



# Acciones de conservación sostenible para el sitio arqueológico de Ingapirca, Ecuador

**LILIAN GARCÍA-ALONSO**

INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA  
E HISTORIA  
lilian\_garcia\_a@encrym.edu.mx

Laboratorista y restauradora con estudios doctorales y posdoctorales en materiales. Cofundadora del laboratorio de tecnologías tradicionales y sostenibles para la conservación (ENCRYM-INAH). Estudia tecnologías tradicionales y ejemplares del patrimonio etnobiológico de México para su rescate, enseñanza y aplicación en procesos de restauración. Ha generado publicaciones, conferencias y talleres para instituciones nacionales e internacionales.

**LUIS FERNANDO GUERRERO BACA**

DEPARTAMENTO DE SÍNTESIS CREATIVA  
UAM XOCHIMILCO  
lfgbaca@correo.xoc.uam.mx

Arquitecto, Maestro en Restauración Arquitectónica y Doctor en Diseño con especialidad en Conservación. Profesor de la UAM desde 1987 y de la ENCRYM-INAH desde 1996. Miembro del SNI nivel 3. Ha realizado investigaciones sobre tipología, teoría de la conservación y edificación sostenible con tierra. Miembro de la Red Iberoamericana Proterra y de la Cátedra UNESCO de *Arquitectura de Tierra, Culturas Constructivas y Desarrollo Sostenible*.

El presente artículo describe una serie de medidas planteadas y aplicadas para salvaguardar un monumento emblemático del sitio arqueológico de Ingapirca, como parte de una colaboración con el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) del Ecuador. Se exponen algunas acciones de conservación de los morteros de tierra, así como los riesgos del uso de biocidas y alternativas a éste para controlar las biopelículas sobre los materiales inorgánicos. Los resultados alcanzados permiten promover la puesta en valor de técnicas tradicionales de intervención, que contribuyan a la conservación del patrimonio biocultural con estrategias de bajo impacto ambiental. *Palabras clave: sostenibilidad, medio natural, estructuras pétreas, deterioro, microorganismos, biopelículas, patrimonio biocultural.*

*This article describes a series of measures proposed and applied to safeguard an emblematic monument at the Ingapirca archeological site, as part of a collaboration with the Ecuadorean National Institute of Cultural heritage (INPC in Spanish). Some of the actions used to conserve the earthen mortars are described, as are the risks of using biocides and alternatives to control biofilms on inorganic materials. The results that have been achieved highlight the value of traditional techniques, which contribute to the conservation of biocultural heritage with strategies that have low environmental impact. Keywords: sustainability, natural environment, stony structure, deterioration, microorganisms, biofilms, biocultural heritage.*



**Figura 1.** Paisaje de Ingapirca en el que sobresale La Elipse por su altura y la regularidad de la mampostería de piedra de sus paramentos. Fotografía: Luis Guerrero, 2017.

## INTRODUCCIÓN

Ecuador posee una vasta herencia de origen prehispánico que abarca milenios de desarrollo y que, dada su condición costera y pertenencia a la cordillera andina, fue escenario de constantes intercambios culturales con una amplia región del continente.<sup>1</sup> Sin embargo, por diversos motivos económicos y socioculturales, el estudio sistemático del pasado precolombino se ha desarrollado lentamente en el país, y existen enormes extensiones prácticamente inexploradas en las que permanecen notables vestigios en espera de ser analizados para intentar dimensionar la relevancia de la región y sus conexiones con el exterior.<sup>2</sup>

En la actualidad, de los sitios arqueológicos que se encuentran abiertos al público en todo el país, destaca de forma relevante la antigua ciudad cañari de Ingapirca, por su emplazamiento, por la antigüedad de su ocupa-

ción continua y por su singular combinación de sistemas constructivos líticos. La ciudad que estuvo habitada por la civilización cañari varios siglos antes de nuestra era, fue ocupada hasta pocas décadas previas a la llegada de los conquistadores españoles por el imperio inca, del que seguramente fue tributaria toda la región.<sup>3</sup>

Uno de los componentes más destacados del sitio, y que seguramente estuvo asociado con rituales cósmicos desde la fundación de la ciudad, es el monolito que se conoce actualmente con el nombre de La Elipse (Figura 1). Esta gran roca destaca por sus dimensiones y volumetría, pero, sobre todo, por haber sido recubierta en época incaica por miles de piedras talladas con el singular proceso de labrado que caracteriza la arquitectura de dicha cultura. Justamente el nombre de “Ingapirca” se traduce en la lengua kichwa (quechua del norte) como “muro del Inca”.<sup>4</sup>

1. Enrique Ayala Mora, *Resumen de historia del Ecuador*, Quito, Corporación Editora Nacional, 2008.

2. Colin McEwan y Florencio Delgado-Espinoza, “Late Pre-Hispanic Politics of Coastal Ecuador”, en Helaine Silverman, William H. Isbell (eds.), *The Handbook of South American Archaeology*, Nueva York, Springer, pp. 505-526. En <https://epdf.mx/queue/handbook-of-south-american-archaeology.html>

3. José Alcina France, “Ingapirca: Arquitectura y áreas de asentamiento”, en *Revista Española de Antropología Americana*, núm. 8, Madrid, pp. 127-146. En <https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA7878110127A/25357>.

4. Mario Jaramillo Paredes, *Estudio histórico sobre Ingapirca*, Quito, Ediciones Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 1976, p. 73.

La zona arqueológica se ubica en la cuenca alta del río Cañar, en la provincia del mismo nombre, a los 2°32' de latitud sur y 78°52' de longitud oeste, cerca del centro del actual territorio ecuatoriano a los 3 160 msnm. El clima se considera frío con una temperatura media anualizada de 10°C, elevada humedad ambiental a lo largo del año e intensas lluvias en marzo y abril.<sup>5</sup>

El entorno corresponde a laderas con poca pendiente, que permanecen verdes casi todo el año tanto por los pastizales que alimentan al ganado de libre pastoreo como por la agricultura de cebada, trigo, habas y papas. Se sabe que en la antigüedad existían zonas boscosas que han sido taladas de manera sistemática, y actualmente perviven algunos núcleos de eucaliptos de origen australiano que fueron introducidos en el siglo XIX, así como sucedió en muchos países de América Latina, porque se pensaba que serían rentables por su rápido crecimiento.

El sitio ha captado la atención tanto de pobladores vecinos como de visitantes nacionales y extranjeros durante décadas. Sin embargo, desde la llegada de los conquistadores españoles, ha existido una confusión respecto a la función de La Elipse y se consideró, erróneamente, como una "fortaleza" debido a su forma singular y relación con el paisaje.<sup>6</sup> Incluso, en muchas referencias actuales, aún se le denomina como el "Castillo de Ingapirca" y el templo, del cual apenas se conservan ruinas en su cúspide, se conoce como el "Cuerpo de Guardia" (Figura 2).

A pesar del valor patrimonial del monumento y el atractivo turístico que representa, lamentablemente se han realizado muy pocos estudios sistemáticos tendientes a la comprensión de su función como parte de la estructura urbana que lo rodea y del vínculo con el territorio en el que la sociedad cañari tuvo una influencia determinante.<sup>7</sup>



**Figura 2.** Estructura parcialmente reconstruida llamada "Cuerpo de Guardia" en la cúspide de La Elipse. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.

Resulta sorprendente cómo en la actualidad, la sociedad local y nacional muestra un gran interés por los rasgos incas ubicados en los vestigios arqueológicos, mientras que prestan escasa atención a las estructuras fundacionales de origen milenario que permanecen en estado de ruinas. Éstas últimas corresponden a una de las sociedades que desempeñaron un papel fundamental en la definición de la nación ecuatoriana (Figuras 3 y 4). Se trata de yacimientos cañaris culturalmente vinculados con comunidades en las que los habitantes aún se consideran sus descendientes y conservan el conocimiento de algunas palabras de su ancestral idioma.<sup>8</sup>

5. Graciela Soledad Cárdenas Ordóñez y G. Estrella Quinteros Vicuña, *Cañar, capital arqueológica y cultural del Ecuador: Análisis de su declaración y proyecciones*, Tesis para la obtención del grado de licenciadas en Ciencias de la Educación con especialización en historia y geografía. Ecuador, Universidad de Cuenca, 2011, p. 11.

6. Marius S. Ziolkowski y R. M. Sadowski, "Informe acerca de las investigaciones arqueo astronómicas en el área central de Ingapirca (Ecuador)", en *Revista Española de Antropología Americana*, 1984, pp. 103-125. En <https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA8484110103A/25024>

7. Mario Garzón Espinosa, "Nuevos datos para la reconstrucción de la Historia Cultural de Ingapirca", en *Memorias del primer encuentro de arqueólogos del norte del Perú y sur del Ecuador*, Ecuador, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2010, pp. 83-100. En [www.academia.edu/41966986/I\\_Encuentro\\_de\\_arque%C3%B3logos\\_del\\_Norte\\_del\\_Per%C3%BA\\_y\\_Sur\\_del\\_Ecuador\\_Memorias\\_Relaciones\\_interregionales\\_y\\_perspectivas\\_de\\_futuro\\_ed\\_s](http://www.academia.edu/41966986/I_Encuentro_de_arque%C3%B3logos_del_Norte_del_Per%C3%BA_y_Sur_del_Ecuador_Memorias_Relaciones_interregionales_y_perspectivas_de_futuro_ed_s)

8. Fernando Jurado Noboa, "El antiguo Cañar visto desde los documentos coloniales y republicanos de Quito 1548-1875", en *Apuntes para la historia del Cañar. Memorias de las xv jornadas de historia social*, Quito, Subsecretaría de Cultura, 1992, pp. 105-120.



**Figura 3.** Sección conocida como "Pilaloma" al sur del sitio en cuyo centro se localizó una tumba colectiva de origen cañari. Fotografía: Luis Guerrero, 2017.



**Figura 4.** Vista de La Elipse desde "Pilaloma". Los andadores están adecuadamente diseñados para no dañar las bases de los muros de piedra rellenos de tierra. Fotografía: Luis Guerrero, 2017.



**Figura 5.** El muro sur de La Elipse y el frontis del "Cuerpo de Guardia" fueron desmontados y vueltos a colocar durante las intervenciones de los años setenta. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.

Paradójicamente, esta admiración por los restos de tiempos incaicos ha llevado tanto a los pobladores como a los investigadores e instituciones encargadas de la conservación del patrimonio a nivel regional y nacional a una "sobrepotección" de La Elipse, en la que se han realizado una diversidad de intervenciones, con muy dispares e incluso cuestionados criterios de restauración (Figura 5).<sup>9</sup>

Como parte de esas constantes propuestas de preservación del monumento, en fechas recientes el país recibió el apoyo económico de los Estados Unidos de América a través de una estructura financiera derivada de los llamados "Fondos del Embajador", con el fin de que el Instituto Nacional del Patrimonio Cultural (INPC), llevara a cabo diversas acciones que se consideraban indispensables para la integridad del sitio.

Como parte del presupuesto recibido, se contempló la inclusión de personal extranjero que pudiera colaborar en

9. Mónica Pesantes y Luis Guerrero, "La protección de muros arqueológicos con tierra estabilizada con cal en Ingapirca", en *Memorias del 21º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra*, Bogotá, Colombia, Proterra, 2023, pp. 320-332.

la revisión de los criterios de intervención y que propusiera alternativas ecológicas para resolver la problemática de deterioro que se había identificado. Fue así que desde el año 2021 los autores del presente artículo fuimos invitados a formar parte del equipo de trabajo encabezado por la arquitecta ecuatoriana Mónica Pesantes y llevar a cabo, de manera paralela, algunos talleres prácticos de conservación sostenible, empleando los recursos materiales y humanos locales. Uno de los compromisos del Proyecto de aplicación de los "Fondos del Embajador" consistía, justamente, en la capacitación de la comunidad local, con el fin de que a largo plazo fueran ellos quienes se hicieran cargo del mantenimiento del conjunto y, de este modo, hacer económica y socialmente viable su preservación.

#### DIAGNÓSTICO DEL MONUMENTO

El 24 de enero de 2022, la Directora Ejecutiva del INPC resolvió delegar al titular de la Dirección de Áreas Arqueológicas, Paleontológicas y Patrimonio Subacuático, como líder del Proyecto Elipse Ingapirca-Fondo del Embajador, desarrollado entre el INPC y la Embajada de los Estados Unidos de América en Ecuador, a través de un contrato

al que se dio el nombre de “Tratamiento de la microflora en los sillares de la elipse, tratamiento de arcillas y sales en los sillares de la elipse, tratamiento de exfoliación laminar fina y consolidación de desplazados en la pared de la elipse del complejo arqueológico de Ingapirca”.

El contrato, la documentación del proyecto y los antecedentes nos fueron enviados para ofrecer un criterio general que pudiera servir de apoyo para la intervención del sitio y, desde un principio, notamos que existía un problema de base en esa detallada propuesta. Al revisar los estudios diagnósticos del monumento, y la cantidad de costosos análisis realizados,<sup>10</sup> parecía evidente que no se tenía claridad acerca de las causas concretas de sus diversas transformaciones y, sobre todo, que algunas de éstas tenían décadas de haberse manifestado.

Una parte del origen de la condición actual del sitio proviene justamente de la intervención que los incas llevaron a cabo en La Elipse y que consistió en la incorporación de dos capas de piedras que se colocaron en su perímetro desde la base hasta su cúspide, y que fueron asentadas con un mortero hecho con una tierra arcillosa de origen regional conocida como “quillucaca”, que en lengua kichwa significa “tierra de color amarillo”.<sup>11</sup>

En la primera capa, que se fijó directamente al monolito original de arenisca, las piedras tienen una geometría irregular que probablemente servía como puente para recibir la mampostería labrada y pulida con la altísima precisión que caracteriza a la lítica inca, como la que se muestra en Machu Picchu y Cuzco. En la segunda capa, las piedras fueron cortadas como si fueran “cuñas” (Figura 6), de manera que la tierra que las fija a la primera capa de rocas más irregulares no es visible desde fuera del monumento, cuya fachada pareciera tener solamente “juntas a hueso”. Estas



**Figura 6.** Al fondo se distingue el monolito, luego la capa de piedras irregulares y, finalmente, las piedras “careadas” con perfil almohadillado. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.

piedras superficiales recibían, además, un tratamiento en “almohadillado” de manera que su parte central sobresale algunos centímetros de su periferia, lo que le da una textura sumamente especial a los paramentos.

Esta eficiente forma de construcción, que incluso ha demostrado tener un sorprendente comportamiento ante terremotos gracias a la articulación de la mampostería, en el caso de Ingapirca ha presentado algunos problemas derivados de la propia topografía del sitio y, sobre todo, del flujo superficial del agua. Por esto, desde principios del siglo XIX Alexander Von Humboldt,<sup>12</sup> uno de los primeros exploradores que documentaron el sitio, registró algunas separaciones entre las piedras que conforman el monumento, derivadas del abandono, asentamientos diferenciales y problemas hídricos.<sup>13</sup>

10. Rita del Consuelo Díaz, *Proyecto micro. Estudios de diagnóstico y conservación del monumento arqueológico de Ingapirca. Componente histórico*, INPC, Quito, 2013. En [www.researchgate.net/profile/Rita-Diaz-2/publication/325273778\\_LINEA\\_BASE\\_DE\\_LOS\\_DIVERSOS\\_ESTUDIOS\\_PROYECTOS\\_DE\\_INVESTIGACION\\_Y\\_TRABAJOS\\_DE\\_CONSERVACION\\_Y\\_RESTAURACION\\_PRACTICADOS\\_EN\\_EL\\_PARAMENTO\\_ARQUEOLOGICO\\_DE\\_INGAPIRCA/links/5b033511a6fdccf9e4f](http://www.researchgate.net/profile/Rita-Diaz-2/publication/325273778_LINEA_BASE_DE_LOS_DIVERSOS_ESTUDIOS_PROYECTOS_DE_INVESTIGACION_Y_TRABAJOS_DE_CONSERVACION_Y_RESTAURACION_PRACTICADOS_EN_EL_PARAMENTO_ARQUEOLOGICO_DE_INGAPIRCA/links/5b033511a6fdccf9e4f)

11. Sławomir Swięciochowski y Mateo Ponce, *Vigías, imágenes de la Ingapirca desconocida*, INPC, 2014. En [www.patrimoniocultural.gob.ec/wp-content/uploads/2023/04/8\\_Cata%CC%81logo-Vigi%CC%81as.pdf](http://www.patrimoniocultural.gob.ec/wp-content/uploads/2023/04/8_Cata%CC%81logo-Vigi%CC%81as.pdf)

12. Alexander Von Humboldt, *Mi viaje por el Camino del Inca (1801-1802)*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 2006.

13. María del Cisne Aguirre, Jefferson Torres Quezada y Michelle López Suscal, “State of conservation analysis of the Elliptical Wall of the Temple of the Sun in Ingapirca (Ecuador) and its relationship with climate conditions”, en *Heritage Science*, núm. 11, 2023, p. 60. En <https://doi.org/10.1186/s40494-023-00899-3>.

Ese lento proceso de desarticulación del sistema y desprendimiento paulatino de las capas de piedra que singularizan a La Elipse, llevaron que a mediados del siglo pasado colapsara una amplia sección del paramento norte y que se presentaran importantes grietas verticales en los otros frentes. Esto propició la participación de un grupo conformado por personal ecuatoriano y extranjero, a fin de implementar algunas medidas drásticas de intervención, como la reconstrucción de todo el tramo que se había derrumbado y, años más tarde, la colocación de marcos rígidos de concreto armado adyacentes al plano de la ladera norte, para consolidar el terreno sobre el que se asientan las piedras incas (Figuras 7 y 8).<sup>14</sup>

Esas acciones ralentizaron la desarticulación del monumento, pero no la frenaron por completo, por lo que a fines del siglo pasado se tomó la decisión de colocar una capa perimetral de concreto que ciñó la plaza superior, con la idea de que ésta formaría una especie de “zuncho” para fijar la parte alta de los muros (Figura 9).

Esta serie de intervenciones ha sido cuestionada por diferentes entidades y personas preocupadas por la restauración del patrimonio y la aplicación de las normas y criterios aceptados a escala internacional. Desde hace más de cien años se ha insistido en tratar de evitar a toda costa la intervención excesiva de las ruinas arqueológicas, la reconstrucción y generación de falsos históricos y, sobre todo, el empleo de materiales que a la larga resultan incompatibles con los tradicionales por su diferencia de comportamiento físico y químico.<sup>15</sup>

Sin embargo, en el diagnóstico realizado para el sitio, prácticamente no se mencionaban estos antecedentes ni se documentaban posibles problemas de compatibilidad, sino que simplemente se proponía proteger de la humedad la superficie de la cúspide de La Elipse y realizar labores de limpieza profunda de las piedras (Figura 10).

14. Misión Científica Española, *Informe de la Segunda Temporada de Excavaciones en el Sitio de Ingapirca (Cañar)*, Comisión del Castillo de Ingapirca, Cuenca, 1975.

15. Luis F. Guerrero y Esteban Ávalos, “Condicionantes de la salvaguardia de estructuras prehispánicas de tierra en México”, en *Revista Gremium*, año 9, núm. 18, 2022, pp. 59-72. En [www.doi.org/10.56039/rgn18a06](http://www.doi.org/10.56039/rgn18a06)



**Figura 7.** Fotografía expuesta en el museo de sitio en la que se observa la sección colapsada del muro a mediados del siglo XX. Fotografía: Luis Guerrero, 2017.



**Figura 8.** Vista actual del muro reconstruido en el que resulta imposible distinguir las piedras históricas de las integradas. Fotografía: Luis Guerrero, 2017.



**Figura 9.** Descubrimiento del “zuncho” de concreto colocado a fines del siglo pasado en el perímetro superior de La Elipse. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.



**Figura 10.** Explicación de las estrategias de intervención a cargo de la Arq. Mónica Pesantes. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.

### LA TIERRA COMO COMPONENTE DE CONSERVACIÓN SOSTENIBLE

En algunas de las evaluaciones se daba a entender que parte del problema de deterioro del inmueble provenía de la propia tierra que usaron los incas para asentar las piedras, por contener arcillas expansivas, y se proponía retirarla de las zonas en las que esto fuera posible, para ser sustituida por morteros de cal y arena, a pesar de que este tipo de argamasas nunca formaron parte del monumento, ni del resto de la arquitectura prehispánica andina.<sup>16</sup>

Por fortuna, en la propuesta final desarrollada de manera colectiva, se logró replantear dicha estrategia y se aceptó que parte de los recursos destinados a la obra, se emplearan en el desarrollo de calas apropiadas de la superficie de la plaza y su consolidación mediante la reincorporación de la quillucaca previamente estabilizada, y aplicada en capas compactadas para darle una pendiente adecuada que evitara la acumulación pluvial (Figuras 11 y 12).

La aplicación de tierra estabilizada con pequeñas cantidades de hidróxido de calcio es una estrategia de conservación patrimonial cuya sostenibilidad económica y ecológica ha sido analizada desde hace más de diez años en la UAM Xochimilco y en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía “Manuel del Castillo Negrete” (INAH). Se trata de un recurso en el que se generan rellenos, recuperaciones volumétricas y recubrimientos de sacrificio a partir del reciclaje de tierras existentes en los edificios patrimoniales, mezcladas con cal y aplicadas en condicio-

16. Mónica Pesantes y Luis Guerrero, “La protección de muros arqueológicos...”, *op. cit.*, p. 324.



**Figura 11.** Elaboración de esferas para la consolidación con quillucaca estabilizada con cal. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.



**Figura 12.** Proceso de consolidación de la parte alta del monumento durante los talleres de capacitación para la comunidad. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.

nes de baja humedad por capas sucesivas compactadas manualmente.<sup>17</sup>

La aplicación exitosa de esta técnica por el equipo de trabajo dirigido por la arquitecta Mónica Pesantes durante casi seis meses de 2022, permitió poner en valor la tierra arqueológica y aprovechar de forma más racional la mano de obra, recursos locales y transferir una tecnología muy apropiada para ser aplicada en una amplia gama de estructuras líticas y térreas, tanto históricas como tradicionales.

Una vez comprobada la eficiencia del sistema, el equipo restaurador ejecutó el recubrimiento total de la explanada de la parte alta de La Elipse, y en una temporada posterior, la consolidación de los cabezales de los restos de muros arqueológicos.

#### **LOS “PROBLEMAS” DE LA MICROFLORA EN LAS PIEDRAS INCAS**

Con relación al diagnóstico de la microflora presente en las superficies líticas, se puso en evidencia un malentendido similar al desprecio de la “quillucaca”. En los estudios realizados previamente se daban por supuestas algunas posibles causas de las transformaciones de las piedras incas, y se pretendía realizar acciones intensivas, sin prever sus posibles consecuencias. El proyecto planteaba realizar una limpieza integral y retirar el crecimiento de microflora con detergentes, cepillos de metal y utilizar biocidas para limitar el crecimiento de la biopelícula que se formó en la superficie de todo el conjunto. Estas acciones suponían un riesgo tanto para el material constitutivo como para el ambiente, por lo que se planificó una visita técnica al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural y al Complejo Arqueológico Ingapirca en marzo de 2023.

Los microorganismos y microflora que conforman las biopelículas pueden provocar cambios significativos en las superficies de los bienes culturales como manchas, movimiento de la humedad y tensiones físicas.<sup>18</sup> La libera-

ción de ácidos por sus procesos metabólicos es probablemente el mecanismo de daño más conocido e investigado en materiales inorgánicos como piedras y superficies arquitectónicas. Algunos microorganismos producen dióxido de carbono, que se convierte en ácido carbónico y puede contribuir a la disolución de las rocas calizas y a la formación de sales solubles.<sup>19</sup>

Por estos motivos, se tiene la creencia generalizada de que las biopelículas deben ser erradicadas de los monumentos al verse como una especie de “peligro latente”. Sin embargo, la perspectiva del patrimonio biocultural y la conservación sostenible que toman cada vez más fuerza en el presente siglo, han modificado este prejuicio, de manera que se promueve el estudio cuidadoso de cada caso pues se sabe que las condiciones geográficas específicas tienen un impacto distinto sobre los diversos inmuebles históricos y no es conveniente el empleo de soluciones estandarizadas.<sup>20</sup>

Los biocidas son productos que actúan contra plagas y microorganismos, especialmente bacterias, pero si no se utilizan de forma adecuada y segura, pueden tener efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana. Algunos de los impactos ambientales de los biocidas son su persistencia, bioacumulación, resistencia y efectos no deseados.<sup>21</sup> Estos impactos pueden afectar al equilibrio ecológico y a la biodiversidad de los ecosistemas, así como a la salud y la seguridad de la fauna y los seres humanos.<sup>22</sup>

Desde el punto de vista académico, los biocidas son un tema de investigación e innovación importante. Los científicos estudian la pertinencia y los riesgos asociados a su uso, así como el desarrollo de opciones más seguras y mejores prácticas para su aplicación. Algunas áreas de

17. Luis F. Guerrero, “El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe”, en *Revista Intervención*, año 11, núm. 22, 2020, pp. 133-160.

18. Wolfgang Krumbain, Anna Gorbushina, Jesús Valero, Cathy McCullagh, Maureen Young, Peter Robertson, Marius Vendrell, Hanna-Leena Alkomi, Maria Saarela, Irene Fortune, Linda Kosciwicz-Fleming, *Investigations into the Control of Biofilm Damage with Relevance to Built Heritage* (BIODAM), 2006. En <http://conservation.historic-scotland.gov.uk/home/publications.htm>

19. R. Douglas-Jones, G. Lloyd-Jones & O. Ajioka, “Environmental and human health risks of biocides in relation to their degradation products”, en *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 2016, pp. 9-13.

20. Luis Guerrero y Maridel Martínez, “Patrimonio biocultural y conservación sostenible”, en *Revista americana de urbanismo y medio ambiente para juristas y técnicos*, año 5, núm. 8, 2022, pp. 61-101.

21. OECD, “Towards a Sustainable Use of Biocides”, en *Series on Biocides*, 17, 2021. Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development. En [www.oecd.org/chemicalsafety/](http://www.oecd.org/chemicalsafety/)

22. Gabriela Pereira, H. Luiz Pilz-Junior, G. Corção, “The impact of bacterial diversity on resistance to biocides in oilfields”, en *Scientific Reports*, vol.11, núm. 1, 23027, 2021. En <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02494-7>

investigación relevantes incluyen la evaluación de riesgos, la previsión de impactos ambientales, así como la búsqueda y promoción de alternativas sostenibles.

Lógicamente, esta perspectiva resultaba contrastante con los planes originales del proyecto para Ingapirca, pues se consideraba no pertinente la erradicación propuesta, lo que implicó una revisión generalizada de los alcances planteados y, sobre todo, la difusión entre los diversos especialistas locales de las alternativas sostenibles de tratamiento del material vegetal que ha sido parte de las piedras desde hace milenios.

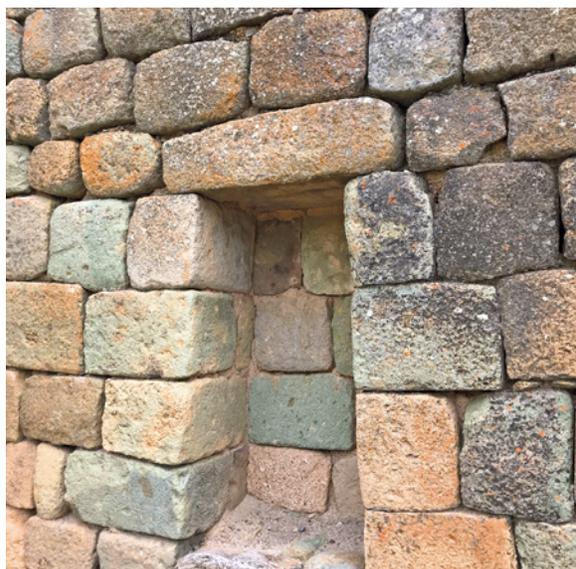
### LAS BIOPELÍCULAS

Con este nombre se denomina a comunidades complejas de microorganismos y microflora que se desarrollan sobre superficies y materiales. Estas comunidades se caracterizan por su diversidad de especies y las interacciones simbióticas específicas que se establecen entre éstas. Además, producen sustancias poliméricas que son responsables de su integridad estructural y funcional, y se consideran componentes clave que determinan sus propiedades físicas y químicas. Estas películas están compuestas, generalmente, por hongos micro coloniales, algas, bacterias y líquenes.<sup>23</sup>

Los hongos micro coloniales son organismos altamente resistentes y tienen la capacidad de sobrevivir a la desecación, rehidratarse rápidamente y adaptar su patrón de proteínas. Suelen desarrollar un crecimiento óptimo si cuentan con buena oxigenación y una humedad relativa superior a 50%. En algunos casos pueden hacer simbiosis con algas y así conformar líquenes.<sup>24</sup>

23. Cfr. Krumbein et al., *Investigations into the Control of Biofilm...*, op. cit.; Thomas Warscheid & Hans Leisen, "Microbiological studies on stone deterioration and development of conservation measures at Angkor Wat", en *Bicolonization of Stone: Control and Preventive Methods, Proceedings from the mci Workshop Series*, vol. 2, Washington, D. C., Smithsonian Institution Scholarly Press, 2011, pp. 1-18.

24. Claudia Gazzano, Sergio E. Favero-Longo, Paola Iacomussi, Rosanna Piervittori, "Biocidal effect of lichen secondary metabolites against rock-dwelling microcolonial fungi, cyanobacteria and green algae", en *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 84, 2013, pp. 300-306. En <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.05.033>.



**Figura 13.** Ejemplo de formación de biopelículas en las rocas de Ingapirca en donde se observan diferencias en su coloración en función de los organismos en simbiosis: anaranjada y verde grisáceo. Fotografía: Lilian García-Alonso, 2023.

Las algas se encuentran en soportes terrestres como troncos de árboles y rocas húmedas o como componente simbiótico de los líquenes. En el género *Trentepohlia* (y especies agregadas) los filamentos tienen coloración anaranjada por la presencia de pigmentos carotenoides que enmascaran el verde de la clorofila.<sup>25</sup>

Por su parte, las bacterias se insertan en superficies e intersticios, en donde desarrollan procesos metabólicos que involucran  $N_2$  y  $CO_2$ . Producen mucílago compuesto por carbohidratos, que pueden ser una fuente potencial de energía para otros organismos. Si se instalan junto a un hongo o un alga se inicia el desarrollo de una película con las características de los organismos en simbiosis. Una vez que una comunidad de bacterias desarrolla una película continua, cualquier esfuerzo por eliminarla resulta inútil,<sup>26</sup> y los intentos por hacerlo suelen dañar los sustratos y, en algunos casos, abrir sus poros de manera que la instalación se afianza con mayor intensidad (Figura 13).

Los líquenes son ejemplos de biopelículas maduras, en las que los procesos biológicos alcanzan un estado de equilibrio (Figuras 14 y 15). Estos organismos forman una asociación simbiótica entre hongos y algas, y desempeñan un papel importante en la protección y conservación tanto de las rocas en su estado natural como en las que forman

25. *Ibid.*

26. Warscheid y Laisen, "Microbiological studies on stone...", op. cit.

parte de la arquitectura. Los líquenes retienen humedad, lo que puede reducir el estrés térmico en los materiales.<sup>27</sup> Además, existe evidencia de que la disolución y pérdida superficial de material en piedras calizas por intemperización, es mayor cuando éstas se encuentran descubiertas de líquenes.<sup>28</sup>

Los microorganismos presentes en las biopelículas pueden tener efectos negativos y positivos en la conservación de los monumentos. Por un lado, pueden ocasionar deterioros cuando se encuentran en condiciones desequilibradas (Figura 16). Sin embargo, también desempeñan un papel protector al prevenir la absorción excesiva de agua y calor, lo que contribuye a mantener la integridad de los materiales y prolongar la vida útil de los monumentos al preservarlos estables por más tiempo.<sup>29</sup>

La riqueza biológica de las biopelículas es específica en cada territorio, y es sumamente dinámica. El entorno de Ingapirca ha cambiado con los años, tanto por fenómenos naturales como por los diferentes tipos de interacciones antrópicas.<sup>30</sup>

La presencia y composición de las biopelículas están influenciadas por factores ambientales y materiales específicos de cada sitio. Comprender el papel de estos microorganismos en los procesos de deterioro y conservación es fundamental para desarrollar estrategias de gestión adecuadas y sostenibles para la preservación del patrimonio cultural, pues se ha podido verificar que su eliminación indiscriminada puede llegar a provocar afectaciones más intensas que las que tuvieron a lo largo de su historia.

27. Nicholas E. A. Carter y Heather A. Viles, "Experimental investigations into the interactions between moisture, rock surface temperatures and an epilithic lichen cover in the bioprotection of limestone", en *Building and Environment*, vol. 38, núm. 9-10, 2003, pp. 1225-1234. En [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00079-9).

28. Cfr. Warscheid y Laisen, "Microbiological studies on stone...", *op. cit.*; Gazzano, *et al.*, "Biocidal effect of lichen secondary metabolites...", *op. cit.*

29. Cfr. Nicholas E. A. Carter y Heather A. Viles, "Experimental investigations into the...", *op. cit.*; Warscheid y Laisen, "Microbiological studies on stone...", *op. cit.*; Gazzano, *et al.*, "Biocidal effect of lichen secondary metabolites...", *op. cit.*

30. Rita del Consuelo Díaz, *Contexto Histórico sobre el territorio y las ruinas arqueológicas de Ingapirca*, 2013. En [www.researchgate.net/publication/325273764\\_CONTEXTO\\_HISTORICO SOBRE\\_EL\\_TERRITORIO\\_Y\\_LAS\\_RUINAS\\_ARQUEOLOGICAS\\_DE\\_INGAPIRCA](http://www.researchgate.net/publication/325273764_CONTEXTO_HISTORICO SOBRE_EL_TERRITORIO_Y_LAS_RUINAS_ARQUEOLOGICAS_DE_INGAPIRCA)



**Figura 14.** Desarrollo lento de líquenes en la superficie de las rocas. Fotografía: Luis Guerrero, 2022.



**Figura 15.** Ejemplo de principios de formación de una biopelícula (verde grisáceo) sobre hongos microcoloniales (negros). Fotografía: Lilian García-Alonso, 2023.



**Figura 16.** Biopelícula estable y continua sobre piedras que fueron sacadas de su contexto original durante distintas épocas en el complejo Ingapirca. Fotografía: Lilian García-Alonso, 2023.

## TRATAMIENTOS SOSTENIBLES PROPUESTOS

### PARA LA ELIPSE

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos señala las siguientes alternativas seguras y ecológicas para el tratamiento de las biopelículas:

1. Métodos físicos: Se basan en el uso de factores como el calor, el frío, la luz, el sonido, la radiación o la electricidad. Por ejemplo, la esterilización por vapor, la congelación, la luz ultravioleta, los ultrasonidos o las microondas son técnicas que se pueden emplear de manera eficiente.
2. Sustancias no biocidas: Compuestos que no están diseñados para matar o dañar plagas y bacterias, pero pueden prevenir o reducir su crecimiento o actividad. Algunos ejemplos incluyen enzimas, extractos de plantas, minerales, sustancias ácidas o alcalinas.

Estas alternativas ofrecen enfoques más seguros y respetuosos con el medio ambiente para el control de biopelículas y la conservación del patrimonio cultural, pero su implementación requiere de una evaluación cuidadosa y adaptación a las necesidades específicas de cada sitio y material. Presentan ventajas en términos de seguridad e impacto ambiental en comparación con los biocidas convencionales.<sup>31</sup> Sin embargo, también pueden tener limitaciones, como una eficacia reducida, un mayor costo o una vida útil más corta. Por lo tanto, la elección de la alternativa adecuada depende del contexto específico y las condiciones de uso. Es importante comprender el propósito y el objetivo de su aplicación, así como la naturaleza de la microflora que se busca controlar.

Durante las visitas al sitio de Ingapirca y los talleres prácticos, se llevaron a cabo charlas introductorias sobre las transformaciones físicas y químicas que experimentan los bienes culturales, así como las reacciones que ocurren cuando son intervenidos. Estas sesiones tuvieron como objetivo proporcionar información relevante para tomar decisiones acerca de los tratamientos y materiales a utilizar. En el caso específico de La Elipse, se realizaron

31. OECD, "Towards a Sustainable Use of Biocides"..., *op. cit.*

trabajos prácticos en equipos para examinar de cerca los agentes presentes en la piedra y determinar su estado. Estas actividades permitieron que el personal del INPC adscrito a la conservación del monumento, así como otros invitados y miembros de la comunidad, pudieran familiarizarse con las biopelículas presentes en los sillares de Ingapirca.<sup>32</sup>

En las pláticas y talleres se recalcó la importancia de tener en cuenta el conocimiento sobre el ambiente y medio natural, la combinación de materiales constructivos, la forma de edificación, los procesos de metamorfismo y erosión a los que han estado expuestos, así como la ubicación geográfica y el clima específico. Los procesos metabólicos de los microorganismos pueden dañar a cierto tipo de rocas, pero no a otras, y su retiro indiscriminado puede ocasionar daños no sólo al material sino al equilibrio ambiental.

Con estas nociones metodológicas y conceptuales transmitidas a los colaboradores en los talleres prácticos fue posible arribar a consensos que condujeron a la toma de las siguientes decisiones y acuerdos sobre los procesos a realizar, y su clara delimitación:

1. Se retirará el polvo de las superficies de las piedras utilizando únicamente agua, sin sustancias saponificantes ni biocidas.
2. Se evitará el uso de biocidas, como un compromiso con la preservación de La Elipse, en equilibrio con su entorno natural.
3. Se eliminarán únicamente los musgos presentes en las juntas e intersticios del Cuerpo de Guardia y paramentos de La Elipse, pero conservándolos en las zonas en contacto con el terreno natural.
4. No se removerán los hongos, algas y líquenes presentes, ya que se busca mantener el equilibrio biótico en la superficie y que sean las propias condiciones climatológicas las que lo regulen.

32. Luis A. Yarzabal, Lenys Buela, Asunción de los Ríos, Diana Peláez, Martha Romero, Fernando Espinoza, Alisson S. Torres, Gina M. Medina, Jaqueline G. Landi & Marco V. Tapia, "Biological deterioration of an Inca monument at high altitude in the Andean range: a case study from Ingapirca's temple of the Sun (Ecuador)", en *Heritage*, año 5, núm. 3, 2022, pp. 2504-2518. En <https://doi.org/10.3390/heritage5030130>

5. Retiro de plantas cuyo volumen y el crecimiento previsto de sus raíces pueda causar daños estructurales al complejo.
6. Se removerá la arcilla asentada en los huecos de la piedra para evitar que se convierta en un medio propicio para el crecimiento de plantas superiores (Figura 17).
7. Se recomienda llevar a cabo un monitoreo completo cada semana para registrar el proceso de formación de la biopelícula y detectar posibles crecimientos de plantas superiores en los intersticios entre piedras.



**Figura 17.** Ejemplo de acumulación de arcillas en huecos de las piedras. Fotografía: Lilian García-Alonso, 2023.

### REFLEXIONES FINALES

La perspectiva emergente sobre la conservación sostenible se fundamenta en la valoración integral de los bienes culturales, su entorno natural y las manifestaciones derivadas de su transformación material.

La consolidación de las estructuras arqueológicas ha de partir de un cuidadoso análisis del verdadero origen de los daños y deterioros, así como de la serie de acciones que se han llevado a cabo sobre éstas, tanto durante la época en que estuvieron habitadas, como en su etapa de abandono, su exploración y su apertura al público. Los bienes culturales inmuebles tienen diferentes condiciones de equilibrio que es necesario entender como procesos y no sólo como conjuntos de objetos.

Es por ello que la elección de los materiales que se emplean para su protección o refuerzo debe ser hacia la mínima intervención, la retratabilidad y, de ser posible, la reversibilidad de las intervenciones. Se requiere integrar, de manera equilibrada, componentes y materiales que sean plenamente compatibles con los preexistentes, así como procedimientos de aplicación de fácil aprendizaje e implementación. El empleo de tierra estabilizada cumple con estos requerimientos, siendo además cabalmente sostenible desde el punto de vista económico, ecológico y sociocultural, pues se trata de una herencia que permanece viva en la mayor parte de los países de América Latina.

Por otra parte, durante el diseño de una intervención en el patrimonio edificado, es importante tomar en cuenta la motivación que subyace en la toma de decisiones sobre las limpiezas de los monumentos, pues es muy común que éstas se vean influenciadas por falta de información, prejuicios o hasta intereses económicos y políticos. Existe

un estrato importante de la población que no percibe la relevancia que tiene la evidencia del paso del tiempo en los monumentos y suponen que todos ellos deberían verse como si estuvieran recién hechos.

Esta perspectiva resulta rentable para algunas empresas dedicadas a la restauración de los bienes culturales, así como a la gestión a través del turismo, pues se suelen invertir importantes cantidades de recursos materiales y humanos para algunos tratamientos, pero se olvidan los procesos de mantenimiento requerido a mediano y largo plazo. La valoración integral y sostenible del patrimonio debería partir de la lectura de la imagen de las estructuras antiguas tal y como son, y no de idealizaciones sobre cómo “deberían ser”. La pátina del tiempo, esa evidencia de la interacción del medio ambiente sobre las obras humanas, es uno de sus componentes más valiosos.

La microflora presente en los sitios antiguos, como musgos, hongos, algas y líquenes, también desempeñan un papel clave en la transformación material de los elementos del patrimonio. Estos organismos pueden colonizar las superficies de los materiales, formando biopelículas específicas y particulares del sitio. Al considerar la conservación, es importante evaluar tanto los efectos beneficiosos como los perjudiciales de la microflora y tomar decisiones basadas en una comprensión integral de su papel en los ecosistemas.

La interacción entre el entorno y medio natural, la microflora y la transformación material de los elementos del patrimonio es dinámica, compleja y multifacética. El conocimiento de las relaciones que se presentan en cada caso es esencial para tomar decisiones informadas sobre

cómo abordar los tratamientos de preservación, para prever la manera en que éstas afectarán tanto a los materiales como al entorno circundante, a fin de evitar el uso de productos químicos dañinos o biocidas que puedan tener impactos negativos.

La conservación del patrimonio debe considerar tanto los valores asociados con la transformación material como el entorno y medio natural, así como la microflora presente. Comprender y equilibrar estos aspectos es fundamental para lograr una conservación efectiva y sostenible, que respete tanto el valor cultural como el entorno natural del sitio.

Un enfoque interdisciplinario que abarque aspectos mineralógico-petrográficos, físicos, químicos, climáticos y microclimáticos es fundamental para obtener una visión integral de los procesos de desarrollo y posibles tratamientos de las biopelículas.<sup>33</sup> Al combinar el conocimiento y la experiencia de diversos campos, se puede desarrollar una comprensión más profunda de los procesos involucrados. La investigación interdisciplinaria y la toma de decisiones colectivas, como las que se han puesto en práctica en el caso del complejo arqueológico de Ingapirca, contribuyen a salvaguardarlo para las generaciones futuras y, además, generan una apertura disciplinaria a una escala más amplia, dirigida a la puesta en valor del patrimonio biocultural como un todo.

#### FUENTES CONSULTADAS

AYALA MORA, E., *Resumen de historia del Ecuador*, Corporación Quito, Editora Nacional, 2008.

CÁRDENAS ORDÓÑEZ, G. Soledad y Quinteros Vicuña, G. Estrella, *Cañar, capital arqueológica y cultural del Ecuador: Análisis de su declaración y proyecciones*. Tesis de licenciatura en Ciencias de la Educación con especialización en historia y geografía, Ecuador, Universidad de Cuenca, 2011.

DOUGLAS-JONES, R., Lloyd-Jones, G. & Ajioka, O., "Environmental and human health risks of biocides in relation to their degradation products", en *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 2016.

33. Douglas-Jones, R., Lloyd-Jones, G., & Ajioka, O., "Environmental and human health risks...", *op. cit.*

GUERRERO, L. y Martínez, M., "Patrimonio biocultural y conservación sostenible", en *Revista americana de urbanismo y medio ambiente para juristas y técnicos*, año 5, núm. 8, 2022.

JARAMILLO PAREDES, M., *Estudio histórico sobre Ingapirca*, Quito, Ediciones Pontificia Universidad Católica de Ecuador, 1976.

JURADO NOBOA, F., "El antiguo Cañar visto desde los documentos coloniales y republicanos de Quito 1548-1875", en *Apuntes para la historia del Cañar. Memorias de las XV jornadas de historia social*, Quito, Subsecretaría de Cultura, 1992.

MISIÓN CIENTÍFICA ESPAÑOLA, *Informe de la Segunda Temporada de Excavaciones en el Sitio de Ingapirca (Cañar)*, Cuenca, Comisión del Castillo de Ingapirca, 1975.

PESANTES, M. y Guerrero L., "La protección de muros arqueológicos con tierra estabilizada con cal en Ingapirca", en Alejandro Ferreiro, Zazanda Salcedo Gutiérrez, Célia Neves (eds.), *Memorias del 21º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra Bogotá/Tibasosa*, Proterra/Universidad Nacional de Colombia/Escuela Taller de Boyacá, 2023.

VON HUMBOLDT, A., *Mi viaje por el Camino del Inca (1801-1802)*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria, 2006.

WARSCHEID, T. & Leisen, H., "Microbiological studies on stone deterioration and development of conservation measures at Angkor Wat", en *Bicolonization of Stone: Control and Preventive Methods, Proceedings from the MCI Workshop Series*, vol. 2, Washington, D. C., Smithsonian Institution Scholarly Press, 2011.

#### Referencias electrónicas

AGUIRRE, María del Cisne, Torres Quezada, Jefferson y López Suscal, Michelle, "State of conservation analysis of the Elliptical Wall of the Temple of the Sun in Ingapirca (Ecuador) and its relationship with climate conditions", en *Heritage Science*, núm. 11, 2023. En <https://doi.org/10.1186/s40494-023-00899-3>.

ALCINA FRANCE, José, "Ingapirca: Arquitectura y áreas de asentamiento", en *Revista Española de Antropología Americana*, núm. 8, Madrid, 1978. En <https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA7878110127A/25357>.

- CARTER, Nicholas E. A. y Viles, Heather A., "Experimental investigations into the interactions between moisture, rock surface temperatures and an epilithic lichen cover in the bioprotection of limestone", en *Building and Environment*, vol. 38, núms. 9-10, 2003. En [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(03\)00079-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(03)00079-9).
- DÍAZ, Rita del Consuelo, *Proyecto micro. Estudios de diagnóstico y conservación del monumento arqueológico de Ingapirca. Componente histórico*, INPC. Quito, 2013. En [www.researchgate.net/profile/Rita-Diaz2/publication/325273778\\_LINEA\\_BASE\\_DE\\_LOS\\_DIVERSOS\\_ESTUDIOS\\_PROYECTOS\\_DE\\_INVESTIGACION\\_Y TRABAJOS\\_DE\\_CONSERVACION\\_Y\\_RESTAURACION\\_PRACTICADOS\\_EN\\_EL\\_PARAMENTO\\_ARQUEOLOGICO\\_DE\\_INGAPIRCA/links/5b033511a6fdccf9e4f](http://www.researchgate.net/profile/Rita-Diaz2/publication/325273778_LINEA_BASE_DE_LOS_DIVERSOS_ESTUDIOS_PROYECTOS_DE_INVESTIGACION_Y TRABAJOS_DE_CONSERVACION_Y_RESTAURACION_PRACTICADOS_EN_EL_PARAMENTO_ARQUEOLOGICO_DE_INGAPIRCA/links/5b033511a6fdccf9e4f).
- DÍAZ, Rita del Consuelo, *Contexto Histórico sobre el territorio y las ruinas arqueológicas de Ingapirca*, 2013. En [www.researchgate.net/publication/325273764\\_CONTEXTO\\_HISTORICO SOBRE\\_EL\\_TERRITORIO\\_Y\\_LAS\\_RUINAS\\_ARQUEOLOGICAS\\_DE\\_INGAPIRCA](http://www.researchgate.net/publication/325273764_CONTEXTO_HISTORICO SOBRE_EL_TERRITORIO_Y_LAS_RUINAS_ARQUEOLOGICAS_DE_INGAPIRCA).
- GARZÓN ESPINOSA, M., "Nuevos datos para la reconstrucción de la Historia Cultural de Ingapirca", en *Memorias del primer encuentro de arqueólogos del norte del Perú y sur del Ecuador*, Ecuador, Universidad de Cuenca, 2010. En [www.academia.edu/41966986/El\\_Encuentro\\_de\\_arque%C3%B3logos\\_del\\_Norte\\_del\\_Per%C3%BA\\_y\\_Sur\\_del\\_Ecuador\\_Memorias\\_Relaciones\\_interregionales\\_y\\_perspectivas\\_de\\_futuro\\_eds\\_](http://www.academia.edu/41966986/El_Encuentro_de_arque%C3%B3logos_del_Norte_del_Per%C3%BA_y_Sur_del_Ecuador_Memorias_Relaciones_interregionales_y_perspectivas_de_futuro_eds_).
- GAZZANO, C., Favero-Longo, Sergio E., Iacomussi, P. y Piervittori, R., "Biocidal effect of lichen secondary metabolites against rock-dwelling microcolonial fungi, cyanobacteria and green algae", en *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol. 84, 2013. En <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.05.033>.
- GUERRERO, L. y Ávalos, E., "Condicionantes de la salvaguardia de estructuras prehispánicas de tierra en México", en *Revista Gremium*, año 9, núm. 18, 2022. En [www.doi.org/10.56039/rgn18a06](https://doi.org/10.56039/rgn18a06)
- GUERRERO, Luis F., "El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe", en *Revista Intervención*, año 11, núm. 22, 2020. En [doi.org/10.30763/Intervencion.236.v2n22.15.2020](https://doi.org/10.30763/Intervencion.236.v2n22.15.2020).
- KRUMBEIN, W., Gorbushina, A., Valero, J., McCullagh, C., Young, M., Robertson, P., Vendrell, M., Alkomi, Hanna-Leena, Saarela, M., Fortune, I., Kosciwicz-Fleming, L., *Investigations into the Control of Biofilm Damage with Relevance to Built Heritage (BIODAM)*, 2006, Historic Scotland. En <http://conservation.historic-scotland.gov.uk/home/publications.htm>.
- MCEWAN, Colin y Florencio Delgado-Espinoza, "Late Pre-Hispanic Polities of Coastal Ecuador", en Helaine Silverman, William H. Isbell (eds.), *The Handbook of South American Archaeology*, Nueva York, Springer, 2008. En <https://epdf.mx/queue/handbook-of-south-american-archaeology.html>
- OECD, "Towards a Sustainable Use of Biocides", en *Series on Biocides*, 17, Environment Directorate, Organisation for Economic Co-operation and Development, 2021. En [www.oecd.org/chemicalsafety/](http://www.oecd.org/chemicalsafety/).
- PEREIRA, G., Pilz-Junior, H. Luiz-Junior y Corção, G., "The impact of bacterial diversity on resistance to biocides in oilfields", en *Scientific Reports*, vol. 11, núm. 1, 23027, 2021. En <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02494-7>.
- SWIECIOCHOWSKI, S. y Ponce, M., *Vigías, imágenes de la Ingapirca desconocida*. INPC, 2014. En [www.patrimonio cultural.gob.ec/wp-content/uploads/2023/04/8\\_Cata%CC%81logo-Vigi%CC%81as.pdf](http://www.patrimonio cultural.gob.ec/wp-content/uploads/2023/04/8_Cata%CC%81logo-Vigi%CC%81as.pdf).
- YARZÁBAL, Luis A., Buena, L., Ríos, Asunción de los, Peláez, D., Romero, M., Espinoza, F., Torres, Alisson S., Medina, Gina M., Landi, Jaqueline G. & Tapia, Marco V., "Biological deterioration of an Inca monument at high altitude in the Andean range: a case study from Ingapirca's temple of the Sun (Ecuador)", en *Heritage*, año 5, núm. 3, 2022. En <https://doi.org/10.3390/heritage5030130>
- ZIOLKOWSKI, M. S. y Sadowski, R. M., "Informe acerca de las investigaciones arqueo astronómicas en el área central de Ingapirca (Ecuador)", en *Revista Española de Antropología Americana*, vol. XIV, 1984. En <https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA8484110103A/25024>