaciones en las fachadas del Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez, se realizó una investigación documental previa. Esta revisión tuvo como propósito identificar los factores asociados a la proliferación de microorganismos en fachadas y la presencia de organismos que alteran su estética (Bruno et al., 2019; Pinna, 2023). Asimismo, se analizaron procesos relacionados con la retención de humedad en los materiales y su degradación progresiva (García, 2021). Para el desarrollo de esta investigación se empleó una metodología descriptiva-cuantitativa. Asimismo, se realizó un muestreo mediante la elaboración de cédulas de información (ver figura 1), las cuales incluyen las coordenadas de ubicación, el número de fachada, el tipo de material constructivo y registros fotográficos de la presencia de biocolonización. La recolección de datos climáticos se realizó mediante el uso de una estación meteorológica portátil (Ver figura 3) y termómetros infrarrojos (ver figura 2), durante la estancia de investigación comprendida entre el 18 de junio y el 1 de agosto de 2024.



Figura 1. Cédula de información



Figura 2. Termómetro infrarrojo Fluke 62 Max

CÉDULA DE INFORMACIÓN OI	
UBICACIÓN C. DEL DR. AURELIO VALDIVIESO, CENTRO, 68000 OAXACA DE JUÁREZ, OAX.	CROQUIS DE LOCALIZACIÓN CUADRANTE 1 SUR
COORDENADAS 17°03'40.7"N 96°43'29.2"W	
FACHADA CATEDRAL METROPOLITANA DE OAXACA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN	
No. FACHADA 1RA FACHADA DE LA 1RA CUADRA AL SUR	
MATERIAL PIEDRA CANTERA	GALERÍA FOTOGRÁFICA
OBSERVACIONES SE ENCONTRÓ EN LA PARTE TRASERA DE LA CATEDRAL SOBRE CALLE VALDIVIESO, UNA ESPECIE DE PLANTA SILVESTRE CHICHICASTLE MANZO (WIGANDIA URENS), MUSGO (BRYOPHYTES SENSU STRICTO), UNA ESPECIE DE HELECHO PENTAGRAMMA TRIANGULARIS Y UN ÁRBOL FICUS BENJAMINA. IDENTIFICADO CON LA APLICACIÓN PICTURETHIS Y LA IDENTIFICACIÓN POR DEFECTO DE LA CÁMARA DE UN IPHONE COMPARENDOLA CON FOTOGRAFÍAS DE LAS ESPECIES ATRAVÉS DE GOOGLE IMÁGENES.	

Figura 3. Estación meteorológica portátil AcuRite Atlas - Sensor meteorológico

El muestreo se realizó en edificios representativos que presentaban evidencias visibles de procesos de biocolonizaciones en fachadas. La zona de estudio se dividió en cuatro cuadrantes de acuerdo con su orientación geográfica: norte, sur, este y oeste. La selección de los inmuebles se realizó priorizando aquellos con mayor valor histórico, cultural y patrimonial. Las áreas afectadas se documentaron mediante registros fotográficos para el análisis de los organismos presentes. La identificación de los organismos presentes se realizó con el apoyo de la bióloga Andrea Joselyn Carbajal Nandi, de la Universidad Autónoma de Guerrero, quien identificó los organismos que con mayor frecuencia biocolonizan las superficies de las fachadas.



Figura 4. Macro localización de la Ciudad de Oaxaca de Juárez ubicada en las coordenadas Longitud: $096^{\circ}43'25.14''$ y Latitud: $N17^{\circ}3'55.51''$ (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2020))



Figura 5. Macro localización de la zona de estudio del centro histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez

“El Centro Histórico de Oaxaca de Juárez es uno de los diez centros históricos mexicanos inscritos por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad. A partir de esta inscripción se generó un mayor interés por el manejo, la conservación y difusión de las riquezas culturales de esta zona. Como resultado, se elaboró el Plan Parcial de Conservación del Centro Histórico de Oaxaca de Juárez en 1997.” (Gutiérrez, 2024)

La investigación se llevó a cabo dentro del polígono del Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez (ver Figura 5). La orientación geográfica facilita la sistematización de la recolección de datos y permite analizar la incidencia de factores ambientales, como la luz solar, la humedad y la circulación del aire, influyen en la aparición y el desarrollo de biocolonizaciones en cada sector. Además, este método permite evaluar la visibilidad y frecuencia de los procesos de biocolonización dentro de cada cuadrante, lo cual es fundamental para identificar patrones de distribución y concentración en distintas áreas del centro histórico.

Este enfoque contribuye a obtener un panorama completo de la situación, al permitir identificar cómo y dónde se manifiestan las biocolonizaciones en las fachadas según la orientación y las condiciones particulares de cada cuadrante. Así, se pretende no solo documentar su presencia, sino también analizar las posibles variaciones en su proliferación de acuerdo con la ubicación dentro del polígono estudiado.

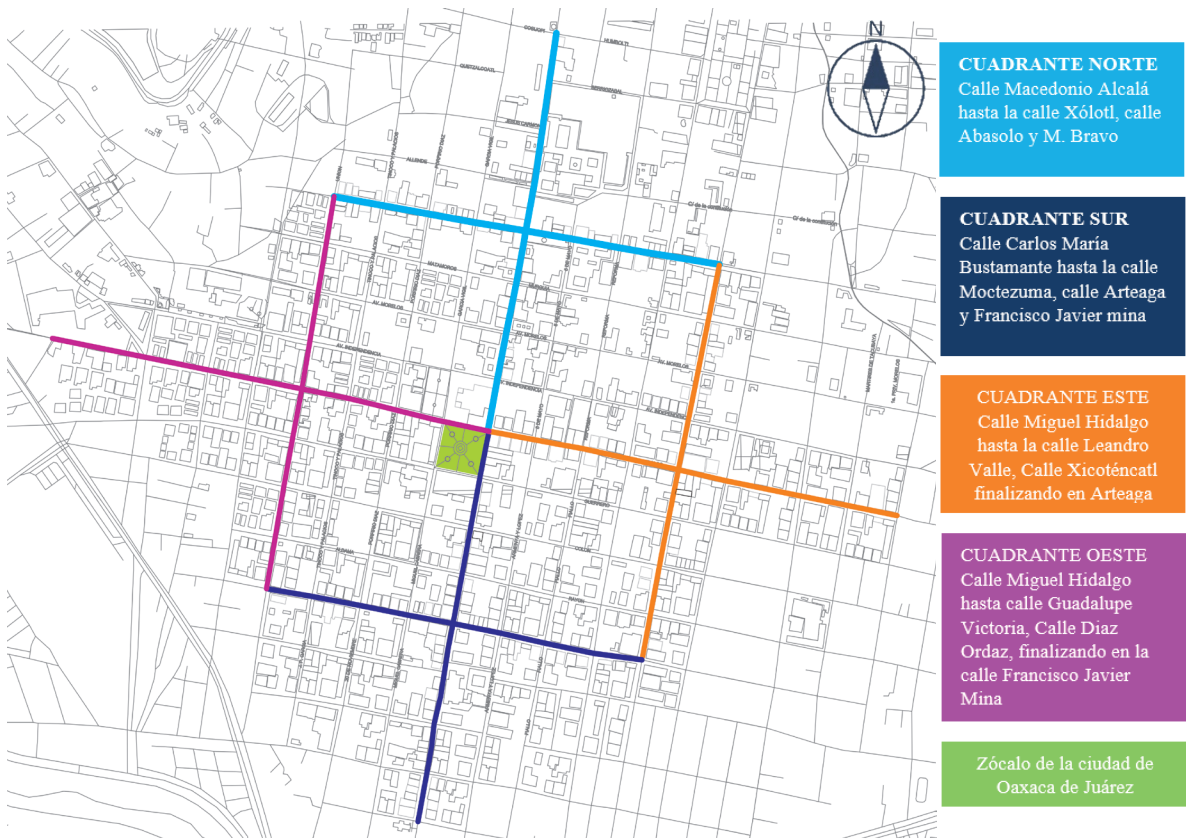


Figura 6. Delimitación de los cuadrantes por la orientación geográfica norte, sur, este y oeste



Figura 7. Orientación del cuadrante 1 Norte

El recorrido del cuadrante 1 se inicia en el zócalo de la ciudad, sobre la calle Macedonio Alcalá, en dirección norte. Se recorrieron 8 cuadras hasta la intersección con la calle Xólotl. En la 4ª cuadra de la calle M. Alcalá se realizó un muestreo sobre la calle Abasolo. Este tramo incluye la intersección con las calles 5 de mayo, Reforma, Av. Benito Juárez y

José María Morelos y Pavón. Posteriormente, el recorrido continuó en dirección oeste sobre la calle M. Bravo. Este tramo comprende las intersecciones con las calles de Manuel García Vigil, Porfirio Díaz, Tinoco y Palacios, finalizando en la calle de Manuel Sabino Crespo (ver figura 7). En total se registraron 29 fachadas con presencia de biocolonizaciones.



Figura 8. Orientación del cuadrante 2 Sur

El recorrido del cuadrante 2 se inicia en el zócalo de la ciudad, sobre la calle de Carlos María Bustamante, en dirección sur. Se recorren 8 cuadras hasta la intersección con la calle de Moctezuma. En la 4ª cuadra de la calle de Carlos María Bustamante se realizó el muestreo sobre la calle Arteaga. Este tramo incluye la intersección con las calles Armenta y López, Manuel Fernández Fiallo, Melchor Ocampo y Xicoténcatl. Posteriormente, el recorrido continuó con las calles Francisco Javier Mina. Este tramo comprende las intersecciones con las calles Miguel Cabrera, 20 de noviembre y J.P. García, finalizando en la calle de Díaz Ordaz (Ver figura 8). En total se registraron 19 fachadas biocolonizadas.



Figura 9. Orientación del cuadrante 3 Este

El recorrido del cuadrante 3 se inicia en el zócalo de la ciudad, sobre la calle Miguel Hidalgo, en dirección este. Se recorren 8 cuadras hasta la intersección con la calle Leandro Valle. En la 4ª cuadra de la calle de Miguel Hidalgo se realizó el muestreo sobre la calle Xicoténcatl. Este tramo incluye la intersección con la Av. Independencia, la Av. José

María Morelos y Pavón, Murguía y Mariano Abasolo. Posteriormente, el recorrido continuó en dirección sur sobre la calle Xicoténcatl. Este tramo comprende las intersecciones con las calles Vicente Guerrero, Colón y Rayón, finalizando en la calle de Arteaga (Ver figura 9). En total, se registraron 32 fachadas con presencia de biocolonizaciones.



Figura 10. Orientación del cuadrante 4 Oeste

El recorrido del cuadrante 4 se inicia en el zócalo de la ciudad, sobre la calle de Miguel Hidalgo, en dirección este. Se recorren 8 cuadras hasta la intersección con la calle de Guadalupe Victoria. En la 4ª cuadra de la calle de Miguel Hidalgo se realizó el muestreo sobre la calle Díaz Ordaz. Este tramo incluye la intersección con la Av. Independencia, la Av. José María Morelos y Pavón, Mariano Matamoros y Manuel Bravo. Posteriormente, el recorrido continuó en dirección sur sobre la calle Díaz Ordaz. Este tramo comprende las intersecciones con las calles Valerio Trujano, Las Casas y Aldama finalizando en la calle Francisco Javier Mina (Ver figura 10). En total, se registraron 20 fachadas biocolonizadas.

La orientación y la exposición a la intemperie influyen de manera significativa, ya que las fachadas orientadas al norte tienden a recibir menor radiación solar (Bruno et al., 2019; Pinna, 2023). Esta condición favorece una mayor retención de humedad, lo que incrementa la biorreceptividad de los materiales. Por lo tanto, la alta humedad relativa durante la temporada de lluvias promueve la biocolonización en diversos materiales, mientras que en las estaciones secas este proceso se atenúa (De Turrís et al., 2024). La arquitectura de los edificios del Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez representa una de las riquezas más notables del estado. Cada inmueble posee una historia construida a lo largo del tiempo desde su edificación, reflejando no solo su valor histórico, sino también el paso del tiempo a través del deterioro de los materiales en las fachadas.

Los edificios presentan una gran variedad de materiales de construcción que reflejan las influencias arquitectónicas coloniales y su adaptación a las condiciones locales (Gama-Castro et al., 2012). Estos materiales presentan características que los hacen más o menos susceptibles a la biocolonización.

Uno de los materiales más predominantes en la zona es la piedra cantera verde, conocida por su tonalidad verdosa y su textura porosa. Este material, al ser abundante en la región, ha sido utilizado mayormente en la construcción de iglesias, conventos y otros edificios. Su uso en fachadas y elementos decorativos hace que su porosidad favorezca la retención de agua y facilite la biocolonización de microorganismos en condiciones de humedad. (Bruno et al., 2019; Pinna, 2023).

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017), la precipitación media en la ciudad de Oaxaca es de 1550 mm anuales, principalmente en los meses de junio a octubre. Durante este periodo, el aumento de las lluvias incrementa la humedad en la superficie de los materiales expuestos a estos cambios climáticos, lo que favorece el asentamiento, crecimiento y desarrollo progresivo de distintas especies de macroorganismos (De Turrís et al., 2024). En épocas de sequía y cuando las temperaturas aumentan, estos cambios también impactan en las propiedades físicas del material, así como en su biorreceptividad frente a los microorganismos que lo biocolonizan (García, 2021)

El clima desempeña un papel relevante en el envejecimiento natural de los edificios. De acuerdo con las normales climatológicas de la Comisión Nacional del Agua, a través de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, la temperatura **máxima promedio es de 29.4 °C**. La temperatura mínima promedio es de 13.3 °C y la temperatura media de 21.3 °C. En los resultados obtenidos mediante la estación meteorológica AcuRite Atlas, la temperatura exterior promedio osciló alrededor de los 22.4 °C. Por lo tanto, el clima variable de la ciudad favorece el crecimiento de organismos como las algas, las cuales suelen ser los primeros microorga-

nismos en preparar la superficie para su posterior colonización por organismos más agresivos, dañinos y difíciles de combatir. (Bruno et al., 2019; Pinna, 2023).

El clima templado húmedo favorece la presencia de organismos en monumentos y fachadas, afectando su durabilidad (Pinna, 2023). Los climas tropicales húmedos presentan condiciones que aceleran y favorecen el crecimiento de organismos, principalmente algas, ya que se desarrollan de manera rápida y constante debido a la humedad y las altas temperaturas, principalmente en ambientes que tienen contacto con el aire (Bruno et al., 2019). Estos organismos se presentan con mayor frecuencia en monumentos arqueológicos. De acuerdo con el artículo *Las algas en los sitios arqueológicos mayas, biología y conservación del patrimonio*. “En los ambientes tropicales húmedos tenemos condiciones que favorecen el crecimiento de muchos tipos de organismos y, en particular, de las algas, que son especialmente activas por su desarrollo rápido y constante.” (Eberto Novelo, et al., 2024).

En épocas de lluvias, el incremento de la humedad y el estancamiento de agua en las superficies favorecen el crecimiento y la proliferación de algas, líquenes, musgos, hongos y bacterias, debido al tipo de sustrato del que están compuestos estos edificios (Bruno et al., 2019; García, 2021). En épocas en las que las temperaturas son más elevadas y la humedad disminuye, estos microorganismos previamente establecidos permanecen presentes, pero no se encuentran activos; sin embargo, no desaparecen. Esto genera que los microorganismos presenten un ciclo de vida dependiendo de las variaciones climáticas y del entorno, influido por factores como la humedad, la temperatura y las precipitaciones (Antonio de Turris et al., 2024)

Documentación previa e intervención en patrimonio edificado

Diversos autores (Ríos, 2009; Segarra Narváez et al., s.f.; Fernández, 2016; Azkarate et al., 2003) señalan que es necesario contar con una documentación previa del inmueble a intervenir con el objetivo de proteger, conservar y rehabilitar el patrimonio. Esta documentación permite comprender los acontecimientos que han marcado su evolución histórica, así como los procesos de deterioro y el conjunto de investigaciones previas a la intervención. Marcos Ríos (2009) establece que, para recabar información del inmueble previo a la intervención, es necesario considerar fuentes como los análisis históricos y tipológicos, las condiciones, los estilos arquitectónicos y los materiales. La documentación fotográfica resulta fundamental para identificar las alteraciones que ha experimentado el inmueble a lo largo del tiempo. Asimismo, resulta indispensable conocer los productos, herramientas y materiales que se pretenden emplear en la intervención del deterioro, así como aquellos utilizados en restauraciones previas, a fin de evaluar el grado de afectación que pueden generar en el inmueble.

Previo a intervenir el patrimonio, es necesario realizar un levantamiento mediante modelos tridimensionales que permitan obtener información precisa del inmueble. Para ello se emplean técnicas como la fotogrametría y el láser escáner, las cuales permiten identificar daños producidos por fenómenos naturales o por la estructura de la edificación. Es necesario solicitar documentación previa que contenga planos actuales y de intervención, así como fotografías de detalle y del entorno. (Azkarate et al., 2003; Fernández, 2016).

Una alternativa preventiva para abordar la pérdida patrimonial es la documentación gráfica, la cual permite obtener un

conocimiento integral del inmueble. Durante la intervención, esta herramienta resulta más eficiente al permitir la clasificación de los inmuebles de acuerdo con aquellos que requieren un proceso de intervención inmediata y profunda o una intervención esporádica. Por ello, si se realiza una nueva intervención años después, la documentación permite comparar la información, abarcar un mayor número de edificaciones en menor tiempo, reducir costos y mejorar la calidad del proceso. Durante la intervención del patrimonio es necesario respetar su tipología arquitectónica, así como el sistema constructivo y los materiales originales con los que fue edificado, manteniendo el equilibrio entre lo antiguo y lo nuevo. (Ríos, 2009; Fernández, 2016).

Factores sociales y criterios de intervención

Diversos autores (Ruskin; Bonilla Polanco, 2015; Generator, s.f.; Álvarez Mora & Valverde Díaz de León, 2001) señalan que los factores sociales y económicos han contribuido de manera significativa al abandono de los edificios, lo que posteriormente ocasiona su deterioro y posible desaparición. En consecuencia, resulta indispensable convertir el patrimonio en un recurso activo y establecer un equilibrio entre su aprovechamiento social y económico. Para Ruskin, el edificio es comparable con un ser humano: nace, vive y muere. De este modo, las intervenciones que se realicen pueden derivar en procesos de imitación que afectan su autenticidad.

Los materiales condicionan la durabilidad y determinan la vida útil del edificio. En este contexto, a lo largo del tiempo, su mantenimiento representa una carga económica significativa que puede derivar en la venta o el abandono de los inmuebles. Como consecuencia, aparece la ruina funcional y, posteriormente, la pérdida del valor patrimonial.

Por ello, resulta fundamental mantenerlo activo y funcional, adecuándolo a las necesidades de la sociedad. Las obras de restauración se caracterizan por mantener la estética y el valor histórico del inmueble, respetando su funcionalidad original. En cambio, las obras de rehabilitación conservan la estética y el valor histórico, aportando una nueva funcionalidad al edificio. Existen cuatro criterios específicos que es necesario considerar en el marco de la intervención patrimonial: Liberación, que consiste en la eliminación de alteraciones que modifiquen la estética y el carácter de la obra original; Conservación, entendida como el mantenimiento preventivo del edificio y el reforzamiento de la estructura mediante la reparación o sustitución de elementos; Reconstrucción, orientada a regenerar el edificio a su estado original mediante evidencias y documentación preexistente; y Renovación, que implica la mejora funcional del inmueble para su uso contemporáneo.

Normativas y sostenibilidad

(Sánchez, 2022; Santamaría & Igiñiz, 2015; Gómez, 2018b) indican que la intervención en el patrimonio comprende un conjunto de acciones orientadas a conservar, rehabilitar o adaptar un edificio patrimonial sin perder su valor original. No obstante, previo a cualquier intervención, es necesario contar con un conocimiento integral del edificio, que abarque desde su historia hasta sus **técnicas constructivas**. La falta de este conocimiento puede derivar en la pérdida del valor patrimonial, ya que se busca que el edificio respete su evolución en el tiempo como parte de su originalidad. Con la restauración se pretende detener el deterioro y conservar el valor patrimonial. En consecuencia, la intervención debe ser crítica y no arbitraria, y los elementos nuevos incorporados deben distinguirse claramente

del estado original. Las intervenciones deben caracterizarse por su mínima incidencia y su reversibilidad, de modo que puedan corregirse posteriormente sin dañar el edificio.

La eficiencia energética es una de las principales problemáticas actuales, ya que una parte del consumo energético se genera en construcciones existentes. Esta situación crea un conflicto con la conservación del patrimonio, cuyo objetivo es preservar el valor cultural de los edificios y garantizar su protección. Una de las principales necesidades que surgen para disminuir el consumo energético es la intervención del patrimonio edificado, adaptada a cada edificio dependiendo de su valor patrimonial y su grado de protección, permitiendo implementar soluciones graduales sostenibles. (Sánchez, 2022)

Entorno e Intervención

Investigaciones previas (Álvarez Mora & Valverde Díaz de León, 2001; Bonilla Polanco, 2015) señalan que la intervención del patrimonio edificado debe entenderse como parte de una estrategia de ordenamiento urbano. Aunque en una intervención se busca recuperar la imagen arquitectónica del edificio y respetar su estructura y relación con el entorno, aun cuando se empleen materiales contemporáneos, estos deben integrarse de manera armónica al conjunto construido. De acuerdo con Louis Cereceda (2013), el patrimonio edificado debe reflejar los valores sociales y los materiales de la época en la que fue construido. No obstante, previo a cualquier intervención, es necesario establecer el uso que se le dará al edificio, ya sea como bien histórico o mediante su adaptación a un nuevo uso. Esta decisión influye directamente en el grado de intervención y permite evitar pérdidas innecesarias del material original.

Materiales, tecnologías y conservación preventiva

Las intervenciones requieren ejecutarse de manera adecuada y controlada, respetando la estructura morfológica y el valor histórico del inmueble. Uno de los factores del deterioro de los edificios es la falta de mantenimiento, así como las modificaciones no reguladas que afectan y debilitan su valor patrimonial. La incorporación de tecnologías digitales, como la fotogrametría, el escaneo láser, los sistemas BIM y los SIG, ha mejorado los procesos de documentación, análisis y conservación del patrimonio edificado, lo que favorece intervenciones más precisas y menos invasivas. También se emplean tecnologías emergentes como drones para levantamientos aéreos, realidad virtual para la difusión del patrimonio y sensores inteligentes para el monitoreo preventivo. El uso de nuevas tecnologías no sustituye los principios tradicionales de la conservación, sino que los refuerza, contribuyendo a la preservación histórica y cultural. (Fernández, 2016; Sánchez, 2022).

Patrimonio no protegido

De acuerdo con Antonio (2018), existe también el patrimonio arquitectónico no protegido, el cual forma parte del entorno urbano. No obstante, suele ser transformado sin criterios técnicos ni normativos adecuados. Su conservación solo es posible cuando se cuenta con conocimiento de los materiales y las **técnicas constructivas utilizadas en su edificación**. Generalmente, las intervenciones realizadas en el patrimonio no protegido responden a criterios estéticos de carácter inmediatos. Esto provoca la sustitución de materiales originales por materiales modernos sin relación con el contexto urbano o histórico, lo que deriva en una pérdida irreversible de autenticidad. La falta de regulación específica y de asesoría técnica especializada favorece que

estas transformaciones se realicen sin considerar la compatibilidad de los nuevos materiales con los originales. Como consecuencia, se generan afectaciones en el comportamiento físico de los materiales, así como en la imagen urbana del entorno inmediato. Asimismo, la transformación constante del patrimonio no protegido contribuye a la pérdida progresiva de la identidad arquitectónica local. Esta situación dificulta la comprensión del desarrollo histórico de la ciudad y limita la posibilidad de futuras acciones de conservación, ya que mu-

chas de las alteraciones resultan irreversibles. En la ciudad de Oaxaca de Juárez, la conservación del patrimonio resulta de suma importancia, ya que constituye un factor significativo para el entorno urbano y los principales monumentos en la ciudad. Sin embargo, los cambios climáticos y la biorreceptividad de los materiales de construcción determinan una problemática notable. Esta situación favorece la aceleración del crecimiento de organismos vivos, como flora y fauna silvestre, así como de diversos microorganismos.

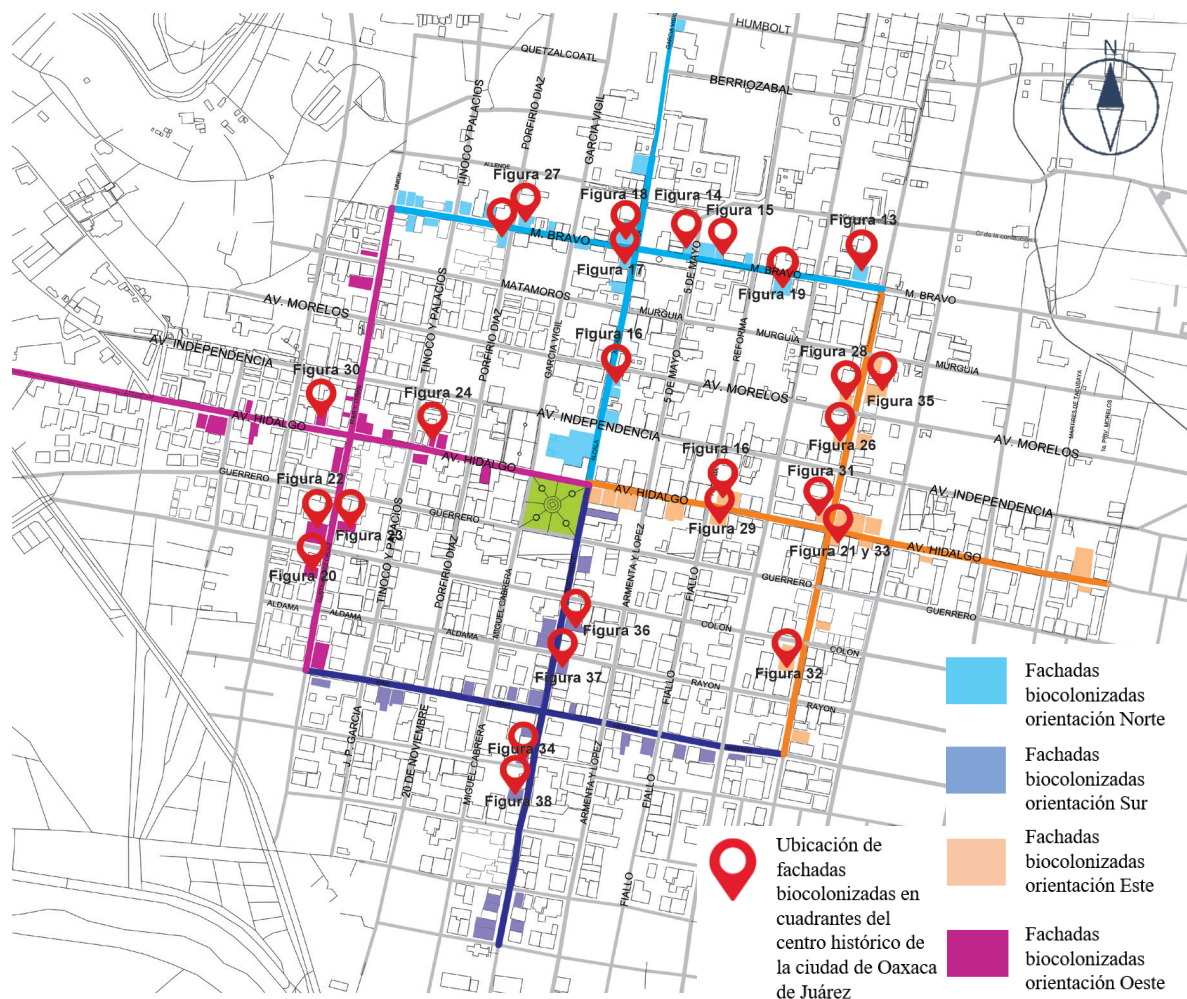


Figura 11. Muestreo de registro de biocolonizaciones en cuadrantes de acuerdo a su orientación geográfica norte, sur, este y oeste

Inventario de biocolonizaciones en fachadas del centro histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez



Figura 12. Hotel Azul

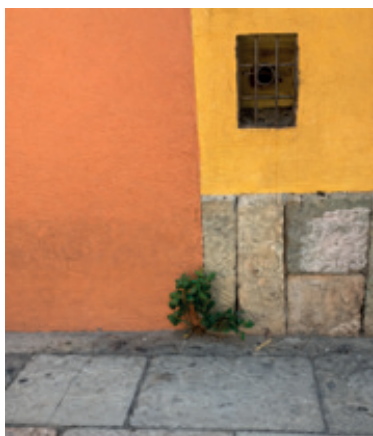


Figura 15. Café Brújula 104

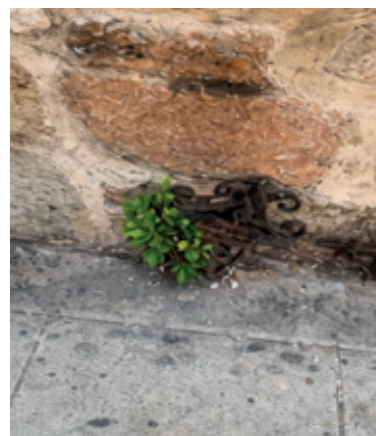


Figura 18. Iglesia Sangre de Cristo



Figura 13. Galería FINE ART



Figura 16. Financiera Independencia



Figura 19. Casa 204



Figura 14. TUTU Y CO



Figura 17. Hostería de Alcalá 307



Figura 20. Fachada sin nombre



Figura 21. Inmueble abandonado



Figura 24. Importaciones Sun



Figura 27. Hilo de Nube

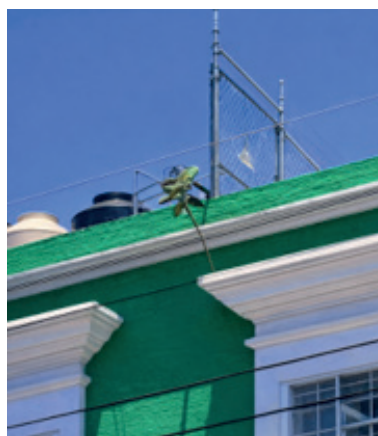


Figura 22. Anthony Ropa Americana



Figura 25. Cantina Salón de la fama



Figura 28. Fachada sin número



Figura 23. Hotel Santa Fe



Figura 26. Fachada 109



Figura 29. Hotel casa de sierra azul



Figura 30. Fachada 313-A



Figura 33. Inmueble abandonado



Figura 36. Vision Cell



Figura 31. Real Estate



Figura 34. Ropa Americana Lain



Figura 37. Tin-tines



Figura 32. Cocinas y muebles 422-A



Figura 35. Bariatra



Figura 38. Expendio Bustamante

CUADRANTE 1							
UBICACIÓN	N. DE FACHADAS	TOTAL	MATERIAL EN FACHADA				
			CANTERA	ADOBE	LADRILLO	TABICON	APLANADO
NORTE	4	29	1		1		2
SUR	6		4				2
ESTE	6		3				3
OESTE	13		2	2	1		8
TOTAL			10	2	2	0	15

Tabla 1. Resultados del muestreo del cuadrante 1

En el Cuadrante 1, la mayoría de las fachadas se localizan con orientación oeste. El material predominante es el acabado aplanado, debido a intervenciones previas, seguido de la cantera, presente en 10 fachadas (Tabla 1). Se contabilizaron muy poco los factores de fauna silvestre, por lo cual, no forma parte del estudio de estos cuadrantes.

CUADRANTE 2							
UBICACIÓN	N. DE FACHADAS	TOTAL	MATERIAL EN FACHADA				
			CANTERA	ADOBE	LADRILLO	TABICON	APLANADO
NORTE	6	19	1		1		4
SUR	5						5
ESTE	4			1			3
OESTE	4						4
TOTAL			1	1	1	0	16

Tabla 2. Resultados del muestreo del cuadrante 2

En el análisis de las fachadas del Cuadrante 2, el acabado aplanado es el material predominante, principalmente debido a intervenciones realizadas. La cantera, el adobe y el ladrillo se presentan en menor proporción. Este cuadrante muestra una alta concentración de fachadas con orientación oeste (Tabla 2).

CUADRANTE 3							
UBICACIÓN	N. DE FACHADAS	TOTAL	MATERIAL EN FACHADA				
			CANTERA	ADOBE	LADRILLO	TABICON	APLANADO
NORTE	10	32	2		1		7
SUR	5				1		4
ESTE	6			1	1		4
OESTE	11		4				7
TOTAL			6	1	3	0	22

Tabla 3. Resultados del muestreo del cuadrante 3

CUADRANTE 4							
UBICACIÓN	N. DE FACHADAS	TOTAL	MATERIAL EN FACHADA				
			CANTERA	ADOBE	LADRILLO	TABICON	APLANADO
NORTE	4	20	3				1
SUR	5			2			3
ESTE	6		1				5
OESTE	5		2				3
TOTAL			6	2	0	0	12

Tabla 4. Resultados del muestreo del cuadrante 4

En el análisis de las fachadas del Cuadrante 3, los materiales identificados son: la cantera, el adobe, el ladrillo y el acabado aplanado. Este último predomina debido a las intervenciones realizadas por el desgaste de los materiales. Asimismo, el cuadrante presenta una alta concentración de fachadas con orientación oeste (Tabla 3).

En el Cuadrante 4, la mayoría de las fachadas presenta orientación este. El material más utilizado es el acabado aplanado, derivado de intervenciones asociadas al desgaste de los materiales. La cantera es el segundo material más empleado, presente en 3 fachadas (Tabla 4). Entre los organismos observados se encuentran líquenes, musgos y algas, cuya presencia depende de la orientación de las fachadas y del tipo de material empleado. Las fachadas orientadas hacia el norte y el oeste presentan una mayor concentración de biocolonizadores. La razón principal de esta distribución radica en que estas orientaciones reciben menos luz solar directa a lo largo del día. Esta condición favorece la conservación de la humedad por más tiempo en la superficie de los muros. Por otro lado, las fachadas orientadas al sur y al este, expuestas a un mayor número de horas de sol, registran niveles más bajos de biocolonización. Esto se debe a que el calor y la radiación directa favorecen el secado de las superficies y dificultan la supervivencia de los organismos. (Adamson et al., 2013; García, 2021). Materiales de fachadas como la cantera, el adobe y los acabados aplanados presentan un mayor grado de biocolonización. La cantera,

material de origen volcánico, se caracteriza por su alta porosidad y capacidad de absorción, lo que facilita la retención de agua y la adhesión de microorganismos. Los acabados aplanados presentan indicios de biocolonización, en algunos casos en menor proporción en comparación con la piedra cantera o el adobe. Por el contrario, materiales como el ladrillo presentan niveles de biocolonización significativamente más bajos. Este material, al ser menos poroso o contar con recubrimientos, ofrece una superficie menos adecuada para la retención de agua y nutrientes, lo que dificulta la biocolonización. Las fachadas orientadas al norte y al oeste, caracterizadas por una menor exposición solar, así como aquellas construidas con materiales porosos como la cantera, presentan una mayor tendencia a la biocolonización por microorganismos. Esto plantea la necesidad de diseñar estrategias de conservación y mantenimiento que consideren estas variables. (García, 2021; Guillitte, 1995).

“El desgaste de los materiales de construcción comienza desde el momento en que una piedra se extrae de una cantera o un mor-

tero se coloca en una edificación. Este proceso se debe a factores ambientales naturales como la radiación solar, la nieve, el viento y la lluvia, los cuales contribuyen progresivamente en la descomposición de los materiales en partículas más pequeñas hasta su transformación en minerales constituyentes. La actividad microbiana puede tener un impacto relevante en la durabilidad de los materiales de construcción” (De Turris, et al., 2024).

De acuerdo con La Russa et al. (2014) en los últimos años se han investigado diversos productos y métodos para controlar, mitigar y prevenir la biocolonización causada por microorganismos que forman biopelículas en el patrimonio cultural. Para la eliminación de estos microorganismos, es fundamental identificar los métodos de limpieza y evaluar los agentes involucrados en el daño. Cuando no es posible reducir factores ambientales como la luz o la humedad, es necesario implementar métodos como la eliminación mecánica, la erradicación física y el uso de biocidas. No obstante, el óxido de titanio se distingue por su estabilidad química, amplio espectro de acción y bajo costo. El óxido de titanio puede resultar altamente eficiente en la protección y el mantenimiento de superficies de piedra, al reducir el biodeterioro sin comprometer el valor histórico y patrimonial.

Actualmente, para dar el tratamiento de superficies monumentales afectadas por biopelículas, se emplean aceites esenciales en bajas concentraciones como una alternativa sostenible a los biocidas tradicionales. Estos compuestos se consideran compatibles con principios de sostenibilidad y también se utilizan en la industria médica, ya que sus deri-

vados son altamente efectivos contra bacterias y hongos y, al diluirse, presentan baja toxicidad para la salud humana. En este sentido, las técnicas láser pueden apoyar el diagnóstico y la identificación de alteraciones en los materiales, además de ser herramientas de fácil aplicación (Bruno et al., 2019; Pinna, 2023).

Una alternativa a los biocidas químicos convencionales la constituyen los aceites esenciales de origen vegetal, considerados compuestos seguros, respetuosos con el medio ambiente y con propiedades antibacterianas. Son eficaces para combatir bacterias resistentes a diversos fármacos. Sin embargo, debido a su color, volatilidad e insolubilidad en agua, su aplicación puede verse limitada en edificios patrimoniales. Diversos estudios han mostrado resultados favorables en la eliminación de biopelículas mediante la aplicación de aceite esencial de *Calamintha nepeta*. Este aceite se transporta en una matriz de hidrogel, material caracterizado por su alta capacidad de retención de agua. Estos sistemas se adhieren a superficies lisas o verticales y presentan una alta capacidad de soporte, lo que incrementa su eficiencia como agentes biocidas. Las nanotecnologías presentan diversas ventajas para la resolución de problemas relacionados con el medio ambiente, y a lo largo de los años se ha demostrado su potencial aplicación en la conservación del patrimonio cultural. (Gabriele et al., 2021).

Como señalan Bruno et al., (2019) “Una tecnología no invasiva y segura más reciente implica el uso de aceites esenciales de baja concentración para tratar las superficies de monumentos de piedra afectadas por biopelículas (Stupar et al. 2014; Bruno et al. 2018). Los aceites esenciales se utilizan ampliamente como bio-

cidas en las industrias médica, alimentaria y farmacéutica; los compuestos derivados naturales son altamente efectivos contra bacterias, hongos y levaduras”.

Actualmente, se emplean productos biocidas oxidantes para reducir el impacto de los microorganismos sobre la piedra. No obstante, compuestos como el cloro y el hipoclorito de sodio se han restringido debido a los efectos perjudiciales que ocasionan en la piedra, ya que generan depósitos de sales que provocan deterioro y liberan toxinas de cloro. La tecnología ha permitido ampliar los estudios y la posibilidad de abordar la problemática asociada a las comunidades microbianas, así como analizar los mecanismos que contribuyen al biodeterioro de monumentos patrimoniales y superficies pétreas. La biotecnología y la microbiología constituyen herramientas valiosas para la preservación del patrimonio cultural. Para la eliminación de estos fenómenos, se ha recurrido al uso de biocidas que mitigan y reducen el crecimiento de los microorganismos. Sin embargo, estos productos pueden afectar el valor patrimonial del edificio, ya que están compuestos por reactivos inorgánicos con baja solubilidad en agua (Pinna, 2023).

“La eliminación mecánica se realiza mediante: cepillado, bisturí, chorro de arena, aire abrasivo, lavado a baja presión, aspiración y ultrasonidos, mientras que la erradicación física se lleva a cabo aplicando métodos como longitudes de onda electromagnéticas, altas temperaturas y láser. Los métodos químicos utilizan formulaciones de biocidas. Estos métodos de control se realizan en función de los litobiontes, los ma-

teriales y su estado de conservación, pero la aplicación de biocidas ha sido la más utilizada hasta el momento” (Pinna, D. 2023).

Discusión y Conclusiones

Adamson et al. (2013) señalan que las superficies orientadas al norte reciben menor incidencia de luz solar directa en comparación con las fachadas orientadas al sur; sin embargo, en el muestreo realizado en las fachadas del Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez, el mayor número de fachadas biocolonizadas se registró en la orientación oeste, con un total de 33 casos (33%). Esto sugiere que la orientación no es el único factor determinante, ya que en el norte se registraron 24 fachadas biocolonizadas, lo que representa un 24%. Se registró un número reducido de especies de fauna en las fachadas, siendo el chichicastle manzo (*Wigandia urens*) la especie más frecuente, lo que indica que los procesos de biocolonización están siendo dominados principalmente por componentes vegetales. De igual manera, los resultados confirman que la cantera, material predominante en las edificaciones patrimoniales del Centro Histórico, es más receptiva a los procesos de biocolonización, en concordancia con lo señalado por Guillitte (1995), retomado por García (2021). Las características del material, como la porosidad y la rugosidad, favorecen la adhesión y el desarrollo de biopelículas, facilitando la retención de agua y nutrientes. Castro y Barbosa-López (2013) señalan que estos procesos ocasionan la pérdida de dureza, estabilidad y cohesión en los materiales pétreos, manifestándose en el desprendimiento de juntas y la formación de oquedades. Las biocolonizaciones constituyen una problemática relevante, debido a las implicaciones estéticas, culturales, ambienta-

les y patrimoniales que generan en las edificaciones. Las biocolonizaciones no deben entenderse únicamente como un deterioro de carácter superficial, sino como un fenómeno que incide directamente en el comportamiento físico y, en algunos casos, estructural de los materiales, incrementando su vulnerabilidad frente a agentes externos. Diversas investigaciones (Cruz-Biel, 2018; García, 2021; Szulc et al., 2017; Gutiérrez, 2024) señalan que factores ambientales, como la humedad y las variaciones de temperatura, son los principales agentes que favorecen la biocolonización de fachadas por microorganismos. Por ello, resulta fundamental abordar esta problemática a partir del análisis de sus causas, mediante un enfoque multidisciplinario que contribuya a la protección del patrimonio cultural edificado. El estudio de la biocolonización debe entenderse como una herramienta preventiva que permita anticipar procesos de deterioro antes de que sea necesaria la aplicación de intervenciones correctivas de carácter invasivo. Si bien este estudio se centra en el contexto específico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, esta problemática también se manifiesta en otras ciudades patrimoniales con condiciones climáticas similares. No solo se busca aportar información relevante para la conservación del patrimonio edificado, sino también contribuir al fortalecimiento de políticas de conservación en ciudades históricas con características comparables.

Bibliografía

- Adamson, C., McCabe, S., & McAllister, D. (2013). Building stone and biodeterioration: Environmental factors and decay processes. *Journal of Cultural Heritage*, 14(3), 123–131.
- Álvarez Mora, A., & Valverde Díaz de León, F. (2001). Patrimonio edificado y procesos de intervención urbana. Universidad de Valladolid.
- Antonio de Turris, L., Ocando, L., Matilde, & Fernández, M. (2024). ¿Pueden los microorganismos impactar los materiales de construcción?: Una revisión. *Gaceta Técnica*, 10, 23–33. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4752971.pdf>
- Antonio, R. M. J. (2018). Intervención en patrimonio no protegido. Conocer para conservar. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. <https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/363>
- Bonilla Polanco, J. (2015). Gestión social del patrimonio arquitectónico. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Bruno, L., Rugnini, L., Spizzichino, V., Caneve, L., Canini, A., & Ellwood, N. T. W. (2019). Biodeterioration of Roman hypogea: The case study of the Catacombs of SS. Marcellino and Pietro (Rome, Italy). *Annals of Microbiology*, 69(10), 1023–1032. <https://doi.org/10.1007/s13213-019-01460-z>
- Castro, M., & Barbosa-López, S. (2013). Biodeterioro de materiales pétreos en edificaciones patrimoniales. *Revista de Conservación del Patrimonio*, 7(2), 45–58.
- Cereceda, L. (2013). Patrimonio edificado y valores sociales. *Revista de Urbanismo*, 28, 55–68.
- Comisión Nacional del Agua. (2024). Normales climatológicas por estación: Oaxaca de Juárez. Servicio Meteorológico Nacional.
- Fernández, M. (2016). Criterios de intervención en arquitectura patrimonial. Editorial Síntesis.
- Gabriele, F., Vetrano, A., Bruno, L., Casieri, C., Germani, R., Rugnini, L., & Spreti,

- N. (2021). New oxidative alginate-bio-cide hydrogels against stone biodeterioration. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 163, 105281. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2021.105281>
- Gama-Castro, J. E., Cruz y Cruz, T., Pi-Puig, T., Alcalá-Martínez, R., Caba-das-Báez, H., Jasso-Castañeda, C., Díaz-Ortega, J., Sánchez-Pérez, S., López-Aguilar, F., & Vilanova de Al-lende, R. (2012). Arquitectura de tierra: El adobe como material de construc-ción en la época prehispánica. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 177–188. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttex-t&pid=S1405-33222012000200003
- García Garzón, G. (2021). Biocolonización de patrimonio en piedra: Una revisión (Tesis/Documento académico). Uni-versidad Autónoma de México. <http://hdl.handle.net/10654/38036>
- Gómez, L. (2018b). Intervenciones Sostenibles en el Patrimonio Indus-trial Edificado. [www.academia.edu. https://www.academia.edu/38212404/Intervenciones_Sostenibles_en_el_Pa-trimonio_Industrial_Edificado?au-to=download](https://www.academia.edu/38212404/Intervenciones_Sostenibles_en_el_Pa-trimonio_Industrial_Edificado?au-to=download)
- Guillitte, O. (1995). Bioreceptivity: A new concept for building ecology studies. *Science of the Total Environment*, 167, 215–220.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Anuario estadístico y geográfi-co de Oaxaca. INEGI.
- La Russa, M. F., Macchia, A., Ruffolo, S. A., De Leo, F., Barberio, M., Barone, P., Crisci, G. M., & Urzi, C. (2014). Test-ing the antibacterial activity of doped TiO₂ for preventing biodeterioration of cultural heritage building materi-als. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 96, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2014.10.002>
- Novelo, E., Hernández-Marín, M., & Ramírez-Vázquez, M. (2024). Las al-gas en los sitios arqueológicos mayas: biología y conservación del patrimo-nio. Instituto de Biología, UNAM.
- Pinna, D. (2023). Microbial recolonization of artificial and natural stone artworks after cleaning and coating treatments. *Journal of Cultural Heritage*, 61, 217–228. <https://doi.org/10.1016/j.cul-her.2023.04.006>
- Sánchez, L. M. (2022). La intervención del patrimonio arquitectónico-urbano resi-dencial de Mar del Plata: un problema abierto. *Arquitecturas del Sur*, 40-53. <https://doi.org/10.22320/07196466.2022.40.061.03>
- Segarra Narváez, J., Pérez, L., & Morales, R. (s.f.). Documentación arquitectónica aplicada a la conservación del patrimo-nio. Documento académico no publica-do.
- Szulc, J., Ruman, T., & Gutarowska, B. (2017). Metabolome profiles of moulds on carton-gypsum board and malt extract agar medium. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 125, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.08.002>