

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Arquitectura



Una Institución Adventista

**Estado de conservación de las fachadas de las Iglesias
Virreinales de Juli, Puno**

Tesis para obtener el Título Profesional de Arquitecto

Autor:

Melanie Bridget Lupaca Huarac
Any Abigail Saldaña Cabanillas

Asesor:

Dr. Pedro Hurtado Valdez

Lima, noviembre de 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Pedro Augusto Hurtado Valdez, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Arquitectura, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Estado de conservación de las fachadas de las Iglesias Virreinales de Juli, Puno.”** constituye la memoria que presenta los Bachilleres Melanie Bridget Lupaca Huarac y Any Abigail Saldaña Cabanillas para obtener el título de Profesional de Arquitecto, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 09 días del mes de noviembre del año 2022.



Dr. Pedro Augusto Hurtado Valdez

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a...**08**...día(s) del mes de... **noviembre**.....del año **2022**.... siendo las **09:00** am, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado:

..... **MArch. Daniela Ayala Mariaca**... el secretario:**Mtro. Jhon Harol Gonzáles Garay**..... y los demás miembros: **Arq. Elsa Elizabeth Rojas Ascama y Mg. Cristian Pedro Yarasca Aybar**.....y el asesor.....**Dr. Pedro Augusto Hurtado Valdez**

.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada:..."**Estado de conservación de las fachadas de las Iglesias Virreinales de Juli, Puno.**".....

de el(los)/la(las) bachiller(es): a)... **MELANIE BRIDGET LUPACA HUARAC**

.....b)... **ANY ABIGAIL SALDAÑA CABANILLAS**

conducente a la obtención del título profesional de.....

.....**ARQUITECTO**
(Nombre del Título Profesional)

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Melanie Bridget Lupaca Huarac

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

Candidato (b): Any Abigail Saldaña Cabanillas

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
MArch. Daniela Ayala
Mariaca

Secretario
Mtro.Jhon Harol
Gonzáles Garay

Asesor
Dr. Pedro Augusto
Hurtado Valdez

Miembro
Arq. Elsa Elizabeth
Rojas Ascama

Miembro
Mg. Cristian Pedro
Yarasca Aybar

Candidato/a (a)
Melanie Bridget Lupaca Huarac

Candidato/a (b)
Any Abigail Saldaña Cabanillas

Estado de conservación de las fachadas de las Iglesias Virreinales de Juli, Puno.

Melanie Lupaca^a, Abigail Saldaña^a and Pedro Hurtado^{a*}

^a Facultad de Ingeniería y Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Melanie Lupaca Huarac

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4816-7945>)

B.Arq.

Abigail Saldaña Cabanillas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3158-8671>

B.Arq.

Pedro Hurtado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5575-9653>

PhD Arquitecto, Profesor.

Estado de conservación de las fachadas de las Iglesias Virreinales de Juli, Puno.

La arquitectura eclesiástica virreinal de Juli es el legado cultural de la evangelización indígena en el occidente del Lago Titicaca. En los últimos años la permanencia y la durabilidad de las características singulares de estos inmuebles son amenazadas constantemente por los riesgos a las que están sometidas y la aparición de lesiones. El objetivo de este estudio se centra en determinar que riesgos y patología afectan la conservación de las fachadas de las iglesias virreinales de Juli (Puno, Perú). En ese sentido para determinar los riesgos externos se desarrolló un análisis multidimensional mediante un mapeo de riesgo natural y antrópico de la ciudad. El análisis de patología se realizó por medio de técnicas no destructivas como la captura y procesamiento de imágenes que detectaron las zonas con mayor daño. Los resultados muestran un nivel bajo-medio de riesgo en la zona geográfica en la que se ubican las iglesias, también evidencian una incidencia mayor de lesiones de origen físico con un 27.88%, así mismo los sectores más afectados de las fachadas son las portadas y la parte alta de las torres debido al tipo de material y el relieve de los detalles arquitectónicos. El artículo representa una contribución para el proceso de gestión de conservación del patrimonio inmueble en las ciudades históricas, facilitando el reconocimiento de amenazas externas e internas a través de técnicas no destructivas.

Palabras clave: Iglesias históricas; análisis patológico; patrimonio; riesgos en la conservación.

1. Introducción

El virreinato en Latino América dio paso al desarrollo de la arquitectura religiosa principalmente en Perú, donde las iglesias virreinales y las escuelas regionales se desarrollaron tempranamente debido a que el virreinato de Castilla fue de los virreinos más antiguos y el centro político cultural más importante de Sudamérica ¹. Durante el siglo XIX, la importancia del legado cultural y arquitectónico del patrimonio motivó la implementación de procesos de protección, preservación y conservación arquitectónica; debido al riesgo de degradación de estos inmuebles por acción de diferentes actores de alteración clasificados en naturales como factores ambientales o geomorfológicos y antrópicos que son acciones humanas como el desinterés de las autoridades, la falta de documentación o actos de vandalismo ². Estos procesos para la conservación se basaron en el desarrollo de metodologías válidas que requieren un conocimiento profundo del riesgo y patología de los edificios patrimoniales ³. En el siglo XX se reconocieron múltiples inmuebles en el Perú como monumentos históricos religiosos entre los cuales se incluyeron 33 iglesias que posee la zona del altiplano, en las que se realizaron restauraciones significativas en 1978 ⁴.

Las iglesias son ejemplo de la envergadura artística y arquitectónica que representaron las reducciones indígenas erigidas en los poblados andinos ⁵. Asimismo, la importancia de estos edificios radica en que asumen dentro de un pueblo, un valor simbólico que lo asimilan a las catedrales de las grandes ciudades ⁶. Cusco, Arequipa y Puno fueron las principales escuelas regionales y estas basaban la concepción de sus iglesias en factores como el orden social, cultural, geográfico y climatológico, debido a que conferían significado e identidad local al edificio ⁷. En los pueblos del altiplano se buscaba mantener un lenguaje arquitectónico propio implementando técnicas y

elementos relacionados a la naturaleza y la tradición andina. Se definen tres etapas de carácter estilísticos en el altiplano: La primera etapa mostraba predominio del estilo renacentista, mientras que la segunda etapa estuvo caracterizada por el estilo barroco virreinal empleada en zonas céntricas y finalmente en la tercera etapa se fomentó la arquitectura planiforme en los distritos del occidente como: Juli, Pomata y Zepita ⁸. La ciudad de Juli no estuvo al margen de dichas tendencias debido a que se mantenía conectada en la ruta económica de Lima, Cusco y Potosí ⁹; y como resultado se tienen las cuatro iglesias virreinales: “San Pedro Mártir, San Juan de Letrán, Nuestra señora de Asunción y Santa Cruz de Jerusalén” ¹⁰ (*Figura 1*). En Puno, la ciudad de Juli fue referente para otras construcciones por su fundación bajo estándares urbanísticos de España y el desarrollo de una predominante arquitectura religiosa al ser conocida como “La Pequeña Roma de América”

Figura 1. Iglesias virreinales de, Juli – Puno, Perú.

Las iglesias virreinales de Juli en Puno, Perú han sido declaradas como Patrimonio Cultural de la Nación por el Ministerio de Cultura en el siglo XX y forman parte de la ruta turística de Puno ¹¹. Estas construcciones han sido vulneradas en el transcurso de los años por diferentes factores externos de origen naturales y antrópico, teniendo como consecuencia la pérdida de la iglesia “Santa Bárbara” que fue un monumento representativo de la identidad del pueblo aymara; a pesar de esto aún se mantienen cuatro iglesias de la época en estudio como son la iglesia “San Pedro Mártir, San Juan de Letrán, Nuestra Señora de Asunción y Santa Cruz” ¹². Solo dos de estas construcciones tienen un registro de su estado de conservación que muestre la patología arquitectónica del edificio, pero no se encuentran actualizados, lo cual impide que se realice un mantenimiento periódico, siendo intervenidos por última vez en el año 2008

¹³. Presentando un problema de inexistencia de estudios sobre los riesgos y patología presentes en las fachadas de las iglesias virreinales que ponen en peligro inminente su permanencia. Esta investigación plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los riesgos y patología que afectan el estado de conservación de las fachadas de las iglesias virreinales en la ciudad Juli?

Los estudios del patrimonio tienen como objetivo un mejor conocimiento de las amenazas externas y la condición de conservación actual del patrimonio, para minimizar una mayor degradación y aumentar la vida útil de los edificios ¹⁴. Los agresores externos al patrimonio pueden ser humanos o de origen natural, ambos poseen diferentes efectos, algunos de estos pueden dañar considerablemente qué resultados pueden ser visibles de inmediato y otros operan despacio ¹⁵. Para conocer los riesgos y amenazas naturales es necesario realizar un estudio del entorno basado en la cartografía de suelos, geología regional, precipitaciones, geomorfología y archivos de episodios y desastres pasados ¹⁶. Por otro lado, las amenazas antrópicas, provocados por la acción o actividades humanas de manera directa o indirecta, son de baja frecuencia, pero de impacto acumulativo y suelen deberse al desconocimiento hacia todo o parte del patrimonio y de los valores que transmiten ¹⁷. Para saber el estado de conservación actual de un inmueble es necesario saber cuan afectado está a través de un análisis patológico. El estudio completo de procesos patológicos incluye, primero, la identificación y conocimiento, de los agentes patógenos internos (aquellos propios del material) así como de los agentes patógenos extrínsecos (definidos por agentes externos) que originan los deterioros visibles (lesiones) o las macro alteraciones (daños) ¹⁸. Las lesiones son manifestaciones de un problema en la edificación, es decir, el resultado final del proceso patológico. Es importante conocer el tipo de lesión debido a

que es el punto de inicio de todo análisis patológico, y su adecuada identificación permite la correcta elección del tratamiento a emplear ¹⁹. En cambio, los daños tienen que ver con la apreciación de los cambios en la propia configuración constructiva y funcional del edificio, que modifican cargas y elementos resistentes ²⁰.

1.1 Objetivos

El objetivo del estudio es definir los riesgos y patología que afectan el estado de conservación de las fachadas de las iglesias virreinales en Juli-Puno, mediante el análisis de patología y el mapeo de los factores de riesgo externo basados en la observación en campo, recopilación documental y el análisis de datos mediante softwares gráficos y estadísticos. Considerando que las iglesias de Juli tienen una importancia socio-cultural como centro del desarrollo de las tradiciones locales y manifestaciones culturales de la comunidad altiplánica ¹⁰; estudiar los riesgos y la patología de los edificios define acciones preventivas de daños y lesiones estructurales garantizando la continuidad del inmueble ⁵. La investigación llevará a reflexionar que la puesta en valor de un edificio patrimonial no solo conlleva el conocimiento histórico del edificio, las características arquitectónicas y los materiales usados; sino el entendimiento del estado de su conservación actual y la elaboración de un expediente técnico para su restauración ²¹. Por otro lado, el presente estudio será una fuente de información importante sobre la realidad de la arquitectura religiosa virreinal de la ciudad de Juli que puede ser utilizada como base para futuras investigaciones del patrimonio juleño y de otros monumentos históricos del Perú a razón del desarrollo de propuestas de intervención en las iglesias.

2. Materiales y Métodos

Dadas las características de las iglesias y la necesidad por un completo y riguroso diagnóstico, el diseño de la investigación tuvo un enfoque cualitativo que utilizó datos provenientes de la documentación recopilada, observación directa y encuestas en campo; que fueron insumo para la evaluación integral del edificio y que permitieron la identificación de posibles alteraciones patológicas, así como determinar los factores externos que generan degradación sobre el objeto en estudio. La investigación fue no experimental, con característica transversal, debido a que analizó los riesgos existentes en el lugar y los daños físicos visibles que se han producido con el transcurso del tiempo en las iglesias virreinales de Juli, sin intervenir ni manipular la realidad de las categorías, teniendo como base su concepción arquitectónica y constructiva original. El alcance de la investigación fue descriptivo al especificar los riesgos externos y patología que afectan las fachadas de las iglesias para generar un diagnóstico que describa el estado de conservación actual de las fachadas ²². La metodología empleada se organizará en tres fases: recolección de datos, análisis de datos y evaluación de resultados (*Figura 2*).

Figura 2. Diagrama de fases de la metodología en el estudio.

En la fase de recolección de datos, se efectuó un estudio documental basado en información bibliográfica y de archivo relacionada con el desarrollo histórico, trabajos de mantenimiento y planimetría, que permitió reconocer los elementos arquitectónicos en las fachadas de las iglesias en su estado original. Posteriormente el análisis multidisciplinario permitió la comprensión de la precipitación, la geomorfología, la georreferenciación y las condiciones ambientales ²³. La metodología NDT ³ utiliza instrumentos de adquisición y evaluación de imágenes, conocidos como "Procesamiento

Digital de Imágenes", lo que permitió la recopilación de las imágenes de las fachadas y el reconocimiento y la caracterización geométrica detallada de las propiedades y los daños detectados en las fachadas ²⁴. Asimismo, la elaboración de la Lista de Comprobación permitió identificar la patología de los edificios mediante una inspección visual de cinco segmentos que describen los daños y lesiones en los diferentes elementos de la fachada; como identificación, localización de daños y lesiones, descripción del tipo y origen de la lesión, evaluación y observaciones ²⁵. Esta fase se concluye con una encuesta de evaluación de 21 variables del material inmueble que se realizó a tres especialistas del Ministerio de Cultura para determinar el conocimiento del valor intrínseco y el riesgo antrópico, para luego compararlo con la apreciación de 20 pobladores de la ciudad de Juli en la encuesta de cinco preguntas sobre la percepción del cuidado del patrimonio, para determinar la información que tiene el público sobre el tema de la conservación ²⁶.

En la fase de análisis de datos, se evaluaron sistemáticamente los datos conseguidos de la revisión de documentación, la visita de campo y las encuestas. Con el apoyo del software gráfico estadístico SPSS, se analizaron los resultados de la encuesta sobre el conocimiento del riesgo antrópico relacionado con el abandono de los bienes culturales y la falta de documentación. Se utilizó la capacidad de análisis espacial del software del sistema de información geográfica (SIG) para la representación cartográfica del mapa de nivel de riesgo del sitio de estudio que afecta a los inmuebles en un área de macro-zonificación y micro-zonificación utilizando los datos recogidos de las instituciones geofísicas (CENEPRED) y climáticas (INGEMMET y SENAMHI) ²⁷. El análisis de la patología de las fachadas se interpretó en base al listado de patologías propuesto en "metodología sostenible para la conservación preventiva de las

fortificaciones de tierra medievales del sur de la Península Ibérica" ²³. Para la determinación específica de los daños encontrados, se realizó el mapeo de patologías a partir de las imágenes recogidas en la primera fase. Las patologías se clasificaron en los siguientes grupos según su origen: acción de factores físicos y mecánicos, acción de agentes biológicos, acción de agentes humanos y acción de factores de origen químico. Además, a través de la comparación de las características arquitectónicas y estilísticas iniciales y de la aplicación del filtro de infrarrojos y luminancia sobre las imágenes, se identificaron los sectores más afectados de la fachada que permitieron elaborar un mapa de degradación. Por otro lado, para determinar la incidencia de daños y lesiones, se elaboró una tabla con el porcentaje de afectación de cada patología en las fachadas. Finalmente, se realizó la evaluación de resultados que permitió definir el nivel de riesgo externo y las principales patologías que afectan al estado actual de conservación de las fachadas de las iglesias.

3. Resultados

3.1 Lugar de estudio

El lugar de estudio se encuentra en el distrito de Juli, capital de la provincia de Chucuito, al sur del departamento de Puno en Perú (*Figura 3*)²⁸. Juli presenta un territorio poco accidentado con ligeras pendientes, donde se sitúa una trama urbana ortogonal que muestra una centralidad en torno a la plaza principal debido a que está rodeada por instituciones políticas y religiosas ²⁹. Esta ciudad se sitúa en zona occidental del Lago Titicaca, el cual actúa como termorregulador evitando las temperaturas extremas y generando un microclima agradable y un clima seco la mayor parte del año ³⁰. Juli es considerada un potencial turístico a nivel internacional al formar

parte de la ruta turística de Cusco, Puno y La Paz; exhibiendo lugares de interés turístico reconocidos en el registro de la Dirección de Comercio Exterior y Turismo de Puno, destacados por los restos arqueológicos prehispánicos, su arquitectura colonial y sus paisajes naturales ³¹.

Figura 3. Mapa de ubicación de la provincia de Juli en Chucuito con la localización de las iglesias virreinales. Fuente: Municipalidad de Juli, 2016.

3.2 Evolución histórica y reconocimiento de los elementos arquitectónicos de las fachadas

3.2.1 Influencia del Renacimiento y el Barroco

Las iglesias virreinales de Juli se desarrollaron inicialmente bajo la influencia del estilo renacentista transferido por los dominicos en el siglo XVI. La iglesia “San Juan de Letrán” fue iniciada en 1565 por los dominicos y concluida con la orden jesuita ¹¹. Su fachada principal evidencia el estilo renacentista de la Escuela Regional Puneña de forma semiplana con un vano central, un remate de techo a dos aguas y una torre con dos vanos del campanario. La portada de una calle y un cuerpo está flanqueada por las pilastras que rematan en pináculos hundidos y que sostienen el frontón triangular. Se generan contrastes micro volumétricos cuando el arquitrabe desciende en tres molduras escalonadas; la cornisa sobresale a nivel de las impostas y capiteles, y las jambas con un recuadro interior hundido sostienen el arco de medio punto del acceso. Por otro lado, la iglesia “Nuestra Señora de Asunción” fue terminada en 1698 por la orden de los jesuitas¹³. La fachada principal presenta unidad geometría con un vano central cuadrado y remate de cubierta a dos aguas, lo que constituye una persistencia de las proporciones renacentistas. La portada de una calle y un cuerpo tiene una composición simétrica de dos pilastras cajeadas adosadas con basas y capiteles planos que sostienen un friso con

restos de un frontón y dos jambas que sostienen el arco de medio punto del acceso. En cuanto a la torre de piedra con el campanario colapsado presenta molduras en el zócalo, cornisas que dividen horizontalmente y en la parte superior cuatro columnas con doble capitel y ménsulas con decoraciones planiformes, acentuando la sensación de los claroscuros y ratificando la idea barroca en la fachada. Las fachadas de las iglesias virreinales “San Juan de Letrán” y “Nuestra Señora de Asunción” mantienen rasgos del estilo renacentista de la época en su forma sencilla y clara. (*Figura 4*).

Figura 4. Montaje fotográfico para el reconocimiento de elementos de estilo en las fachadas analizadas, dibujos mediante CAD.

La llegada de los Jesuitas posibilitó la inserción del estilo barroco en las fachadas eclesiásticas en el siglo XVII y XVIII. La iglesia “San Pedro Mártir” (la más antigua) fue modificada al estilo barroco a partir de 1576 ³³. La fachada principal posee una portada tipo retablo compuesta por tres calles, dos cuerpos y un remate de frontón semicircular. La portada simétrica tiene juegos de columnas pareadas con basamentos planos y se divide horizontalmente por cornisas. En la parte central existe un acceso adintelado con un arco de medio punto y el segundo cuerpo presenta una ornamentación planiforme que rodea el único vano de la fachada. Al lado izquierdo está la torre del campanario que posee tres cuerpos divididos por cornisas y rematado por una cúpula. El campanario tiene dos vanos con influencia de la escuela regional cuzqueña flanqueados por columnas collavinas con ornamentación planiforme. De igual manera, la iglesia “Santa Cruz de Jerusalén” fue construida en 1582 bajo orden de los jesuitas³⁴. La fachada principal compuesta a base de curvas representa el lenguaje barroco de la Escuela Regional. La portada simétrica es de tipo retablo decorada con racimos de uva, monos, aves y otra representación iconográfica de la región; tiene tres calles

enmarcadas por columnas con reminiscencia salomónica de alto relieve que ascienden en número descendente como pirámide. Los tres cuerpos se dividen por entablamentos y un remate de frontón semicircular. La calle central tiene un acceso adintelado con un arco de medio punto y una hornacina avenerada con un óculo encima en forma de arco de medio punto. Las torres laterales han colapsado y en su lugar quedan muros de piedras. Las iglesias virreinales “San Pedro Mártir” y “Santa Cruz de Jerusalén” están definidas por una mayor interpretación del estilo barroco de la Escuela Regional de Puno.

3.3 Análisis de las amenazas extrínsecas

3.3.1 Principales amenazas antrópicas

Uno de los factores que incidieron en el estado de conservación de las iglesias virreinales fue el nivel de riesgo de la ciudad de Juli, este se dividió según su origen en natural y antrópico, conforme a lo observado el análisis de riesgos de la ciudad. En la encuesta a especialistas, la variable de amenaza antrópica se puntuó de manera desfavorable ya que se identificaron omisiones en la gestión por parte de las autoridades encargadas (Ministerio de Cultura y Prelatura de la ciudad) como la documentación especializada incompleta de las iglesias que no permite tener una base técnica para los siguientes estudios de conservación de estas iglesias; además de acciones de mantenimiento que alteran el estilo original del patrimonio y la presión urbanística que conlleva una pérdida al panorama testimonial de los inmuebles. Así mismo, la apreciación de la población sobre la misma variable califica a la gestión como regular debido a que desconocen de las acciones necesarias para su participación en la conservación de las iglesias. La situación de inestabilidad de las iglesias virreinales de

Juli se agrava a causa de la falta de mecanismos y plataformas de origen antrópico que velen por su estado de conservación (*Figura 5*).

Figure 5. (a) Ubicación de las iglesias en su contexto. (b) Visión general de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la encuesta sobre el riesgo antrópico y la percepción del valor de las iglesias virreinales de Juli.

3.3.2 Principales amenazas naturales

3.3.2.1. Amenazas climáticas. La evaluación de riesgos de origen natural presentes en la zona determinó que el clima, como las precipitaciones y la dirección del viento fueron los factores que conllevaron a un riesgo del material de las edificaciones. El mapa de clasificación climática de SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) mostró que las iglesias virreinales de Juli se encuentran en un entorno de clima semiseco frío, muy común en las zonas cercanas al lago Titicaca. Los materiales de las fachadas de las iglesias se encuentran expuestos a una precipitación anual de 300 mm y una humedad de 65%, lo que causa erosión y filtraciones en los muros de adobe, manchas de suciedad en el acabado pintado de las iglesias de San Juan y Asunción; por otro lado, también se muestra la aparición de biocolonización entre las piedras de las iglesias de San Pedro y Santa Cruz. En cuanto a la dirección predominante de los vientos proveniente del suroeste concuerda con la orientación de las fachadas principales de las cuatro iglesias, pero las edificaciones de adobe son más afectadas a comparación de las de piedra, ya que las fuertes corrientes de aire provocan fisuras en el recubrimiento. El clima de la región tiene un mayor

impacto en las edificaciones por el contacto directo con el material y elementos de las fachadas de iglesias virreinales de Juli.

3.3.2.2. Amenazas físicas. Los factores físicos como el movimiento de masa y la vulnerabilidad física son riesgos naturales presentes en la ciudad de Juli debido a su planificación urbana con enfoque a la topografía irregular y ascendente propia del lugar. El mapa de movimiento de masa de INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) mostró que las iglesias se encuentran ubicadas en zonas de peligro de nivel baja y media, ya que posee la característica de planicie ondulada y disectada con pendiente de 10 al 25%, el movimiento de masa representa un peligro geológico de asentamiento que podría causar grietas en los muros estructurales de piedra y adobe. Por otro lado, el mapa de vulnerabilidad física de la ciudad elaborado por CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres) mostró que las edificaciones están en un terreno de vulnerabilidad media y alta, a causa de la presencia de caliza arenosa y calcáreas abigarradas en el suelo; esto podría afectar el rendimiento estructural debido a las posibles filtraciones de agua subterránea que repercute en la cimentación de las iglesias virreinales. Los factores físicos afectaron en mayor medida en el aspecto estructural del edificio y tienen mayor incidencia en los muros portantes de adobe y piedra, y en cimientos corridos de los muros de adobe

3.3.1.2. Mapa de riesgo. El mapa de riesgos de la ciudad de Juli elaborado a base de la vulnerabilidad y peligros climáticos y físicos mostró que las iglesias virreinales se encuentran en zonas de nivel bajo y medio de riesgo. El indicador de riesgo se basó en el análisis de los peligros naturales antes mencionados y la interacción de sus valores en la fórmula: Riesgo es igual al producto de vulnerabilidad y peligro natural. En la operación se utilizó un panel hipotético de multiplicación de los valores: bajo, medio,

alto y muy alto, colocado en el software Arcgis (*Figura 6*). El mapa resultante de riesgo evidenció la incidencia y afección de los peligros del entorno en las iglesias virreinales de Juli, donde la exposición de las fachadas del edificio y los fenómenos de degradación de los materiales aumentan la disposición de daños y lesiones, por lo que se considera que las anomalías identificadas evolucionan en relación al factor de riesgo. El nivel de conservación de las iglesias virreinales fue afectado por el riesgo exterior de la ciudad de Juli, este riesgo en el pasado causó daños y lesiones que son visibles en las fachadas de los edificios.

Figura 6. Mapa de determinación del riesgo a través de la intersección entre las amenazas naturales y la vulnerabilidad física.

3.4 Análisis patológico de las fachadas de las iglesias virreinales.

3.4.1. Principales patologías y su origen

El análisis de patología mostró que los daños y lesiones más comunes en los edificios estudiados son de origen ambiental y físico seguidos por los daños de origen mecánico que afectan a la estructura, los daños de origen biológico, luego humano y finalmente químico (*Figura 7*). Los agentes atmosféricos que afectan mayormente las iglesias son la humedad, la lluvia, el viento y la radiación solar; las lesiones producidas por estos han afectado los materiales y llegaron a causar daño estructural en algunos casos. Las lesiones en los materiales observados son la erosión, suciedad, desprendimiento de revestimientos, descascaramiento y manchas húmedas. Los daños de origen biológico se basan en los ataques de agentes orgánicos que generan el crecimiento de vegetación, musgo y hongos, los que llegaron a causar un cambio cromático. Las lesiones por causa humana fueron la introducción de materiales extraños, finalmente las lesiones de origen químico hallados son los cambios cromáticos y la eflorescencia. Cada fachada estudiada

de las iglesias presenta algunas de las lesiones y daños que hemos mencionado, presentando unos con mayor o menor frecuencia, en este contexto se sectoriza el daño superficial y estructural.

Figura 7. Mapa de daños detallado e índice de reconocimiento de causas del daño.

3.4.2. Análisis patológico de la iglesia de “San Pedro Mártir”

La fachada de la iglesia San Pedro presentó lesiones superficiales por exposición del material al ambiente. La fachada compuesta por una mampostería de piedra de granito blanco presentó daños de erosión en la de la torre y cambio cromático por las eflorescencias marcadas a los costados de la portada causadas por a las múltiples lluvias, el granizo, las bajas temperaturas y la acción de los vientos. La incidencia de la lluvia en la zona baja de la fachada principal ha generado un acumulamiento de suciedad, cambios cromáticos, biodeterioro, distorsión en el material y el descaramiento de la puerta de acceso. Las restauraciones anteriores mostraron el mantenimiento de una puerta secundaria y el uso de material extraño como el yeso y concreto empleado en las aristas de los vanos que evitan un mayor daño en la piedra. La estructura presentó un acondicionamiento de una canaleta para la recolección del agua de lluvia y una antena satelital en la parte posterior de la torre. La iglesia está rodeada por vegetación decorativa en forma de pequeña plaza que está muy bien preservada. La iglesia de San Pedro Mártir es la mejor conservada ya que tiene una ubicación estratégica al centro de la ciudad.

3.4.3. Análisis patológico de la Iglesia de “San Juan de Letrán”

La conservación de la fachada de la iglesia San Juan de Letrán se percibió como superficial ya que mantiene daños y lesiones menos perceptibles. Está construida en

adobe y la fachada principal es la que presentan mayor daño. Las principales lesiones que han sido causadas por daño ambiental son: descascaramiento de la pintura, caída de recubrimientos, suciedad y eflorescencia en los contrafuertes, la piedra en la zona derecha de la fachada mostró cambio cromático por la exposición solar y eflorescencias. El impacto frecuente de la lluvia, viento y radiación solar en la zona inferior de los muros de la fachada generó la acumulación de suciedad, desprendimiento de revestimientos y biocolonización entre las juntas de las rocas. La estructura ha tenido pérdida de su geometría por el desprendimiento de arcos de piedra siendo visible parte de ellos y muros de adobe. El entorno de la iglesia presenta un desnivel lleno de vegetación que permite la permanencia de la humedad favoreciendo la biocolonización. A pesar de las restauraciones previas y el mantenimiento de la iglesia de San Juan de Letrán los daños son evidentes.

3.4.4. Análisis patológico de la Iglesia “Nuestra Señora de Asunción”

La Iglesia Nuestra Señora de Asunción mostró una restauración previa incompleta evidenciada por los daños y lesiones en la fachada principal. Los materiales no presentan una conservación adecuada pues evidencian múltiples manchas por la humedad, descascamiento de pintura y caída de revestimientos a consecuencia de las lluvias. Igual la erosión del adobe causada por exposición a los agentes atmosféricos, los cuales marcaron lesiones alrededor de la portada llegando hasta la torre. Las maderas de las puertas de acceso presentaron una pudrición blanca y una alteración cromática debido a la humedad por las lluvias y a un ataque de hongos. La torre de piedra presenta eflorescencias, alveolización leve en todo el cuerpo y biocolonización en la base. La estructura del remate de la torre presenta una rotura significativa en la cara oeste, cara sur y parte de la cara norte y no ha sido restaurada completamente. La

humedad en los cimientos ha generado un movimiento diferencial leve que amenaza la estructura de la iglesia. La iglesia Nuestra Señora de Asunción fue la segunda iglesia más afectada estructuralmente debido a la pérdida de parte del tercer cuerpo de la torre.

3.4.5. Análisis patológico “Iglesia Santa Cruz de Jerusalén”

La iglesia Santa Cruz fue la más afectada de las iglesias de Juli, presentando graves daños en la conservación de los materiales y una ruina parcial en la estructura. El sistema constructivo mixto de quincha, piedra y adobe que posee, tras el abandono, la presencia de humedad, los fuertes vientos y el impacto de un rayo la iglesia, quedó casi destruida dejando sin parte de la cubierta y la zona alta de los muros destruida. El impacto con las fuertes lluvias y la humedad generaron la erosión y deformación del material en la fachada principal, así como el desarrollo de vegetación en entre las juntas de las piedras; manchas de humedad, caída de revestimientos y eflorescencia en la portada retablo de piedra, especialmente en las columnas pareadas dejando ver la disminución del tallado. Las restauraciones inconclusas realizadas anteriormente muestran el uso de material extraño como la cubierta de calamina y los pilotes de madera que la sostienen. El entorno conformado por una base de piedra de la iglesia muestra una biocolonización abundante entre las juntas. Las restauraciones previas han mantenido la originalidad de la portada, hoy en día sigue en restauración.

3.4.6. Porcentaje de afección de las patologías

La tabla de porcentajes de afección en las fachadas de cada iglesia, muestra las áreas de cada lesión y daño según su origen, haciendo una comparación de los valores encontrados para determinar cuáles presentan mayor área y porcentaje (Tabla 1). El porcentaje de daños y lesiones fue tomado considerando los metros cuadrados de la

patología dividida entre los metros cuadrados totales de la fachada. La afección que estuvo más presente fue la eflorescencia en la piedra de las portadas superando el 27.88% de daño en las fachadas de las cuatro iglesias, la segunda afección más concurrente fue la erosión con un total de 23.53% en todas las fachadas, dada principalmente en las fachadas de adobe. Por otro lado, las afecciones menos incidentes en las iglesias fueron la pérdida de cubiertas con 0.93% expuesta solo en la iglesia Santa Cruz y las fisuras con 0.95% presentados en la iglesia San Pedro y Santa Cruz. El aumento del riesgo intrínseco de las iglesias se dio debido a la patología y las lesiones con mayor porcentaje de afección.

Tabla 1. Cuantificación de las principales patologías de las fachadas de las iglesias virreinales.

3.5 Sectores más amenazados para la conservación de fachadas

Los sectores de portada fueron los más afectados en las fachadas principales de las iglesias, debido al material y a la cantidad de daño en los detalles que presentan. En primer lugar, se realizó un análisis digital de las imágenes tomadas en campo, se pasó las imágenes por un filtro infrarrojo térmico para que revelara el espectro de temperatura, luego se contrastó la información de los niveles de iluminancia que genera marcas blancas y negras, para determinar las zonas más afectadas de las fachadas. En segundo lugar, se hizo el levantamiento de las fachadas resaltando el nivel de daño y lesión presente en cada sector. El análisis mostró que las iglesias de piedra tienen mayores daños en sus perfiles, en las bases del cuerpo y en las torres de la fachada. Por otro lado, las iglesias de adobe presentan mayor daño en el cuerpo y en la torre por el recubrimiento de pintura que poseen. Además, se detectaron daños de nivel alto en portadas y torres de las iglesias de San Pedro, Asunción y Santa Cruz; y otras de nivel

bajo distribuidas el cuerpo de las fachadas de San Juan y San Pedro. Las categorizaciones determinan los sectores de cada fachada que requieren una pronta intervención por sus daños y lesiones (*Figura 8*).

Figura 8. Filtro infrarrojo y de luminancia en las fachadas de las iglesias para el análisis térmico y mapa de degradación de las fachadas.

4. Discusión

La investigación ha abordado el análisis de la patología y riesgos externos que afectan el estado de conservación de las iglesias virreinales de Juli, monumentos arquitectónicos religiosos de valor nacional. El análisis del nivel de riesgo se dio en dos aspectos: el análisis de riesgos antrópicos y naturales. La metodología utilizada mostró que los factores ambientales han condicionado el estado de conservación de las iglesias, generando lesiones principalmente en los acabados, debido a las lluvias, la exposición al sol y el flujo del viento. Asimismo, los factores geológicos presentan un nivel de riesgo medio-bajo para la conservación de estas estructuras debido a la composición del suelo sobre el que descansan. Para la evaluación de riesgo antrópico, se consultaron los mapas preexistentes de los organismos encargados de la conservación de las iglesias virreinales de Juli, además del conocimiento de los pobladores sobre las medidas de prevención tomadas por los encargados; resultando en un riesgo medio por la participación de las autoridades y la inexistencia de documentación actualizada. Adicionalmente, el análisis anatomopatológico desglosa las lesiones en cuatro categorías según su origen, mostrando que la categoría con mayor implicación en el proceso de deterioro es la físico-mecánica, siendo los factores ambientales los que más condicionan la conservación de las fachadas. El nivel de daño que genera la patología está condicionado por la composición de los materiales que pueden ser más o menos resistentes y además por la incidencia de los riesgos; las fachadas que son de piedra de granito blanco tienden a deteriorarse superficialmente en comparación con el adobe que puede perder parte de la composición del material. Finalmente, las cuatro iglesias presentan daños superficiales y dos de ellas, la

iglesia “San Juan de Letrán” y “Nuestra Señora de Asunción” también presentan daños en la estructura; sin embargo, la iglesia “Santa Cruz de Jerusalén” es la que presenta mayores daños, tanto a nivel estructural como superficial, debido a la mayor incidencia de riesgos naturales y antrópicos.

4.1. Comparaciones

La inexistencia de documentación necesaria sobre las fachadas de las iglesias virreinales de Juli representa un factor de riesgo antrópico que afecta a los procesos de conservación de estos edificios. En el caso de los edificios patrimoniales de Italia, el valor de sus fachadas no se ve comprometido al factor humano, ya que cuenta con la facilidad de revisiones de las especificaciones históricas de licitación informada, lo que conduce al profundo conocimiento de materiales y técnicas de construcción para la definición del estado actual ². En cuanto a los riesgos intrínsecos de las iglesias de Juli, avanzan con mayor rapidez debido a la falta de medidas de prevención y restauración de las fachadas virreinales; así como ocurre en el caso de las fortificaciones de España, donde sus fachadas presentan un valor de vulnerabilidad y exposición de rápida evolución por desventaja de seguridad, al no disponer de un análisis comparativo de la tasa de evolución de los fenómenos de degradación ³⁵.

El estrés térmico al que están sometidas las fachadas de las iglesias ha generado la meteorización de los materiales. La incidencia solar por las mañanas que mayoritariamente tiene orientación noreste ha generado que las fachadas principales de las iglesias “San Pedro” y “Santa Cruz” estén expuestas a la radiación por múltiples horas. Además, la incidencia del viento, que viene del noroeste al sureste, impacta directamente en la fachada de la iglesia de la Asunción, haciendo que sea más propensa a sufrir daños materiales por erosión. Un caso similar ocurre en el hemisferio norte donde la radiación orientada al sur afecta principalmente a las fachadas con esta

orientación; En el centro histórico de Matera, Italia, el estrés térmico y los ciclos térmicos potenciados por la radiación solar directa sobre las superficies expuestas han generado meteorización. Las superficies orientadas al norte parecen estar más influenciadas por las acciones del viento/lluvia; por el contrario, el deterioro de las paredes orientadas al sur parece deberse principalmente a la exposición al sol ³⁶.

El análisis patológico de las fachadas de las iglesias virreinales de Juli muestra que el desarrollo de daños y lesiones son causados principalmente por factores ambientales en los ornamentos de las fachadas. Un caso similar en el estudio de patología muestra que los sectores más afectados de las fachadas virreinales son aquellos con elementos y detalles salientes, por su nivel de exposición a la amenaza extrínseca, ocasionando daños y lesiones que provocan la caída de estos cuerpos y su pérdida. Lo mismo se observa en el caso de un edificio patrimonial en España, donde se desprenden fragmentos del material o en proceso de desprendimiento y la pérdida geométrica de las cornisas de la torre, así como algunos tramos de los detalles de la fachada; estos elementos son difíciles de reproducir ya que presentan motivos originales y técnica especializada ³⁷. Las lesiones predominantes en las zonas pétreas de las fachadas de las iglesias son suciedad, pátinas negras, erosión, alveolarización y eflorescencia. En el caso del análisis de la catedral de Lleida en España, también se ve que la patología más representativa en la piedra son la erosión y la eflorescencia, mientras que el análisis de la patología de la catedral de Aguascalientes, México muestra que las principales lesiones son la presencia de suciedad y alveolarización ³⁸.

4.2. Limitaciones

En el desarrollo de la metodología NDT se empleó técnicas fotográficas que permitieron una captura parcial de las fachadas. Sin embargo, se obtuvo la

información total de las fachadas a través de una reconstrucción de imagen con tomas de múltiples sectores para darle mayor detalle y claridad. Después, con softwares de apoyo, se colocaron filtros infrarrojos configurados según rangos de 50 a 720 nanómetros y Filtro Luminancia 1.25"; y para la comprobación de la calidad de data, se realizó un levantamiento 2D de las fachadas acorde a la información fotográfica resultante y en donde se hace una representación temática de las diferentes manchas encontradas. Este proceso fue fundamental para la precisión de los resultados y determinó los sectores más afectados de las fachadas de las iglesias virreinales.

4.3. Recomendaciones

La investigación empleó una metodología adaptada de un protocolo de estudio de edificios patrimoniales que puede ser aplicada para lograr una evaluación rigurosa de los riesgos y patología en otro tipo de inmueble eclesiástico patrimonial en las zonas andinas del Perú como: centros parroquiales, edificaciones monásticas/conventuales. Es necesario un análisis de diferentes categorías de riesgos propios del lugar de estudio como el que se presenta en este trabajo; además pueden ser configuradas nuevas categorías de análisis acorde a los nuevos escenarios de investigación, considerando más factores ambientales, territoriales y urbanos. Académicamente se recomienda que a partir de este trabajo el análisis de amenazas sea realizado con la implementación de tecnologías artificiales y softwares especializados que permitan un escaneo más detallado de los daños, permitiendo resultados más exactos. Por otro lado, bajo la luz de este trabajo el sector público puede actualizar la información sobre el estado de conservación de las iglesias virreinales de Juli, así como planificar estrategias de conservación, que los encargados de la elaboración de políticas deben poner en práctica para mejorar la gestión del patrimonio, además de ayudar a las instituciones responsables de la conservación de estos inmuebles a programar acciones de restauración,

identificando las zonas de las fachadas que deben restaurarse con mano especializada.

5. Conclusiones

El desarrollo de la investigación ha puesto en evidencia los principales riesgos naturales y antrópicos que ponen en peligro la preservación de las iglesias virreinales de Juli. Los riesgos naturales más notables son climáticos y geológicos, los riesgos climáticos se dan por la abundante presencia de lluvias en los meses de verano y primavera, el clima semiseco y la incidencia de vientos; mientras que los riesgos geológicos se dan debido a la topografía pronunciadas y la composición del suelo donde se encuentran las iglesias. Por otro lado, los principales riesgos antrópicos a los que se enfrentan esas iglesias, son la falta de documentación y el nivel medio de participación en procesos de conservación por parte de las autoridades. En el ámbito de daños y lesiones las patologías que afectan las fachadas de las iglesias virreinales son por su origen divididas en cuatro categorías: físico-mecánico, biológico, humano y químico, siendo la categoría físico-mecánica la más común; la patología de origen físico es principalmente causada por factores ambientales tales como el viento, la radiación solar, la humedad, la lluvia mientras que la patología de origen mecánico viene por el esfuerzo sobre los elementos de la estructura.

Las lesiones más incidentes en las fachadas son la eflorescencia (causada por la interacción entre las sales del material y la humedad) que representa el 27.88% de las 4 fachadas y la erosión (causada por el contacto del agua) representa el 23.53%. Aún con el desarrollo de lesiones en las fachadas de las iglesias aún se conservan las principales características singulares de las fachadas, sin embargo, es notable el deterioro que han sufrido por la falta de un mantenimiento adecuado. Los riesgos externos al inmueble no

son problemas recientes, sino que su prolongada exposición es causa del incremento de daños y lesiones que comprometen los elementos de las fachadas llegando a tener un nivel bajo y medio de conservación de estas iglesias. Al estimar los riesgos y las patologías en las fachadas de las iglesias sería posible establecer planes de conservación preventiva de los monumentos arquitectónicos evitando así los altos costos de la restauración a posteriori. Asimismo, se podría favorecer la gestión de protección del patrimonio por parte de las instituciones responsables. Finalmente, consideramos la utilidad de predecir y evaluar escenarios futuros de posibles amenazas.

Expresiones de gratitud

Los autores agradecen al arquitecto Leonardo Pecchi del Ministerio de Cultura por su colaboración en los estudios de riesgo antrópico y al arquitecto Cristian Yarasca por su aporte en la metodología de la investigación.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Información Adicional

Melanie Lupaca

Bachiller en Arquitectura, egresada con honores de la Escuela Profesional de Arquitectura de la Universidad Peruana Unión. Certificada por CENEPRED en sistema y gestión del riesgo de desastres. Experiencia laboral como especialista de arquitectura en el ámbito de construcción, proyectista de diseño, interiorismo y levantamiento BIM. Actualmente ocupa el cargo de arquitecto supervisor independiente. Su trabajo de investigación se centra en los sistemas constructivos y en el campo del patrimonio. Participó como ponente en el Congreso Latinoamericano de Investigación de Arquitectura 2022.

Abigail Saldaña

Bachiller en Arquitectura, egresada de la Escuela Profesional de Arquitectura de la Universidad Peruana Unión. Certificado en cursos de software de modelado 3D. Experiencia laboral en el ámbito de la construcción y patrimonio. Actualmente ocupa el cargo de asistente en el área de Patrimonio Arquitectónico en la Dirección Desconcentrada de Puno. Su trabajo de investigación se enfoca en el desarrollo histórico y la conservación preventiva en el campo del patrimonio; ponente en Congreso Latinoamericano de Investigación en Arquitectura 2022 y ganadora del coloquio de investigación organizado por la Universidad Peruana Unión.

Pedro Hurtado

Arquitecto, de la Universidad Ricardo Palma (Perú). Doctor en Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid (España). Máster en Restauración del Patrimonio Construido, Universidad de Alcalá (España). Especialización en Restauración de Monumentos, Universidad La Sapienza de Roma (Italia). Maestría en Restauración de Monumentos, Universidad Nacional de Ingeniería (Perú). Docente universitario e investigador sobre sistemas constructivos antiguos con énfasis en la variable de resistencia sísmica. Experiencia profesional y académica en el análisis de técnicas de restauración estructural. Miembro de ICOMOS-ISCARSAH) e ICOMOS-ISCEAH.

Notas

1. Ministerio de Cultura y Deporte, 'Virreinos', Gobierno de España, <https://www.culturaydeporte.gob.es/cultura/areas/archivos/mc/bicentenarios/contexto-historico/imperio-espanol/organizacion.html>
2. Ruggiero, Marmo, and Nicoletta, 'A Methodological Approach for Assessing the Safety of Historic Buildings' Facades', Sustainability 13, (2021).
3. Diz-Mellado et al., 'Non-Destructive Testing and Finite Element Method Integrated Procedure for Heritage Diagnosis: The Seville Cathedral Case Study', Journal of Building Engineering 37, (2021).
4. Jefatura Zonal de Puno, 'Templos de Puno', (Biblioteca Virtual del ministerio de Cultura, 1978).
5. Robles Mendoza, 'Arquitectura Religiosa en los Andes: Apogeo, Crisis y Restauración', Investigaciones Sociales 20, no. 37 (2017): 53-68.
6. Diáñez, 'Análisis Arquitectónico de las Iglesias del Alto Perú 1650-1790', (Universidad de Sevilla, 1987).
7. San Cristóbal, 'El Valor Patrimonial de la Arquitectura Virreinal', Turismo y Patrimonio, no. 5 (2018): 23-36.
8. San Cristóbal, Puno, *Esplendor De La Arquitectura Virreinal*, (Lima: Ediciones PEISA, 2004).
9. Choque and Muñoz, 'El Camino Real de la Plata: Circulación de Mercancías e Interacciones Culturales en los Valles y Altos de Arica (Siglos XVI al XVIII)', Historia (Santiago) 49 (2016): 57-86.
10. Ministerio de Cultura, *Templos Barrocos Del Collao*, (Ministerio de Cultura, 2019), <https://patrimoniomundial.cultura.pe/listaindicativa/templos-barrocos-del-collao>.
11. Prelatura Juli, 'Juli, Epoca Hispanica', Prelatura Juli, <https://prelaturadejuli.org/index.php/arquitectura> (accessed 30/06).
12. Estrada, 'Plan Estratégico De Desarrollo Del Distrito De Juli', (Municipalidad Provincial de Chucuito Juli, 2010).
13. DIRCETUR Puno, 'Templo De Asunción o Santa María la Mayor', Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo - Puno, <https://www.dirceturpuno.gob.pe/turismo-2/inventario-de-recursos-turisticos-de-puno/>, (2021).
14. Ortiz and Ortiz, 'Vulnerability Index: A New Approach for Preventive Conservation of Monuments', International Journal of Architectural Heritage 10, no. 8 (2016): 1078-100 (accessed 2016/11/16).
15. De Güichen, 'The Causes of the Deterioration of Heritage', Presse et Sauvegarde du Patrimoine; VVAA, Ed.; ICCROM: Rome, Italy (2000): 29-37, <https://www.iccrom.org/publication/presse-et-sauvegarde-du-patrimoine>.
16. Waller, *Cultural Property Risk Analysis Model: Development and Application to Preventive Conservation at the Canadian Museum of Nature*, vol. 13, ed. eds. Editor (Göteborg Studies in Conservation, 2003).
17. Alzaga et al., 'Documentación Y Análisis Del Riesgo Antrópico Del Patrimonio Arqueológico Subacuático De Andalucía', PH 26 (1999).
18. Rodríguez et al., 'Aproximación a la Patología Presentada en las Construcciones de Tierra. Algunas Recomendaciones de Intervención', Informes De La Construcción 63, 97-106(2011).
19. Domínguez and González, 'Valoración Técnica Del Deterioro De Las Edificaciones En La Zona Costera De Santa Fe', Revista científica de arquitectura y urbanismo (2015), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000100005.
20. Martín, Cámara, and Murillo, 'Análisis Integrado De Construcciones Históricas: Secuencia Estratigráfica Y Diagnóstico Patológico. Aplicación En La Iglesia De Santa Clara (Córdoba)', Arqueología de la Arquitectura, no. 15 (2018).
21. García, 'La Investigación Histórica En Los Proyectos De Gestión Del Patrimonio Construido. Propuesta Metodológica', Revista de Museología "Kóot", no. 6 (2016): 119-34.

22. Hernández, Fernández and Baptista, *Metodología De La Investigación*. Editor (McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2014).
23. Gutiérrez et al., 'Pathologic and Risk Analysis of the Lojuela Castle (Granada-Spain): Methodology and Preventive Conservation for Medieval Earthen Fortifications', *Applied Sciences* 10, no. 18 (2020).
24. Perumal and Venkatachalam, 'Non invasive detection of moss and crack in monuments using image processing techniques', *J Ambient Intell Human Comput* 12 (2021).
25. Branco, Paiva, and Vilhena, 'Portuguese Method for Building Condition Assessment', *Structural Survey* 26(2008): 322-35.
26. Hermosilla, *Evaluación Del Patrimonio Cultural, Sistema De Información Geográfica Y Territorio Museo*, 1er edición ed. (2020).
27. Mascort-Albea, '*Datos Geográficos Abiertos Para La Conservación Preventiva Del Patrimonio Arquitectónico*', revista PH (2017).
28. Málaga Sabogal, '*Juli, La Roma De América: Memoria, Construcción Y Percepciones Del Pasado Jesuita En Un Pueblo Del Altiplano*', (Lic diss., Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013).
29. Ferrini, '*Informe de Progreso Correspondiente al Territorio de Juli y Pomata, Puno – Perú*', (RIMISP Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural, 2011).
30. Díaz Aguilar, '*Estudio de Caracterización Climática de la Precipitación Pluvial y Temperatura del Aire para las Cuencas de los Ríos Coata e Ilave*', (SENAMHI, 2013).
31. Gobierno Regional De Puno, '*Plan Estratégico Regional De Turismo Puno*', (PERTUR 2021 Gobierno Regional de Puno, 2011).
32. Municipalidad de Juli, '*Ampliación Y Mejoramiento De Los Servicios De Agua Potable Y Alcantarillado En La Localidad De Juli.*', http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Saneamiento/GaleriaFoto2/3131643961506 AREA%20DE%20INFLUENCIA%20DIRECTA.pdf (accessed 15/06).
33. DIRCETUR Puno, '*Templo De San Pedro Martir*', Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo - Puno, <https://www.dirceturpuno.gob.pe/wp-content/uploads/2016/11/Templo-San-Pedro-Martir.html#:~:text=Fue%20declarado%20Patrimonio%20Cultural%20de,01%20de%20diciembre%20de%201959>, (2021).
34. Información y Asistencia al Turista, '*Templo De Santa Cruz De Jerusalén*', Información y Asistencia al Turista, <https://www.iperu.org/templo-de-santa-cruz-de-jerusalen> (2021).
35. Gutierrez-Carrillo et al., 'Study of the State of Conservation and the Building Materials Used in Defensive Constructions in South-Eastern Spain: The Example of Mula Castle in Murcia', *International Journal of Architectural Heritage* 15, no. 4 (2021): 567-79.
36. Gizzi et al., 'The Conservation State of the Sassi of Matera Site (Southern Italy) and Its Correlation with the Environmental Conditions Analysed through Spatial Analysis Techniques', *Journal of Cultural Heritage* 17(2016): 61-74 (accessed 2016/01/01/).
37. Gutiérrez, Cardiel, and Molina, *Manual de Mantenimiento para las Fortificaciones de Tierra Proyecto Preforti*. (Universidad Granada, 2019).
38. Padilla-Ceniceros et al., 'Rock Deterioration in the Masonry Walls of the Cathedral Basilica of Aguascalientes, Mexico', *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 34, no. 2 (2017).

Tabla

Grupo de Origen de Patología	Daño o Lesión	ANÁLISIS DE FACHADAS							
		Iglesia San Pedro		Iglesia San Juan		Iglesia Asunción		Iglesia Santa Cruz	
		410 m2 = 100%		340 m2 = 100%		490 m2 = 100%		360 m2 = 100%	
		m2	%	m2	%	m2	%	m2	%
Físico Mecánico	Descascaramiento	10.77	2.63%	32.36	9.52%	7.95	1.62%	0.00	0%
	Erosión	4.05	0.99%	2.89	0.85%	18.50	3.78%	64.32	17.87%
	Suciedad	31.48	7.68%	24.23	7.13%	5.03	1.03%	1.48	0.41%
	Humedad	4.77	1.16%	8.10	2.38%	0.57	0.12%	2.47	0.69%
	Desprendimiento revestimientos	0.00	0.00%	10.67	3.14%	1.78	0.36%	17.87	4.96%
	Pérdida de masa	0.00	0.00%	4.67	1.37%	19.1	3.90%	8.48	2.36%
	Caída de cubierta	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	3.34	0.93%
	Deformación	0.00	0.00%	0.85	0.25%	2.35	0.48%	15.73	4.37%
	Alveolización	17.79	4.34%	2.89	0.85%	44.1	9.00%	4.49	1.25%
	Fisuras	3.16	0.77%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.63	0.18%
Biológico	Suciedad de aves	8.10	1.98%	3.14	0.92%	0.45	0.09%	1.25	0.35%
	Colonización Biológica	0.85	0.21%	20.36	5.99%	1.39	0.28%	1.67	0.46%
	Vegetación	2.09	0.51%	8.67	2.55%	0.43	0.08%	26.34	7.32%
	Descoloramiento	2.02	0.49%	8.10	2.38%	9.36	1.91%	4.56	1.27%
	Mancha Pigmentada	26.36	6.43%	26.45	7.78%	1.95	0.40%	13.27	3.69%
	Pudrición Blanca	4.05	0.99%	2.09	0.61%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
Humano	Material Incompatible	20.16	4.92%	14.92	4.39%	0.16	0.03%	3.32	0.92%
	Pintura	1.68	0.41%	2.30	0.68%	47.78	9.75%	0.00	0%
Químico	Eflorescencia	1.92	0.47%	4.12	1.21%	4.25	0.87%	77.59	21.55%
	Cambio cromático	4.57	1.11%	3.90	1.15%	5.84	1.19%	22.48	6.24%

Tabla 1. Cuantificación de los principales daños y lesiones de las fachadas de las iglesias virreinales.

Figuras



IGLESIA SAN PEDRO MÁRTIR (1565)



IGLESIA SAN JUAN DE LETRÁN (1565)



IGLESIA NUESTRA SEÑORA DE ASUNCIÓN (1568)



IGLESIA SANTA CRUZ (1582)

Figura 1. Iglesias virreinales de, Juli – Puno, Perú.

FASES DE LA METODOLOGÍA

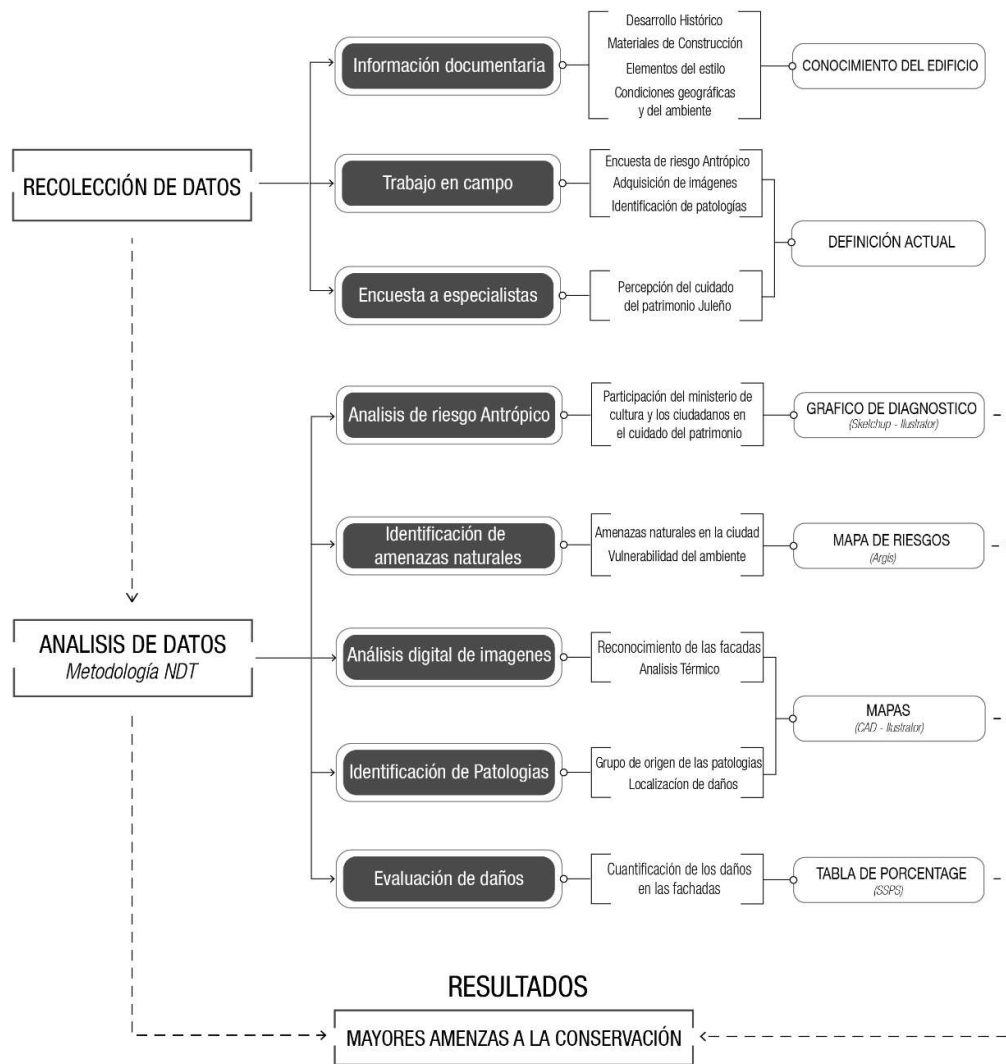


Figura 2. Diagrama de fases de la metodología en el estudio.



Figura 3. Mapa de ubicación de la provincia de Juli en Chucuito con la localización de las iglesias virreinales. Fuente: Municipalidad de Juli, 2016.

Reconocimiento de fachadas de las iglesias virreinales de Juli

Identificación del estilo y elementos de las fachadas principales



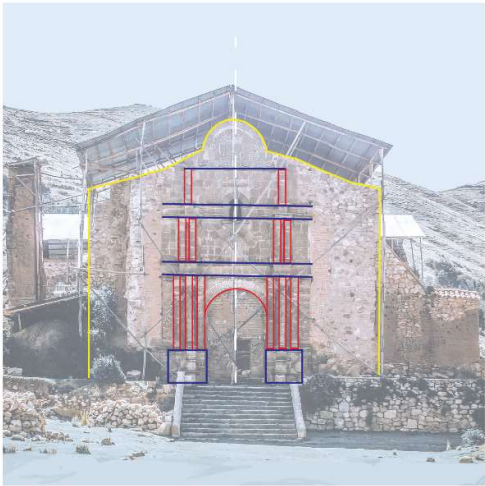
Iglesia San Pedro Mártir		Estilo Barroco
Área total de fachada	410 m ²	Contorno
Cuerpo	90 m ²	Eje de simetría
Portada	140 m ²	Elemento horizontal: Cornisa
Torre	180 m ²	Elemento vertical: Columna



Iglesia San Juan de Letrán		Estilo Renacentista
Área total de fachada	340 m ²	Contorno
Cuerpo	118 m ²	Eje de simetría
Portada	47 m ²	Elemento horizontal: Cornisa
Torre	175 m ²	Elemento vertical: Pilastra



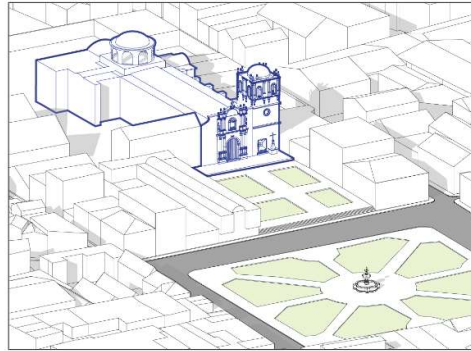
Iglesia Nuestra Señora de Asunción		Estilo Renacentista-Barroco
Área total de fachada	490 m ²	Contorno
Cuerpo	285 m ²	Eje de simetría
Portada	42 m ²	Elemento horizontal: Cornisa
Torre	163 m ²	Elemento vertical: Pilastra



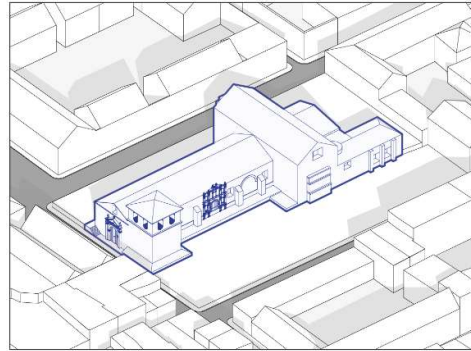
Iglesia Santa Cruz		Estilo Barroco
Área total de fachada	360 m ²	Contorno
Cuerpo	203 m ²	Eje de simetría
Portada	90 m ²	Elemento horizontal: Cornisa
Torre	67 m ²	Elemento vertical: Columna

Figura 4. Montaje fotográfico para el reconocimiento de elementos de estilo en las fachadas analizadas, dibujos mediante CAD.

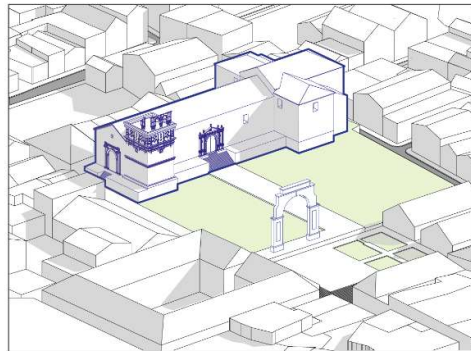
(a) IGLESIAS VIRREINALES DE JULI EN EL CONTEXTO URBANO



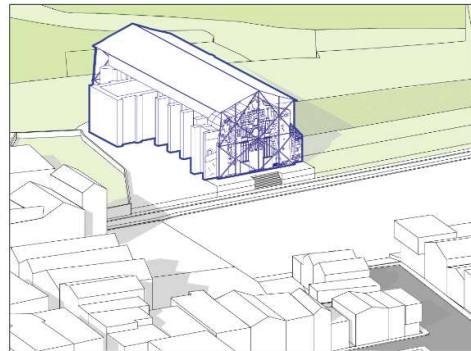
Iglesia San Pedro



Iglesia San Juan de Letrán



Iglesia Nuestra Señora de Asunción



Iglesia Santa Cruz

(b) CRITERIOS DE LA SITUACIÓN PATRIMONIAL

1. Las IVJ tienen representatividad tipológica y singularidad.
2. Las IVJ cuentan con planes de mantenimiento en la actualidad.
3. Las IVJ conservan sus elementos patrimoniales y funcionalidad.
4. Los agentes sociales están comprometidos en la protección de las IVJ.
5. Las comunidades locales participan en las políticas de preservación de las IVJ.
6. Las IVJ aportan rentabilidad económica a la comunidad.
7. Las IVJ tienen la capacidad de afrontar el nivel de vulnerabilidad.

*IVJ: Iglesias Virreinales de Juli

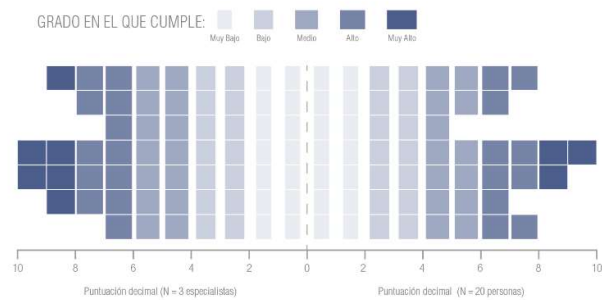


Figura 5. (a) Ubicación de las iglesias en su contexto. (b) Visión general de los resultados obtenidos mediante la aplicación de la encuesta sobre el riesgo antrópico y la percepción del valor de las iglesias virreinales de Juli.

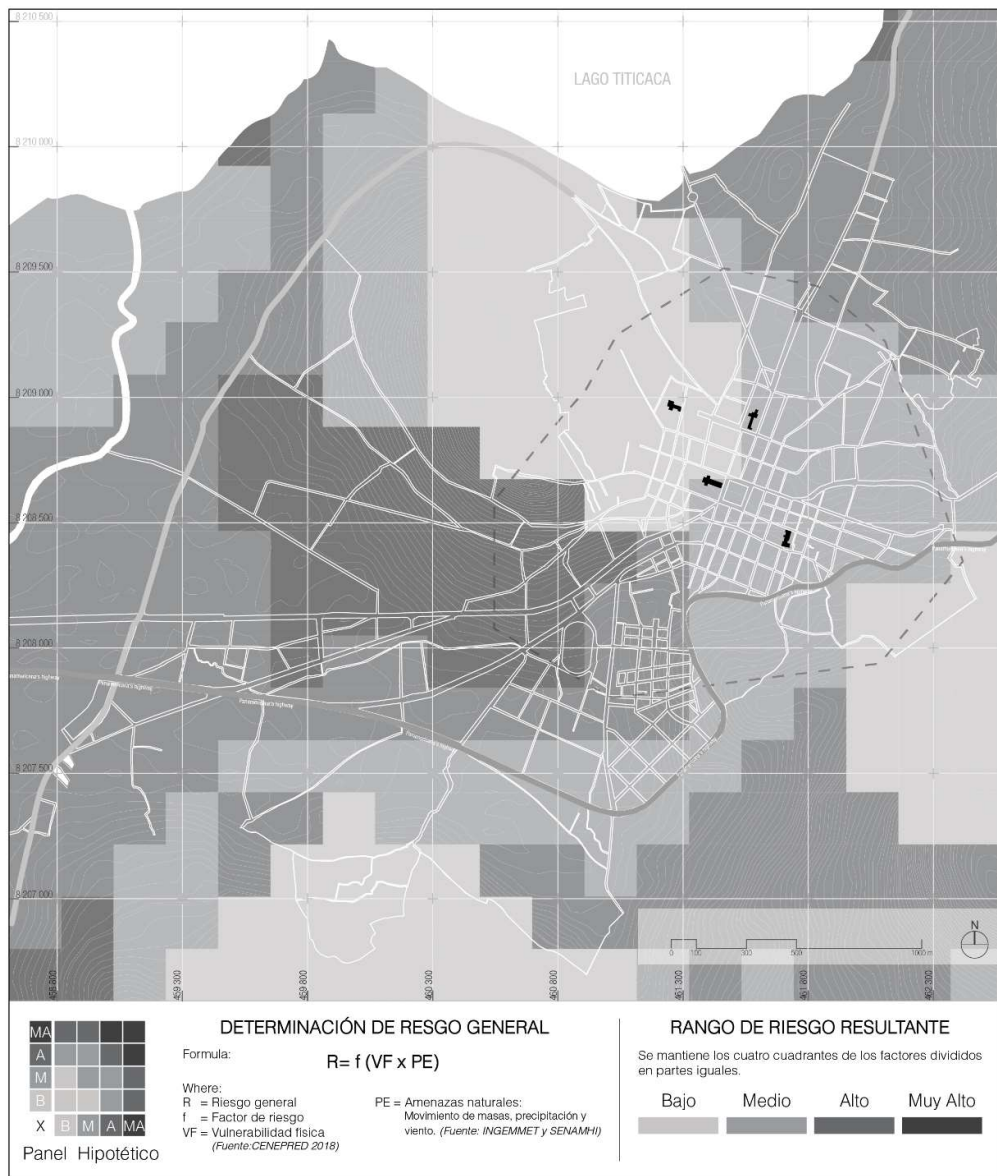


Figura 6. Mapa de determinación de riesgos a través de la intersección entre amenazas naturales y vulnerabilidad física.

Lesiones y Causas

Se identifica las causas posibles del daño presentado y se localiza el daño en la fachada.

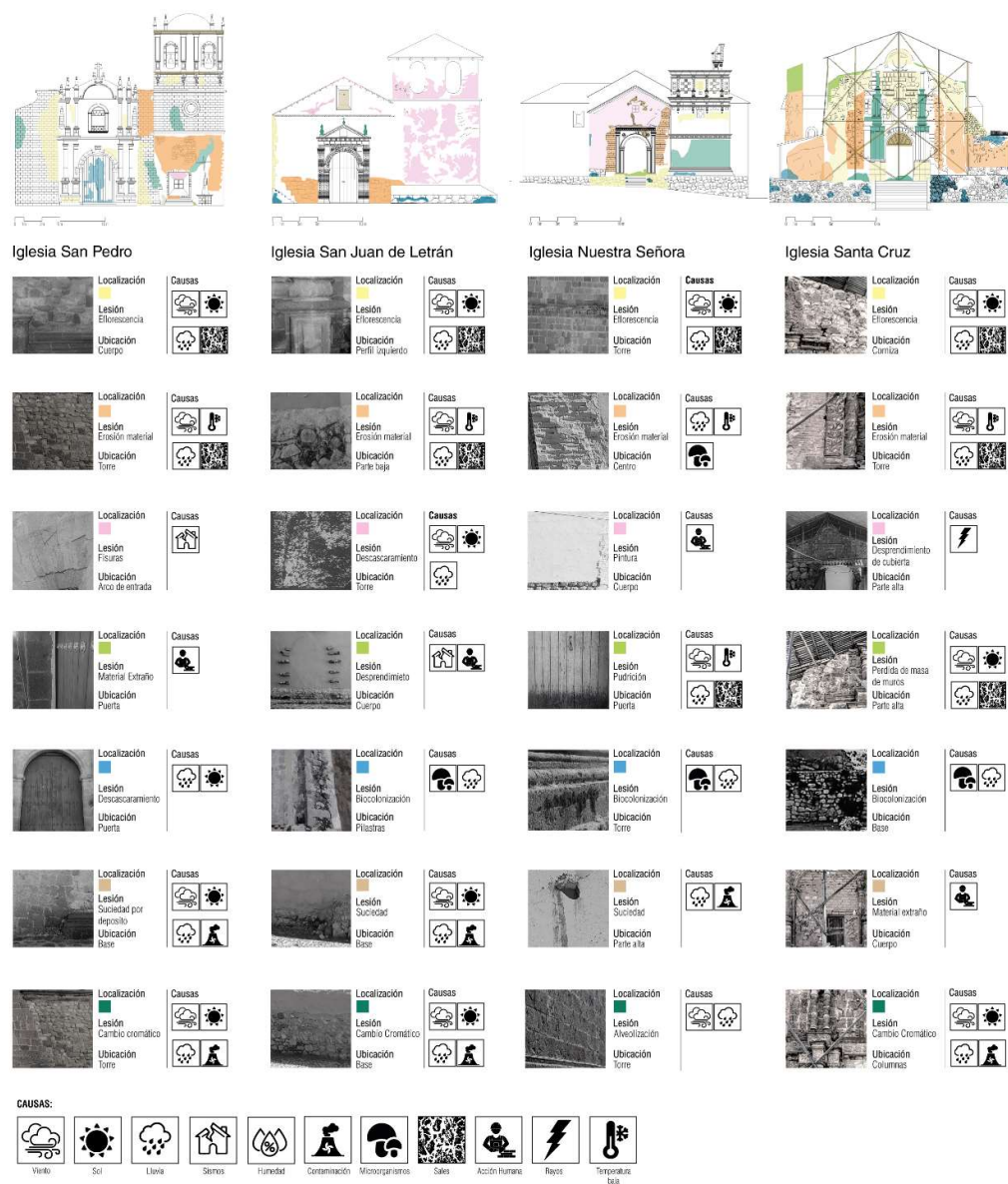


Figura 7. Mapa de daños detallado e índice de reconocimiento de causas del daño.

Sectores afectados de las iglesias virreinales

Se identifica zonas con mayor afección de patologia en las fachadas principales.

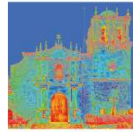
Iglesia San Pedro Mártir

ANÁLISIS DIGITAL DE IMAGEN



Base fotográfica
Fotografía tomada en campo de la fachada principal.

+



Filtro infrarrojo
Sesgo del espectro infrarrojo de 720 nanómetros, con 2% de ruido. Zona azul: Humedad

+



Iluminancia
Revela zonas afectadas con manchas blancas (eflorescencia) y negras (suciedad).

LEVANTAMIENTO 2D

Representación de las zonas más marcadas de la imagen procesadas



- Nivel de afección +

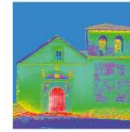
Iglesia San Juan de Letrán

ANÁLISIS DIGITAL DE IMAGEN



Base fotográfica
Fotografía tomada en campo de la fachada principal.

+



Filtro infrarrojo
Sesgo del espectro infrarrojo de 720 nanómetros, con 2% de ruido. Zona Roja: Dilatación

+



Iluminancia
Revela zonas afectadas con manchas blancas (eflorescencia) y negras (suciedad).

LEVANTAMIENTO 2D

Representación de las zonas más marcadas de la imagen procesadas



- Nivel de afección +

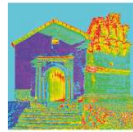
Iglesia Nuestra Señora de Asunción

ANÁLISIS DIGITAL DE IMAGEN



Base fotográfica
Fotografía tomada en campo de la fachada principal.

+



Filtro infrarrojo
Sesgo del espectro infrarrojo de 720 nanómetros, con 2% de ruido. Zona Roja: Rincozonización

+



Iluminancia
Revela zonas afectadas con manchas blancas (eflorescencia) y negras (suciedad).

LEVANTAMIENTO 2D

Representación de las zonas más marcadas de la imagen procesadas



- Nivel de afección +

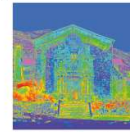
Iglesia Santa Cruz

ANÁLISIS DIGITAL DE IMAGEN



Base fotográfica
Fotografía tomada en campo de la fachada principal.

+



Filtro infrarrojo
Sesgo del espectro infrarrojo de 720 nanómetros, con 2% de ruido. Zona azul: erosión

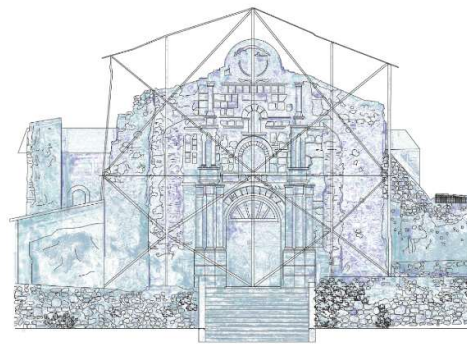
+



Iluminancia
Revela zonas afectadas con manchas blancas (eflorescencia) y negras (suciedad).

LEVANTAMIENTO 2D

Representación de las zonas más marcadas de la imagen procesadas



- Nivel de afección +

Figura 8. Filtro infrarrojo y de luminancia en las fachadas de las iglesias para el análisis térmico y mapa de degradación de las fachadas.



Threats to the conservation of the facades of the vice-regal churches of Juli, Peru

Journal:	<i>Journal of the Institute of Conservation</i>
Manuscript ID	RCON-2022-0014
Manuscript Type:	Original Article
Keywords:	Historical churches, pathologic analysis, state of conservation, conservation risks

SCHOLARONE™
Manuscripts