

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



Conservación de los valores arquitectónicos del patrimonio cultural religioso en un sistema antisísmico: El Templo del Señor de Luren de Ica

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN ARQUITECTURA

AUTOR

Alexandra de la Gracia Rodriguez Guim

CÓDIGO

20150271

ASESOR

Marta Rosa Vilela Malpartida
Graciela del Carmen Fernandez de Cordova Gutierrez

Lima, diciembre, 2019

I.- RESUMEN

Se aborda la problemática de la conservación de los valores arquitectónicos utilitarios intrínsecos del patrimonio cultural religioso, con énfasis en la influencia del refuerzo estructural antisísmico. La hipótesis central plantea que este refuerzo permite conservar los valores arquitectónicos, especialmente en aspectos como la acústica y la iluminación.

La metodología empleada incluye el análisis de variables como la conservación de los valores arquitectónicos utilitarios intrínsecos, la influencia del refuerzo estructural en el confort acústico y lumínico, y la evaluación de las características físicas de la bóveda central de la iglesia. Se utilizan herramientas como el Simulador PRO, SoundMeter, y LuxMeter, además de entrevistas y modelado 3D para recopilar datos y realizar análisis comparativos.

Los resultados indican que el refuerzo estructural ha tenido un impacto mixto. Por un lado, el componente acústico no se conservó adecuadamente, ya que el aumento de la volumetría influyó en el incremento del tiempo de reverberación y la intensidad sonora. Por otro lado, el componente lumínico se conservó parcialmente; la iluminación natural incrementó y se alcanzó un rango de confort lumínico debido al crecimiento del volumen y la reducción de espesores en la bóveda y muros.

En conclusión, la tesis establece que, aunque se han logrado ciertos avances en la conservación de los valores lumínicos y acústicos del patrimonio religioso mediante el refuerzo estructural, aún existen desafíos significativos en la preservación integral de estos valores arquitectónicos esenciales. Se observa una necesidad de equilibrar los aspectos estructurales con la conservación de los valores culturales y arquitectónicos intrínsecos del patrimonio.



Taller de Investigación 2019-2

Conservación de los valores
arquitectónicos del patrimonio cultural
religioso en un sistema antisísmico:

El Templo del Señor de Luren de Ica

Alexandra Rodríguez Guim
9-12-2019

ÍNDICE:

1. Tema y Problema
2. Estado de la Cuestión
3. Estudio de Caso
4. Pregunta de Investigación
5. Marcos Referenciales
 - a. Marco Conceptual
 - i. Restauración del Patrimonio
 1. Reconstrucción del Patrimonio cultural religioso
 - ii. Valores Arquitectónicos utilitarios del Patrimonio
 1. Acústica Arquitectónica del Patrimonio Religioso
 - a. Reverberación y Tiempo de reverberación
 - b. Inteligibilidad
 - c. Espectro del ruido de fondo
 - d. Auralización
 - e. Confort acústico y Patrimonio
 2. Iluminación Natural del Patrimonio Religioso
 - a. Luxes por área y de su uniformidad en el espacio
 - b. Reflexión de colores y materiales y el valor límite de deslumbramiento.
 - c. Confort lumínico y Patrimonio
 - b. Marco Normativo
 - c. Marco Histórico-geográfico
6. Hipótesis
7. Objetivos
8. Metodología
9. Análisis y Resultados
10. Conclusiones
11. Anexos
12. Bibliografía

TÍTULO:

- ✓ La conservación de los valores arquitectónicos del patrimonio cultural religioso en un sistema antisísmico: El Templo del Señor de Luren de Ica

TEMA:

- ✓ El refuerzo estructural en el marco de la reconstrucción post-terremoto y su afectación en los valores arquitectónicos utilitarios intrínsecos del patrimonio cultural religioso

PROBLEMA:

- ✓ Los templos tradicionales son bienes culturales históricos, por tanto, edificaciones representativas de la ciudad que viven en la memoria colectiva. Su importancia radica en estar inmersas en un conjunto de obras arquitectónicas con significado histórico y tradicional que la considera un referente para la comunidad y por ser edificios públicos que acoge feligreses. Por tanto, la conservación de sus valores patrimoniales arquitectónico es de vital importancia para su supervivencia.

Ante los eventos sísmicos, hay una necesidad de reforzar las estructuras del patrimonio cultural religioso; sin embargo, bajo el enfoque de reconstrucción no se detallan explícitamente los requisitos ideales para la preservación de sus valores arquitectónicos utilitarios. En este sentido, en pro de la supervivencia de dicho patrimonio ante estos sucesos, se hace necesaria cierta flexibilidad para cumplir con los puntos dentro del enfoque de reconstrucción sin poner en riesgo la funcionalidad del inmueble patrimonial.

Palabras clave: *patrimonio religioso, valor patrimonial arquitectónico, valor arquitectónico utilitario, reforzamiento estructural, acústica de iglesias, monumento histórico religioso*

ESTADO DE LA CUESTIÓN:

La consideración de los desastres naturales en la conservación del patrimonio ha surgido como un tema a debatir en las recientes discusiones dentro de la UNESCO. El ex presidente de la ICOMOS (Consejo Internacional de Monumentos y Sitio), Gustavo Araoz, precisó que la frecuencia de los desastres naturales continuará produciéndose debido al cambio climático de esta forma, “se debe fomentar el desarrollo de mejores planes de preparación para desastres que aumenten la resistencia de los monumentos a la actividad sísmica y a las inundaciones”. (López Morales y Vidargas, 2018)

La preservación de las estructuras históricas en el patrimonio cultural es una tarea compleja, especialmente cuando se busca intervenir para mejorar su resistencia sísmica. Desde una perspectiva ingenieril, se plantea la necesidad de reconocer explícitamente que la conservación del patrimonio arquitectónico debe enfocarse en la seguridad física de las personas, la protección de los valores inherentes del edificio, así como su uso presente y futuro (Peña Mondragón y Paulo B. Lourenço, 2012). Los valores intrínsecos se refieren a todo aquello tangible o intangible que se podría perder en caso de que el edificio histórico desaparezca. El valor arquitectónico, integral al valor

cultural de edificaciones históricas, engloba aspectos como el estilo arquitectónico, la configuración espacial y las transformaciones históricas. Sin embargo, es frecuente la falta de reconocimiento de estos valores por parte de ingenieros en la formulación de proyectos de intervención. Este estudio aborda los lineamientos globales vigentes para la implementación de refuerzos sísmicos en estructuras patrimoniales, proveyendo recomendaciones generales. Si bien no se profundiza en cada aspecto del valor arquitectónico patrimonial, se enfatiza que la metodología conservacionista contemporánea debe incorporar un triple análisis: evaluación de las condiciones previas, examen del estado actual y proyección de escenarios futuros.

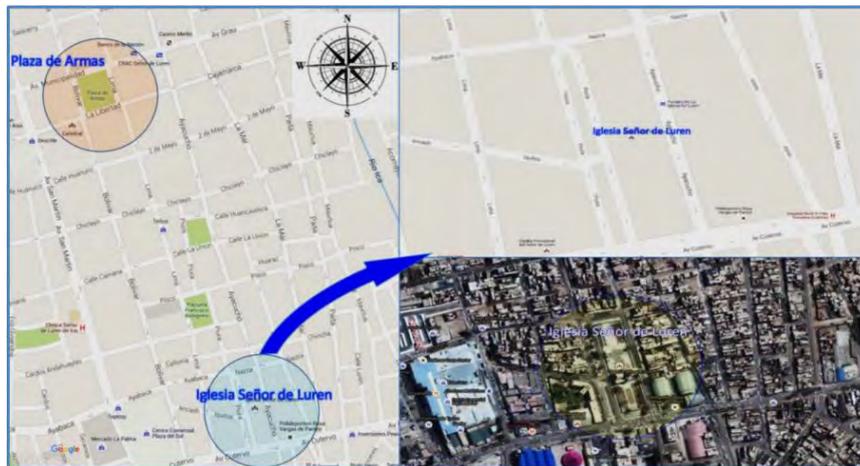
Desde la normativa, se recoge la fascinación que los materiales modernos ejercen en los arquitectos (restauradores o no) en esos años, tanto que, en el artículo 5 de la Carta de Venecia, se recomienda el **«empleo juicioso de todos los recursos de la técnica moderna y especialmente del concreto armado»**. Se aprueba además la moción relativa a que tales formas de consolidación estructural **«estén disimulados para no alterar el aspecto y el carácter del edificio a restaurar»**.

El diálogo teórico, entrelazando conceptos de estilo, falsificación histórica, autenticidad y estética, se ha centrado principalmente en las esferas del arte y la conservación y restauración de la arquitectura patrimonial. No obstante, se observa una notable carencia en la discusión sobre los desafíos que presenta la reconstrucción patrimonial en la preservación de sus valores utilitarios inherentes.

Al referirnos a la evolución histórica se pone de manifiesto que una obra arquitectónica es un mecanismo vivo, por tal motivo debe responder al uso que se le exige. Es en base a esta premisa, que se hace necesario hacer una lectura del edificio como obra no acabada y atender a la necesidad de su adaptación funcional al uso previsto (López Morales y Vidargas, 2018).

Godoy Orellana (2014) pone énfasis en cuestionar las intervenciones que se llevan a cabo en el patrimonio, resaltando las falacias frecuentemente empleadas en la recreación o transformación de elementos patrimoniales, que pueden resultar en edificaciones significativamente diferentes de aquellas originalmente consideradas como patrimoniales. En este sentido, se cuestionan las técnicas utilizadas para preservar el patrimonio y se plantea la necesidad de considerar los valores de la estructura original, permitiendo usos eficientes sin alterar el imaginario que los habitantes tienen del patrimonio cultural y religioso que se va a intervenir.

ESTUDIO DE CASO:



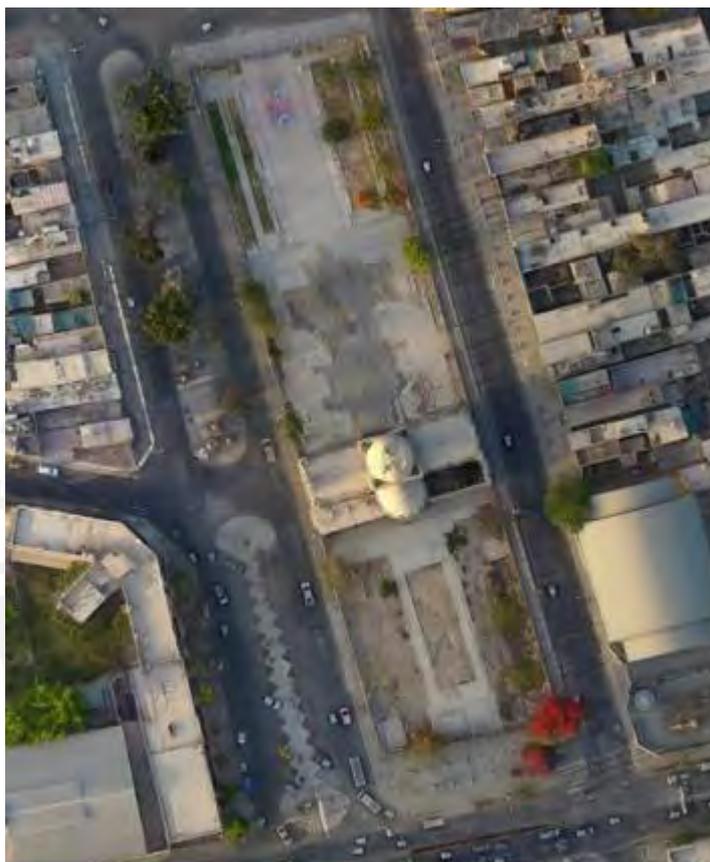
Ubicado en la Zona Monumental de la ciudad de Ica, El Templo del Señor de Luren se encuentra entre las calles Cutervo y San Martín.



“Sus características arquitectónicas, así como la manera en que incorpora la tradición del culto al Señor de Luren en el contexto de una planta en forma de cruz latina, otorgan a este monumento una importancia particular, que debe conservarse no solamente por sus valores artísticos e históricos intrínsecos sino también como parte de la memoria de la ciudad.” (Juan Pablo El Sous Závala, 2017)

En 2015, mediante la Resolución Viceministerial 145-2015-VMPIIC-MC, la Festividad y Procesiones del Señor de Luren de Ica fueron declaradas Patrimonio Cultural de la Nación, gracias a solicitudes de destacadas figuras como el Obispo de Ica, el Párroco de Santiago de Luren, el presidente de la Hermandad del Señor Crucificado de Luren, el presidente de la Comisión de Asuntos Culturales del Colegio de Abogados de Ica, y el presidente del Club Ica.

Ortofoto del Complejo Luren incluyendo calles colindantes



Fuente: SHOUGANG HIERRO PERÚ, 2019

Al año siguiente, la Ley N° 30430, promulgada por el Congreso de la República del Perú, reconoció al Señor de Luren como Patrono de la espiritualidad religiosa católica de Ica, iniciativa liderada por el congresista José Luis Elías Ávalos. Este reconocimiento se basa en la rica tradición simbólica de la festividad, su relevancia en la transmisión cultural intergeneracional y su papel en la cohesión social e identidad cultural de la comunidad de Ica.

Según lo establecido en la resolución viceministerial 145-2015-VMPIIC-MC, las celebraciones en honor al Señor de Luren representan una valiosa tradición religiosa

arraigada desde hace siglos. Asimismo, el pueblo de Ica considera al Señor de Luren como su santo patrono.

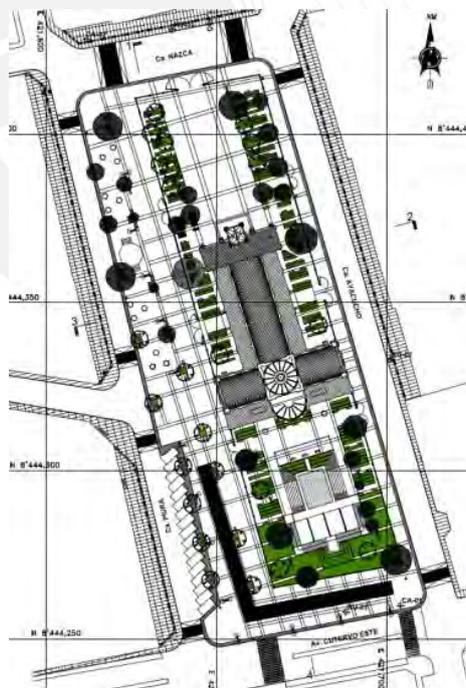
Imagen del Señor de Luren siendo trasladado al Templo Reconstruido



Fuente: Google Fotos, 2018

El 15 de agosto de 2007, un poderoso sismo de intensidad 7.9 en la escala de Richter provocó la completa destrucción del antiguo templo histórico. En su interior, al menos 148 creyentes perdieron la vida mientras rezaban ante la sagrada imagen del Cristo Crucificado, como tantos otros devotos.

Planta General del Santuario y Entorno Urbano



Elaboración Propia.

La reconstrucción del Santuario del Señor de Luren ha sido un proyecto en el que artesanos de todo el país han participado, lo que ha permitido plasmar en él la

belleza, el arte y la devoción de todo el Perú. El objetivo de esta reconstrucción fue asegurar que el templo perdure durante 500 años.

El logro de reconstruir el Santuario del Señor de Luren fue posible gracias a un esfuerzo conjunto y coordinado entre diversas entidades, como las autoridades del Gobierno Central, el Arzobispado de Ica, el Gobierno Regional, la Municipalidad Provincial de Ica, empresas privadas y la comunidad local.

Esta obra se considera única en todo el país debido al uso de tecnología avanzada, al mismo tiempo que se respetó el diseño original de su arquitectura y se conservaron todos los detalles artísticos de sus acabados.

Vista exterior del 2005



Patrimonio Arquitectónico PUCP, 2005

Los objetivos físicos de la obra incluyeron la construcción, restauración y ampliación de diversas áreas del Santuario, como la nave principal, las naves laterales, el altar lateral y el baptisterio. También se llevaron a cabo el desmontaje y la restauración de todas las piezas, accesorios y pinturas originales del Santuario.

Se realizaron además obras de restauración en varias áreas como el coro, la torre, el transepto, el centro de interpretación, el atrio posterior y el nártex, un espacio dedicado a penitentes y catecúmenos.

Es relevante destacar que la reconstrucción de la cúpula de la iglesia del Señor de Luren contó con la participación de artesanos y profesionales especializados, como escultores, pintores y arquitectos, quienes desempeñaron un papel fundamental en la recreación y diseño de los detalles que convierten al templo en una auténtica obra de arte.

Vista exterior Templo reconstruido 2019



Fotografía Propia.

La calidad y el arte de los peruanos está presente

La reconstrucción del templo requirió la colaboración tanto de trabajadores locales como de profesionales altamente capacitados, como ingenieros, arquitectos y técnicos de gran nivel. En total, participaron alrededor de 320 personas en la obra, entre profesionales, técnicos y obreros, de los cuales aproximadamente 230 eran residentes de Ica.

En la restauración se mantuvo fidedignamente cada detalle arquitectónico

Contó con la colaboración de 66 restauradores provenientes de diversas regiones del Perú, incluyendo Cusco, Ayacucho, Pasco, Lima, Piura y 14 de Ica, quienes se especializaron en acabados de arquitectura no convencional, como molduras, policromado y vitrales. Esta obra refleja el arte y la destreza de los artesanos peruanos

Un símbolo de la fe que durará 500 años

El proyecto abarcó una superficie techada de 1,920.63 metros cuadrados, e incluyó la construcción de cercas metálicas, una cisterna, servicios sanitarios, y mejoras en los alrededores como arcos, pérgolas, una glorieta, quioscos, aceras y otras infraestructuras externas. Se usaron materiales de alta calidad, asegurando que el templo sea un emblema de la fe con una durabilidad estimada de 500 años.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El concreto armado de refuerzo estructural afecta los valores arquitectónicos utilitarios intrínsecos del patrimonio cultural religioso?

1. MARCOS DE REFERENCIA

a. MARCO CONCEPTUAL y METODOLÓGICO de la Restauración y los Valores del Patrimonio religioso

1. RECONSTRUCCIÓN DEL PATRIMONIO RELIGIOSO

“Es la intervención que tiene por objeto volver a construir partes desaparecidas o perdidas [de un monumento]. En la reintegración hablamos de elementos deteriorados o mutilados, en la reconstrucción, de partes perdidas [...] La reconstrucción supone el empleo de materiales nuevos y no la reutilización de elementos pertenecientes a la construcción original ya perdida.” (Olmós, 1979)

El enfoque contemporáneo hacia el trabajo en monumentos estructurales subraya el respeto al edificio original y exige que cualquier intervención sea claramente identificable. Restaurar, rehabilitar y construir en armonía con lo preexistente implica adoptar una aproximación crítica y sintética en el diseño. Este proceso requiere establecer prioridades conceptuales y equilibrar racionalmente los factores políticos y económicos con los estéticos y técnicos,

reconociendo la singularidad de cada proyecto. El desafío arquitectónico reside en descubrir y revalorizar los valores inherentes del patrimonio, afirmando su temporalidad sin ambigüedades y definiendo su propósito en la plena restitución de su forma, uso y significado. La restitución no necesita ser una réplica exacta; en un punto, la arquitectura trasciende la dualidad de nuevo y antiguo para convertirse en una realidad objetiva, racional y significativa (Olmós, 1979).

Hasta el final del siglo XVIII, la intervención en edificios religiosos se centraba en restaurar la sacralidad del lugar, y no solo la arquitectura en sí misma (La Cuesta, 2000). A partir de ese momento, surge el concepto de conservación del patrimonio arquitectónico como una forma de preservar el testimonio cultural del pasado, un enfoque que aún perdura en la actualidad.

En el siglo XIX, después de reconocer la importancia de la permanencia en el tiempo de los antiguos edificios, implícita en la concepción cultural del patrimonio religioso, se considera que el uso preserva el edificio, especialmente si tiene un valor cultural, sin alterar sus cualidades (Suárez, 2002). La intervención en un edificio histórico implica una composición arquitectónica compleja. Es necesario comprender su estructura, valorar sus características y realizar un diagnóstico de sus deficiencias para proponer una solución que sea coherente y adecuada desde el punto de vista estético y formal.

Al abordar la evolución histórica, se destaca que una obra arquitectónica es un ente vivo y, por lo tanto, debe adaptarse a su uso exigido. En este sentido, es necesario interpretar el edificio como una obra inacabada y atender a la necesidad de su adaptación funcional según su uso previsto. "El problema de la restauración guarda mucha similitud con el problema de la traducción poética. El arquitecto restaurador debe ser un poeta del espacio, capaz de traducir el lenguaje poético de otra época y estilo al lenguaje de nuestro siglo" (Sáenz de Oíza, 2006).

Estas diversas perspectivas enfatizan la necesidad de considerar el patrimonio como un ser en constante cambio, donde la sacralidad debe ser

valorada como un componente fundamental en el proceso de reconstrucción, y complementada con el valor estético y urbano que el edificio posea.

2. *REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PATRIMONIO CULTURAL*

La conservación de estructuras históricas dentro del patrimonio cultural representa un desafío complejo, especialmente al abordar mejoras en su resistencia sísmica. Desde la perspectiva ingenieril, se subraya la importancia de priorizar la seguridad física de las personas, la protección de los valores intrínsecos del edificio y su uso presente y futuro, según Peña Mondragón y Paulo B. Lourenço (2012). Estos valores intrínsecos se definen como todo lo que se perdería, tanto tangible como intangible, si desapareciera el inmueble histórico. Además, el valor arquitectónico, parte esencial del valor cultural, contempla el estilo, distribución espacial, usos y modificaciones históricas del edificio. Se critica la tendencia de algunos ingenieros a ignorar estos aspectos en sus proyectos de intervención. El artículo discute los criterios globales para intervenciones sísmicas en patrimonio histórico, ofreciendo recomendaciones generales. Aunque no detalla cada aspecto del valor arquitectónico patrimonial, enfatiza que la conservación debe incluir el análisis de las condiciones pasadas, presentes y futuras del edificio.

3. *VALORES ARQUITECTÓNICOS UTILITARIOS DEL PATRIMONIO*

El valor rememorativo y el carácter del templo religioso.

Este monumento religioso se fundamenta en valores históricos y tradicionales, enfocándose en la concepción espacial que, según la visión Argadiana, representa la naturaleza. El valor rememorativo reside en las enseñanzas del pasado y las características únicas del templo: su sacralidad, grandiosidad y omnipotencia, representadas por la verticalidad, la regularidad y el equilibrio, aspectos que serán analizados en esta investigación.

Werner Szambien (1993) discute el concepto del "carácter" en arquitectura, citando a teóricos y artistas franceses, entre ellos Boullée, Quatremee de Quincy y Bofrand. Argumenta que la arquitectura, como un objeto de gran dimensión y elaboración, influye significativamente en nuestra percepción. Define el carácter como la habilidad de una obra para materializar una idea mediante una composición formal que resuene con el propósito del tema, evitando provocar sensaciones discordantes.

Villagrán García (1992) sostiene que, a diferencia del pensamiento renacentista, que veía la arquitectura como una composición de elementos constructivos (muros, soportes, cubiertas, puertas, arcos, bóvedas, techos), el espacio es el elemento esencial que transforma la arquitectura.

Algunos autores han llevado a cabo una clasificación jerárquica de los valores, un tema que ha sido ampliamente tratado y estudiado por la mayoría de los filósofos contemporáneos. La clasificación propuesta por Scheler en su obra "El formalismo en la ética y la ética material de los valores" agrupa los valores en tres categorías: 1. Valores útiles, 2. Valores vitales, 3. Valores lógicos.

En el tratado de Vitrubio, se mencionan tres valoraciones: Utilitatis (utilidad), soliditatis (solidez) y venustatis (belleza), estableciéndolas como cualidades esenciales que deben estar presentes en las obras de arquitectura. Estas tres categorías mencionadas por Vitrubio han perdurado a lo largo del tiempo, tanto en los textos de pensadores y tratadistas posteriores, como en las obras de arquitectura construidas desde entonces hasta el presente. Además, se han identificado otras categorías gracias a las investigaciones realizadas por historiadores, científicos del arte y otros pensadores y artistas.

Según Villagrán García (1992), existen cuatro valores primarios o esferas que se integran en el ámbito de la arquitectura: 1. Valores útiles, 2. Valores factológicos, 3. Valores estéticos, 4. Valores sociales. Estos valores se consideran en un orden ascendente, siguiendo la tesis de Scheler. Así, el valor útil se considera el valor primario de menor validez, pero también sirve como la base sobre la cual se construye el complejo valor de las auténticas obras de arquitectura.

1. ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA RELIGIOSA

La principal dificultad acústica en el patrimonio religioso radica en encontrar un equilibrio entre una buena acústica para la música y condiciones adecuadas para la palabra. Por lo general, el criterio predominante es garantizar la comprensión de la palabra, al mismo tiempo que se busca mantener un entorno musical agradable.

En relación a la conservación del valor arquitectónico sonoro, el artículo "CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO SONORO MATERIAL E INMATERIAL DE LA COMUNIDAD VALENCIANA" de Alicia Giménez y Rosa Cibrián de la Universidad de Valencia plantea interrogantes sobre la aproximación inicial al término patrimonio cultural. Cuestiona por qué la preservación de la imagen ha sido la principal consideración, cuando los otros sentidos también tienen un gran valor para comprender

la realidad de este patrimonio, especialmente la escucha y las sensaciones que se desencadenan al momento de estar en diversos contextos. Proponen una metodología que permita responder a la pregunta "¿Cómo suena nuestro patrimonio cultural?", utilizando tecnologías y técnicas avanzadas, como la virtualización y la auralización, para archivar estos sonidos en una base de datos y ponerlos a disposición del público.

En estos párrafos se plantea la hipótesis de que la descripción del paisaje sonoro urbano, tanto en exteriores como interiores, debería ser más exhaustiva que lo que la legislación actual dictamina. Esto implica considerar la incomodidad o agrado subjetivo, y no solo medir el nivel de sonido. Se argumenta que el sonido y los ambientes acústicos, incluyendo los sonidos de la naturaleza y los recuerdos auditivos, son elementos clave de la identidad cultural y deben ser preservados y promovidos, como estipula la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial.

Se comprende que la caracterización acústica de un lugar no debe basarse únicamente en parámetros cuantitativos, sino que también debe considerar su utilidad y complementarse con argumentos psico acústicos relacionados con las emociones percibidas por los oyentes, que a su vez están vinculadas a estados de ánimo y memorias del espacio y el entorno arquitectónico. Al enfocarse en "cómo suena nuestro patrimonio", se explica que contiene elementos que nos permiten juzgarlo desde criterios estéticos y emocionales.

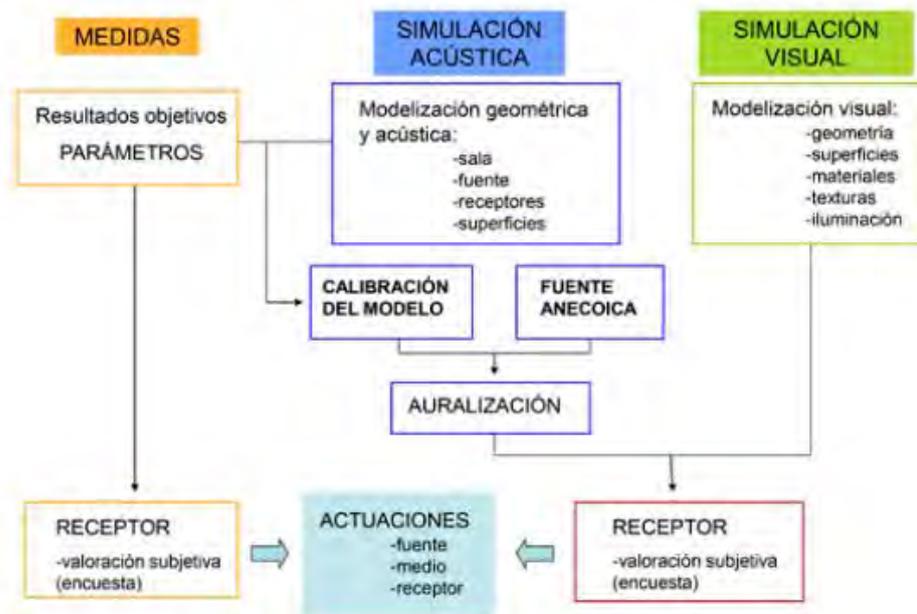
En cuanto a la evaluación de la belleza sonora de un ambiente, se reconoce que se debe considerar tanto parámetros estéticos como pragmáticos, éticos y emocionales. Se argumenta que se utiliza un criterio estético para evaluar una obra de arte, teniendo en cuenta sus cualidades intrínsecas.

El patrimonio sonoro se divide en dos categorías de estudio: espacios cerrados y acústica arqueológica. La última es de vital importancia para aplicarla en espacios desaparecidos o en ruinas con gran relevancia histórica. En ambos casos, se realiza una virtualización que permite la posterior auralización de diferentes señales, para que sean percibidas como en el espacio real.

Se destaca la metodología utilizada para entornos existentes, que incluye simulaciones 3D diferenciadas para estudios visuales y acústicos, y luego se combinan en entornos de realidad virtual con CAVE. Se utilizaron herramientas como AutoCAD,

3DsMAX y SketchUp para la construcción de modelos geométricos y estructuras, obteniendo buenos resultados y minimizando errores y tiempo invertido. También se enfatiza la importancia de los escáneres 3D para crear modelos geométricos realistas del patrimonio.

Esquema de la fases de un proceso de simulación virtual acústica.



Fuente: Giménez & Cibrián, 2015

Posterior al modelado, se identifican los materiales de construcción y se les asigna a las superficies absorciones correspondientes. Luego, se realiza una simulación acústica, realizada con ODEON, donde se ubican las fuentes de sonido y su dirección.

Evolución del proceso de texturización de la Basílica de Santa María de Elche, desde el modelo geométrico y la sucesiva incorporación de elementos.



Fuente: Giménez & Cibrián, 2015

El artículo hace un aporte significativo en lo que respecta a la metodología aplicada al estudio del comportamiento acústico de los edificios patrimoniales, enmarcado en la "acústica arqueológica". Esto implica comprender cómo eran y sonaban estos edificios en su inauguración y durante sus distintas modificaciones a lo largo de la historia. Se enfatiza la necesidad de considerar las siguientes limitaciones:

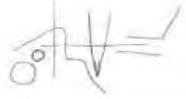
- La dificultad para determinar parámetros acústicos, tanto objetivos como subjetivos
- La imposibilidad de conocer la absorción real de los materiales usados en la construcción
- La dificultad de obtener imágenes reales para la texturización

Debido a la imposibilidad de realizar mediciones acústicas directas y la falta de acceso a la absorción "in situ" y a las características exactas de los materiales utilizados, no es factible calibrar el modelo acústico. Sin embargo, se destaca la utilidad de los modelos 3D para analizar no solo aspectos acústicos, sino también la interacción de la luz natural y artificial, lo cual es crucial para abordar el factor utilitario del valor arquitectónico: la iluminación.

En resumen, la arqueología acústica presenta limitaciones para obtener mediciones precisas, como la absorción y la texturización del patrimonio antes de su reconstrucción. No obstante, es posible recurrir a descripciones de maestros de obras en archivos históricos, gráficos de la época y materiales utilizados en edificios existentes de la misma época como referencia.

Se puede aplicar una metodología que evoca sensaciones e imágenes de los sonidos percibidos en una iglesia. Como se muestra en la figura 12, los encuestados presentan un gráfico que representa la percepción del sonido desde un punto y la trayectoria que toma alrededor.

Dibujos realizados por algunos encuestados sobre las diferentes obras presentadas.

Música Electroacústica			
Polifonía y órgano			
Canto cristiano antiguo			

Fuente: Valverde Gascueña, N. (2015)

a. Reverberación y Tiempo de reverberación

La reverberación es un fenómeno acústico caracterizado por la prolongación del sonido, ocasionada por las reflexiones en las superficies, después de que la fuente sonora se ha detenido. En espacios pequeños puede pasar inadvertida, pero en recintos más amplios, se percibe con mayor claridad. Para evaluarla, se mide el tiempo de reverberación, que es el tiempo que tarda el sonido en disminuir 60 dB tras el cese de la fuente sonora. Este tiempo es un indicador crucial de la calidad acústica de un espacio y depende de varios factores como los materiales absorbentes, el volumen y la configuración del espacio.

Wallace Clement Sabine desarrolló una fórmula para calcular el tiempo de reverberación, mostrando que este es proporcional al volumen de la sala e inversamente proporcional a la absorción de la misma. Según Leo Beranek (1996), una sala de conciertos ideal para música sinfónica debería tener un tiempo de reverberación entre 1.8 y 2 segundos. Si el tiempo de reverberación supera en más del 10% el valor óptimo, se sugiere realizar ajustes acústicos.

Tiempo reverberación medio para cada tipo de sala

Sala	TR (medio 1KHz y 500Hz) Sala Ocupada
Sala de Conferencias	0.7-1.0
Cine	1.0-1.2
Sala Polivalente	1.2-1.5
Teatro de Ópera	1.2-1.5
Sala de Conciertos (música de cámara)	1.3-1.7
Sala de Conciertos (música sinfónica)	1.8-2.0
Iglesia/Catedral	2.0-3.0
Locutorio de radio	0.2-0.4

Fuente: www.noisess.com

El tiempo de reverberación no es el único factor que influye en la acústica de una iglesia, pero se puede afirmar que, si este valor es excesivamente alto, será necesario tomar medidas. Como criterio general, se puede considerar que, si la diferencia relativa entre el tiempo de reverberación y el valor óptimo supera el 10%, será necesario realizar un acondicionamiento acústico del recinto.

b. Inteligibilidad

Otro aspecto relevante es la inteligibilidad del sonido, que puede disminuir por tiempos de reverberación prolongados. En iglesias, un tiempo de reverberación hasta 1.5 segundos es aceptable, pero más allá de este punto, puede afectar negativamente la inteligibilidad, requiriendo sistemas de refuerzo de sonido. Por otro lado, una reverberación demasiado baja también puede ser perjudicial.

Para evaluar la inteligibilidad, se puede utilizar el índice RASTI (Rapid Speech Transmission Index), el cual consiste en colocar un emisor direccional similar a una cabeza humana y recoger la señal con un micrófono en los mismos puntos para su análisis posterior. Mediante la relación entre el índice RASTI y la distancia de cada punto a la fuente sonora, se obtiene una calificación de inteligibilidad en cada punto.

Utilizando el software CATT-Acoustic, se calculan magnitudes energéticas que determinan la calidad acústica del recinto, como la definición y la claridad musical. La definición está relacionada con la claridad de la voz y refleja el grado de inteligibilidad del habla, y se recomienda que su valor en cada banda de frecuencia sea superior al 50%.

c. Espectro del ruido de fondo

El control del ruido de fondo es otro factor crucial en la acústica de las iglesias, dada su baja hermeticidad. Se utilizan los criterios de "Noise Criteria" (NC) para evaluar la molestia del ruido ambiental, comparando los niveles de ruido en cada banda de octava con estas curvas de referencia. Las fuentes de ruido ambiental pueden ser variadas, y se utilizan indicadores como el nivel de presión sonora ponderado (LA) y el nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) para su evaluación. También se recomiendan niveles máximos de ruido para iglesias.

Niveles de ruido máximos en las iglesias

Niveles máximos de iglesias	NR dB	NC dB	PNC dB	Nivel de ruido	
	35	30	35	dB	dB _A
				40	45

Fuente: Sendra et al. 1997

De la medición se obtienen los valores del ruido de fondo por banda de octava, comparando el espectro obtenido con las curvas NR (noise reduction), recomendando valores entre 25 y 35. Con el sonómetro se obtiene el nivel sonoro equivalente, valor que se compara con el valor máximo admitido en iglesias de 40 dBA.

d. Auralización

La auralización es un proceso que simula cómo se percibe el sonido tridimensional en una sala, teniendo en cuenta la posición del oyente y de la fuente sonora, así como las señales sonoras específicas. Para caracterizar la acústica de una iglesia, se consideran aspectos como el volumen del recinto, sus dimensiones, los materiales y las formas de las superficies, la ocupación del espacio y las condiciones ambientales. Con base en estos factores, se pueden determinar las intervenciones necesarias para mejorar la acústica del espacio.

e. Condiciones acústicas y metodología en la rehabilitación de iglesias

Tras el análisis histórico de intervenciones arquitectónicas, entendidas como medios de significación, es necesario conocer el espacio sonoro como realidad física, como atributo de la arquitectura eclesial. Constituye un espacio sagrado dentro de la penumbra y el silencio. Los estímulos, por tanto, se amplifican para dar lugar a una experiencia espacial y aditiva. Así, el espacio sonoro se cualifica desde el espacio, el tiempo y el silencio, relacionadas entre sí para darle forma a la música y la palabra.

Así, se hace necesaria una caracterización de este espacio sonoro para lo cual, se toman en cuenta parámetros físicos. Al analizar la acústica de una iglesia, se considera el volumen del recinto, las dimensiones y materiales, las formas de las superficies que lo delimitan, así como la ocupación y condiciones ambientales del momento. Basándose en estos aspectos, se determina cómo mejorar la acústica del lugar.

2. ILUMINACIÓN DEL PATRIMONIO RELIGIOSO

La transformación espacial del patrimonio religioso luego de su reconstrucción y reforzamiento estructural con nuevos sistemas constructivos, puede tener incidencia en su iluminación interior. Considerado un valor utilitario que permite el culto dentro del patrimonio religioso, la iluminación natural y artificial

A lo largo de la historia se ven cambios sustanciales en la morfología del patrimonio eclesial, que incide en su espacio lumínico interior. Desde el siglo XVII, la inclusión de vidrieras y otros elementos en los vanos ha reducido la entrada de luz natural, añadiendo características como el color. A partir de la segunda mitad del siglo XIX, con la introducción de la luz artificial, se disminuyó el interés por la luz natural, que fue reemplazada por la artificial. Los cambios en los hábitos sociales también influyeron, haciendo que las celebraciones matutinas, importantes por su simbolismo de luz, se trasladaran a la tarde-noche, prescindiendo de la luz natural. En el diseño de las iglesias coloniales locales, se pensó en cómo la trayectoria de los rayos solares marcaba eventos como el equinoccio, el solsticio y el día de cruce de cuartos.

La iluminación en edificios históricos como las iglesias suele estar determinada por la necesidad de conservar el patrimonio y su función como espacio contemplativo. La guía 'Iluminación de iglesias' de Miguel Ángel Rodríguez Lorite es una referencia en español que analiza la luz en estos espacios históricos de culto.

Este enfoque metodológico examina la luz natural en diferentes **estilos arquitectónicos** y su simbolismo. Según el autor, generalmente no se interviene en cómo la luz natural ingresa a los templos, a menos que se identifiquen efectos negativos para la conservación de la arquitectura o del arte. El uso del alabastro para filtrar la luz es común. En el pasado, muchas vidrieras góticas fueron eliminadas por razones discursivas. La arquitectura religiosa contemporánea se caracteriza por enfatizar el papel de la luz natural, determinando incluso la morfología del templo. La relación entre la luz natural y artificial debería ser sutil, donde la iluminación artificial crea un ambiente luminoso similar al proporcionado por la luz natural.

a. Luxes por área y de su uniformidad en el espacio.

Se obtiene el valor de luxes en un punto en concreto mediante la siguiente fórmula:

$$(CC+CRE+CRI) \times FCV \times FCM \times FM = FDp$$

En la cual:

- CC** es componente celeste.
- FCV** es factor de corrección del vidrio.
- CRE** es componente de reflexión exterior.
- FCM** es factor de corrección del marco.
- CRI** es componente de reflexión interior.
- FM** es factor de mantenimiento
- FDp** es factor de luz diurna en un punto.

Componente Celeste (CC).

Para analizar la incidencia de la luz en un espacio utilizando la matriz de Evans, se sigue un procedimiento detallado:

1) Selección de Puntos y Trazado de Líneas:

Se eligen puntos específicos en el plano del local.

Se traza una línea perpendicular al vidrio desde cada punto. En algunos casos, estas líneas pueden atravesar el muro en lugar de la pared.

2) Medición de Ángulos:

Se miden los ángulos entre la línea perpendicular y otras trazadas desde el punto de interés hasta los límites laterales de cada ventana. En locales con múltiples ventanas, se miden dos ángulos por ventana en el plano.

3) Aplicación en Sección Transversal:

Similar al paso anterior, pero en una sección transversal del local. Se miden los ángulos desde una altura de 80 cm sobre el nivel de trabajo hasta los límites superior e inferior de la abertura. Si el antepecho está por debajo de 80 cm, uno de los ángulos será cero. Si hay obstáculos externos, se mide el ángulo desde el horizonte hasta el borde del obstáculo.

4) Uso de la Matriz de Evans:

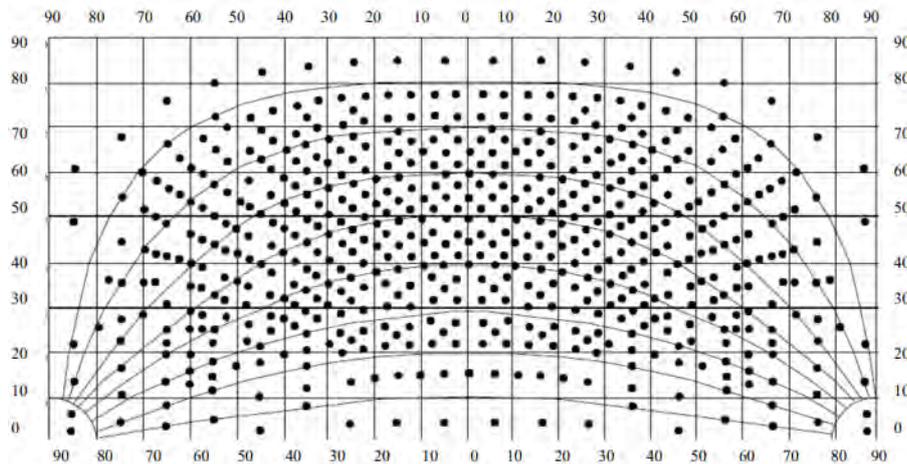
La matriz está numerada de 0° a 90° en todos sus lados, con incrementos de 10° . Se divide con líneas curvas que representan los límites angulares de la ventana. Se coloca la línea de referencia en el centro a 0° verticalmente y se marcan los grados obtenidos en planta hacia la izquierda y derecha. De forma similar, se marcan los grados obtenidos en sección de la línea inferior a la superior. Se unen los extremos inferiores de la gráfica con líneas paralelas a las curvas existentes, marcando los ángulos superior e inferior del corte. Se marcan los ángulos relacionados con obstrucciones externas y se unen los puntos correspondientes.

5) Cálculo del Componente Celeste:

Se cuentan los puntos dentro del primer polígono y se restan los del segundo. Multiplicar el número resultante por 0.05% para obtener el valor del componente celeste en porcentaje.

Este método permite calcular de forma precisa la cantidad de luz celeste que entra en el espacio, considerando los ángulos y obstrucciones presentes.

Método de Evans 1986, donde cada punto representa el 0.05% del factor de luz diurna.



Fuente: Sendra et al. 1997

Componente de reflexión externa (CRE).

Para calcular el coeficiente de reflexión externo, siguiendo el método de la matriz de Evans, se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1) Repetición de Pasos para el Componente Celeste:

Realizar los pasos del 1 al 4, como se describió anteriormente, para determinar el componente celeste. Esto incluye la selección de puntos, medición de ángulos, aplicación en sección transversal y el uso de la matriz de Evans.

2) Uso de la Matriz de Evans para Obstrucciones:

Utilizando la matriz de Evans, trasladar los ángulos medidos previamente. Contar los puntos dentro del polígono que representa la silueta de la obstrucción cercana.

3) Determinación de la Reflexión Promedio de la Obstrucción:

Consultar la tabla 4 para obtener la reflexión promedio de la obstrucción (por ejemplo, si es 20%, esto se convierte en 0.2).

4) Cálculo del Coeficiente de Reflexión Externo:

Multiplicar el número de puntos obtenido en la matriz de Evans por el valor de reflexión promedio encontrado en la tabla 4. Multiplicar el resultado por 0.05% para obtener el coeficiente de reflexión externo.

Este proceso proporciona un cálculo detallado del coeficiente de reflexión externo, considerando tanto la obstrucción cercana como su capacidad de reflexión. Este coeficiente es esencial para entender cómo las estructuras externas afectan la iluminación dentro del espacio analizado.

Componente de reflexión interna (CRI).

Para calcular el Coeficiente de Reflexión Interna (CRI) final de un local, y considerando la influencia de varios factores como la reflexión de las paredes y del piso, la proporción de las aberturas y los factores de corrección de la habitación y del cielo raso, siga los siguientes pasos detallados:

1) Factor de Reflexión de las Paredes Internas:

Consultar la tabla 4 y seleccionar el factor de reflexión para las paredes internas. Por ejemplo, usar 60% para paredes de color crema.

2) Factor de Reflexión del Piso:

Ir a la tabla 1 y seleccionar el factor de reflexión correspondiente al piso.

3) Proporción Abertura/Superficie del Piso:

En la tabla 1, tomar el valor que corresponde a la proporción de la abertura en relación con la superficie del piso.

4) Obtención del Coeficiente de Reflexión Interna:

Con los datos de reflexión de la pared, del piso y la proporción de abertura/superficie del piso, usar la tabla 1 para obtener el CRI. Por ejemplo, para una reflexión de pared del 60%, reflexión de piso del 20% y una proporción abertura/piso del 20%, se obtiene un CRI de 0.8.

5) Factor de Corrección de Habitación:

Con el tamaño aproximado de la habitación y el factor de reflexión de las paredes internas, usar la tabla 2 para obtener el Factor de Corrección de Habitación.

6) Factor de Corrección de Cielorraso:

En la misma tabla 2, con el factor de reflexión del cielorraso y el de las paredes, obtener el Factor de Corrección de Cielorraso.

7) Factores de Corrección Adicionales:

Repetir el procedimiento anterior para obtener los factores de corrección relacionados con el coeficiente de reflexión, la obstrucción externa y el factor de mantenimiento. Tome en cuenta el ángulo de obstrucción externa entre el punto de referencia a 80 cm del piso y un punto a 2 m de la ventana hacia la esquina más cercana del edificio que obstruya parcialmente la visión del cielo.

8) Cálculo del CRI Final:

Para obtener el CRI final, multiplique el factor de reflexión de las paredes internas por el factor de reflexión del piso, por la proporción de la apertura respecto a la superficie del piso, por el CRI del local, por el factor de corrección de la habitación, por el factor de corrección del cielorraso, por el coeficiente de reflexión debido a la obstrucción externa y, finalmente, por el factor de mantenimiento.

Este procedimiento proporciona un cálculo detallado y completo del Coeficiente de Reflexión Interna, considerando todos los elementos y factores que afectan la reflexión de la luz en un espacio interior.

b. Reflexión de colores y materiales y el valor límite de deslumbramiento.

Para implementar prácticamente este indicador de luminosidad en un espacio determinado, se sigue un proceso estructurado que implica la creación de una tabla específica para cada espacio o actividad. Este procedimiento se basa en varios pasos clave:

1) Creación de Tabla por Espacio o Actividad:

Se elabora una tabla única para cada espacio o actividad que se va a realizar, teniendo en cuenta las necesidades de iluminación específicas.

2) Uso de Parámetros de la Sociedad Americana de Iluminación:

Se consulta y aplica la información contenida en los gráficos 1.6 y 1.7 de la Sociedad Americana de Iluminación, que detallan la importancia de la luminosidad en diferentes espacios y el factor óptimo de reflexión lumínica para cada uno.

3) Comparativa con Tablas de Factor de Reflexión:

Se realiza una comparación con tablas que especifican los factores de reflexión de diferentes elementos como cielos, muros, pisos, cenefas y mobiliario inferior. Estas tablas incluyen datos sobre colores, materiales y recubrimientos que afectan la reflexión de la luz en el espacio interno.

4) Verificación de Índices de Deslumbramiento:

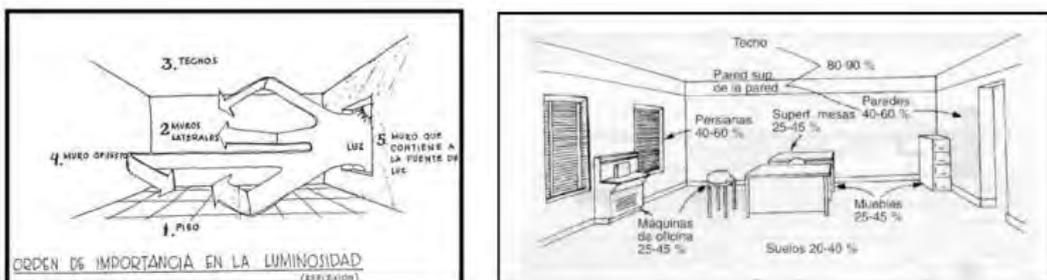
Se verifica que la iluminación del espacio no exceda ni sea inferior al índice de deslumbramiento estipulado para el tipo de actividad que se va a realizar. Esto es crucial para asegurar un ambiente iluminado adecuadamente sin causar incomodidad visual.

5) Corrección de Deficiencias Lumínicas:

En caso de identificar deficiencias lumínicas en el recinto, la información recopilada y analizada se utiliza para realizar ajustes y correcciones necesarias para optimizar la iluminación.

Este enfoque estructurado garantiza que la iluminación de cada espacio sea adecuada para su uso previsto, cumpliendo con los estándares profesionales y proporcionando un ambiente cómodo y funcional.

Reflectancias propuestas por la sociedad americana de iluminación, manual de ergonomía



Fuente: F. Mapfre. P.430

Tabla de valores óptimos de reflexión de la Sociedad Americana de Iluminación

Area o uso	Factor	Optimo de Reflexión	Fact. Reflex. del espacio	Dif. Fact. de reflexión
Sup. Reflexiva				
Piso		20 a 40%		
Muros laterales		40 a 60%		
Cielos		80 a 90%		
Cenefas		80 a 90%		
Muros opuestos		50 a 60%		
Muro de la de f de luz		40 a 50%		
Muebles		25 a 45%		
			Dif. Total de reflexion	
			Valor max. Deslumbra.	

Fuente: F. Mapfre. P.430

c. Confort lumínico y Patrimonio religioso

En este apartado se resumen los factores esenciales para el confort en relación con las características físicas, fisiológicas y psicológicas de la luz y su adaptación al ojo humano.

- Iluminancia y Temperatura de Color:

La iluminancia, aunque cuantificable y regulada por normativas, no es el único determinante de la calidad de la luz. Un equilibrio entre el nivel de iluminación y la temperatura de color es crucial para el confort. La gráfica de Kruithof demuestra que la necesidad de luz para el confort es inversamente proporcional a la temperatura de color de la fuente luminosa. Así, una luz más cálida puede ser más adecuada en niveles bajos de iluminación.

- Índice de Rendimiento de Color (IRC):

Este índice mide la capacidad de una lámpara para reproducir colores con precisión, comparándola con un cuerpo negro de temperatura de color similar. Un IRC superior al 85% se considera excelente, mientras que por debajo del 40% es inaceptable. Este factor es esencial para elegir una iluminación de calidad.

- Deslumbramiento:

Se define como un contraste excesivo de luminancias en el campo visual, que puede reducir la visibilidad de otros objetos o causar malestar. Para controlar el deslumbramiento, se recomienda mantener ratios de contraste entre 1:3 y 1:10. Sin embargo, en la práctica, estos ratios pueden superarse sin causar malestar, lo que

llevó a autores como Lam a analizar más detalladamente cómo los altos contrastes de luminancias afectan la percepción humana.

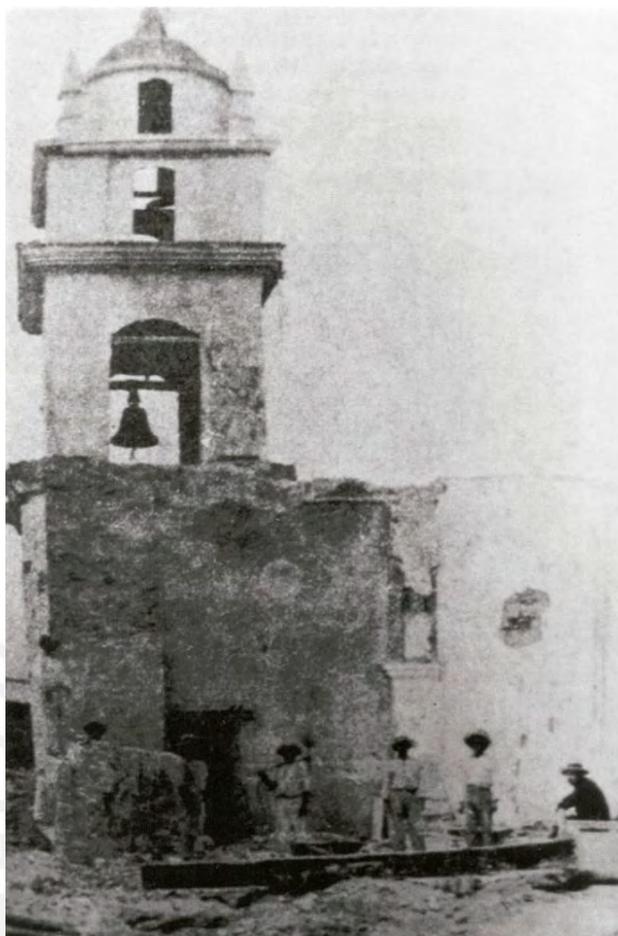
El diseño del espacio también juega un rol crucial en el confort lumínico. Por ejemplo, la arquitectura que utiliza la luz natural captada por lucernarios y proyectada sobre superficies rugosas y planos blancos, crea un delicado juego de claroscuros. Este enfoque pone énfasis en cómo la luz, su origen y sus interacciones con la textura y el color de los materiales, contribuyen a la atmósfera general y la experiencia del espacio.

b. MARCO HISTÓRICO-GEOGRÁFICO del Templo Señor de Luren

El primer templo que acogió la imagen de Cristo en Luren era una estructura modesta de adobe y madera. Reconstruido en 1679, sufrió daños considerables en los terremotos de 1664, 1687 y 1813, eventos comunes en la costa peruana que han exigido múltiples reconstrucciones y reparaciones del templo. En 1839, Córdova y Urrutia describieron el templo como en ruinas, probablemente debido al terremoto de 1814, necesitando una reconstrucción posterior.

Ica, fundada en 1563 y renombrada como San Jerónimo de Ica, es una de las ciudades más antiguas y tradicionales de la costa peruana. Contaba con conventos, una parroquia de españoles en la iglesia matriz de San Jerónimo y dos parroquias indígenas, incluyendo la de Luren, la más antigua y relevante, establecida por franciscanos en 1569. La devoción popular se centró en el crucificado milagroso de Luren, adquirido en Lima alrededor de 1570, y pronto asociado a hechos milagrosos.

Templo de Señor de Luren luego de 1918



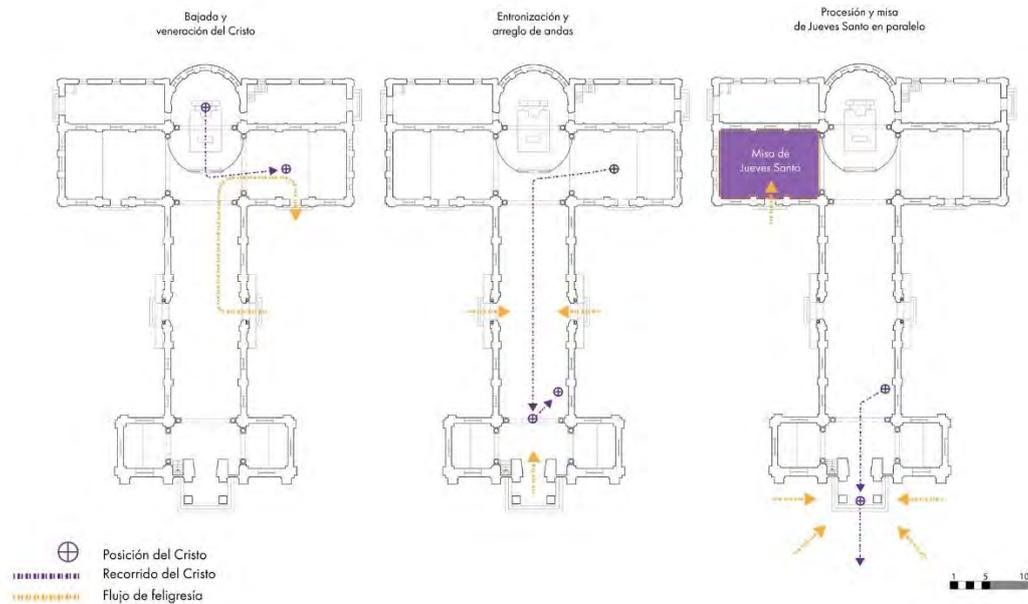
Patrimonio Arquitectónico PUCP (2017)

Las imágenes y fotografías del siglo XIX muestran que el templo original era una simple edificación de una sola nave con presbiterio integrado, típica de las parroquias urbanas y rurales de la época. Presentaba capillas adyacentes de planta cuadrangular y una sencilla volumetría con una nave principal cubierta por una bóveda de medio cañón de madera, pequeñas capillas laterales y una torre de tres cuerpos.

Desafortunadamente, el templo fue destruido en un incendio el 23 de junio de 1918, afectando también la imagen titular. Inmediatamente después, se formó un comité para la reconstrucción, pero los primeros planos proporcionados por el Ministerio de Fomento fueron rechazados por no ser adecuados para el culto. El diseño final fue obra de Alberto Cierra Alta, y la reconstrucción, realizada en albañilería de ladrillo, comenzó el 1 de julio de 1919 bajo la dirección del padre

Meléndez Méndez. Para 1935, se completaron partes esenciales de la construcción, aunque la decoración interior continuó hasta 1946. Sin embargo, el sismo de 1966 dañó partes del templo.

Esquema funcional de Luren previo a la reconstrucción de 2019



Patrimonio Arquitectónico PUCP (2017)

La arquitectura de la nueva iglesia de Luren refleja el eclecticismo de la arquitectura peruana de principios del siglo XX, mezclando estilos extranjeros con elementos tradicionales de Ica. Se diseñó con una planta en forma de cruz latina, un ábside semicircular y un crucero con brazos pronunciados, culminando en una gran cúpula. La iglesia también se diseñó teniendo en cuenta los rituales y costumbres del culto al Señor de Luren.

Templo de Señor de Luren de Ica post terremoto 2007



Casaña Carabot, L. (2015)

Altar Templo de Señor de Luren de Ica post terremoto 2007



Patrimonio PUCP (2016)

El terremoto de 2007 causó severos daños en el templo, y sorprendentemente, las autoridades eclesíásticas optaron por demolerlo en lugar de restaurarlo. A pesar de las protestas de la comunidad, se demolieron partes del templo en 2011, dejando solo el crucero y el ábside. Este sismo representó una

pérdida cultural significativa para la Región Ica, resaltando la importancia de proteger y preservar lo que quedaba del templo de Luren en cualquier proyecto de reconstrucción, no solo por su valor arquitectónico sino también por su significado cultural y religioso.

El actual templo inaugurado en junio de 2019 mantiene su tradicional diseño arquitectónico, a través del trabajo de escultores y artesanos de diversas regiones del país. Este, cuenta con estructuras antisísmicas, lo cual garantiza una vida útil de más de 500 años.

Vista aérea actual del Templo reconstruido



Consorcio Señor de Luren (2019)

Eventos Sísmicos Y Reconstrucción

Desde el primer registro en 1554 de sismos en el virreinato del Perú hasta hoy, se han registrado veintiocho terremotos intensos, de más de cinco grados en la escala Richter, incluyendo tres que alcanzaron los 8 grados, siendo el más reciente en 2007. Esta historia demuestra que los terremotos son habituales en esta región, debido a su proximidad a las placas tectónicas de Nazca y a su geología sedimentaria. Esta realidad geográfica conlleva a intervenciones arquitectónicas periódicas destinadas a reparar y mejorar las estructuras dañadas. Sin embargo, estas intervenciones a menudo entran en conflicto con las estructuras existentes, perjudicando el patrimonio arquitectónico. Además, no solo los sismos naturales provocan reconstrucciones; acciones humanas como remodelaciones urbanas y ampliaciones viales también pueden tener impactos similares.

c. **MARCO NORMATIVO de la Reconstrucción sobre el patrimonio religioso:**

Directivas nacionales, convenciones internacionales UNESCO y declaratorias

La puesta en valor y la gestión sobre el patrimonio: un desafío permanente

“...es necesaria la aprobación de diferentes instrumentos legales principalmente aquellos destinados a la creación de franquicias o incentivos que propicien acciones de rehabilitación sobre bienes patrimoniales. En este sentido, el carácter que debiera asumir la norma es la de facilitar e impulsar acciones de recuperación, a partir de orientaciones técnicas claramente definidas más que prohibitivas, garantizando la incorporación del propietario al interior del proceso.” (Jimenez Vergara y Ferrada Aguilar, 2003)

El reglamento actual debe garantizar una perspectiva desligada de un carácter correctivo y prohibitoria, con el fin de garantizar su recuperación tomando en cuenta sus valores intrínsecos para garantizar su uso óptimo.

Durante la segunda mitad del siglo XX, las normativas internacionales sobre preservación del patrimonio enfatizaron el uso de avances tecnológicos en materiales de construcción. Frecuentemente, se privilegiaron materiales modernos como el concreto y el acero, subestimando los materiales originales y las técnicas constructivas tradicionales. Esta aproximación a menudo ignoraba los valores inherentes de las estructuras históricas y la importancia de realizar estudios detallados antes de cualquier intervención, como señala el ICOMOS en 1931. Estas prácticas llevaron a numerosas experiencias desfavorables en proyectos de restauración.

De igual forma, las resoluciones finales de la Carta de Atenas de 1964 recogen la atracción que los materiales modernos habían ejercido en los arquitectos (restauradores o no) en esos años, tanto que, en el artículo 5 de la Carta, se recomienda el **«empleo juicioso de todos los recursos de la técnica moderna y especialmente del concreto armado»**. Se aprueba además la moción relativa a que tales formas de consolidación estructural «estén disimulados para no alterar el aspecto y el carácter del edificio a restaurar».

La Carta de ICOMOS de Zimbabwe en 2003, una declaración internacional sobre el análisis, conservación y restauración de estructuras patrimoniales, pone énfasis en el aspecto estructural como elemento central en la restauración. Esta carta, sin reemplazar textos especializados, ofrece recomendaciones para abordar la conservación y restauración, dividida en tres capítulos principales:

1) Criterios Generales:

- 1.1 La conservación y restauración requieren un enfoque multidisciplinario.
- 1.2 El valor y la autenticidad del patrimonio deben considerarse en su contexto cultural específico.
- 1.3 El valor del patrimonio no solo reside en su exterior, sino en la integridad de sus componentes constructivos.
- 1.4 Los cambios de uso deben respetar criterios de conservación y seguridad.
- 1.5 La restauración debe ser un medio para preservar el elemento construido en su totalidad.
- 1.6 Los estudios y propuestas deben ser detallados y secuenciales, siguiendo un proceso similar al diagnóstico médico: recolección de datos, identificación de problemas, aplicación de soluciones y control de resultados.
- 1.7 Cualquier acción debe considerar sus impactos potenciales, excepto en casos de urgencia para prevenir daños mayores.

2) Diagnóstico y Planificación:

- 2.1 Un equipo multidisciplinario es esencial desde el inicio del proyecto.
- 2.2 La recopilación de datos debe ser equilibrada y meticulosa para establecer un plan de acción adecuado.
- 2.3 Es crucial conocer en profundidad la estructura y los materiales utilizados.
- 2.4 Los sitios arqueológicos presentan desafíos específicos en la estabilización de estructuras.
- 2.5 El diagnóstico debe basarse en métodos de investigación histórica y análisis de daños y materiales.
- 2.6 Es fundamental determinar las causas de daños antes de intervenir.
- 2.7 La evaluación de seguridad debe incluir análisis cualitativos y cuantitativos.
- 2.8 Los coeficientes de seguridad para nuevas construcciones pueden no ser aplicables en la restauración.
- 2.9 Todo el proceso diagnóstico y de toma de decisiones debe documentarse en una "MEMORIA INFORMATIVA".

3) Terapia y Tratamiento:

- 3.1 La intervención debe enfocarse en las causas de los problemas, no solo en los síntomas.
- 3.2 La mejor solución es el mantenimiento preventivo.
- 3.3 La seguridad y el significado de la estructura deben guiar las medidas de conservación.
- 3.4 No se debe actuar sin una necesidad clara.
- 3.5 Cada intervención debe ser mínima y proporcional a los objetivos de seguridad.

3.6 El proyecto debe basarse en una comprensión clara de los factores de daño y deterioro.

3.7 La elección entre técnicas tradicionales e innovadoras debe ser cuidadosa, priorizando la compatibilidad con los valores patrimoniales.

3.8 En casos de incertidumbre, se pueden emplear métodos de intervención escalonados.

3.9 Las intervenciones deben ser reversibles siempre que sea posible, o no impedir futuras restauraciones.

Esta carta resalta la importancia de un enfoque reflexivo y cuidadoso en la restauración del patrimonio arquitectónico, reconociendo la complejidad y la singularidad de cada estructura y su contexto cultural.

Desde 2003, organismos como UNESCO, ICCROM, ICOMOS y UICN comenzaron a enfocarse específicamente en el patrimonio religioso, que hasta entonces era considerado principalmente como parte del patrimonio cultural. En el foro "Conservation in Living Religious Heritage" organizado por ICCROM, se destacó la riqueza y diversidad del patrimonio religioso, así como la importancia de facilitar su conservación y transmisión a futuras generaciones.

Como resultado de este creciente interés, se redactó un artículo para establecer un programa temático internacional dedicado a los bienes patrimoniales religiosos, fomentando la colaboración con diversas organizaciones. Los estudios realizados en este contexto revelaron la significativa presencia del patrimonio cultural cristiano en el patrimonio mundial. Los gráficos presentados en este marco mostraron que el uso original de estos bienes religiosos y espirituales, que constituye su verdadero valor y significado, aún se mantiene en gran medida.

Gráfico 1

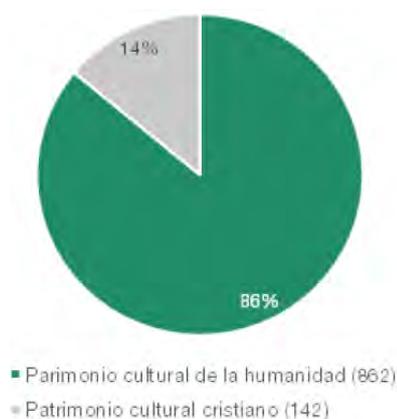
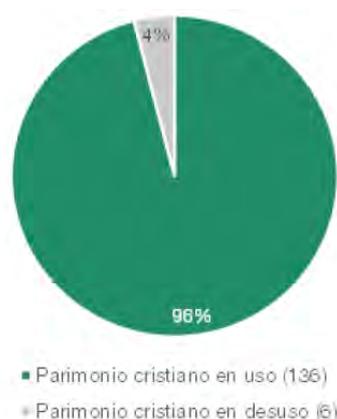


Gráfico 2



Casaña Carabot, L. (2015)

Los gráficos presentados en el foro *Conservation in Living Religious Heritage* muestra que existen monumentos religiosos que se encuentran en desuso en la actualidad para el fin con el que fueron proyectados. Dicha información, facilita el entendimiento que al considerar los valores del patrimonio que garanticen su funcionamiento, podrá haber menos casos en desuso.

De igual manera, las recomendaciones presentadas por la Carta ICOMOS sobre los Principios para el Análisis, Conservación y Restauración de las Estructuras del Patrimonio Arquitectónico apoya la idea de restaurar una estructura patrimonial teniendo un equilibrio entre sus aspectos estéticos, sociales y la especificidad del proyecto. Así, debe entenderse como un medio al servicio del fin último del elemento construido, es decir, garantizar su valor funcional con los aspectos de seguridad implícitos. En el patrimonio religioso, dicho valor funcional se garantizará si hay una adecuada iluminación y acústica del patrimonio religioso.

HIPÓTESIS:

El refuerzo estructural antisísmico permite la conservación de los valores arquitectónicos utilitarios intrínsecos del patrimonio cultural religioso cuando considera los siguientes aspectos en conjunto:

- La acústica: tiempo de reverberación, inteligibilidad de la palabra, ruido de fondo
- La iluminación: distribución y número de luxes, reflexión de componentes y deslumbramiento

OBJETIVOS:

General_

Identificar los aspectos en que el refuerzo estructural afecta los valores arquitectónicos intrínsecos utilitarios del patrimonio cultural religioso.

Específicos_

- a. Acústica:
 - 1) Evaluar el tiempo de reverberación de los puntos sonoros de la nave central
 - 2) Evaluar la inteligibilidad de la palabra durante una misa eclesial
 - 3) Evaluar el espectro del ruido de fondo desde la nave central
 - 4) Realizar la auralización de la nave central con la capacidad llena y a la mitad
- b. Iluminación:
 - 1) Medir el número de luxes por área que ingresan a la nave central

- 2) Identificar los materiales de los componentes en la nave central: mobiliario, atrio, paredes y bóveda
 - 3) Evaluar la reflexión de los componentes en la nave central: mobiliario, atrio, paredes y bóveda
 - 4) Evaluar el deslumbramiento de los componentes en la nave central: mobiliario, atrio, paredes y bóveda
- c. Refuerzo estructural:
- 1) Identificar los materiales que componen la bóveda central NUEVO
 - 2) Medir los espesores de los materiales de la bóveda central
 - 3) Medir el volumen de la nave central
 - 4) Realizar un modelado 3D para reconstruir las dimensiones originales

METODOLOGÍA:

	VARIABLE	OBJETIVO	METODOLOGÍA
DEPENDIENTE:	Conservación de los valores arquitectónicos utilitarios intrínsecos del patrimonio cultural religioso	Identificar el grado de confort acústico de la nave central	Medir mediante la aplicación Simulador PRO el tiempo de reverberación de los puntos sonoros de la nave central con respecto al parámetro óptimo de 2,4s.
			Recoger señales de micrófono desde la última fila, media y principio del público para evaluar la inteligibilidad de la palabra durante una misa eclesial
			Realizar entrevistas para determinar cualidades espaciales actuales y previas a la reconstrucción
			Medir la intensidad sonora con la aplicación SoundMeter durante una misa eclesial para cumplir con el parámetro máximo de 80 dB
			Contrastar percepción de los fieles con los parámetros medidos in situ y simulados
		Identificar el grado de confort lumínico de la nave central	Medir el área de entradas de luz de la bóveda central reforzada
		Medir el número de luxes con la aplicación LuxMeter desde la última fila, media y principio que ingresan a la nave central	
		Evaluar el deslumbramiento de los elementos que componen la nave central a través de entrevistas	
INDEPENDIENTE:	Refuerzo estructural	Realizar el levantamiento de las características físicas de la bóveda central de la iglesia	Identificar los materiales de los componentes en la nave central: mobiliario, atrio, paredes y bóveda
			Medir el número de luxes por área que ingresan a la nave central
			Evaluar el deslumbramiento de los componentes en la nave central: mobiliario, atrio, paredes y bóveda
			Materializar un modelo 3d del patrimonio actual y previo a la reconstrucción

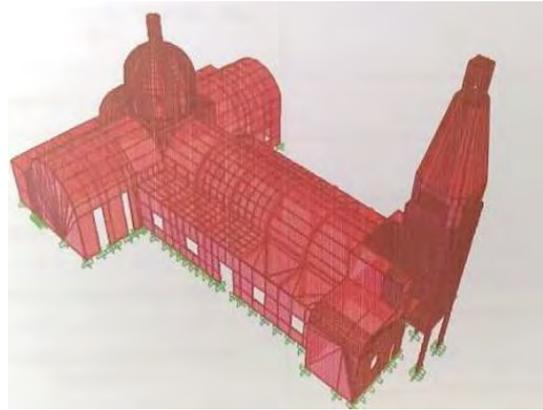
ANÁLISIS:

b. Variable Independiente

El refuerzo estructural con concreto armado constituye el componente que condicionará los valores intrínsecos del Templo de Luren.

Siendo Ica una región con fuerte incidencia de movimientos sísmicos y con un silencio sísmico que hace muy probable un evento importante, se hace necesario contar con lugares y espacios que puedan servir muy similares a refugio. La norma E-030 determina como edificios esenciales, los hospitales, locales de compañías de bomberos y centros educativos, en este caso y de forma especial el Santuario de Luren tiene gran importancia y protagonismo ante una fuerte situación sísmica que generará gran destrucción, es por esta razón que el diseño a nivel de estructuración propone estas consideraciones (Informe Factibilidad Shougang, 2017).

Desde el punto de vista de la seguridad estructural, las iglesias y templos no están incluidos dentro de la tipología que señala de manera específica las Normas Técnicas de Edificaciones del Perú en su parte de Diseño Sísmico. Sin embargo, por la gran cantidad de personas que aloja se puede considerar como una "Edificación Importante" Categoría B, que será diseñado con parámetros de un A2.



Vista Virtual del Proyecto

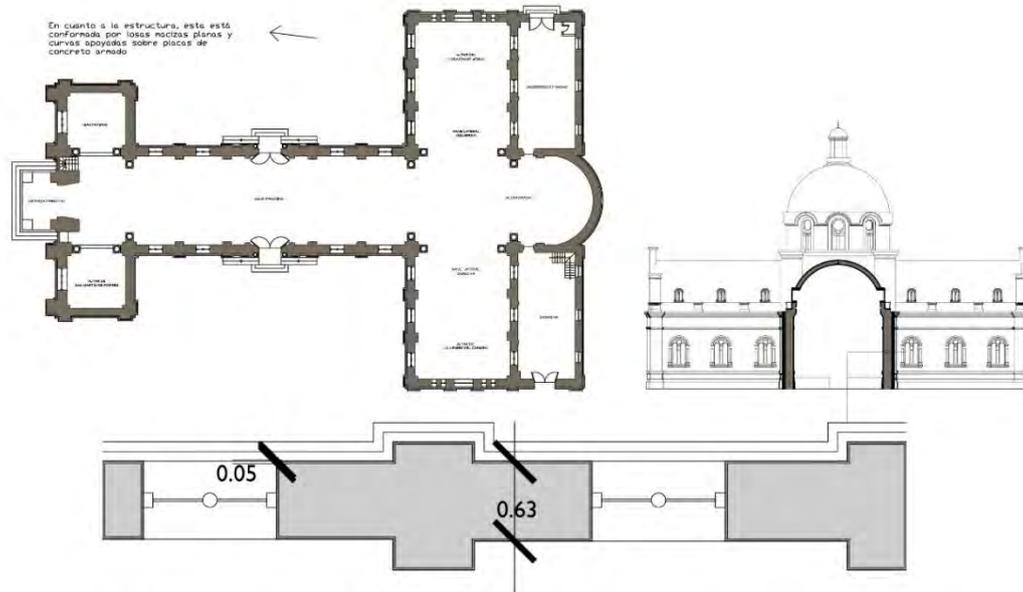


Consorcio Señor de Luren (2019)

- **Construcción en albañilería de 1918**

VARIABLE INDEPENDIENTE

Planta y Corte estructura previa reconstrucción



Elaboración propia.

La reconstrucción virtual del Templo previo al reforzamiento estructural post terremoto muestra una planta de una sola nave alargada con un transepto de similares proporciones. Los muros son de albañilería reforzada de ladrillo rojo con 63 centímetros de espesor. Las pilastras son de grandes dimensiones y ubicadas entre ventanales. La bóveda es de concreto simple y presenta 8 ventanales recubiertos con vitrales de colores y reducidos en la parte superior. Todo se ha recubierto con una capa de yeso de 5 mm.

Principales materiales estructurales



Consorcio Señor de Luren (2017)

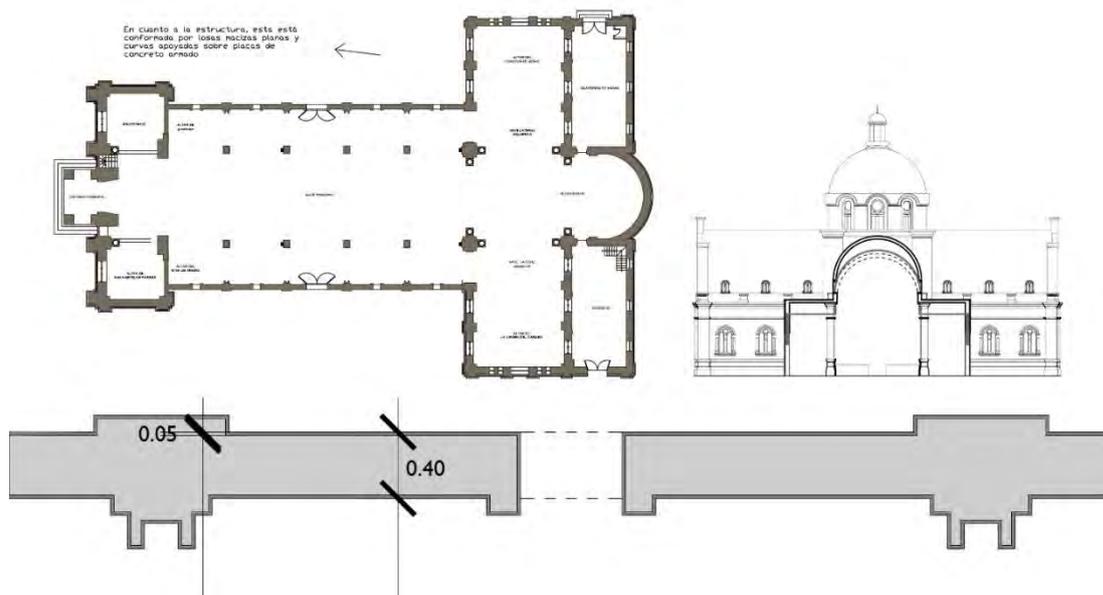
PRINCIPALES ATRIBUTOS PRE REFORZAMIENTO

- **DIMENSIONES:** El área de la nave central era de 176m² (22m x 8m).
- **SISTEMA CONSTRUCTIVO:** De albañilería reforzada de ladrillo rojo y la bóveda de concreto simple
- **ESPEORES:** Los muros eran de 63cm y con una cubierta de yeso de 5mm. Las ventanas eran de 1m de ancho con alfeizar de 1,2m
- **CORTE:** Se muestra una sola nave central con 1 misma altura.

Construcción sismo resistente en concreto armado de 2019

VARIABLE INDEPENDIENTE

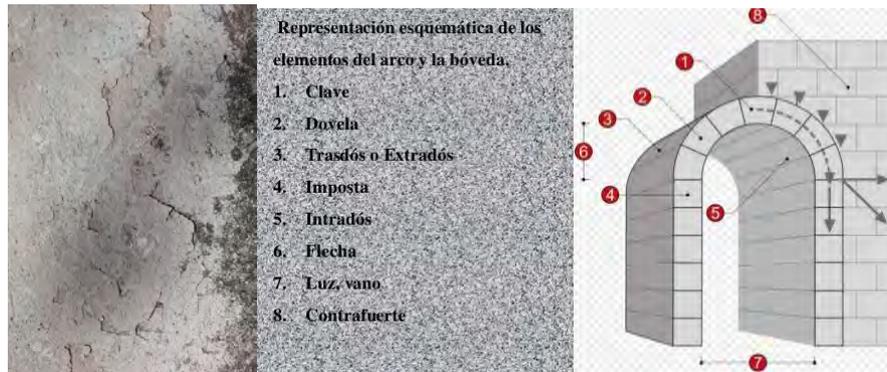
Planta y Corte estructura post reconstrucción



Elaboración propia.

La reconstrucción virtual del Templo post reforzamiento estructural muestra una planta de una nave alargada con mayor ancho, compuesta por dos pequeñas naves adosadas a él con el transepto original. Los muros son de concreto armado reforzado con varillas de 1/8" y cuentan con 40 centímetros de espesor. Las pilastras han reducido sus dimensiones. La bóveda es de concreto simple y presenta 8 ventanales recubiertos con vitrales de colores y reducidos en la parte superior. Todo se ha recubierto, de igual manera, con una capa de yeso de 5 mm.

Principales materiales estructurales



Consorcio Señor de Luren (2017)

PRINCIPALES ATRIBUTOS POST REFORZAMIENTO

- **DIMENSIONES:** El área de la nave central es de 400m² (24m x 17m).
- **SISTEMA CONSTRUCTIVO:** De concreto armado reforzado y la bóveda de concreto armado
- **ESPEORES:** Los muros son de 40 cm y con una cubierta de yeso de 5mm. Las ventanas son de 1m de ancho con alfeizar de 1,2m
- **CORTE:** Se muestra una nave central con 2 adyacentes

ESPACIALIDAD: Nave central con volumen de 1230m³



Fotografía propia.

La volumetría ha crecido para tener anexos dos espacios de tránsito. El número de bancas ha aumentado, pero conserva la materialidad y dimensiones originales. Se muestra la misma coloración del recubrimiento de toda la nave. La nave central es rodeada por un aporticado que sostiene la bóveda, diferente espacio percibido cuando este muro virtual era sólido previo al refuerzo estructural.

MATERIALIDAD: Detalles

Las bancas son de madera cedro dura. Los muros hasta el alféizar han sido recubiertos con mármol ónix, al igual que el piso. Los muros son de concreto armado. Los vanos tienen nuevos mosaicos que han sido restaurados. Se ha implementado una nueva zona de devoción a ambos lados de la nave central a Nuestra Señora de Guadalupe y al Señor de los Milagros.

Vitral restaurado y Zona de devoción anexa



Fotografía Propia.

Los vitrales restaurados son de vidrio simple con doble capa de esmaltado. Se ha respetado las mismas figuras del templo originario. De igual manera, Los vanos presentan un estilo y dimensiones idénticas. Estas permiten un ingreso de luz indirecta considerable hacia la nave.

Diseño de un vitral – Gama de Colores



Elaboración propia.

El cambio en el reforzamiento estructural se da en los ámbitos de la volumetría, la materialidad y los espesores. La volumetría ha aumentado con secciones adosadas a la nave central original debido a que la nueva materialidad permite mayores luces y menores secciones. La materialidad estructural cambia de albañilería a sistema mixto aporticado y de muros en concreto armado, por último, los espesores han disminuido incrementando, a su vez, el área libre.

a. Variable Dependiente: VALORES ARQUITECTÓNICOS DEL PATRIMONIO RELIGIOSO

Se analizarán para esta variable la acústica e iluminación de la nave central pre y post refuerzo estructural.

1) ACÚSTICA

INTENSIDAD SONORA e INTELIGIBILIDAD

PREVIO A LA RECONSTRUCCIÓN

La intensidad de decibeles no llega en ninguno de los 3 casos (última, media y primera fila) a sobrepasar el límite de 80Db dentro del rango de confort acústico (Rjasick, 2016).



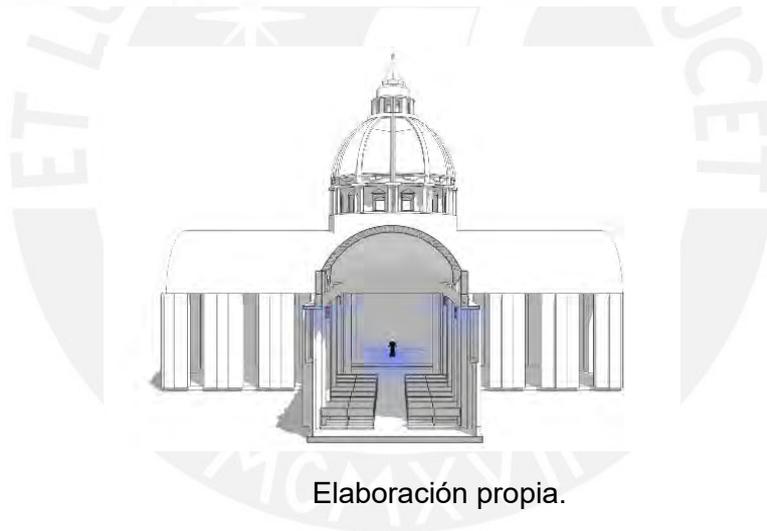
ACÚSTICA DURANTE CORO

Elaboración propia.

Previo a la reconstrucción, se observa que la intensidad de decibeles de las 3 secciones sí tiene una diferencia notoria al momento de tocar el coro. Con el programa ODEON, se realiza una simulación con emisores de sonido ubicados en las pilastras del muro lateral y receptores en zonas medias de cada una de las 3 secciones. Al analizar los valores mínimos, promedio y máximos en cada caso, se observa una diferencia clara en este rango. La parte delantera presenta un volumen medio y similar en la parte media, mientras que en la parte trasera el valor promedio es bajo, a pesar de tener el coro más cercana a esta zona. De las entrevistas, 7 de 10 concuerdan que la zona media y delantera con las más propicias para entender la letra de las canciones

Se infiere, que la ubicación de la fuente emisora influye en el volumen captado con el sonómetro y la percepción de inteligibilidad por los usuarios.

- Los datos tienen valores similares
- Se identifica una mejor percepción de los feligreses en la zona delantera

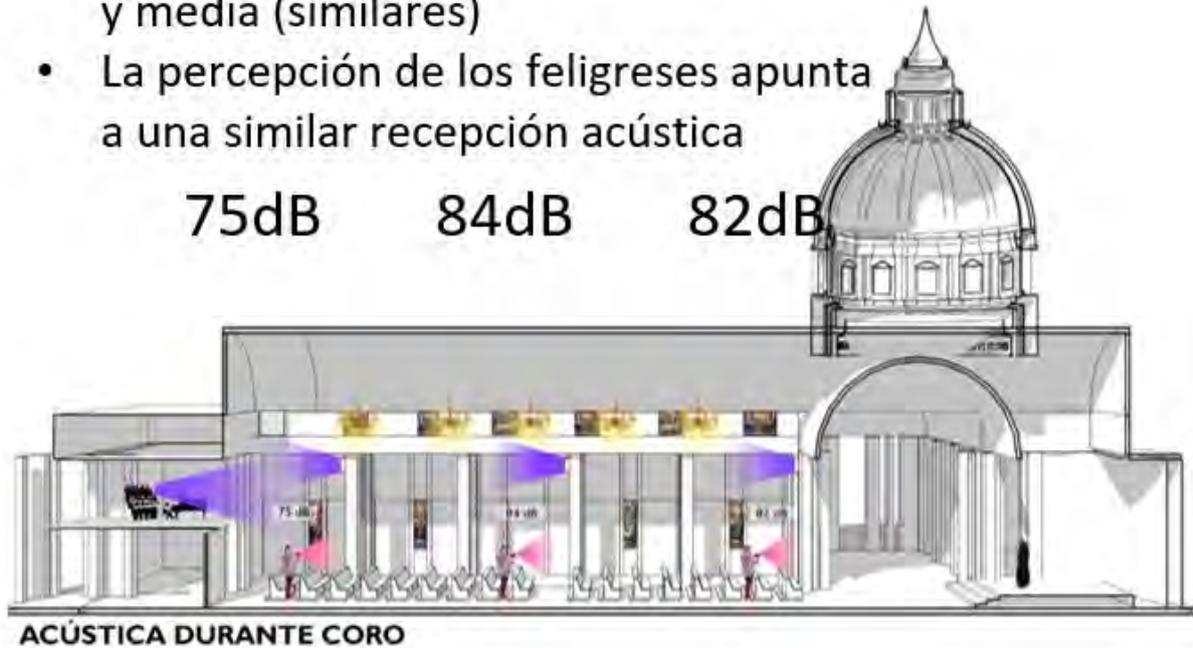


Previo a la reconstrucción, se observa que la intensidad de decibeles de las 3 secciones no tiene una diferencia notoria al momento de hablar el cura. Con la aplicación SoundMeter se ubica el micrófono hacia el altar y se hace la medición. Al analizar los valores mínimos, promedio y máximos en cada caso, se observa una diferencia mínima entre las 3 secciones. El rango va entre los 70 y los 72 dB. En las entrevistas se muestra que a 9 de 10 les es indistinta la ubicación para escuchar la misa pues hay un buen entendimiento del cura.

Se infiere, que la ubicación de la fuente emisora influye en el volumen captado con el sonómetro y la percepción de inteligibilidad por los usuarios.

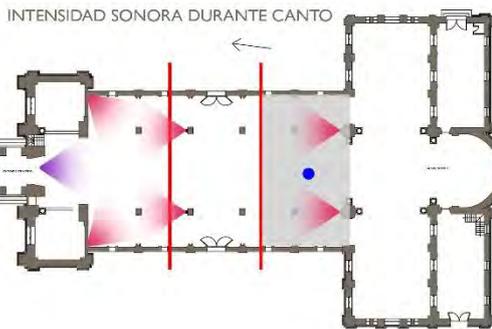
POST RECONSTRUCCIÓN

- Hay una variación notable entre los datos de la parte trasera y la delantera y media (similares)
- La percepción de los feligreses apunta a una similar recepción acústica



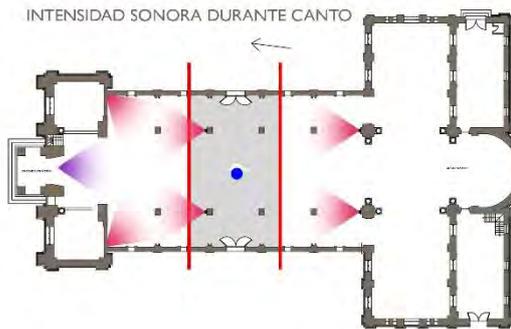
Elaboración propia.

Post reconstrucción, se observa que la intensidad de decibeles de las 3 secciones sí tiene una diferencia notoria al momento de tocar el coro. Con el programa ODEON, se realiza una simulación con emisores de sonido ubicados en las pilastras del muro lateral y receptores en zonas medias de cada una de las 3 secciones. De igual forma, se comparó con las mediciones captadas con el sonómetro digital. Al analizar los valores mínimos, promedio y máximos en cada caso, se observa una diferencia clara en este rango. La parte delantera presenta un volumen alto y similar en la parte media, mientras que en la parte trasera el valor promedio es bajo, a pesar de tener el coro más cercana a esta zona. De las entrevistas, 5 de 10 concuerdan que la zona media y delantera con las más propicias para entender la letra de las canciones. Los restantes, afirman que les es indistinta la ubicación para este criterio.



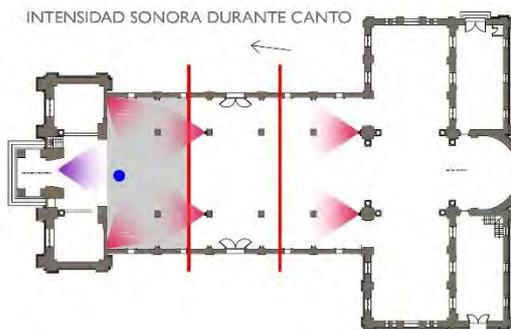
	ACÚSTICA					
	PALABRA			CANTO		
	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX
ADELANTE	61	72.5	80	70.75	82.25	86.5
MEDIO	62.5	73.5	82	71	84	87
FONDO	66	75	82	68	75	82

De acuerdo al parámetro limite (90 dB) los datos no lo sobrepasan.



	ACÚSTICA					
	PALABRA			CANTO		
	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX
ADELANTE	61	72.5	80	70.75	82.25	86.5
MEDIO	62.5	73.5	82	71	84	87
FONDO	66	75	82	68	75	82

De acuerdo al parámetro limite (90 dB) los datos no lo sobrepasan.



	ACÚSTICA					
	PALABRA			CANTO		
	MIN	PROM	MAX	MIN	PROM	MAX
ADELANTE	61	72.5	80	70.75	82.25	86.5
MEDIO	62.5	73.5	82	71	84	87
FONDO	66	75	82	68	75	82

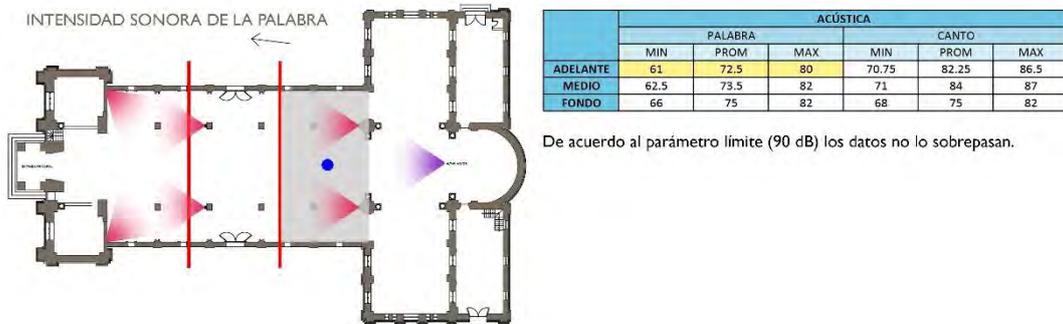
De acuerdo al parámetro limite (90 dB) los datos no lo sobrepasan.

- En las 3 secciones no hay una diferencia notoria
- La percepción de los feligreses apunta a una similar recepción acústica

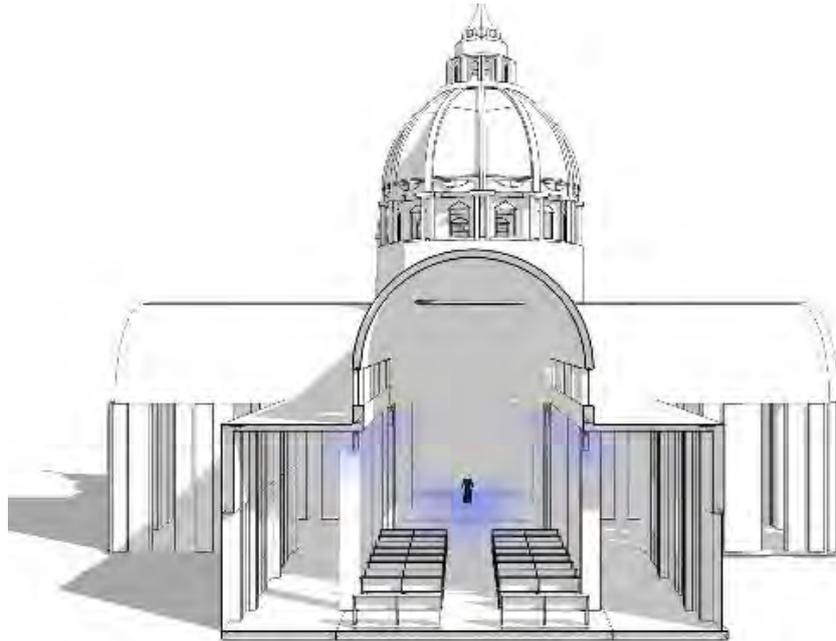


Elaboración propia.

Post reconstrucción, se observa que la intensidad de decibeles durante el discurso del padre en las 3 secciones no presenta una diferencia notoria. Al analizar los valores mínimos, promedio y máximos en cada caso, no se observa una diferencia clara en este rango. La parte delantera presenta un volumen medio y similar en la parte media, mientras que en la parte trasera el valor promedio es bajo, a pesar de tener el coro más cercana a esta zona. En la última fila, se denota un volumen más alto que en la parte media. En dicho caso, existen pares de parlantes que se direccionan a esta sección en específico. Se infiere, que la ubicación de la fuente emisora influye en el volumen captado con el sonómetro y percibido por los usuarios. De las entrevistas, 6 de 10 afirman que les es indistinta la ubicación para comprender la misa mientras el cura habla.



Elaboración propia.



Elaboración propia.

El resultado muestra que a partir de la percepción de los feligreses y las medidas de la intensidad sonora existe un cambio sustancial entre las zonas delanteras y la trasera, sin embargo, este cambio tiene que ver con la ubicación de la fuente emisora (el coro). En este aspecto, sí se muestra un cambio de este componente de la acústica.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN e INTELIGIBILIDAD

Previo a la reconstrucción, se observa que, en la parte delantera de la nave central, no se cumple un tiempo de reverberación óptimo, pues se sobrepasa el límite de 3s.

1. Introduzca el tipo y las medidas de la sala:

Tipo *	Ancho (m) *	Largo (m) *	Alto (m) *
IGLESIAS Y/O EDIFICIOS DE CULTO	8	22	7

2. Seleccione los modelos que desea emplear:

Pared izquierda *	Ladrillo pintado	Pared derecha *	Ladrillo pintado
Pared frontal *	Placas de yeso	Pared trasera *	Ladrillo pintado
Techo *	Ladrillo pintado	Suelo *	Mármol

3. ¿Desea incluir elementos adicionales?

Mobiliario	Personas de pie	Unidades	50	Mobiliario	Butaca de madera	Unidades	40
Mobiliario	Personas sentadas	Unidades	20	Mobiliario	Puerta de madera	Unidades	2

Resultados

BAJA FRECUENCIA	3.73	 TR60 SABINE	3.14		
MEDIA FRECUENCIA	2.86				
ALTA FRECUENCIA	2.82				
BRILLO	0.99			TRO ÓPTIMO	2 - 3
CALIDEZ ACÚSTICA	1.30			NO CUMPLE	
TR60 SABINE		TR60 EYRING-NORRIS	TR60 MILLINGTON-SETTE		
3.14		3.00	5.49		

Post reconstrucción, se observa que, en la parte delantera de la nave central, de igual manera, no se cumple un tiempo de reverberación óptimo, pues se sobrepasa el límite de 3s.

1. Introduzca el tipo y las medidas de la sala:

Tipo *	Ancho (m) *	Largo (m) *	Alto (m) *
IGLESIAS Y/O EDIFICIOS DE CULTO	14	24	7

2. Seleccione los modelos que desea emplear:

 Pared izquierda *	Placas de yeso	 Pared derecha *	Placas de yeso
 Pared frontal *	Placas de yeso	 Pared trasera *	Placas de yeso
 Techo *	Hormigón pintado	 Suelo *	Mármol

Resultados

BAJA FRECUENCIA	4.48	 TR60 SABINE	3.78		
MEDIA FRECUENCIA	3.63				
ALTA FRECUENCIA	3.24				
BRILLO	0.89			TRO ÓPTIMO	2 - 3
CALIDEZ ACÚSTICA	1.24			NO CUMPLE	
TR60 SABINE		TR60 EYRING-NORRIS	TR60 MILLINGTON-SETTE		
3.78		3.62	8.51		

Se determina de igual manera, que, a pesar de conservarse los valores del tiempo de reverberación previo al reforzamiento estructural, sigue sin cumplir con los valores óptimos para una inteligibilidad clara. La diferencia con los valores óptimos es, sin embargo, más notorias que previo al reforzamiento estructural.

En cuanto al tiempo de reverberación, es claro que antes y después del refuerzo estructural se exceden los tiempos óptimos al tomar en cuenta los mobiliarios de

madera, las reflexiones de los muros y bóveda y la cantidad de personas igual. Sin embargo, se conserva este valor arquitectónico intrínseco, a pesar de no estar dentro del confort acústico.

CONTROL DE RUIDO

El análisis del Templo Pre Reconstrucción se basó en la auralización con el programa Odeon que arrojó valores por debajo de 25 dB, considerando la cercanía de vías anterior y un flujo de autos y personas medio.

El análisis del Templo Post Reconstrucción se basó en medidas de la aplicación SoundMeter, que arrojó valores por debajo de 20 dB.

Con respecto al control del ruido, la percepción de los feligreses y las medidas muestran que se ha reducido el ruido con respecto a antes del refuerzo estructural. Se puede decir que, este valor no se ha conservado en la mayor parte de los componentes, a pesar de estar dentro del rango dentro del confort acústico.

2) ILUMINACIÓN

INTENSIDAD LUMÍNICA

PREVIO A LA RECONSTRUCCIÓN

A través de la simulación con el modelo 3D en el programa Dialux, en las 3 secciones, se observan diferencias notorias entre la parte delantera y media (similares) y la parte trasera de la nave central. Para ello, se identificaron los emisores de luz: 5 candelabros de 10.000 luxes dispuestos en la bóveda superior.

Para la iluminación natural en cambio, no hay un cambio notorio entre las 3 secciones, sin embargo, no se encuentran dentro del rango de confort lumínico para iglesias (20 luxes captadas desde el receptor). Se observa que la iluminación artificial es más fuerte cuantitativamente, sin embargo, la percepción de los feligreses refleja que 8 de 10 personas percibe la iluminación natural y artificial igualmente con una buena intensidad.

Intensidad lumínica artificial

- Las medidas sí presentan un cambio entre la zona delantera y trasera.



Intensidad lumínica natural

- Las medidas no tienen un cambio notable entre las secciones.



Elaboración propia.

POST RECONSTRUCCIÓN

A través de la medición con la aplicación LuxMeter, en las 3 secciones, se observan diferencias notorias entre la parte delantera y media (similares) y la parte trasera de la nave central. La luz artificial comparativamente con el templo pre reconstrucción es menor. Se puede inferir que el crecimiento de volumen con candelabros de similar luminiscencia ha disminuido la luz que llega al receptor.

Para la iluminación natural, de igual forma, hay un cambio notorio entre las 3 secciones. En este caso, se encuentra en el límite del rango de confort lumínico para iglesias (Scheler, 2006). Se observa que la iluminación artificial es más fuerte cuantitativamente, sin embargo, la percepción de los feligreses refleja que 7 de 10 personas percibe la iluminación natural y artificial igualmente con una buena intensidad.

Intensidad lumínica artificial

- Hay una variación clara entre las zona delanteras y la trasera. Lo percibido por los feligreses, también muestra este cambio.



Intensidad lumínica natural

- Hay una variación clara entre las zona delanteras y la trasera. Lo percibido por los feligreses, también muestra este cambio.



Elaboración propia.

Los resultados muestran que la percepción y los datos cuantitativos previo al refuerzo estructural muestran que hay un confort lumínico al estar dentro del rango de luminiscencia determinado por Scheler (2006). Hay mayor confort lumínico con luz

artificial que con luz natural antes y después del refuerzo estructural. Luego del refuerzo estructural, se denota un confort lumínico con luz artificial solo en las partes delanteras y media, más no en la trasera. Sin embargo, con la iluminación natural sí se llega al confort lumínico luego del refuerzo estructural en todas las zonas. Se denota que el crecimiento de volumen debido al cambio de sistema constructivo con mayores luces y menores espesores, ha permitido un leve incremento en el ingreso de luz por vanos de igual dimensiones a las previas. Para la iluminación artificial, en cambio no ha habido cambios sustanciales que haya podido afectar la intensidad percibida por el receptor debido al cambio de volumen, Así, al comparar los datos de la simulación sobre el modelo 3D previo al refuerzo con los medidos con la aplicación LUXMETER no se muestran cambios sustanciales en ninguna sección de la nave central, es decir, este valor se ha conservado luego del reforzamiento, aun cuando un sector no es percibido dentro del rango de confort lumínico.

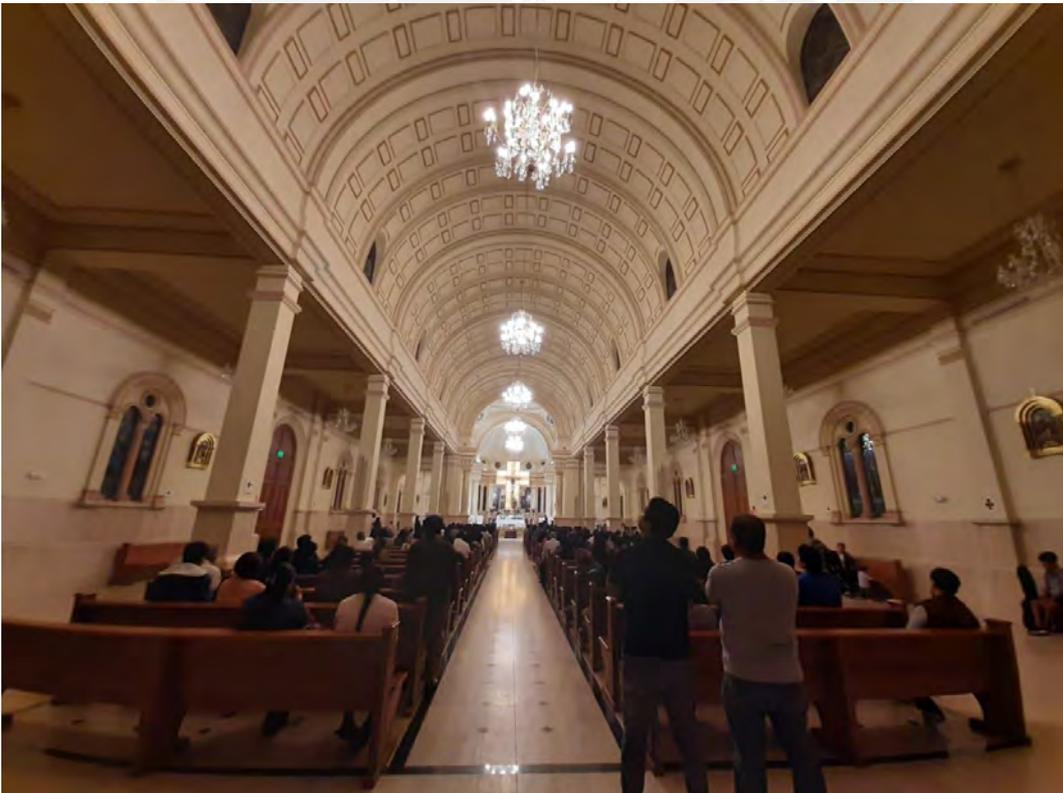
DESLUMBRAMIENTO DE OBJETOS

Los elementos identificados para ser evaluados son los candelabros superiores, el recubrimiento de yeso del aporticado y la bóveda y los asientos de madera cedro y el altar mayor.

Se evaluó el deslumbramiento de cada uno en el estado actual a través de las entrevistas. En ellas, se muestra que 8 de cada 10 personas no pudo observar directamente los candelabros. La cruz del altar con reflectores colocados posterior al proyecto no permite la visualización directa de los feligreses por más de 5 minutos continuos. Para el caso de los asientos y el recubrimiento de yeso, no existe un deslumbramiento notorio.



Fotografia propia.



Se evaluó el deslumbramiento de cada uno en el estado actual a través de las entrevistas. En ellas, se muestra que 8 de cada 10 personas no puede observar directamente los candelabros. La cruz del altar con reflectores colocados posterior al proyecto no permite la visualización directa de los feligreses por más de 5 minutos continuos. Para el caso de los asientos y el recubrimiento de yeso, no existe un deslumbramiento notorio.

CONCLUSIONES

El refuerzo estructural en un contexto de reconstrucción post-terremoto ha conservado parcialmente los componentes lumínico y acústico del valor utilitario del patrimonio religioso analizado.

El componente acústico no se conservó ya que el aumento de la volumetría ha influenciado en el incremento del tiempo de reverberación y la intensidad sonora. El cambio de reflexiones de los materiales estructurales y de la superficie por un sistema constructivo reforzado ha incrementado la intensidad sonora en las tres secciones de la nave central. De igual forma, la reducción de los espesores y de materialidad de los muros ha influenciado en la reducción del ruido de fondo. Sin embargo, la diferencia de intensidad y tiempo de reverberación entre las secciones delantera no es percibida por los feligreses, la cual sí se advierte en la parte trasera.

El componente lumínico se conservó parcialmente a pesar de la similitud de las aberturas de ingreso de luz y de elementos de luz artificial. La iluminación natural se incrementó y llegó al rango de confort lumínico por haber crecido el volumen y haberse reducido los espesores de la bóveda y muros, haciendo que el ingreso de luz se dé de manera más directa. Los datos cuantitativos coinciden con la poca iluminación percibida por los feligreses previo a la reconstrucción.

La iluminación artificial antes y después del refuerzo sí cumplieron con el confort lumínico y además no se han sufrido cambios debido al cambio de volumen y materialidad de componentes adyacentes. Antes y después de la reconstrucción, fueron más intensas que la iluminación natural, sin embargo, no se reflejó esta diferencia en la percepción de los feligreses.

Al superponer el confort acústico y lumínico se constata que ha habido cambios sustanciales debido al refuerzo estructural de la bóveda central. Del mismo modo, la sección que cumplen mejor con el rango de confort es la sección media y delantera.

ANEXOS:

ENTREVISTAS:

- **ENTREVISTADO 1: MÚSICO ECLESIAÍSTICO (20 años en el coro)**

ILUMINACIÓN

1) *¿Qué cambios observa con respecto a la iluminación del Templo previo a la reconstrucción?*

A pesar de no haber rosetones en la bóveda central, las ventanas PERMITEN EL INGRESO DE MAYOR ILUMINACIÓN, me parece, por tener más área.

2) *¿Los colores que percibe tienden a ser más cálidos o fríos?*

Los colores que percibo son sobre todo cálidos durante el día.

3) *¿La iluminación natural le parece adecuada?*

Sí, durante el día ingresa la cantidad correcta de luz por los rosetones, sin embargo, cuando levanto la vista, me lastimo los ojos con frecuencia.

4) *¿Cree que ha influido el cambio de volumen del Templo en la actual iluminación?*

Sí, ahora es más largo y ancho, sin embargo, sí me parece que está bien iluminado pues además es más alto. Las áreas de ingresos e luz también son mayores.

ACÚSTICA

5) *¿Ha habido cambios en cuanto a los sistemas computarizados del coro?*

Antes no modulábamos con ningún sistema computarizado, ahora que el volumen ha aumentado sí lo hemos tenido que hacer.

6) *¿Le parece correcta la ubicación de los parlantes?*

Los parlantes me parecen bien ubicados, pues no hemos tenido mayor comentario de los asistentes.

7) *¿Por qué cree que algunas canciones se entienden mejor que otras?*

Porque las que usan una música de fondo ya grabada tienden a ocultar las voces del coro. Mientras que, si es tocado en vivo, las voces tienen mayor claridad.

8) *¿Cree que el ruido de fondo afecta la eucaristía?*

No creo que afecte actualmente, antes al estar más cerca la calle creo que se escuchaba más la cercanía de los carros y motos. Sin embargo, las campanadas son muy fuertes y cierra el sonido de la eucaristía.

9) *¿Percibe los sonidos claros mientras habla el cura?*

Sí, pero deben vocalizar bien para que el gran volumen no ocasione mucho eco y por tanto no se entienda. En algunos casos, con los padres mayores, la gente nos dice que no entienden nada.

10) *¿Le gusta el sonido de la actual iglesia?*

No, antes sentía que corría el sonido, al ampliarlo es como si se cerrara el sonido. Más o menos es como que ya no fluye tanto, y llega hasta cierto punto nomás (no hacia las primeras filas).

- **ENTREVISTADO 2: MÚSICO PRE RECONSTRUCCIÓN Y ASISTENTE A MISAS**

ILUMINACIÓN

11) *¿Qué cambios observa con respecto a la iluminación del Templo previo a la reconstrucción?*

La iluminación abarca todo el ambiente, antes sentía que solo cerca de las ventanas y por lo desgastado de los vitrales, tal vez, no iluminaban lo suficiente el centro de la Iglesia.

12) *¿Los colores que percibe tienden a ser más cálidos o fríos?*

Los colores que percibo son sobre todo cálidos durante el día.

ACÚSTICA

13) *¿Le parece correcta la ubicación de los parlantes?*

Los parlantes me parecen bien ubicados, para la gente que está en el medio. Pero a habido veces que legamos tarde, y al estar a los costados no entendemos la música en su totalidad.

14) *¿Por qué cree que algunas canciones se entienden mejor que otras?*

Creo que el micrófono no es muy bueno, y por tanto cuando inicia el coro, no hay mucha claridad.

15) *¿Cree que el ruido de fondo afecta la eucaristía?*

No creo que afecte actualmente, antes al estar más cerca la calle creo que se escuchaba más la cercanía de los carros y motos.

16) *¿Percibe los sonidos claros mientras habla el cura?*

En bastantes ocasiones sí, pero creo que alejados del parlante a los costados, no tanto.

17) *¿Le gusta el sonido de la actual iglesia?*

Sí, me parece que es igual de compacto que antes, siento el sonido más bien lleno.

18) *¿Cree que hay otro factor que puede haber cambiado el sonido actual?*

Durante la música, creo que antes al ubicarnos atrás del altar llegaba el sonido en primera persona a los asistentes de la parte delantera. Ahora como estamos en el altillo al ingreso de la iglesia, los que pueden escuchar más deben ser los de las últimas filas

ENTREVISTADO 3: PÁRROCO DEL TEMPLO: GROVER CÁCERES

ILUMINACIÓN

19) *¿Qué cambios observa con respecto a la iluminación del Templo previo a la reconstrucción?*

La iluminación abarca todo el ambiente, antes sentía que solo cerca de las ventanas y por lo desgastado de los vitrales, tal vez, no iluminaban lo suficiente el centro de la Iglesia.

20) *¿Los colores que percibe tienden a ser más cálidos o fríos?*

Los colores que percibo son sobre todo cálidos durante el día.

21) *¿Hay algún cambio que se haya realizado post-reconstrucción?*

Sí, he colocado reflectores en la parte del atrio para que resalte.

ACÚSTICA

22) *¿Le parece correcta la ubicación de los parlantes?*

Sí, tenemos 4 computarizados que se adecuan al volumen del coro en la parte central.

23) *¿Por qué cree que algunas canciones se entienden mejor que otras?*

Porque seguro la ubicación de donde se sentaron no era la adecuada.

24) *¿Cree que el ruido de fondo afecta la eucaristía?*

No creo que afecte actualmente, antes al estar más cerca la calle creo que se escuchaba más la cercanía de los carros y motos.

25) *¿Le gusta el sonido de la actual iglesia?*

Sí, al menos no hemos tenido comentarios de los asistentes

26) *¿Cree que hay otro factor que puede haber cambiado el sonido actual?*

El volumen actual, y el hecho que el yeso que han usado no necesariamente ha impregnado bien con el concreto, como sí era antes, ha hecho que no refleje bien el sonido.

BIBLIOGRAFÍA:

Aguilar García, H. J. (2016). Soleamiento e iluminación natural en las iglesias mudéjares de Sevilla.

Alonso, A. (2016). El sonido de las catedrales de Sevilla y Granada: Acústica y recuperación patrimonial (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla).

Arner, E. , Vaz Suárez, C. , & Roca Fernández, E. (2015). Dos visiones de eventos naturales que impactaron el patrimonio construido de Santiago de Cuba. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(2), 63-76. Recuperado el 12 de septiembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000200005&lng=es&tlng=pt.

AULESTIA VALENCIA, C. (2010). Estudio del estado acústico de dos iglesias patrimoniales de quito (La Catedral y la Compañía de Jesús).

Beranek, L. (1962). *Music, Acoustics and Architecture*. London: John Wiley and sons New York.

Benfer, R. (2013). Luces y arquitectura en las iglesias coloniales de la Nueva España y del Perú. *El Futuro del Pasado*, 4, 421-458. Recuperado de <https://www.elfuturodelpasado.com/ojs/index.php/FdP/article/view/157>

Bonilla, J. A. T. (2004). Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica. *Conserva* (8), 102-122.

Carrión Isbert, A. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Edicions UPC, 62-63.

Casaña Carabot, L. (2015). Tutela y Gestión del Patrimonio Cultural de la Iglesia: análisis de actuación en la Diócesis de Lleida (Doctoral dissertation, Universitat Internacional de Catalunya).

Casavilca Curaca, A. (1915). *El Legendaro Cristo de Luren*.

CIRIANI, H. (2001) *Architecture d'aujourd'hui*, nº 282.

Olmós, C. (1979). *Problemas Teóricos en la Restauración* (Paquete didáctico). México, México: Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete", INAH.

Godoy Orellana, M. (2014). ENTRE LA PATRIMONIALIZACIÓN Y LA INVENCION DE LA TRADICIÓN: LAS IGLESIAS DE PETORCA, 1775-1910. Diálogo Andino, N° 45 Páginas 63-76

Fuentes, A. C. Z. (2017). Patrimonio arquitectónico perdido en la Ciudad de Guatemala. Memoria y reivindicación. In Centroamérica: identidad y patrimonio cultural: Actas del I Simposio Internacional Centroamérica Patrimonio Vivo (pp. 30-41).

Giménez, A., Cibrián, R. M. CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO SONORO MATERIAL E INMATERIAL DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

Godoy Orellana, M. (2014). Entre la patrimonialización y la invención de la tradición: Las iglesias de Petorca, Chile (1775-1910). Diálogo andino, (45), 63-76.

Kleiner, M., Dalenback, B., Svensson, P. (1993). Auralization - an overview. Journal of Audio Engineering Society 41 (11), 861-875

Hernández Pino, F. A. (2016). Intervención post terremoto en edificaciones de adobe con protección patrimonial: análisis comparativo de tres casos en Chile post terremoto 2010: Chépica, Peralillo y Zúñiga (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

La Cuesta, R. (2000). Restauración monumental de Cataluña (s. XIX y XX) Las aportaciones de la disputa de Barcelona. Barcelona

LAGUNES, M. M. S. (2011). La restauración después de Cesare Brandi. Reconceituações contemporâneas do patrimônio, 1, 19.

López Morales, F y Vidargas, F. (2018). Patrimonio, terrorismo y desastres naturales ¿Cómo prevenir y abordar los enormes daños al patrimonio cultural mundial? Una visión desde la UNESCO (PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, España).

Peña Mondragón, Fernando, & Lourenço, Paulo B.. (2012). Criterios para el refuerzo antisísmico de estructuras históricas. Ingeniería sísmica, (87), 47-66. Recuperado en 19 de septiembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2012000200003&lng=es&tlng=es.

Rivera Maldonado, N. (2014). Contrapropuesta de reconstrucción. Renovación urbana post-terremoto. Caso estudio. Barrios Las Heras.

Rodríguez Lorite, M. A. (2016). Iluminación de iglesias. Una aproximación metodológica. Intervento RED, Madrid

Sáenz de Oiza, Francisco (2006). Escritos y conversaciones. Fundación Caja de Arquitectos.

Sendra, J.J.; Zamarreño, T.; Navarro, J. y Algaba, J. (1997). El problema de las Condiciones Acústicas en las Iglesias: Principios y Propuestas para la Rehabilitación. I.U.C. Construcción, Sevilla.

Suárez, R. (2002). El sonido del espacio eclesial en Córdoba: el proyecto arquitectónico como procedimiento acústico (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla).

SZMBIEN, W. (1993). Simetría, Gusto y carácter. Teoría y terminología de la arquitectura (Trad. del alemán por Juan A. Calatrava). ED. AKAL. Madrid. España

Valverde Gascueña, N. (2015). Sonidos en la arquitectura de San Pedro. Un estudio acústico desde la perspectiva técnica y artística de la creación sonora en la Iglesia de San Pedro en Cuenca (España).

Villagrán García, J. (1992). Integración del Valor Arquitectónico. Universidad Autónoma Metropolitana. Mexico