

## JEFATURA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Convocatoria: Fortalecimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

### Título del proyecto

EVALUACIÓN Y MONITOREO DE BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES IoT.  
ETAPA 1.

**Carrera(s):** ARQUITECTURA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA, INGENIERÍA AMBIENTAL,  
INGENIERÍA ELÉCTRICA, MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES MENCIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE LA  
CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE,

### Director del Proyecto:

JUAN CARLOS COBOS TORRES; 0103767125; INGENIERÍA ELÉCTRICA; UNIDAD ACADÉMICA DE POSGRADOS;  
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA.

### Colaboradores del Proyecto

MARIA DEL CISNE AGUIRRE ULLAURI; 0103797254; ARQUITECTURA; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA

CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ ABRIL; 0105478176; INGENIERIA CIVIL; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA; SEDE CUENCA

Código de Proyecto: PICODS21-47

Septiembre de 2022

## TABLA DE CONTENIDOS

DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	3
1. TÍTULO .....	3
2. CARRERAS INVOLUCRADAS – PROGRAMAS DE POSGRADOS .....	3
INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO .....	3
3. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DEL PROYECTO .....	3
4. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA .....	5
5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS.....	7
ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO.....	8
6. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES .....	8
CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS .....	9
7. LABORATORIO DEL CIITT(CENTRO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA) QUE SE ANCLA EL PROYECTO .....	9
8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL .....	9
9. SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL .....	9
10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO .....	9
11. PROGRAMA:.....	9
12. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) QUE IMPULSA EL PROYECTO .....	9
13. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	9
FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	10
16. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	10
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	11
17. RESUMEN DEL PROYECTO .....	11
18. PALARAS CLAVES .....	11
19. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	11
20. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....	12
21. OBJETIVOS .....	13
22. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
23. MARCO METODOLÓGICO .....	13
IMPACTO DEL PROYECTO .....	15
24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO.....	15
25. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS .....	15
26. REQUIERE ALGÚN AVAL ESPECIAL, PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA O DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE U OTRO. ....	15
27. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA.....	16
28. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
FIRMA DE RESPONSABILIDAD.....	19
ANEXOS .....	20

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1. TÍTULO

**EVALUACIÓN Y MONITOREO DE BIENES INMUEBLES PATRIMONIALES IoT. ETAPA 1**

### 2. CARRERAS INVOLUCRADAS – PROGRAMAS DE POSGRADOS

**ARQUITECTURA, INGENIERÍA ELECTRÓNICA, INGENIERÍA AMBIENTAL, INGENIERÍA ELÉCTRICA, MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES MENCIÓN EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE,**

## INVESTIGADORES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

### 3. PERSONAL DEL PROYECTO – DIRECTOR DEL PROYECTO

<b>Función en el Proyecto</b>	<b>DIRECTOR DEL PROYECTO</b>
-------------------------------	------------------------------

**Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión**

**JUAN CARLOS COBOS TORRES; 0103767125; INGENIERÍA ELÉCTRICA; UNIDAD ACADÉMICA DE POSGRADO; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA.**

#### 3.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

**Título del artículo; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil**

**Non-contact, simple neonatal monitoring by photoplethysmography; Sensors; 14243210; 18(12); 4362; 2019; <https://doi.org/10.3390/s18124362>; Q2 SCOPUS.**

**Measuring heart and breath rates by image photoplethysmography using wavelets technique; IEEE Latin America Transactions; 15(10); 17260237; 2017; <https://doi.org/10.1109/TLA.2017.8071228>; Q2 SCOPUS.**

**Hearing loss and its association with clinical practice at dental university students through mobile APP: a longitudinal study; Advances in Intelligent Systems and Computing; 2019; [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35740-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35740-5_1); Q3 SCIMAGO.**

**Aerial power lines measurement using computer vision through an unmanned aerial vehicle; Lecture Notes in Computer Science; 2020; [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3_41); Q2 SCIMAGO.**

**Unmanned aerial vehicle for rescue and triage; Lecture Notes in Computer Science; 2020; [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3_40); Q2 SCIMAGO.**

**Organic constructions and airplane type hostels in isolated places supplied with solar energy; Lecture Notes in Computer Science; 2020; [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42531-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42531-9_19); Q2 SCIMAGO.**

**Developing a socially-aware robot assistant for delivery tasks; Lecture Notes in Computer Science; 2020; [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3_42); Q2 SCIMAGO.**

**Problem - Based Learning for an Electrical Machines Course; International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET); 15(22); 2020; <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i22.16871>; Q2 SCOPUS.**

### 3.2. Libros y capítulos del libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

LA ARQUITECTURA ADAPTATIVA, UNA VISIÓN INTEGRAL DE LA OBRA ARQUITECTÓNICA SUSTENTABLE; GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO: PERSPECTIVA MULTIDISCIPLINARIA; 978-980-433-011-7; 23; 2020; SI

ENVIRONMENTAL AND ENERGY ASPECTS OF SOCIAL HOUSING; ECUADOR PERSPECTIVES OF THE PAST, PRESENT AND FUTURE: A MULTI-CRITERIA APPROACH TO SOCIAL EVOLUTION; 978-1-53619-373-2; 2021; SI

INTEGRATING PROJECT-BASED LEARNING IN AN ELECTRICAL MACHINES COURSE; International Symposium on Engineering Accreditation and Education (ICACIT); 978-1-7281-3567-0; 2020; SI

Simple measurement of pulse oximetry using a standard color camera; IEEE Xplore; 978-1-5090-3982-1; 40; 2017; SI.

Medición de oximetría de pulso mediante imagen fotopleletismográfica; Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo; 978-84-16664-74-0; 38; 2017; SI

Monitoreo en línea de la frecuencia cardíaca por imagen fotopleletismografía mediante filtrado por kalman; Universidad Politécnica de Madrid; 978-84-617-4298-1; 37; 2016; SI.

Sistema de Supervisión no invasivo de Signos Vitales con un robot; Comité Español de Automática de la IFAC; 978-84-15914-12-9; 35; 2015; SI.

### 3.3. Proyectos de Investigación desarrollados en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

MODELADO Y MOLDURA NASOALVEAR PRE-POS QUIRÚRGICA; Universidad Católica de Cuenca; 29.890,90 dólares; 1 de septiembre de 2019; 30 de septiembre de 2022.

MAPEO DE LA CALIDAD DEL ÁREA NIVEL PARANASAL MEDIANTE IOT; Universidad Católica de Cuenca; 19.992,96 dólares; 1 de septiembre de 2019; 30 de marzo del 2023.

SECUESTRAADOR DE CARBONO MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES; Universidad Católica de Cuenca; 19.748,60 dólares; 30 de septiembre de 2022.

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE RECAUDO EN UNIDADES DE TRANSPORTE URBANO; Universidad Católica de Cuenca; 35.000 dólares; 7 de agosto de 2018; Temporalmente suspendido por la pandemia.

Smart Grid I+D+i; Universidad Católica de Cuenca; 100.000 dólares; 1 de agosto de 2017; 1 de enero de 2019.

Strategic Action in Robotics, Computer Vision and Automation 2012/00605/002; Universidad Carlos III de Madrid; 30.000 euros; 1 de enero de 2014; 31 de diciembre de 2018.

Robótica aplicada a la mejora de la calidad de vida de las ciudadanas. Robo-City 2020-III-CM / Eje III-C2012 /

#### 4. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Función en el proyecto

**COLABORADORES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
(UCACUE)**

Nombre, Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o Extensión

**MARIA DEL CISNE AGUIRRE ULLAURI; 0103797254; ARQUITECTURA; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA**

**CLAUDIA ALEXANDRA ORTIZ ABRIL; 0105478176; INGENIERIA CIVIL; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA; SEDE CUENCA**

##### 4.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

Título del artículo; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

María del Cisne Aguirre Ullauri; La Hacienda de Shuracpamba: visión arquitectónica desde el análisis estratigráfico; *Arqueología de la Arquitectura*; 1989-5313; 13; 1-14; 2017; <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2016.021>; Q2.

María del Cisne Aguirre Ullauri; José Luis Solano Peláez, Amanda García Cordero, Darío López; Pablo Carrión, Christian Segarra, Liliana Yamunaque; Evaluación del impacto ambiental en la arquitectura patrimonial a través de la aplicación de la Matriz de Leopold como un posible sistema de monitoreo interdisciplinar; *ASRI: Arte y Sociedad. Revista de Investigación*; 2174-7563; 14, 17 – 34; 2018; sin doi; sin cuartil.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Fotogrametría digital para el levantamiento 3d del yacimiento arqueológico de Todos Santos. Cuenca, Ecuador; *ESTOA. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*; 1390-9274; 13 (7), 25 – 35; 2018; <https://doi.org/10.18537/est.v007.n013.a02> ; sin cuartil.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Evaluación de riesgos y vulnerabilidad. El caso de una vivienda patrimonial en Cuenca, Ecuador. *AUC. Revista de Arquitectura*; 1390-3284; 39, 7 – 17; 2018; sin doi; sin cuartil.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Impacto del Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural del Ecuador. Análisis costo – beneficio. *Revista de Urbanismo*, 0717-5051; 41, 1 – 20; 2019; 10.5354/0717-5051.2019.52492; Q4.

María del Cisne Aguirre Ullauri ; Estratigrafía constructiva y lesiones patológicas. Desarrollo temporal y coexistencia de materiales en la arquitectura del centro histórico de Cuenca (Ecuador). *Arqueología de la Arquitectura*, 1989-5313; 17, 1 – 25; 2020; <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2020.002>; Q3.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Caso de estudio la Iglesia del Sagrario (Cuenca, Ecuador). *Intervención*, 2448-5934, 1(21), 257–327; 2020; <https://doi.org/10.30763/Intervencion.229.v1n21.08.2020>; sin cuartil.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Envoltentes arquitectónicas: diagnóstico de materiales y lesiones en las fachadas del centro histórico de Cuenca (Ecuador). *Ge Conservación*, 1989-8568; 17(1), 47-63; 2020; <https://doi.org/10.37558/gec.v17i1.682>; Q2.

María del Cisne Aguirre Ullauri, Arquitectura patrimonial y arqueología histórica: relaciones y proyecciones en el siglo XXI, caso Cuenca (Ecuador). *Estudios Atacameños*; 0718-1043, 0716-0925; (64), 221-241; 2020; <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2020-0008>; Q1.

María del Cisne Aguirre Ullauri; La lectura estratigráfica y el proyecto arquitectónico: un caso de estudio en

María del Cisne Aguirre Ullauri. Morfotipología y estado de conservación en el patrimonio arquitectónico de Sinincay (Cuenca, Ecuador). *Perspectivas hacia el desarrollo. Ge Conservación*, 1989-8568; 20(1), 29-50; 2021; <https://doi.org/10.37558/gec.v20i1.868> ; Q2.

Andrés Reinoso Calle y María del Cisne Aguirre Ullauri; Sustainability assessment methos in existing buildings: comparative analysis in heritage asssets signed for public use in Girón, Ecuador. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1757 898;11203; 2021; <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1203/3/032128> ; sin cuartil.

Ana Carolina Chérrez Sacoto y María del Cisne Aguirre Ullauri; Propuesta metodológica para la certificación energética de la arquitectura patrimonial de Cuenca (Ecuador) a partir del estudio de caso. *Ciencia Digital*, 2600 – 5859; 5(1), 6-34; 2022; <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1960> ; sin cuartil.

María Cristina Useche Aguirre, Johanna Rosali Reyes Reinoso, Magdalena Emilia Ordóñez Gavilanes, María del Cisne Aguirre Ullauri, Enma Alexandra Espinosa Iñigues, *Praxis Educativa Brasil*, 18094031, 17(0), 1-21; 2022; <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.17.19241.043> ; Q3.

María José Pesántez Arguello y María del Cisne Aguirre Ullauri; Propuesta para un plan de conservación preventiva. Caso de estudio edificio La Quinta (Cuenca, Ecuador). *Devenir-Revista de estudios sobre patrimonio edificado*; 2312-7562, 9(17), 127-148; 2022; <https://doi.org/10.21754/devenir.v9i17.1311> ; sin cuartil.

María del Cisne Aguirre Ullauri y Christian Contreras Escandón; Lime in Cuenca (Ecuador): from patrimonial to matrilineal, *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print; 2022; <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-09-2021-0168>; Q1.

María del Cisne Aguirre Ullauri, Diana Cordero Mendieta y Luis Mario Almache; La Piedra fundacional de la iglesia de San Blas (Cuenca, Ecuador). *Diagnóstico interdisciplinar y orientaciones de conservación*; *Ge Conservación*, 1989-8568; 21(1), 292-308. 2022; <https://doi.org/10.37558/gec.v21i1.1100>; Q2.

Gema Mariela Zamora Cedeño, María del Cisne Aguirre Ullauri, David Cajamarca-Zúñiga y Juan Barbecho Chuisaca; Propuesta de refuerzo sísmico con carrizo para construcciones patrimoniales de tierra. *Informes de la Construcción*; 00200883 – 19883234; 599, 2022; <https://doi.org/10.3989/ic.90666>; Q2.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Martha Romero Bastidas; Johanna Ramírez Bustamante; Edison Castillo Carchipulla; El ladrillo artesanal de Cuenca (Ecuador). Una caracterización inicial en el marco patrimonial; *Conservar Patrimonio*; 1646043X, 21829942; s/n; 2022; aceptado para publicación; Q2.

#### 4.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

María del Cisne Aguirre Ullauri y Carlos Matovelle Bustos; *En torno al Julián Matadero: inundaciones y patrimonio cultural*; Edunica; e-ISBN 978-978-9942-27-104-4, p-ISBN 978-9942-27-103-7; 2020; SI.

#### 4.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Los materiales en el estudio histórico - constructivo - ambiental de centros patrimoniales ETAPA 1; Universidad Católica de Cuenca; \$18 442.00; mayo de 2017 y diciembre de 2018.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Rural Urban Interface; Universidad Católica de Cuenca; \$ 57 820.00; abril de 2018 y abril de 2022.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Los materiales en el estudio histórico - constructivo - ambiental de centros patrimoniales ETAPA 2; Universidad Católica de Cuenca; \$ 61 080.99; octubre de 2019 y junio de 2022.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Enfoque de género: perspectivas en la UCACUE desde sus principios organizacionales, Universidad Católica de Cuenca; \$ 6 100.00; octubre de 2020 y octubre de 2022.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Biodeterioro del Complejo Arqueológico Ingapirca: microbiología y líquenología de sustratos pétreos; Universidad Católica de Cuenca; \$ 16 100.00; febrero de 2021 y diciembre de 2022.

María del Cisne Aguirre Ullauri; Los materiales en el estudio histórico - constructivo - ambiental de centros patrimoniales ETAPA 2, versión Resilient; Universidad Católica de Cuenca; \$ 26 000,00; septiembre 2022 y septiembre 2023.

## 5. PERSONAL DEL PROYECTO – COLABORADORES EXTERNOS

Función en el proyecto

**COLABORADORES EXTERNOS**

Nombre; Institución

**VERÓNICA CRISTINA HERAS BARROS; UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**DARÍO HUMBERTO COBOS TORRES; UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS**

5.1. Publicaciones con ISSN en los últimos 5 años de más alto nivel y cuartil de la revista:

Título del artículo; revista; ISSN; volumen; número; año; DOI; cuartil

Adriana Briones Orellana, Jessica Heras Olalla y Verónica Heras Barros; Social and urban transformation of the surroundings of street markets located in the Historic Hub of Cuenca: “9 de Octubre” and “10 de Agosto” Matketso; Urbano, 24 (44), 20-33; 2021; <https://n9.cl/l5apa>; Q3.

A. Collado; G Mora-Navarro; Verónica Heras; J.L. Lerma; Geomatics documentation techniques as monitoring tools for rural built heritage in Nabón (Ecuador); ISPRS International Journal of Geo-Information, 11 (1), 4; 2021; <https://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/VIII-M-1-2021/65/2021/isprs-annals-VIII-M-1-2021-65-2021.pdf>; Q2.

A. Collado, A; Heras, V; Rodas, P; Delgado, A; Carrión, C; et al. Remote Sensing and Spatial Information Sciences; Gottingen; ISPRS Annals of the Photogrammetry; Tomo VIII-M-1-2021; 65-72; 2021; DOI:10.5194/isprs-annals-VIII-M-1-2021-65-2021.

J.L, Lerma; Verónica Heras; J. G. Mora Navarro; P. Rodas; F. Matute. Geoportal proposal for the inventory of cultural heritage in Nabón (Ecuador). Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B2-2020; 2020; <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1415-2020>; sin cuartil.

V. Heras; M. S. Moscoso Cordero; A. Wijffels; A. Tenze; D. Jaramillo Paredes. Heritage values: towards a holistic and participatory management approach, Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development, Vol. 9 No. 2, 199-211; 2019; <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-10-2017-0070>; Q1.

5.2. Libros y capítulos de libro en los últimos 5 años.

Título del libro o capítulo de libro; editorial; ISBN; número; año; revisión de pares (SI-NO)

VERONICA CRISTINA HERAS BARROS; A GIS Based tool for a Preventive Conservation Management Approach. In: Reflections on Preventive Conservation, Maintenance and Monitoring of Monuments and Sites, Book of Proceedings by the PRECOM3OS, UNESCO Chair, January, 2013, RLICC - KU Leuven, pp. 86-93. <https://www.acco.be/en/items/9789033493423/Reflections-on-preventive-conservation--maintenance-and-monitoring-by-the-PRECOM-OS-UNESCO-chair, SI>.

Jaime Guerra Galán; José David Heras Barros; Astrid Vanessa Orellana Gutiérrez; Verónica Heras Barros; Comfort assessment of heritage buildings in Cuenca-Ecuador. 1886-1894; 2019; Springer, Cham. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33148>

DARIO HUMBERTO COBOS TORRES; La arquitectura adaptativa, una visión integral de la obra arquitectónica sustentable; editorial: Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprúm - Santa Bárbara del Zulia, 978-980-433-011-7; 2020.

DARIO HUMBERTO COBOS TORRES; Quito y Kioto: preservación del patrimonio edificado; Olimpia Niglio, Italia Editorial: Ermes, Roma, Italia; 978-88-6975-081-6; 2015.

5.3. Proyectos de Investigación desarrolladas en los últimos cinco años de mayor relevancia:

Nombre del proyecto; Institución; Monto financiado; fecha de inicio; fecha de culminación.

VERONICA CRISTINA HERAS BARROS; Desarrollo de un geoportal web que facilite el mapeado, la divulgación y la puesta en valor del patrimonio cultural y natural del Cantón Nabón; Universidad del Azuay; \$ 25 000,00; 2021-2022.

VERONICA CRISTINA HERAS BARROS;

## ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

### 6. PERSONAL DEL PROYECTO – ESTUDIANTES

Función en el Proyecto

ESTUDIANTES COLABORADORES EN EL PROYECTO

Nombre; Cédula; Carrera; Unidad Académica; Sede o extensión; Práctica Pre profesional o Investigación Formativa.

Jesús Javier Serrano Naranjo; 0106720139; Ingeniería Eléctrica; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Anthony Mateo Aguilar Olmedo; 0706894433; Ingeniería Eléctrica; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Yustin Steeven Diaz Guarnizo; 0704393800; Ingeniería Eléctrica; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Alumno/a 1. Arquitectura; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Alumno/a 2. Arquitectura; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Alumno/a 3. Arquitectura; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Alumno/a 4. Arquitectura; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

Alumno/a 5. Arquitectura; Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcciones; Investigación Formativa

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN INVOLUCRADOS Y BENEFICIARIOS

7. LABORATORIO DEL CIITT  
(TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA) QUE SE ANCLA EL PROYECTO

LABORATORIO DE LUMINOTECNIA - CIITT,

8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Para información sobre las líneas de investigación dirigirse al enlace [Líneas y Ámbitos de Investigación Institucionales](#),

Territorios, Naturalezas y Tecnología

9. SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Análisis históricos, patrimoniales/matrilineales y culturales,

10. CAMPO, DISCIPLINA Y SUBDISCIPLINA UNESCO

Código del campo y de la disciplina según UNESCO en el enlace [SKOS](#)

10.1. Campo	51	10.2. Disciplina	5101	10.3. Sub disciplina	510114
-------------	----	------------------	------	----------------------	--------

11. PROGRAMA:

(En caso de que el proyecto sea parte de un programa)

Smart University

12. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) QUE IMPULSA EL PROYECTO

9. Industria, innovación e infraestructuras, 11. Ciudades y comunidades sostenibles,

13. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Duración del proyecto en meses

12

#### FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

14. Monto total del financiamiento UCACUE	\$ 19.996,00
15. Monto total del financiamiento EXTERNO	\$ 16.692,00

#### 16. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

La articulación de estudios multidisciplinarios para la conservación del patrimonio arquitectónico cada vez tiene mayor visibilidad y utilidad técnica, por lo que, la presente propuesta de investigación se enmarca en dicho horizonte y articula el estudio arquitectónico y de implementación tecnológica no invasiva en una Etapa 1, y proyecta la inclusión del estudio de ingeniería estructural en una Etapa 2. A partir de ello, en esta Etapa 1 se busca mediante un sistema de monitoreo IoT en tiempo real describir el estado de conservación de la Iglesia de El Sagrario o Catedral Vieja ubicada en el Centro Histórico de Cuenca, como edificio religioso patrimonial de época colonial y republicana. Además, se realizará el seguimiento de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz, sonido y contabilidad de CO2) y antrópicas de deterioro que afecten al estado de conservación. Con estos insumos se busca definir recomendaciones técnicas de intervención bajo la orientación de la conservación preventiva con capacidad de replicarse en otros edificios patrimoniales en Cuenca principalmente, pero que, a su vez, dar paso a la Etapa 2 que complemente el estudio integral. A término se espera definir una propuesta técnica de alta eficiencia tecnológica capaz de aportar a los procesos de conservación preventiva de la ciudad, así como establecer una ruta para el cumplimiento de las políticas vigentes desde la academia.

## DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

---

### 17. RESUMEN DEL PROYECTO

Las actividades de conservación del patrimonio arquitectónico son una parte integral de las naciones a nivel mundial, que pretende mantener las construcciones más antiguas lo más estables posibles a medida que transcurre el tiempo. Variables como la falta de mantenimiento, la contaminación ambiental, el tráfico y el desarrollo de la sociedad han repercutido negativamente en las estructuras y en la arquitectura de estas edificaciones. La articulación de estudios que engloban varias ramas de la ciencia y la tecnología cada vez tienen mayor visibilidad y utilidad en el campo de la conservación arquitectónica y ha sido de gran interés para la academia y la industria. Además, es de conocimiento público que los avances tecnológicos han permitido interconectar a humanos y máquinas y han logrado recolectar información de distintas fuentes y representadas en tiempo real. En este sentido, la presente propuesta de investigación busca enlazar distintas disciplinas técnicas y tecnológicas que permitan desarrollar un dispositivo de monitoreo no invasivo en tiempo real, mediante dispositivos con tecnología IoT, para describir y analizar el estado de conservación de la Iglesia “El Sagrario” o coloquialmente conocida como la “Catedral Vieja”, ubicada en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca. En una primera etapa se realizará el monitoreo de las condiciones ambientales propias que existen en la edificación de este estudio; específicamente se recopila información relacionada a la temperatura ambiente, humedad, luz, sonido y valores de CO<sub>2</sub>; además de realizar un seguimiento de condiciones antrópicas de deterioro que afecten al estado de conservación, y proyecta la inclusión del estudio de ingeniería estructural en una segunda etapa. A término, se espera definir una propuesta técnica de alta eficiencia tecnológica capaz de aportar a los procesos de conservación preventiva de para este bien inmueble y replicable para otros edificio patrimoniales de la ciudad, así como establecer una ruta para el cumplimiento de las políticas vigentes desde la academia.

### 18. PALARAS CLAVES

Edificio patrimonial, estado de conservación, monitoreo patrimonial, condiciones ambientales, IoT

### 19. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La Iglesia de El Sagrario (IES) es una de las construcciones más antiguas de la ciudad de Cuenca-Ecuador. Su construcción culminó a mediados del siglo XVI con la vocación de Catedral de la ciudad. A partir de finales del siglo XIX es conocida como “Catedral Vieja”, debido a que en aquella época se construyó la Catedral de la Inmaculada Concepción o “Catedral Nueva”. La edificación, se define como el centro de actividad religiosa más importante durante la colonia española y gran parte de la república; actualmente tiene protagonismo bajo la denominación de museo de arte religioso y sala de conciertos.

En términos de construcción, la catedral está constituida por una gama variada de materiales con elementos estructurales de muros de abobe y ladrillo, pilares y cerchas de madera y recubrimiento de cubierta con teja tradicional. La edificación incluye un atrio, un altar, un patio, capillas y naves laterales. Al ser una construcción de más de cuatro siglos de antigüedad intensamente ocupada, durante el paso de los años ha resistido diversas inclemencias naturales y antrópicas. Actualmente, se ha podido evidenciar que la catedral presenta lesiones causadas por la falta de mantenimiento (en especial los niveles de humedad), el deterioro de acabados y elementos de recubrimiento. Estudios preliminares, (Zamoray Aguirre, 2020) detallan la necesidad de refuerzo físico, de monitoreo en tiempo real de las condiciones ambientales y movimientos telúricos. Además, la agravada contaminación ambiental y vibración de autos son y seguirán siendo una amenaza para las estructuras definidas como vulnerables. También representa escenarios de afección para los bienes culturales que están resguardados en su interior.

En este contexto, mediante una investigación de tipo híbrida (ya que involucra los niveles de investigación aplicativo, correlacional, descriptivo y exploratorio, así como desarrollo tecnológico) se busca desarrollar un trabajo multidisciplinario para investigar este problema. En primer lugar, desde una óptica de la automatización, basado en una investigación aplicada-exploratoria se desarrollarán e implementarán los sistemas de monitoreo ambiental, utilizando tecnologías actuales y de libre acceso, como es software Opensource y hardware DIY. Cabe mencionar que en el mercado existen este tipo de sistemas; sin embargo, es costo de adquisición es elevado. En segundo lugar, desde el ámbito de la arquitectura el proyecto se asocia al ámbito de la conservación patrimonial. Tiene carácter descriptivo para establecer el estado de conservación de los bienes en estudio, y asociar las mediciones de los sistemas de monitoreo. También considera la tipología arquitectónica, la condición patrimonial, las condiciones de uso y ocupación. Por último, se aplica una investigación de tipo correlacional, ya

que busca definir un modelo de monitoreo a mediano y largo plazo, capaz de identificar las necesidades de intervención monumental desde la conservación preventiva.

## 20. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Hoy en día, el reto de la conservación del patrimonio se centra en la preservación del monumento, mediante estrategias de monitoreo y mantenimiento, concepto y actividades muy diferentes a la tradicional protección y restauración de los monumentos y edificios existentes, que se desarrollaban anteriormente y eran consideradas como la conservación de los sitios culturales. Estos conceptos no son nuevos, de hecho, a lo largo de los años el monitoreo y mantenimiento de los patrimonios ha sido considerado en la Carta de Atenas, la Carta de Venecia, la Carta de Burra, entre otros. Es así que, en los últimos años, el Comité del Patrimonio Mundial puso atención en los procesos de gestión del patrimonio, desarrollando diferentes medidas para reforzar el control para el seguimiento de los cambios en el tiempo y diseñando estrategias del patrimonio edificado, que posteriormente se convirtieron en objetivos primordiales de los organismos internacionales como la UNESCO, ICOMOS, ICCROM, etc.

### Arquitectura patrimonial: conservación y monitoreo

La investigación y la aplicación de tecnología en el campo del patrimonio cultural y la arquitectura han tenido en las últimas décadas un gran avance. Casos significativos a nivel mundial exponen lo propio de cara a la conservación de los bienes, al acceso democrático, la difusión y a la conservación integral. Prueba de ello es el caso de Catalhöyük (Turquía), (Campiani, Lingle y Lercari 2019) en su estudio exponen mediante un enfoque exhaustivo (cuantitativo-cualitativo) la factibilidad técnica de captar el deterioro de las características de los muros del complejo a lo largo del tiempo. Recurren a datos multitemporales de origen ambiental (temperatura y humedad) recogida por medio de registradores TinyTag. Estos son una gama de registradores de datos que permiten controlar la temperatura, el consumo de energía, el uso de energía y los niveles de dióxido de carbono, entre otros.

Otro estudio, mediante una evaluación cualitativa de la vulnerabilidad de los muros de adobe y la información de detección de cambios físicos en la superficie que se obtuvo a través de la comparación de nubes de puntos de escaneo láser. Como dato relevante, la utilización de la técnica de interpolación de distancia inversa ponderada (IDW) permite la generación de mapas climáticos espacio-temporales de la distribución de la temperatura y la humedad, y de la vulnerabilidad de los ladrillos de barro (Campiani, et al, 2019).

Otra variable que se añade es la valoración de riesgo y vulnerabilidad del patrimonio cultural y arquitectónico. En las investigaciones de Campiani, Lingle y Lercari (2019), Galán Huertos, Emilio, José Bernabé González (2006), Ortiz et al. (2014) y Ortiz y Ortiz (2016) se confirma la incidencia directa de las variables ambientales sobre la conservación a escala individual y territorial.

El posicionamiento de métodos de valoración como The ABC Method: a risk management approach to the preservation cultural heritage, editado por el ICC en 2016, que recurre a la norma ISO 31 000 (2009) ratifica la importancia de la evaluación de riesgo considerando el contexto y los tipos de riesgos para la toma de decisiones. Este proceso, que más acertadamente se describe como un ciclo, los prioriza, tal como los Planes de Conservación Preventiva (PCP) desarrollados por el Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) desde el año 2011. Si bien el punto de partida coincide en ambos instrumentos, el último recurre a las experiencias institucionales particulares para el establecimiento del contexto, los criterios para cometer la exploración de riesgos, en la definición de procedimientos sistemáticos para el seguimiento y control, y finalmente, en los requerimientos para la implantación y viabilidad de las medidas previstas (Durán D., y Herráez 2019).

En el caso particular de edificios religiosos, (Maksimović y Cosović 2019) indican que estos deben conservarse durante el mayor tiempo posible, ya que las estructuras en sí y las ricas colecciones que alojan representan riqueza insustituible, apoyan la conservación de las costumbres y pueden estimular el crecimiento económico. Propuesta semejante también ha sido planteada mediante 15 estaciones de microclima dentro y fuera del edificio por Mesas-Carrascosa et al. (2016). En ambos casos, pero además en el escenario del complejo de Catalhöyük (Turquía), los intereses de monitoreo se centran en el ámbito estructural, de deterioro superficial y los parámetros de temperatura y humedad, relegando el estudio de la presencia del CO<sub>2</sub> en el ambiente interior, como determinante para el uso y disfrute espacial.

En el Ecuador, cronológicamente destacan INPC (2011), Valeria et al. (2015) quienes desde diferentes niveles profesionales y de competencias legal, posicionan la necesidad de la identificación de lesiones, valoración del riesgo y vulnerabilidad como componentes de conservación patrimonial. Por su parte, Carvajal y Heras (2020) retoman el accionar técnico con precisiones sobre la asociación entre la gestión de riesgos y la gestión del patrimonio moderno ecuatoriano. Las autoras consideran para tal fin las características intrínsecas

de los bienes, así como las del entorno respecto a la ubicación y la gestión actual del bien. A su vez, en el ámbito particular de la relación patrimonio-implementación tecnológica los aportes son menores aún, ya que, la identificación de los componentes individuales y las áreas de conservación a través de la implementación de inventarios ha sido ampliamente aceptada como los principales logros. (Heras et al. 2019). En el caso de Cuenca, han sido cuatro y de aquello se mantiene la dinámica hasta la fecha. Ejercicios puntuales como el uso de técnicas de procesamiento de imágenes y la recopilación de datos con herramientas digitales se han aplicado para evaluar la conservación a nivel urbano con base en los valores patrimoniales y en el control requerido a largo plazo (Heras et al. 2019).

## 21. OBJETIVOS

Desarrollar un sistema de monitoreo ambiental de bienes patrimoniales, mediante la creación de un dispositivo DIY que integre tecnología y herramientas IoT, para proponer medidas de conservación y técnicas de intervención constructiva, en la Iglesia “El Sagrario”.

## 22. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de conservación de la IES mediante levantamiento de información de campo, científica y de documentación arquitectónica existente, identificando las lesiones patológicas generadas por condiciones ambientales y actividad antrópica que serán monitorizados para así, obtener una visión general del estado actual de la edificación.
- Desarrollar un sistema de monitoreo patrimonial mediante software Opensource y hardware Diy obteniendo información que permita un análisis de las causas directas que lesionan la edificación por condiciones ambientales y actividad antrópica.
- Evaluar el estado de conservación de los bienes patrimoniales y el seguimiento de las patologías visibles mediante el análisis información obtenida del monitoreo ambiental y de confort que describa el comportamiento del inmueble frente cambios de condiciones ambientales y actividad antrópica proponiendo medidas de conservación y técnicas de intervención del bien patrimonial.

## 23. MARCO METODOLÓGICO

La investigación es del tipo híbrida involucrando los niveles de investigación aplicativo, correlacional, descriptivo y exploratorio, así como un desarrollo tecnológico. En primer lugar, desde una óptica de la automatización, basado en una investigación aplicada-exploratoria se desarrollarán e implementarán los sistemas de monitoreo ambiental. En segundo lugar, desde el ámbito de la arquitectura el proyecto se asocia al ámbito de la conservación patrimonial. Tiene carácter descriptivo para establecer el estado de conservación de los bienes en estudio, y asociar las mediciones de los sistemas de monitoreo. Por último, se aplica una investigación de tipo correlacional, ya que busca definir un modelo de monitoreo a mediano y largo plazo, capaz de identificar las necesidades de intervención monumental desde la conservación preventiva.

Entonces, en base a lo mencionado se detalla los pasos a seguir en cada uno de los niveles investigativos. En el primer paso, se aplicará el método de análisis de caso de la IES determinando el estado de conservación de la edificación, y así definir una línea base mediante:

- Documental: búsqueda de documentos en las instituciones responsables del mantenimiento y gestión de los bienes patrimoniales, principalmente se enfocará en la indagación de: fotografías históricas, planos arquitectónicos y planos estructurales (en el caso de existir); estudio y planos de clasificación de elementos estructurales; informes y estudios para de intervenciones.
- Levantamiento de la edificación: acorde a la información documental recolectada, se realizará un levantamiento de planos georreferenciado, y/o corrección de los posibles planos entregados por las instituciones a cargo de la conservación de la IES, toda esta información será modelada en un espacio virtual. En este contexto, se cuenta con el compromiso de la Universidad de las Américas (UDLA) de Quito para realizar un proyecto paralelo al presente y realizar el monitoreo de la Iglesia de El Belén, contemporánea y semejante a la Iglesia de El Sagrario

- **Visitas de Campo:** se realizará una inspección visual, para la identificación de eventuales lesiones en la IES producidas por condiciones ambientales y actividad antrópica. En los casos que sea posible, se identificará el probable origen del deterioro. Esta información será almacenada en una ficha base que se encontrará vinculada a la base de datos y que recogerá los datos en línea. A esta se sumará el juicio técnico para elementos estructurales y para elementos constructivos.
- **Puntos de monitoreo:** definición de puntos críticos en espacios y elementos arquitectónicos que deben ser monitoreados, dando prioridad a los elementos con mayor riesgo y que se enmarquen en patologías originadas por cambios de condiciones ambientales y actividad antrópica.

De manera paralela como segundo paso, mediante la metodología de desarrollo por prototipos se generará los sistemas de monitoreo. Se iniciará con la definición de las variables a ser medidas y los sensores disponibles en el mercado. Adicionalmente, se seleccionará el software y hardware para el micro procesamiento y comunicación de la información. Se ha avanzado en un primer bosquejo para la presente propuesta. Para la recolección de información el ESP32 se selecciona, es un chip SoC de bajo costo y consumo energético, con tecnología Wi-Fi y Bluetooth. Los sensores para las mediciones exteriores son: Material particulado → Modulo sensor Polvo Láser PM10 Arduino y Modulo sensor Polvo Láser PM2.5 Arduino, Temperatura, humedad, presión barométrica y gases de COV - Sensor Bme680 Adafruit y Sensor Dht-22, Monóxido de Carbono - Sensor Me2-co, Dióxido de Carbono - Sensor MG-811, Sulfuro de Hidrogeno - Sensor Mq-136, Dióxido de Nitrógeno - NO2-B43F, Ozono - Mq-131, Luz ultravioleta - Veml6070, Ruido - Modulo sensor ruido Arduino y Dirección y velocidad del viento, cantidad de lluvia - sensores analógicos con veleta de viento, anemómetro de copa, medidor de lluvia de inclinación. Para las mediciones interiores los sensores son: Dióxido de carbono - Sensor MG-811, Material particulado - Modulo sensor Polvo Láser PM2.5 Arduino, Temperatura, humedad, presión barométrica y gases de COV - Sensor Bme680 Adafruit y Sensor Dht-22, Luz ultravioleta - Veml6070, Ruido - Modulo sensor ruido Arduino. Los sensores se conectarán al sistema microcontrolado y estos a su vez comunican la información a un microcomputador Raspberry PI mediante Wifi, el cual se encarga de recuperar y almacenar toda la información de manera local. Posteriormente, realizará el envío de la información a la nube.

Luego, se identificarán los requisitos necesarios para mejorar el diseño. Actualmente, para esta propuesta se han determinado siete estaciones internas (ubicaciones tentativas: 2 en la Nave Central, 1 en cada Capilla, en el Altar y Cripta) y una estación externa en la parte superior de la fachada de la Calle Sucre.

En el punto tercero, se analizará el comportamiento arquitectónico de la edificación considerando nivel de iluminación, acústica, comportamiento térmico, calidad de aire y funcionalidad. Para este fin, se recurre al seguimiento y análisis a nivel exterior de:

- Acumulación de niveles: dióxido de carbono, monóxido de carbono, ozono, dióxido de azufre, que puedan estar sobre los niveles previstos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire.
- Cambios súbitos de temperatura y sonido que afecten en el confort en el momento de uso de los espacios exteriores.
- Condiciones de radiación UV natural que permitan garantizar un confort adecuado para los usuarios de estos espacios.

Adicionalmente, se analizará el comportamiento de la edificación en su espacio interior, considerando:

- Acumulación de niveles: dióxido de carbono, que puedan estar sobre los niveles previstos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire.
- Cambios súbitos de temperatura y sonido que afecten en el confort en el momento de uso de los espacios interiores.
- Condiciones de iluminación natural e iluminación artificial, durante diferentes situaciones que brinde el día, y durante la noche, que permitan garantizar un confort adecuado para los usuarios de estos espacios.

Los datos recibidos, se analizarán según los sistemas vayan adquiriendo la información. Al finalizar la supervisión de los inmuebles por un periodo de un semestre, se evaluará el estado estructural del bien y realizará el seguimiento de las lesiones visibles detectadas en el análisis inicial. Se verificará su estado y se cotejará con la información obtenida del monitorio de calidad de aire y confort que ayuden a comprender el comportamiento de los inmuebles frente los cambios de condiciones ambientales y actividad antrópica.

Finalmente, con base en el análisis de la información, así como aplicando las consideraciones de las normativas locales (Ordenanza para la gestión y conservación de la áreas históricas y patrimoniales de Cuenca y Ordenanza Metropolitana No. 001), nacional (Ley Orgánica de Cultura) e internacional (Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico), y otros documentos complementarios (Plan Nacional de Conservación Preventiva de España, The ABC Method), se procederá a definir los lineamientos de conservación e intervención requeridos por el edificio, en complemento al sistema de monitoreo a mediano y

largo plazo, capaz de implementarse en otros edificios semejantes, pero a su vez, con capacidad de articularse a la ETAPA 2, es decir, aquella de diagnóstico estructural.

## IMPACTO DEL PROYECTO

---

### 24. RESULTADOS ESPERADOS DEL PROYECTO

Considerando la ejecución exitosa de este proyecto permitirá la apertura de nuevas oportunidades en el futuro mediato e inmediato: por ejemplo, la estrategia experimental aplicada se podría emplear para el estudio de otros monumentos similares.

La conformación y consolidación de este grupo de investigación será el punto de partida hacia proyectos con nuevos enfoques, multidisciplinarios, en relación con el estudio de este tipo de problemas científicos. Es evidente que la experiencia adquirida por los distintos miembros del equipo se podrá difundir en diferentes instancias (académica, científica, social), lo cual redundará en un claro efecto multiplicador.

Por otra parte, la ejecución del proyecto permitirá consolidar aún más la capacidad instalada de nuestras instituciones para abordar en el futuro estudios similares, aunque estos sean en otras áreas del conocimiento. De hecho, las herramientas metodológicas y el conocimiento adquirido se podrían aplicar en campos tan diversos como la medicina y la agricultura, entre muchos otros. Todo lo anterior se verá reflejado en un incremento de la productividad científica de la institución, incluyendo tesis de grado, tesis de maestría, artículos científicos y nuevos proyectos de investigación.

La dinámica de trabajo que se generará mediante la ejecución de este proyecto y la retroalimentación que cada uno de los participantes recibirá de parte de sus colegas no solamente redundará en la generación de nuevos conocimientos (susceptibles de ser publicados) sino que además actuará como núcleo de atracción a nivel de otros colegas, otros estudiantes e, inclusive, otras instituciones.

La metodología desarrollada podría servir de aporte para la actualización de la normativa relacionada a la intervención en edificaciones patrimoniales y como guía para la protección y mantenimiento de dichas construcciones. De igual manera, resultaría una herramienta útil para lograr un acercamiento interdisciplinario, de manera eficiente, en la conservación y restauración del edificio patrimonial.

### 25. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Se espera transferir los resultados obtenidos mediante:

- Participación y asimilación por parte de los estudiantes tanto de pregrado como de posgrado con conocimientos en electricidad, electrónica, automatización, arquitectura, urbanismo entre otros mejorando el nivel de formación y ayudando a la inserción laboral.
- Dos publicaciones presentadas en revistas como; Journal of Architectural Conservation (Inglaterra) de la editorial Taylor and Francis, Q2, o Capitale Culturale (Italia) de la editorial eum - Edizioni Università di Macerata, Q3.

26. REQUIERE ALGÚN AVAL ESPECIAL, PERMISO DEL COMITÉ DE BIOÉTICA O DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE U OTRO.

NO

Justificación:

## 27. CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA PROPUESTA

Conforme el reporte de los investigadores participantes, su experiencia y la propia proyección del proyecto, se acota que no existe riesgo de índole técnico que pueda comprometer la ejecución de la propuesta. Además, existe el compromiso de los investigadores para ejecutar adecuadamente el proceso técnico y científico, conforme el compromiso adquirido con la Arquidiócesis de Cuenca, desde donde se cuenta con el aval correspondiente, así como con la empresa internacional World Sensing quienes han aportado equipos bajo el formato de donación con el fin de implementarlos al proceso de investigación planteado.

De otro lado, el proyecto planteado no presenta ningún tipo de conflicto ético o bioético, por lo que su ejecución se asocia a su propia planificación y gestión de los recursos que puedan ser derivados de la Jefatura de Investigación a través de la convocatoria correspondiente

## 28. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR CARBONEY, J.A., GONZÁLEZ HERRERA, R., GUERRERO JUÁREZ, V. y JARA DÍAZ, M., 2020. COMPORTAMIENTO DE TEMPLOS COLONIALES EN EL SISMO DEL 7 DE SEPTIEMBRE DE 2017 EN CHIAPAS. *Revista de Ingeniería Sísmica* [en línea], vol. 102, no. 102, pp. 26-41. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 0185-092X. DOI 10.18867/ris.102.502. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-092X2020000100026&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2020000100026&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

ALCÁNTARA, M., 2018. Arte y patrimonio cultural. [en línea]. S.l.: s.n., pp. 1-100. [Consulta: 30 junio 2021]. DOI 10.14201/0aq0251\_3. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.14201/0AQ0251\\_3](http://dx.doi.org/10.14201/0AQ0251_3).

ARIZAGA, D., 1999. El patrimonio cultural en los procesos de descentralización. *Revista Ciudad Alternativa* [en línea], no. 14, pp. 155. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/5059>.

BORLENGHI, P., 2017. Paolo Borlenghi Deployment of a low-cost digital platform for the monitoring of Santa Maria del Mar church in Barcelona. [en línea]. S.l.: Universitat Politècnica de Catalunya. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/116005>.

BRICEÑO, C., NOEL, M.F., CHÁCARA, C. y AGUILAR, R., 2021a. Integration of non-destructive testing, numerical simulations, and simplified analytical tools for assessing the structural performance of historical adobe buildings. *Construction and Building Materials*, vol. 290. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.123224.

BRICEÑO, C., NOEL, M.F., CHÁCARA, C. y AGUILAR, R., 2021b. Integration of non-destructive testing, numerical simulations, and simplified analytical tools for assessing the structural performance of historical adobe buildings. *Construction and Building Materials*, vol. 290, pp. 123224. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.123224.

CAMPIANI, A., LINGLE, A. y LERCARI, N., 2019. Spatial analysis and heritage conservation: Leveraging 3-D data and GIS for monitoring earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, vol. 39, pp. 166-176. ISSN 12962074. DOI 10.1016/j.culher.2019.02.011.

CARVAJAL, E. y HERAS, V., 2020. METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO DEL ECUADOR Y SU ENFOQUE EN EL PATRIMONIO MODERNO. *DISEÑO ARTE Y ARQUITECTURA* [en línea], no. 8, pp. 221-231. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 2588-0667. DOI 10.33324/daya.v1i8.287. Disponible en: <http://201.159.223.165/index.php/daya/article/view/287>.

CEDEÑO, G.M.Z. y ULLAURI, M. del C.A., 2020. Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Estudio de caso: la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador. *Intervención* [en línea], vol. 1, no. 21, pp. 257-327. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 2448-5934. DOI 10.30763/INTERVENCION.229.V1N21.08.2020. Disponible en: <http://200.188.19.41/index.php/intervencion/article/view/6299>.

CORTÉS AGUIRRE, A., AGUIRRE ULLAURI, M. del C. y CONTRERAS-ESCADÓN, C., 2019. Impacto del Decreto de Emergencia del Patrimonio Cultural del Ecuador: análisis costo-beneficio. *Revista de Urbanismo* [en línea], no. 41. ISSN 0717-5051. DOI 10.5354/0717-5051.2019.52492. Disponible en: <http://revistaurbanismo.uchile.cl>.

- DURÁN D., Y HERRÁEZ, J., 2019. Bloque 1. Antecedentes e introducción al método. En Plan Nacional de Conservación Preventiva. Guía para la Elaboración e Implantación de Planes de Conservación Preventiva | Centro de Documentación | Ibermuseos [en línea]. S.l.: s.n., pp. 1-18. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <http://www.ibermuseos.org/recursos/documentos/guia-para-la-elaboracion-e-implantacion-de-planos-de-conservacion-preventiva/>.
- ENFOQUE, U., 2014. Propuesta de Mapa de Riesgos de Bienes Patrimoniales Inmuebles expuestos a Amenazas de Origen natural (Heritage Assets Exposed to Natural Hazards. A Risk Map Proposal). Enfoque UTE [en línea], vol. 5, no. 1, pp. 30-48. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 1390-6542. Disponible en: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>.
- FOSCA, D., PÓRCEL, P., ZONNO, G., CASTAÑEDA, B. y AGUILAR, R., 2019. Implementation of a Web Platform to Present Real Time Dynamic Monitoring Data from Heritage Structures. RILEM Bookseries [en línea]. S.l.: Springer Netherlands, pp. 2245-2253. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99441-3\\_241](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99441-3_241).
- GALÁN HUERTOS, EMILIO, JOSÉ BERNABÉ GONZÁLEZ, R.M.Á.R., 2006. La aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Patrimonio Monumental y el Desarrollo Sostenible de las Ciudades [en línea]. 2006. S.l.: s.n. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3906866>.
- HERAS, VERÓNICA; BRIONES, JUAN CARLOS; SINCHI, E., 2018. Procesos de clasificación supervisados como herramienta de monitoreo del patrimonio cultural edificado. ASRI: Arte y sociedad. Revista de investigación, vol. 14, pp. 95-102. ISSN 2174-7563.
- HERAS, V., SINCHI, E., BRIONES, J. y LUPERCIO, L., 2019. URBAN HERITAGE MONITORING, USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES AND DATA COLLECTION WITH TERRESTRIAL LASER SCANNER (TLS), CASE STUDY CUENCA-ECUADOR. [en línea], [Consulta: 30 junio 2021]. DOI 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-609-2019. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-609-2019>.
- HERITAGE, A., ANUZET, C., ANDERSSON, E. y AN TOMARCHI, C., 2014. The ICCROM Forum on Conservation Science 2013: a collaborative partnership for strategic thinking. ICOM-CC 17th triennial conference Melbourne 15-19 September 2014: preprints. S.l.: s.n., ISBN 978-92-9012-410-8.
- INPC, 2013. Guía metodológica para la salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 30 junio 2021]. ISBN 9789872234218. Disponible en: <https://issuu.com/inpc/docs/salvaguardiainmaterial>.
- MAKSIMOVIC, M. y COSOVIC, M., 2019. Preservation of Cultural Heritage Sites using IoT. 2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2019 - Proceedings. S.l.: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., ISBN 9781538670736. DOI 10.1109/INFOTEH.2019.8717658.
- MELI PIRALLA, R. y SÁNCHEZ, A.R., 2001. La rehabilitación de la catedral metropolitana de la ciudad de México. Revista Digital Universitaria [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 1-17. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-digital-universitaria/articulo/la-rehabilitacion-de-la-catedral-metropolitana-de-la-ciudad-de-mexico>.
- MESAS-CARRASCOSA, F.J., VERDÚ SANTANO, D., DE LARRIVA, J.E.M., ORTÍZ CORDERO, R., HIDALGO FERNÁNDEZ, R.E. y GARCÍA-FERRER, A., 2016. Monitoring heritage buildings with open source hardware sensors: A case study of the mosque-cathedral of Córdoba. Sensors (Switzerland) [en línea], vol. 16, no. 10, pp. 1620. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 14248220. DOI 10.3390/s16101620. Disponible en: [www.mdpi.com/journal/sensors](http://www.mdpi.com/journal/sensors).
- ORTIZ, P., ANTUNEZ, V., MARTÍN, J.M., ORTIZ, R., VÁZQUEZ, M.A. y GALÁN, E., 2014. Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city. Journal of Cultural Heritage, vol. 15, no. 4, pp. 432-440. ISSN 12962074. DOI 10.1016/j.culher.2013.07.009.
- ORTIZ, R. y ORTIZ, P., 2016. Vulnerability Index: A New Approach for Preventive Conservation of Monuments. International Journal of Architectural Heritage [en línea], vol. 10, no. 8, pp. 1078-1100. [Consulta: 30 junio 2021]. ISSN 15583066. DOI 10.1080/15583058.2016.1186758. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15583058.2016.1186758>.
- PEREZ COTRINA, D., 2017. Facultad de Ingeniería Facultad de Ingeniería. Ucv [en línea], pp. 358. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26547>.
- ROVELLA, N., ALY, N., COMITE, V., RANDAZZO, L., FERMO, P., BARCA, D., ALVAREZ DE BUERGO, M. y LA RUSSA, M.F., 2021. The environmental impact of air pollution on the built heritage of historic Cairo

(Egypt). *Science of the Total Environment*, vol. 764, pp. 142905. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.142905.

TIERRA, N., 1998. *SU ESTRUCTURA*. . S.I.:

TRAD, A., SOBHIEH, T., GHANEM, H. y TEMSAH, Y., 2019. Seismic assessment and rehabilitation of a historical masonry mosque. *MATEC Web of Conferences* [en línea], vol. 281, pp. 02004. [Consulta: 30 junio 2021]. DOI 10.1051/mateconf/201928102004. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/mateconf>.

UVA, G., SANGIORGIO, V., RUGGIERI, S. y FATIGUSO, F., 2019. Structural vulnerability assessment of masonry churches supported by user-reported data and modern Internet of Things (IoT). *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, vol. 131, pp. 183-192. ISSN 02632241. DOI 10.1016/j.measurement.2018.08.014.

VALERIA, C., ZAPATA, A., FERNANDA, G., BERNAL, O., PALACIOS, D.M., MARTHA, M. y LEÓN, V.P., 2015. "Aplicación de la Metodología Tesis previa a la obtención del Título de Arquitecto UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad de Arquitectura y Urbanismo. [en línea]. S.I.: [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21778>.

VAN BALEN, K., 2009. *Conservación Preventiva en el contexto internacional de la red PRECOM3OS. II ENCUENTRO PRECOM3OS SEMINARIO TALLER DE TECNOLOGIAS Y RESTAURACION DE OBRAS EN TIERRA*. S.I.: s.n.

VIDAL, F., VICENTE, R. y MENDES SILVA, J., 2019. Review of environmental and air pollution impacts on built heritage: 10 questions on corrosion and soiling effects for urban intervention. 1 mayo 2019. S.I.: Elsevier Masson SAS.

ŽARNIĆ, R., RAJČIĆ, V. y SKORDAKI, N., 2015. A contribution to the built heritage environmental impact assessment. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. S.I.: Copernicus GmbH, pp. 389-394. DOI 10.5194/isprsannals-II-5-W3-389-2015.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

<p> Firmado digitalmente por <b>JUAN CARLOS COBOS TORRES</b></p> <p>—DIRECTOR DEL PROYECTO: PICODS21-47—</p> <p>JUAN CARLOS COBOS TORRES; 0103767125; INGENIERÍA ELÉCTRICA; UNIDAD ACADÉMICA DE POSGRADOS; UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN; SEDE CUENCA.</p>	<p><b>MARIA DEL CISNE AGUIRRE ULLAURI</b></p> <p>Firmado digitalmente por MARIA DEL CISNE AGUIRRE ULLAURI DN: cn=MARIA DEL CISNE AGUIRRE ULLAURI, o=EC ou=SECURITY DATA S.A. 2 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Ubicación: Fecha: 2022-09-22 15:09:05:00</p> <hr/> <p><b>Arq. María del Cisne Aguirre Ullauri, PhD.</b></p> <p><b>JEFE DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN</b></p>
--	--

## ANEXOS

---

### Planilla de anexos del Proyecto

```
[{ "title": "Anexos convocatoria ODS", "comment": "", "size": "93.002", "name": "Anexos_Covid-19.xlsx", "filename": "fu_fvqq65kieakn6ik", "ext": "xlsx" }]
```

Número de Archivos: 1

### Documento de contraparte firmado (Solo en caso de financiamiento externo)

```
[{ "title": "Oficios de Instituciones", "comment": "", "size": "344.091", "name": "oficios.pdf", "filename": "fu_yrcv7cniykfbk88", "ext": "pdf" }]
```

Número de archivos: 1

### Documentación adicional

```
[{ "title": "Oficios Iglesias", "comment": "Se adjunta las cartas de compromiso de la Comisi\u00f3n de \u00c1reas Hist\u00f3ricas y Patrimoniales de Cuenca y del p\u00e1rroco de la Iglesia del Bel\u00e9n de Quito.", "size": "780.585", "name": "oficio%20iglesias.pdf",
```

Número de archivos: 1