

11 de marzo de 2021

H. Consejo Divisional
Ciencias y Artes para el Diseño
Presente

De acuerdo con lo establecido en los “Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos” numeral 3.6 y subsiguientes, la **Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente**, sobre la base de la documentación presentada, en particular el cumplimiento de requisitos conforme a la ficha informativa anexa y considerando suficientemente sustentada la solicitud, propone el siguiente:

Dictamen

Aprobar la Terminación del Proyecto de Investigación N-329 “Espacio y patrimonio sonoro en la Ciudad de México. Análisis y evaluación acústica de tres espacios significativos en la Delegación Azcapotzalco”, el responsable es el Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo, adscrito al Programa de Investigación P-048 “Ciudad, Espacio y Sonido”, que forma parte del Área de Investigación “Análisis y Diseño Acústico” que presenta el Departamento de Procesos y Técnicas de Realización.

Los siguientes miembros estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor del dictamen: Dr. Luis Jorge Soto Walls, Mtra. Sandra Luz Molina Mata, Dra. María Teresa Olalde Ramos, Mtra. Rocío Elena Moyo Martínez y Alumno Carlos Antonio Nochebuena Lara.

Atentamente
Casa abierta al tiempo



Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Coordinador de la Comisión

Fwd: Reporte final N329

1 mensaje

Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>

3 de marzo de 2021, 16:20

Para: OFICINA TECNICA DIVISIONAL CYAD - <consdivcyad@azc.uam.mx>

Cc: DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TECNICAS DE REALIZACION - <procytec@azc.uam.mx>

Hola Lupita,
por favor tramitar.
Gracias

Marco Ferruzca

Director - Dean

Universidad
Autónoma
Metropolitana 
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Division of Science and Art for Design

#quedatencasa

#aprendencasa

+ 52 (55) 53189145 CDMX

dircad@azc.uam.mx

<https://www.cyad.online>

----- Forwarded message -----

De: **DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TECNICAS DE REALIZACION** - <procytec@azc.uam.mx>

Date: mié, 3 mar 2021 a las 8:53

Subject: Reporte final N329

To: Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>

Por medio del presente envío un cordial saludo y aprovecho para solicitar el trámite para el reporte final del proyecto N-329.

Adjunto documentos.

1 de marzo de 2021.

Dr. Edwing Almeida Calderón
Jefe de Departamento
Departamento de Procesos
y Técnicas de Realización

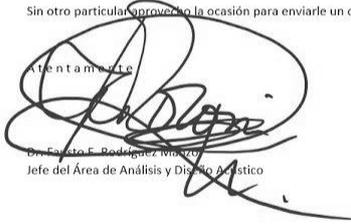
Presente

Por este conducto le hago llegar los reportes finales correspondientes a las investigaciones de los proyectos N-329 "ESPACIO Y PATRIMONIO SONORO EN LA CIUDAD DE MÉXICO. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ACÚSTICA DE TRES ESPACIOS SIGNIFICATIVOS EN LA DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO." Así como del proyecto N-427 "PROCESOS DE SENSIBILIZACIÓN SOCIAL ANTE EL RUIDO AMBIENTAL EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Lo anterior para que tenga a bien enviarlo al Consejo Divisional de CyAD para su finiquito.

Sin otro particular aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,



Dr. Fausto F. Rodríguez Winkler
Jefe del Área de Análisis y Diseño Acústico

Anexo. Reportes

De antemano agradezco su atención.

--

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Jefe del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización
CyAD
UAM-Azcapotzalco

2 adjuntos

 **Reporte Final N-329.pdf**

444K

 **TERMINACIÓN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN N329.pdf**

2451K

Ciudad de México a 3 de marzo del 2021
PyTR/075/2021

Dr. Marco V. Ferruzca Navarro
Presidente del H. Consejo Divisional
División de Ciencias y Artes para el Diseño
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
Presente

Por medio de la presente envío un cordial saludo y aprovecho para que, en su calidad de presidente del H. Consejo Divisional, se presente el reporte Final del proyecto **N-329 “Espacio y patrimonio sonoro en la Ciudad de México. Análisis y evaluación acústica de tres espacios significativos en la Delegación Azcapotzalco”**. Siendo responsable el Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo y que forma parte del programa de investigación P-048 “Espacio y Sonido”.

Anexo reporte final.

De antemano agradezco su atención y quedo a sus amables órdenes.

Atentamente
Casa abierta al tiempo

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón
Jefe del Departamento de Procesos y Técnicas
de Realización de la División de Ciencias y Artes para el Diseño
Unidad Azcapotzalco

c.c.e. Dr. Gabriel Salazar Contreras, responsable del Grupo Dibujo, Creación y Enseñanza

Título del proyecto

Espacio y patrimonio sonoro en la Ciudad de México. Análisis y evaluación acústica de tres espacios significativos en la Delegación Azcapotzalco.

1. Nombre del departamento y el área en el que se inscribe

Departamento de Procesos y Técnicas de Realización

Área de Análisis y Diseño Acústico

2. Responsable del proyecto

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo

3. Relación y descripción de actividades y resultados de cada uno de los integrantes

Responsable:

Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo – FR

Participantes núcleo básico:

M. en D. Elisa Garay Vargas – EG

M. en D. Laura Lancón Rivera – LL

Dr. Gerardo G. Sánchez Ruiz – GS

M. en D. Silvia G. García Martínez – SG

Profesores del mismo departamento:

M. en D. Dulce Ponce Patrón – DP

Ayudantes y Servicio Social:

Susana Nieto Geyne – SN

Assael Martínez Quezada – AM

Luis Oliver Salgado – LO

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico

Terminación de Proyectos de Investigación

Metas	Métodos de investigación	Acciones	Resultados	FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM	
Indagar en los archivos históricos la información existente de edificios, sitios históricos y monumentos artísticos de la Delegación Azcapotzalco.	Selección y análisis de fuentes documentales e investigación de campo para la obtención la información de edificios, sitios históricos y monumentos artísticos de la Delegación Azcapotzalco.	Realizar investigación documental en los archivos de la Delegación Azcapotzalco, los del Gobierno del Distrito Federal, de la Vicaría Episcopal de Santa María de Guadalupe (Azcapotzalco) y del Instituto Nacional de Antropología e Historia.	Se realizó la indagación y análisis documental en el acervo del archivo de la Delegación Azcapotzalco y en el de la biblioteca de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco de edificios, sitios históricos y monumentos con valor histórico y artístico en la Delegación Azcapotzalco	X	X	X	X						
			Se organizó y clasificó la información documental y de campo.	X	X	X	X						
			Se seleccionan tres edificios significativos por su valor histórico y artístico.	X	X	X							
		Realizar investigación de campo de los edificios con valor histórico y artístico significativos.	Se realizaron visitas y levantamientos fotográficos de algunos templos, tales como La Capilla de los Santos Apóstoles Simón y Judas Tadeo Pochtlán (Fig. 1), ubicada sobre la calle Ignacio Zaragoza (Fig. 2); la Capilla de San Salvador Nextengo (Fig. 3), ubicada sobre la calle Centenario (Fig. 4); la Parroquia de San Salvador de las Flores Xochimanca (Fig. 5), ubicada sobre Eje 3 Norte Camarones (Fig. 6) y el conjunto dominico de Azcapotzalco situado al oriente de lo que hoy se conoce como el Jardín Hidalgo		X	X		X	X	X	X	X	X

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico

Terminación de Proyectos de Investigación

				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
Establecer el modelo de medición para cada uno de los espacios seleccionados.	Adaptación de la metodología del modelo energético de la ETSA – US al procedimiento para la medición de los espacios seleccionados en la Delegación Azcapotzalco.	Establecer el procedimiento definiendo cada etapa, instrumentación, puntos de medición.	Se establecido el procedimiento para la medición del tiempo de reverberación de acuerdo a lo que establece la norma UNE-EN ISO 3382-2 de respuesta al impulso del espacio.	X	X	X		X	X			
				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
Realizar mediciones en sitio con base en la metodología del modelo energético de la ETSA – US.	Medición en campo.	Llevar a cabo las mediciones acústicas conforme al procedimiento establecido.	Se obtuvieron permisos ante las instancias correspondientes para realizar las mediciones en los recintos seleccionados	X		X						
			Se trasladó e instaló el equipo dentro de cada recinto para proceder a la realización de las mediciones. Se realizaron mediciones en el conjunto conventual del centro de Azcapotzalco.		X	X		X	X		X	X
				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
Realizar tres grabaciones dentro de los espacios significativos seleccionados de acuerdo al itinerario sonoro establecido.	Registro sonoro en campo.	Realizar el recorrido registrando sonidos conforme al itinerario sonoro.	Se establecieron itinerarios sonoros para la identificación de las fuentes sonoras de referencia en cada uno de los recintos.		X	X		X	X			
			Se ubicaron puntos de registro y se realizaron las grabaciones en la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe		X	X		X	X		X	X

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico

Terminación de Proyectos de Investigación

				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
			y Santiago, Capilla de Nuestra Señora del Rosario y Capilla de San Francisco de Asís en Azcapotzalco.									
<p>Crear modelos en tercera dimensión y modelos de simulación acústica de cada espacio significativo seleccionado mediante el uso de programas de cómputo.</p>	<p>Modelado en tercera dimensión con el uso de programas computacionales.</p>	<p>Crear los modelos en tercera dimensión en programas de dibujo por computadora.</p>	<p>Para poder realizar los modelos en tercera dimensión y posteriormente los modelos de simulación acústica, fue necesario llevar a cabo el levantamiento arquitectónico y la elaboración de los planos arquitectónicos a detalle de cada uno de los espacios.</p>			X					X	X
			<p>Se modelaron los recintos en tercera dimensión.</p>							X	X	X
		<p>Crear los modelos de simulación acústica en programa de cómputo.</p>	<p>Se trasladaron los modelos a un programa de simulación acústica por computadora, CATT-Acoustics.</p>							X	X	X
			<p>Se obtuvieron parámetros de calidad acústica de los modelos acústicos.</p>	X	X	X						
				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
<p>Analizar los resultados de las mediciones acústicas y compararlas con los resultados obtenidos en los modelos de simulación por computadora</p>	<p>Análisis estadístico de la información y validación de los modelos de simulación acústica por computadora.</p>	<p>Realizar el análisis estadístico y comparación mediante el uso de hojas de cálculo.</p>	<p>Se integró la información en hojas de cálculo y se aplicó un análisis estadístico</p>			X						
			<p>Se sintetizó la información en gráficas comparativas.</p>			X						
		<p>Desarrollar pruebas de</p>	<p>Se introdujeron datos al programa de simulación</p>			X						

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico

Terminación de Proyectos de Investigación

para validar y determinar el grado de precisión de los últimos y su utilización como herramienta de simulación de cualquier caso similar.		simulación con los datos obtenidos.	acústica por computadora.									
			El modelo acústico se ajustó en concordancia con las mediciones del tiempo de reverberación realizadas en campo para su validación, determinando que el modelo es fiable en la reproducción de las cualidades acústicas del espacio.	X		X						
				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
Vincular las características arquitectónicas con los resultados acústicos obtenidos para establecer los parámetros arquitectónicos relacionados.	Análisis comparativo de datos acústicos contra las características arquitectónicas de los espacios seleccionados.	Vincular los parámetros acústicos con las características arquitectónicas del espacio.	Se describieron las características arquitectónicas de los espacios seleccionados.	X	X	X		X	X			
			Se definieron los parámetros arquitectónicos de los espacios sonoros analizados.	X	X	X		X	X			
				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
Organizar y clasificar la información contenida en la ficha técnica.	Método de síntesis de los distintos elementos de la investigación para la generación de fichas técnicas.	Realizar fichas técnicas con los datos relevantes obtenidos.	Diseñar un formato de ficha técnica accesible para su consulta.		X	X		X	X	X		
			Integrar los contenidos a la ficha técnica.			X				X		
				FR	EG	LL	GS	SG	DP	SN	LO	AM
Desarrollar un resumen de los procedimientos, de los resultados, el análisis y la	Análisis documental de las mediciones y modelos realizados, así	Generar artículos de investigación.	Se generó un artículo para un evento especializado.	X	X	X		X	X			

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico

Terminación de Proyectos de Investigación

evaluación acústicas de los espacios seleccionados y la definición de los parámetros arquitectónicos del espacio sonoro de los mismos.	como las fuentes bibliográficas y hemerográficas relacionadas.											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. Relación con la docencia, la preservación y la difusión de la cultura del Proyecto de Investigación

Objetivo general del proyecto	Relación con la docencia	Relación con la preservación y difusión de la cultura
<p>Caracterizar acústica y arquitectónicamente espacios con valor histórico y artístico, en busca de asir elementos que coadyuven a la preservación del patrimonio sonoro de la Delegación Azcapotzalco, mediante el uso de tecnologías de medición y simulación acústica.</p>	<p>Formación de alumnos de servicio social y ayudantes mediante la creación de modelos arquitectónicos y acústicos a partir del empleo de programas de simulación por computadora.</p> <p>Capacitación de alumnos de servicio social y ayudantes para la realización de mediciones acústicas en recintos a través de equipo especializado.</p> <p>Generación de conocimiento y material para alumnos y profesores de arquitectura relacionado con el patrimonio sonoro de recintos con valor histórico y artístico en Azcapotzalco.</p>	<p>Vinculación académica para el intercambio de conocimientos con relación al ámbito de acústica de recintos y específicamente relacionado a la acústica de catedrales para la recuperación del patrimonio cultural.</p> <p>Generación de conocimiento y material para la delegación de Azcapotzalco, específicamente para el conjunto conventual de Azcapotzalco relacionado con el patrimonio sonoro de dichos recintos.</p> <p>Desarrollo de un artículo de investigación publicado en un congreso internacional.</p>

5. Aportaciones al campo del conocimiento

El Área de Análisis y Diseño Acústico desde su formación, tiene como línea de pensamiento un enfoque hacia la apertura del conocimiento, pretendiendo generar éste con diversas interpretaciones y soluciones en beneficio de la sociedad. Con este proyecto se ha realizado las siguientes aportaciones:

- Generación de conocimiento para el entendimiento del comportamiento del sonido en espacios cerrados e identificación de parámetros acústicos que se relacionen con los aspectos formales arquitectónicos.
- Apropiación y adaptación de una metodología de medición del modelo energético de la ETSA – US para la medición en campo en recintos con valor histórico y artístico.
- Generación de investigación original en nuestro país, relacionado con el patrimonio sonoro de recintos con valor histórico y artístico.

- Se promovió la vinculación académica para el intercambio de conocimientos con relación al ámbito de acústica de recintos.

6. Coherencia entre metas, objetivos y resultados finales

OBJETIVO	Realizar una indagación arquitectónica y urbana de los espacios con valor histórico y artístico en la Delegación Azcapotzalco y seleccionar los más significativos.
META	Indagar en los archivos históricos la información existente de edificios, sitios históricos y monumentos artísticos de la Delegación Azcapotzalco.

RESULTADOS

- Se realizó la indagación y análisis documental en el acervo del archivo de la Delegación Azcapotzalco y en el de la biblioteca de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco de edificios, sitios históricos y monumentos con valor histórico y artístico en la Delegación Azcapotzalco. La bibliografía consultada fue la siguiente:
 - Artes de México. Revista-Libro Bimestral. Número 101 (Azcapotzalco). 8-19, Diciembre (2010).
 - Azcapotzalco en el tiempo. Compañía Editorial Impresora y Distribuidora S.A. México, 1974.
 - Manrique, Jorge, A. Los Dominicanos y Azcapotzalco. Cuadernos de la facultad de filosofía, letras y ciencias, Universidad Veracruzana. México, 1963.
 - Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Muebles, Azcapotzalco. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. (Actualización al 2015).
 - Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles, Azcapotzalco. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México, 1988.
- También se realizaron visitas y levantamientos fotográficos de algunos templos, tales como La Capilla de los Santos Apóstoles Simón y Judas Tadeo Pochtlán (Fig. 1), ubicada sobre la calle Ignacio Zaragoza (Fig. 2); la Capilla de San Salvador Nextengo (Fig. 3), ubicada sobre la calle Centenario (Fig. 4); la Parroquia de San Salvador de las Flores Xochimanca (Fig. 5), ubicada sobre Eje 3 Norte Camarones (Fig. 6) y el conjunto dominico de Azcapotzalco situado al oriente de lo que hoy se conoce como el Jardín Hidalgo (Fig. 7). Este último fue elegido para realizar un análisis y evaluación acústica de los tres espacios significativos.

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico
Terminación de Proyectos de Investigación



Fig. 1 y 2. Capilla de los Santos Apóstoles Simón y Judas Tadeo Pochtlán y mapa de su ubicación sobre la calle Ignacio Zaragoza.



Fig. 3 y 4. Capilla de San Salvador Nextengo y mapa de su ubicación sobre la calle Centenario.

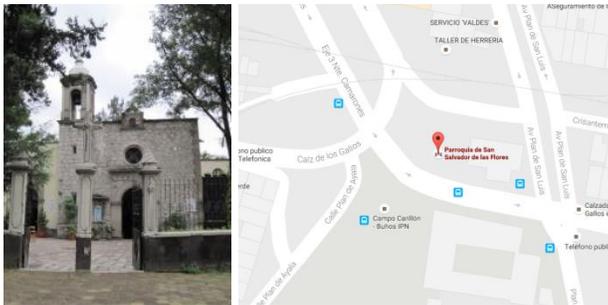


Fig. 5 y 6. Parroquia de San Salvador de las Flores Xochimanca y mapa de su ubicación sobre Eje 3 Norte Camarones.



Fig. 7. Ubicación del conjunto dominico de Azcapotzalco.

El conjunto dominico de Azcapotzalco, como otros más, fue erigido sobre los teocallis sagrados de los tepanecas. El conjunto cuenta actualmente con un gran atrio arbolado (con sus capillas posas), desde el cual se puede acceder al claustro y a la Parroquia de

los Santos Apóstoles Felipe y Santiago (Fig. 8 y 9). Al interior se ubican dos capillas: la Capilla de Nuestra Señora del Rosario (Fig. 10 y 11) y la Capilla de San Francisco de Asís (Fig. 12 y 13); de las cuales, a la primera se puede acceder desde la parroquia a través de una puerta adosada al lado norte y la segunda, ubicada del lado sur, a la cual se ingresa después de pasar por la antesacristía. De estos tres espacios se realizó el análisis y evaluación acústica.



Fig. 8 y 9. Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago



Fig. 10 y 11. Capilla de Nuestra Señora del Rosario



Fig. 12 y 13. Capilla de San Francisco de Asís

OBJETIVO	Adquirir la metodología del modelo energético empleada en la US y adaptarla a los requerimientos del proyecto.
META	Establecer una vinculación académica con la ETSA – US para generar un intercambio dentro del ámbito de la acústica de los recintos con valor histórico y artístico.
RESULTADOS	
<ul style="list-style-type: none"> Se estableció comunicación con la ETSA – US y se generó intercambio de conocimientos con relación al ámbito de acústica de recintos y específicamente relación con a la acústica de catedrales para la recuperación del patrimonio cultural. 	

OBJETIVO	Realizar mediciones acústicas con base en el modelo energético de la US.
META	<p>Establecer el modelo de medición para cada uno de los espacios seleccionados.</p> <p>Realizar mediciones en sitio con base en la metodología del modelo energético de la ETSA – US.</p>
RESULTADOS	
<ul style="list-style-type: none"> La metodología del modelo energético de la ETSA – US se aplicó a distintos espacios de la Unidad Azcapotzalco, como el auditorio K001 (Sala Martín L. Gutiérrez), Salón F001, entre otros. Se estableció el procedimiento para la medición del tiempo de reverberación de acuerdo a lo que establece la norma UNE-EN ISO 3382-2 de respuesta al impulso del espacio. Se realizaron mediciones en campo de los recintos seleccionados. Se analizaron las mediciones en hojas de cálculo de acuerdo al procedimiento de la ETSA – US. Se realizaron mediciones acústicas en campo dentro de la Capilla de San Francisco de Asís. Se aplicó el procedimiento de la ETSA – US, el cual se basa en el procedimiento que establece la norma UNE-EN ISO 3382-2 de respuesta al impulso del espacio. El equipo se trasladó e instaló dentro del recinto de acuerdo a lo que establece la normativa (Fig. 14, 15 y 16). 	



Fig. 14, 15 y 16. Mediciones en campo.

La figura 17 muestra la ubicación de la fuente sonora y receptores.

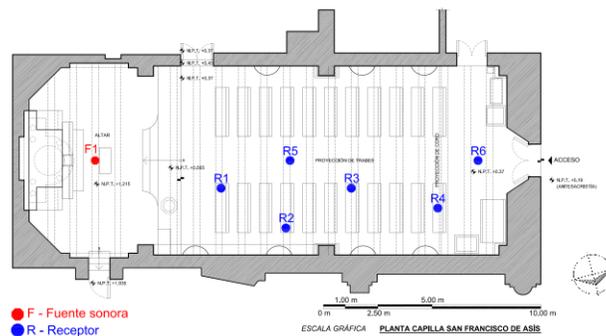


Figura 17. Planta arquitectónica de la Capilla de San Francisco de Asís que muestra las ubicaciones de la fuente sonora y los receptores durante las mediciones.

OBJETIVO	Realizar registros sonoros del espacio arquitectónico de los edificios significativos con valor histórico y artístico.
META	Realizar tres grabaciones dentro de los espacios significativos seleccionados de acuerdo al itinerario sonoro establecido
RESULTADOS	
<ul style="list-style-type: none"> Se realizaron las grabaciones sonoras de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago, Capilla de Nuestra Señora del Rosario y Capilla de San Francisco de Asís. (Fig. 18, 19 y 20). <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="272 1549 625 1816"> </div> <div data-bbox="634 1549 987 1816"> </div> <div data-bbox="997 1549 1349 1816"> </div> </div>	

Fig. 18, 19 y 20. Registros sonoros de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago, Capilla de Nuestra Señora del Rosario y Capilla de San Francisco de Asís.

OBJETIVO	Crear modelos arquitectónicos y acústicos mediante el uso de programas de simulación por computadora.
META	Crear un modelos en tercera dimensión y modelos de simulación acústica de cada espacio significativo seleccionado mediante el uso de programas de cómputo.

RESULTADOS

- Para poder realizar los modelos en tercera dimensión y posteriormente los modelos de simulación acústica, fue necesario llevar a cabo el levantamiento arquitectónico y la elaboración de los planos arquitectónicos a detalle de cada uno de los espacios. Las figuras 21 a la 25 muestran los planos arquitectónicos de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago.

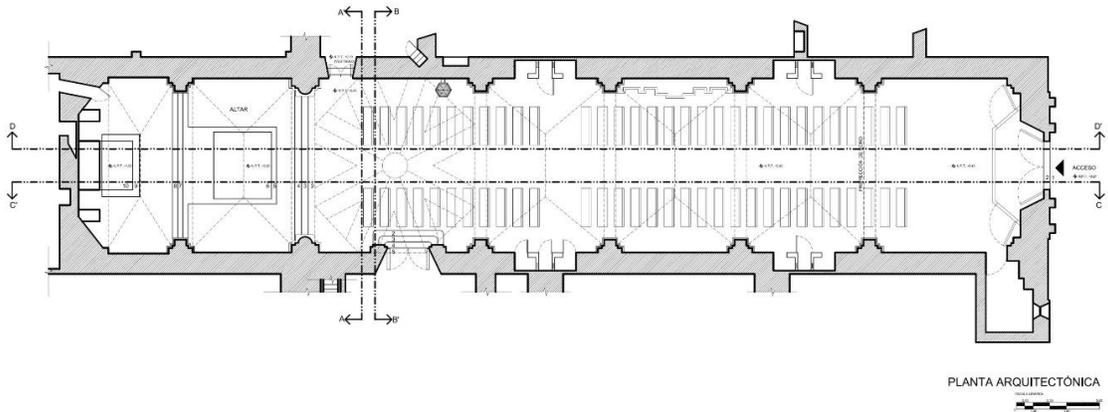


Fig. 21. Planta arquitectónica de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago.

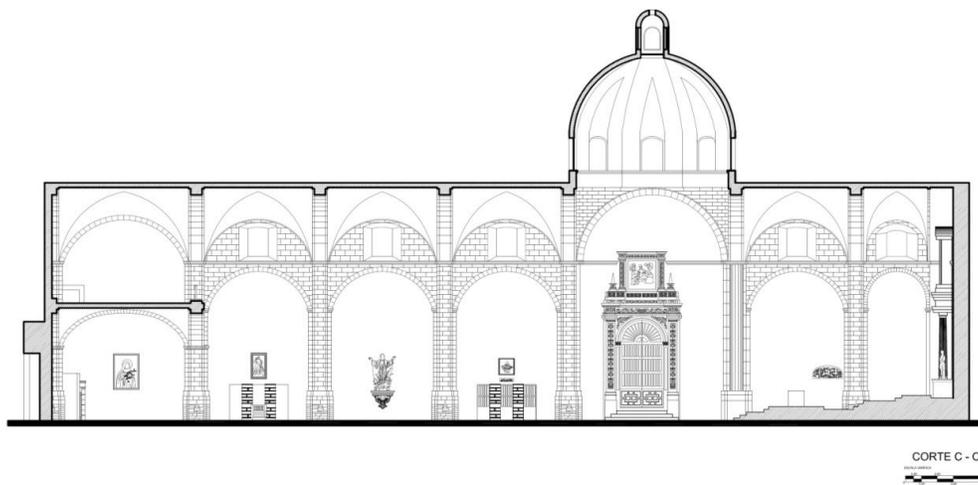


Fig. 24. Corte arquitectónico de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago.

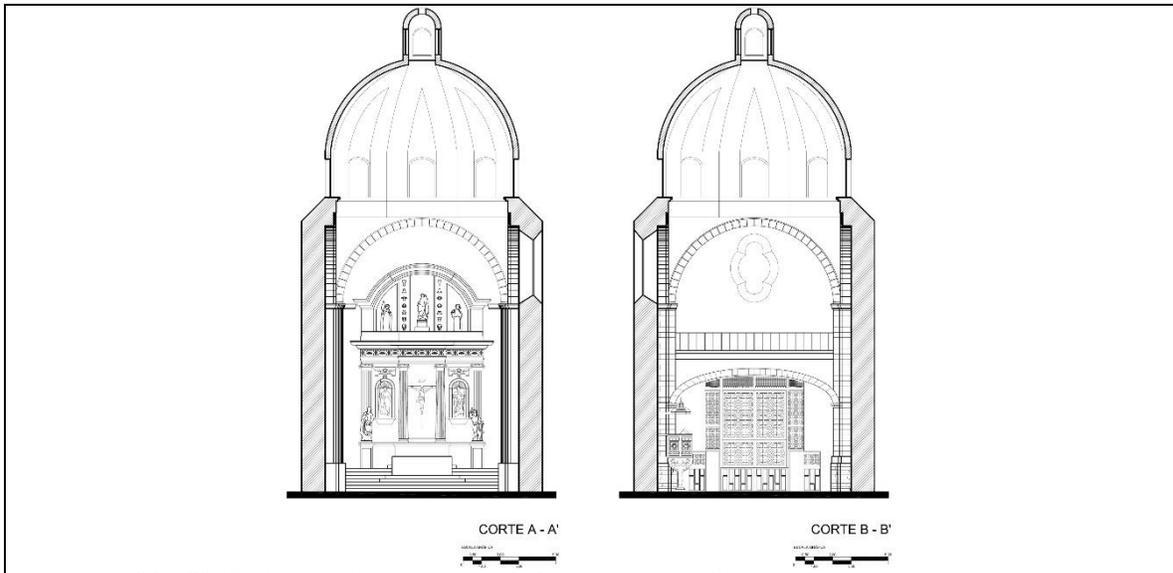


Fig. 22 y 23. Cortes arquitectónicos de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago.

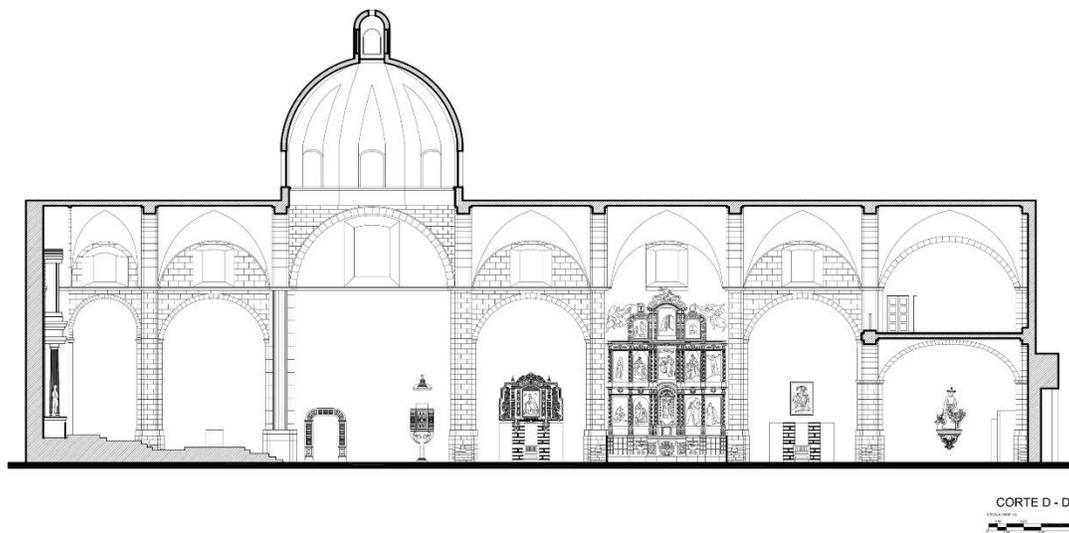


Fig. 25. Corte arquitectónico de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago.

Las figuras 26 a la 30 muestran los planos arquitectónicos de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario.

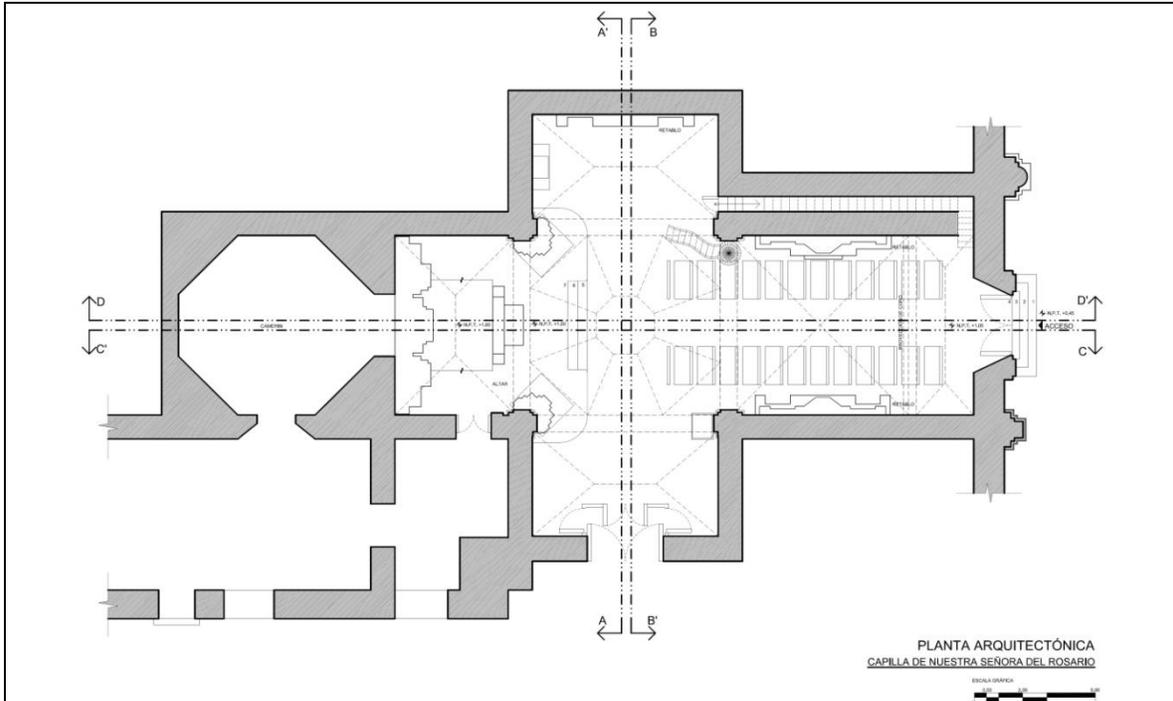


Fig. 26. Planta arquitectónica de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario.

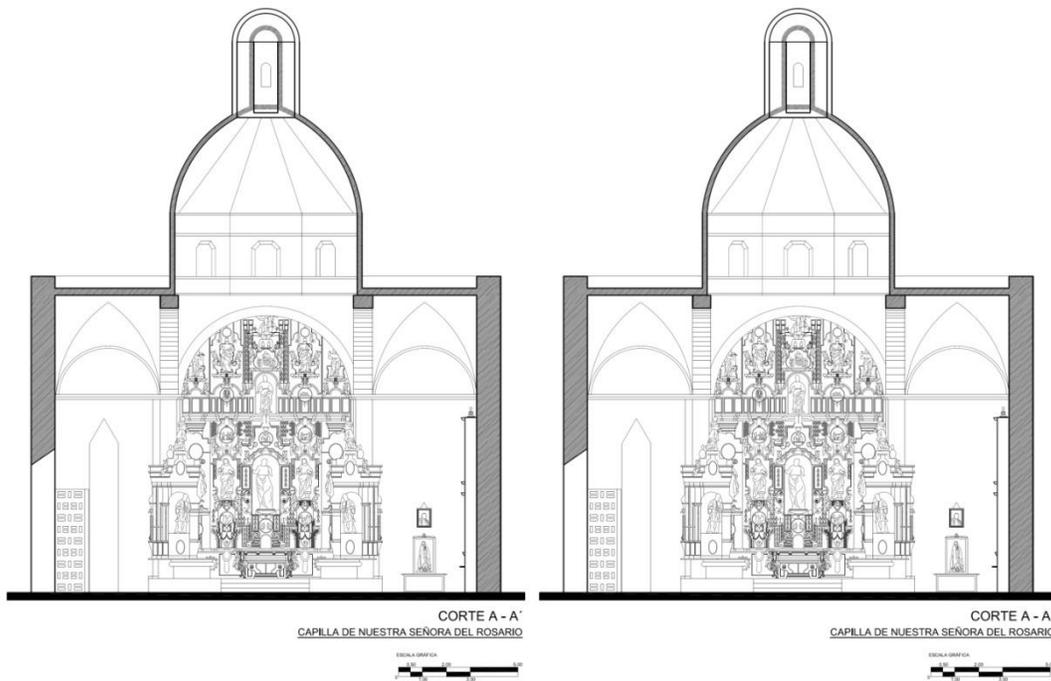


Fig. 27 y 28. Cortes arquitectónicos de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario.

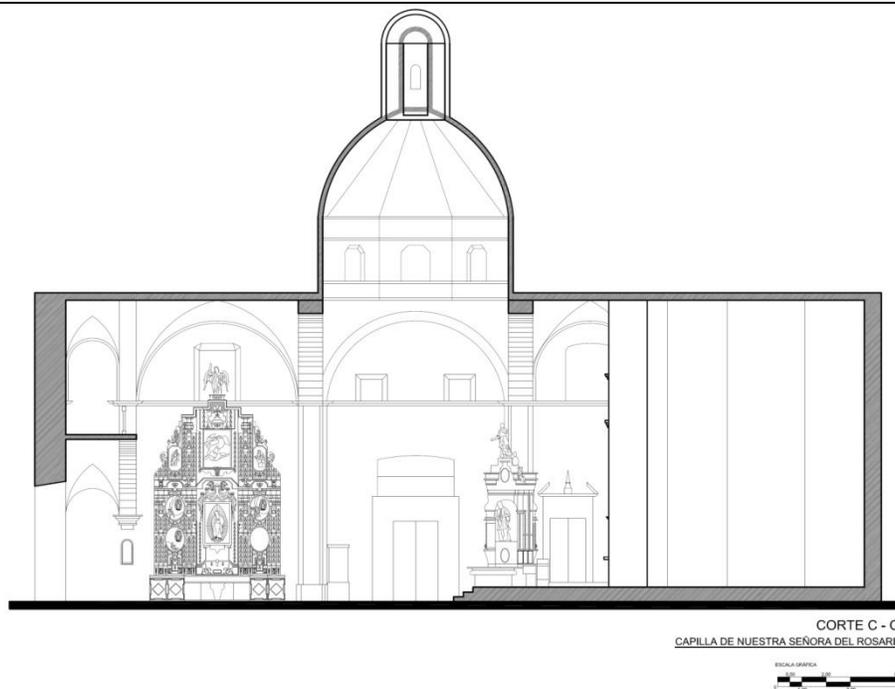


Fig. 29. Corte arquitectónico de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario.

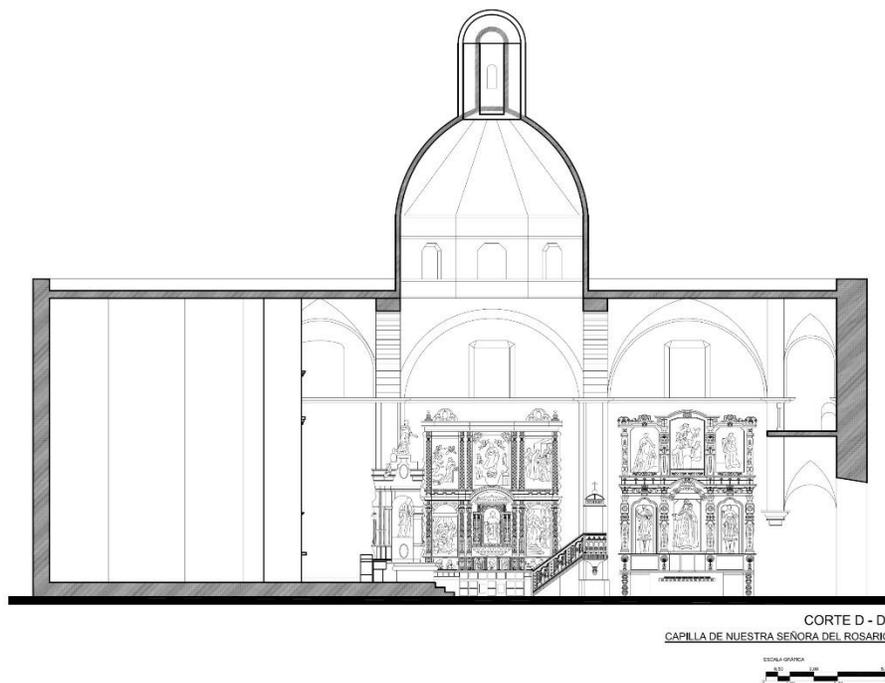


Fig. 30. Corte arquitectónico de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario.

Las figuras 31 a la 35 muestran los planos arquitectónicos de la Capilla de San Francisco de Asís.

Área de Investigación de Análisis y Diseño Acústico
Terminación de Proyectos de Investigación

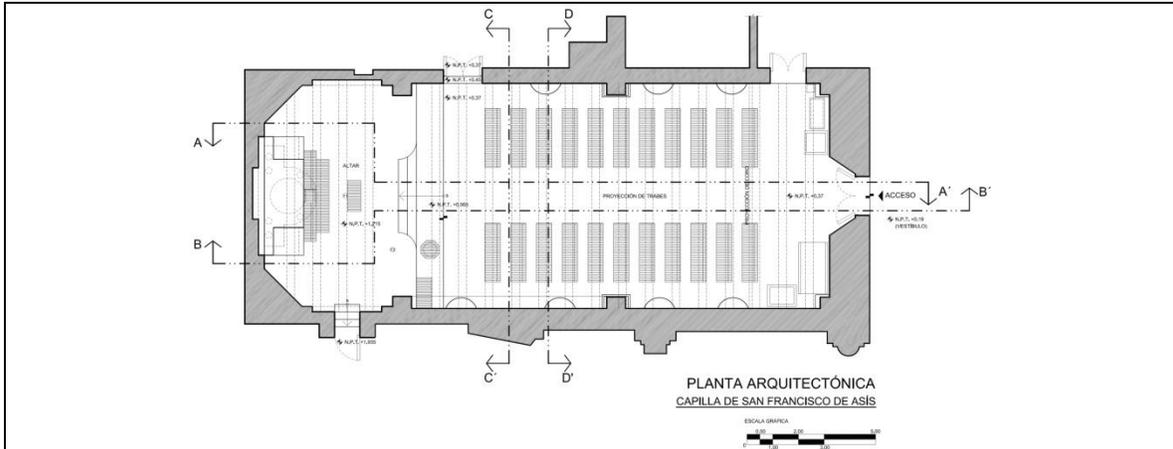


Fig. 31. Planta arquitectónica de la Capilla de San Francisco de Asís.

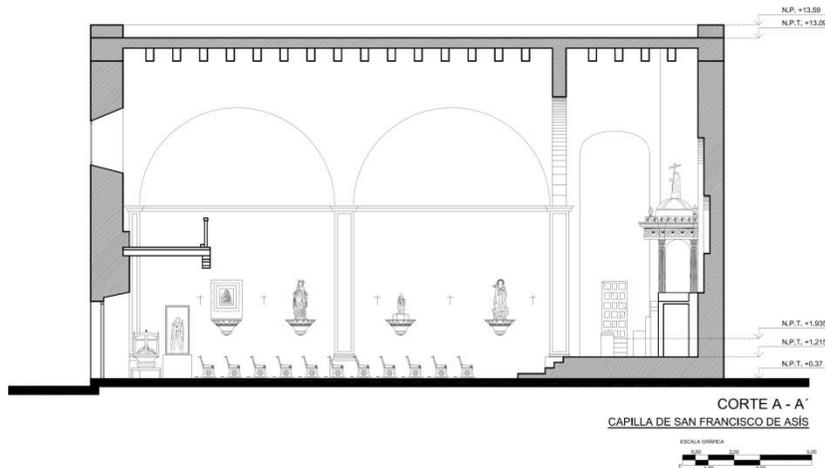


Fig. 32. Corte arquitectónico de la Capilla de San Francisco de Asís.

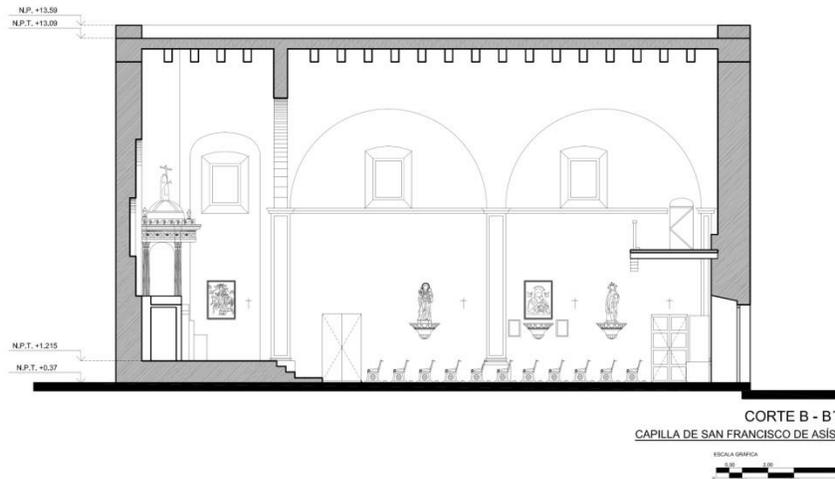


Fig. 33. Corte arquitectónico de la Capilla de San Francisco de Asís.

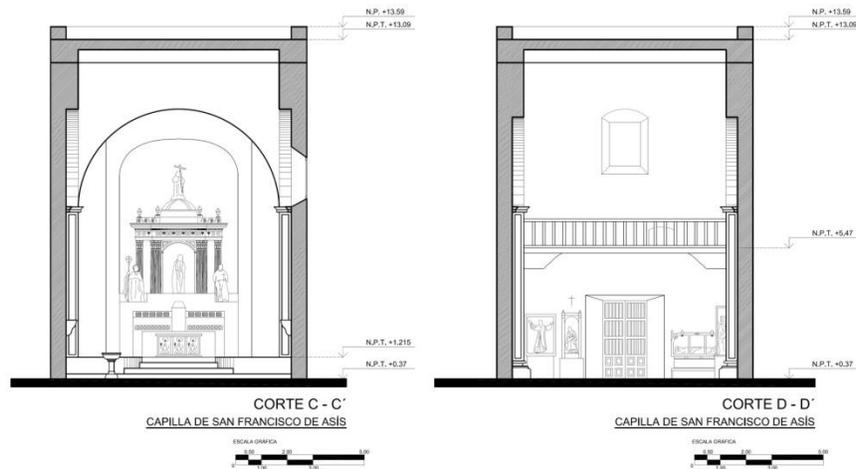
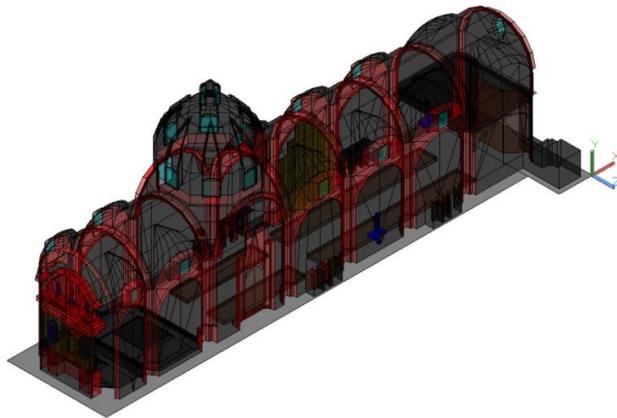


Fig. 34 y 35. Cortes arquitectónicos de la Capilla de San Francisco de Asís.

Una vez dibujados los planos arquitectónicos de cada uno de los espacios, se realizaron los modelos en tercera dimensión con apoyo del programa AutoCAD 3D (Fig. 36, 37 y 38) y perspectivas digitales con ayuda de SketchUP (Fig. 39). Cada uno de los materiales con los que están contruidos los espacios se clasificaron en el modelo 3D y se les asignó un color para identificarlos. La geometría se creó con la herramienta de 3DFACE para poder exportarla al programa de simulación acústica por computadora CATT-Acoustics (Fig. 40.)



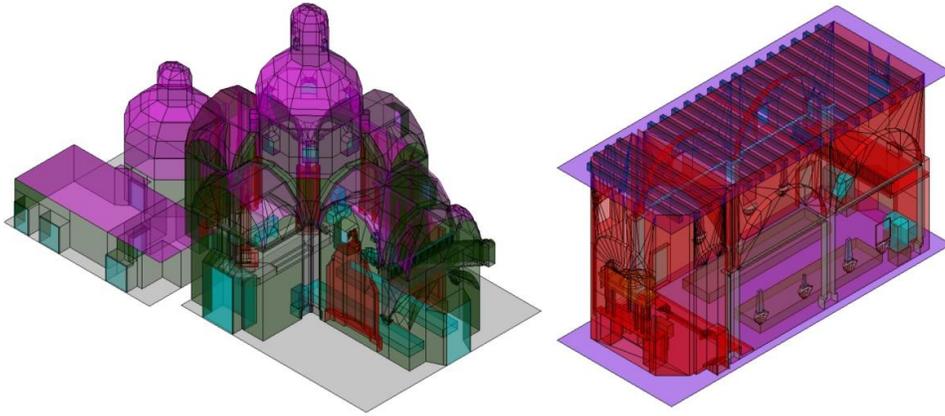


Fig. 36 a la 38. Modelos en tercera dimensión en el programa AutoCAD 3D.



Perspectivas digitales de la Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago
(Realizadas por Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico)



Perspectivas digitales de la Capilla de Nuestra Señora del Rosario
(Realizadas por Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico)



Perspectivas digitales de la Capilla de San Francisco de Asís
(Realizadas por Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico)

Fig. 39. Perspectivas digitales de la parroquia y capilla del conjunto conventual de Azcapotzalco.



Fig. 40. Modelo de simulación acústica por computadora de la Capilla de San Francisco de Asís.

OBJETIVO	Contrastar y validar mediciones acústicas con modelos de simulación por computadora
META	Analizar los resultados de las mediciones acústicas y compararlas con los resultados obtenidos en los modelos de simulación por computadora para validar y determinar el grado de precisión de los últimos y su utilización como herramienta de simulación de cualquier caso similar.

RESULTADOS

- El modelo acústico se ajustó en concordancia con las mediciones del tiempo de reverberación realizadas en campo para su validación (Tabla. 1). Las diferencias encontradas (JND) del tiempo de reverberación entre las mediciones en campo y el modelo simulado no superaron 1 JND (equivalente al 5% para este parámetro). Por lo que se determina que el modelo es fiable en la reproducción de las cualidades acústicas del espacio.

	TR (Tiempo de reverberación)					
	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Medido (s)	5.55	5.16	5.33	4.44	3.78	2.58
Simulado (s)	5.79	5.29	5.23	4.48	3.74	2.62
JND (%)	4.23	2.47	2.02	0.94	0.93	1.32

Tabla 1. Valores del TR medidos en campo y simulados.

OBJETIVO	Desarrollar parámetros arquitectónicos para la evaluación del espacio sonoro de los edificios con valor histórico y artístico.
META	Vincular las características arquitectónicas con los resultados acústicos obtenidos para establecer los parámetros arquitectónicos relacionados.

RESULTADOS

- Se describieron las características arquitectónicas de los espacios seleccionados.
- Se definieron los parámetros arquitectónicos de los espacios sonoros analizados (Fig. 41).

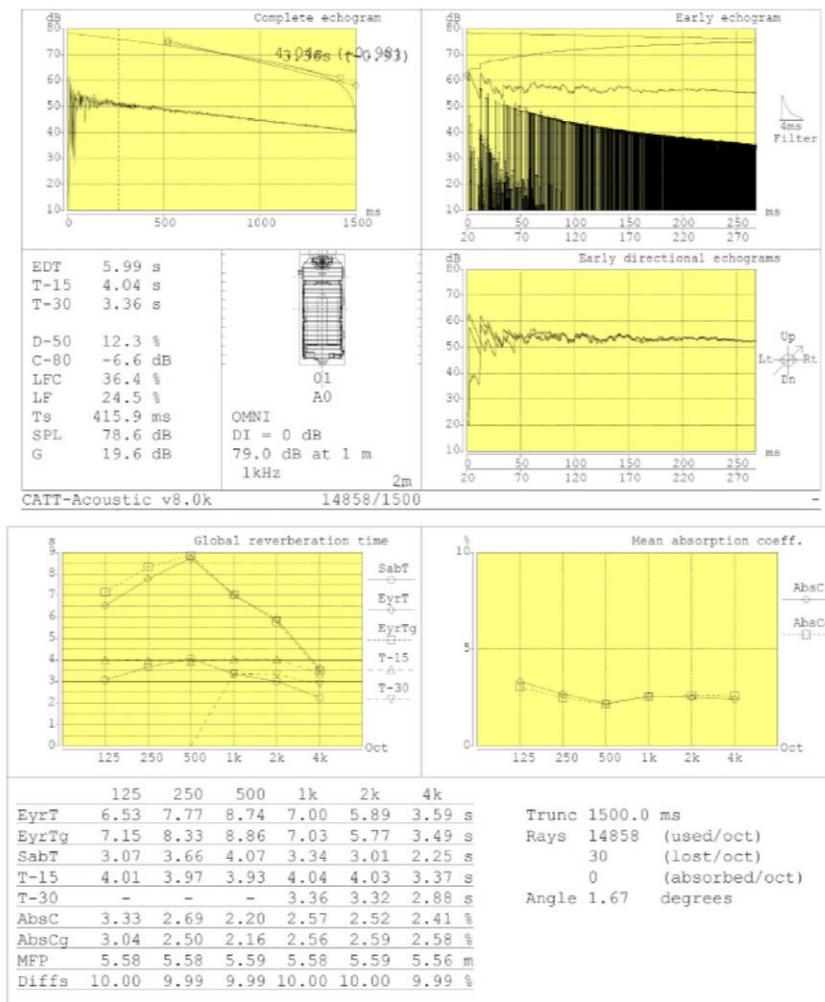


Fig. 41. Parámetros acústicos de los recintos.

OBJETIVO	Generar documentos para la difusión de los resultados de la investigación.
META	Desarrollar un resumen de los procedimientos, de los resultados, el análisis y la evaluación acústicas de los espacios seleccionados y la definición de los parámetros arquitectónicos del espacio sonoro de los mismos.

RESULTADOS

- Se generó un artículo para un evento especializado.

Rodríguez, F.; Lancón, L.; Garay, E.; García, S.; Ponce, D. (2015) “Análisis de la respuesta acústica de la capilla de San Francisco de Asís en Azcapotzalco, México: estudio del impacto que causaron las intervenciones arquitectónicas”. *Tecniacústica* 2015.

 <p>ANÁLISIS DE LA RESPUESTA ACÚSTICA DE LA CAPILLA DE SAN FRANCISCO DE ASÍS EN AZCAPOTZALCO, MÉXICO: ESTUDIO DEL IMPACTO QUE CAUSARON LAS INTERVENCIONES ARQUITECTÓNICAS RODRÍGUEZ, MARCO FRAJER E., LANCÓN RIVERA LUIS A., GARAY VARGAS ELIAS, GARCÍA MARTÍNEZ GILVA G., PONCE PÉREZ DAISY R.</p> <p>ABSTRACT The Chapel of San Francisco was the first church built in the sixteenth century in Azcapotzalco, Mexico. A highly prestigious place in ancient times and whose spiritual counterpart was in charge of the Querubán center. The temple was built in the Mexique style and has changed to the extent that today the site is located in Mexico City. This paper presents a comparative analysis of the acoustic response of the chapel in its current state with respect to its original state by using the CATT acoustic simulation program.</p> <p>RESUMEN La Capilla de San Francisco fue el primer templo construido en el siglo XVI en Azcapotzalco, que fuera un pueblo poderoso en la época prehispánica y cuyo consueño espiritual estuvo a cargo de los Querubán. El templo fue edificado en el estilo Mexique y ha cambiado a tal grado que hoy la capilla y las vigas son de hormigón. Este trabajo muestra un análisis comparativo de la respuesta acústica de la capilla en su estado actual con respecto a su estado original, mediante el uso del programa de simulación acústica CATT.</p> <p>ANTECEDENTES Azcapotzalco, palabra que significa "lugar del homopuerto", fue una región destinada por los tepehualtes, uno de los grupos étnicos que poblaron la Cuenca del Valle de México, tras la caída de uno de los mayores estados prehispánicos de Mesoamérica, Teotihuacán. Azcapotzalco, desde su fundación (entre los siglos IX y X), fue considerado un pueblo muy importante desde el punto de vista económico y comercial, conformándose así como una región poderosa [1].</p> <p>Toda la consulta por los apellidos iniciada en 1910, volvió posible como Azcapotzalco recuperó y con el paso del tiempo fueron evangelizadas. Especialmente en la región de</p>	 <p>LA CAPILLA DE SAN FRANCISCO DE ASÍS</p> <p>La capilla de San Francisco de Asís, de la Tercera Orden, es considerada la primera edificación construida por los dominicos en Azcapotzalco. Debido a la forma de la planta y a la ubicación que ocupa en relación a todo el conjunto arquitectónico conventual (la parroquia, el claustro y el altar), puede suponerse que en su construcción del siglo XVI [2]. La planta de la capilla en su estado actual, sin cambios, muestra un arco triunfal, el presbiterio de la nave. El presbiterio remata con un abaco de forma semi-hexagonal, el cual alberga un óculo ovalado rodeado por diferentes esculturas religiosas. Se cuenta con un coro elevado de madera con retícula que sostiene la organera, ubicado por encima del altar al templo. A los costados de los brazos se encuentran pilares, esculturas y otras religiosas (Fig. 1).</p>  <p>Por otra parte, según algunas referencias [3-6], la capilla fue una construcción de vigas de madera antes de mudar, la cual es típica de la arquitectura realizada en el siglo XVI, que fue modificada tras una destrucción durante algunas reformas que fueron realizadas del siglo XIX, [2] por una construcción de concreto (hormigón). Actualmente parte del armazón, que pudo haber sido similar al de la capilla, se conserva en el claustro, al poniente de la nave (Fig. 2).</p> <p>¹ Se usará por Asís a lo largo que construyó los pueblos mexicanizados, con centros de forma pirámide. Entre tantos se usará para construir un lugar donde, construyeron en lugares venados para el pueblo.</p>
--	---



46º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
ENCUENTRO IBERICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON VIRTUAL ACOUSTICS
AND AMBIENTICS



Figura 3. Intervención de innovación más relevante en el estado de origen arquitectónico.

Adicional al cambio en la techumbre, que fue la intervención más importante, la capilla también ha tenido importantes intervenciones arquitectónicas, como la adición de molduras en las paredes y elementos como pilastras, arcos, esculturas y el diseño estilo neoclásico, todas ellas realizadas y agrupadas entre los siglos XVIII y XIX [3].

Actualmente los materiales con los que está construida la capilla son piedra en muros y cantares en columnas, cornisas en bóvedas y vigas, y madera en el piso. Y así se ocupa para conseguir los acústicos del lugar y la confortación.

Al ser un recinto de gran valor arquitectónico e histórico, uno de los objetivos de esta investigación, además de evaluar los cambios en el ambiente sonoro que ha tenido a lo largo de los años, es la creación en el tiempo de una memoria sonora que sirva como base de análisis y consulta para futuras intervenciones.

METODOLOGÍA

Para este estudio se realizaron mediciones en campo, se generó un modelo bidimensional (2D) del espacio en su estado actual que sirvió como base para construir, validar y aplicar el modelo de simulación acústica, con el cual se generaron variaciones de tipo periódico previas significativas del espacio, para su comparación.

Medición en campo

Las mediciones acústicas se realizaron durante el día, con el espacio desocupado, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma UNE EN ISO 3382-1 [2] de respuesta al impulso del espacio. La fuente sonora se usó dando habitualmente el patrón recta la longitud (en el plano Fig. 3), la ubicación de los micrófonos se distribuyó en el plano de simetría. Para la generación, recepción y procesamiento de la señal se empleó un analizador de espectros (NIAE4), una fuente sonora omnidireccional (SAC70) y un micrófono de 1" CIP omnidireccional. Tanto la fuente sonora como el micrófono se ubicaron a una altura de 1.20 metros del nivel del piso.



Figura 3. Plano arquitectónico de la Capilla de San Francisco de Asís, que muestra la ubicación de la fuente sonora y de los micrófonos durante las mediciones.



46º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
ENCUENTRO IBERICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON VIRTUAL ACOUSTICS
AND AMBIENTICS

Simulación acústica

Para realizar la simulación acústica se generó un modelo 3D de la capilla que se utilizó en el software CATIA Acoustic v6.0. TUCI (1) [20] genera a un volumen de 1 m³ en el estado actual. El modelo acústico se generó y corroborado con las mediciones del tiempo de reverberación realizadas en campo para su validación (Tabla. 1), así como a partir del cálculo de otros parámetros de calidad acústica que se obtuvieron de la respuesta al impulso del espacio.

Medición (s)	TR	TR	TR	TR	TR	TR
100	1.56	1.52	1.48	1.44	1.40	1.36
1250	1.76	1.68	1.60	1.52	1.44	1.36
5000	2.02	1.88	1.80	1.72	1.64	1.56

Tabla 1. Valores de TR medidos en campo y simulados con sus JAC correspondientes.

Las diferencias encontradas (JAC) del tiempo de reverberación entre las mediciones en campo y el modelo simulado no superan 1 JAC (aproximadamente 6%) para este parámetro [2]. Por lo que se determina que el modelo es fiable en la reproducción de las cualidades acústicas del espacio.

Los coeficientes de absorción y difusión de los materiales con los que se modeló el tiempo, se ajustaron a partir de fuentes bibliográficas [3, 10], con otros materiales semejantes al del estilo arquitectónico del espacio, además de considerar elementos como alfombra (páramo) y otros (madera y vidrio), entre otros.

Una vez ajustado el modelo de simulación acústica, se realizó el análisis comparativo del estado actual con dos estados representativos previos del espacio, que corresponden a:

- El estado original, es decir antes de las intervenciones que se realizaron a partir del año 1700 desde las muros, columnas y arcos se encuentran libres de cualquier decoración y el techo original era de estilo mudéjar, y
- El estado que tuvo entre los siglos XVIII y XIX, en el que se realizaron la mejor parte de las intervenciones arquitectónicas, como fueron la adición de molduras en las paredes, pilastras, arcos, esculturas y el género estilo neoclásico, conservando únicamente el techo original de estilo mudéjar (Fig. 4).



Figura 4. Estado de la capilla en los estados de origen arquitectónico: a) el estado original, b) los de intervenciones arquitectónicas entre los siglos XVIII y XIX, y c) el estado actual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el procesamiento de simulación acústica se obtuvieron los parámetros de interés y se compararon globalmente con las mediciones realizadas en campo. En la Figura 5 se obtiene un comportamiento espacial similar en cada uno de los parámetros, pero con aumento o disminución de los valores según el caso.



46º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
ENCUENTRO IBERICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON VIRTUAL ACOUSTICS
AND AMBIENTICS

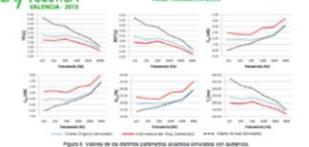


Figura 4. Valores de los distintos parámetros acústicos simulados con audición.

Si se analiza la Figura 5, en referencia a dichos parámetros y a sus valores sugeridos según el volumen del espacio (2,71, 12,1 y 46,0 m³), se puede decir que en relación a:

- El tiempo de reverberación (TR) y el decaimiento inicial (EDT), los valores sugeridos para espacios religiosos oscilan de los 1,3 s hasta los 1,8 s. Los valores de los tres estados del espacio se ubican por encima del mínimo sugerido, lo que significa que el espacio siempre ha sido muy reverberante o vivo, como es de esperar de cualquier espacio con estos características, que se entiende que un tiempo religioso católico es reverberante. Sin embargo, el estado más reverberante es el actual y el menos el de las intervenciones que tuvo entre los siglos XVIII y XIX.
- Para claridad de la palabra (C₈₀), se sugieren valores por arriba de 2 dB, valor que no se cumple dentro a la reverberación en los tres estados del espacio. Todos valores indican que el mensaje oral es demasiado confuso o pobre, por lo que el espacio no es adecuado para el habla.
- Para claridad musical (C_{80e}) se recomiendan valores entre 4 dB a 8 dB. Este rango está muy cercano al estado original del espacio y al de las intervenciones realizadas entre los siglos XVIII y XIX, desde la terminación de un sonido claro. El rango se aleja en el espacio en su estado actual.
- En cuanto a la definición (D₅₀), entre mayor sea el valor, más adecuado será la definición sonora. Para espacios adecuados para la palabra, los valores deben ser superiores al 05%, mientras que para espacios donde se combinan la música y la palabra, se recomiendan valores entre 05% a 06%. Los tres estados presentan valores entre 10% a 20%, esto hace que el espacio se sienta siempre bastante vivo, lo que está ligado a espacios con escenas de fonemas de reverberación o demasiado vivos.
- Finalmente, para el tiempo central (T_c) se sugieren valores entre 60 ms y los 200 ms. Entre mayor sea el valor de T_c, se percibirá menor ritmos del sonido, afectando en primer lugar la claridad del habla y en segundo lugar a la claridad musical. Los valores son superiores en el estado actual, por lo que el estado original y el estado de las intervenciones pueden considerarse rítmicos para la música más no para la palabra.

Si se hace la comparación con referencia a los JAC entre el estado actual y el estado con la mejor parte de las intervenciones arquitectónicas (siglos XVIII y XIX), se observa que en la mayoría de los parámetros (a excepción de C₈₀ y C_{80e}) se supera por mucho 1 JAC (sobre todo



46º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA
ENCUENTRO IBERICO DE ACÚSTICA
EUROPEAN SYMPOSIUM ON VIRTUAL ACOUSTICS
AND AMBIENTICS

18 JAC) lo que supone que la percepción subjetiva de dichos parámetros es verdaderamente notable (Fig. 6).

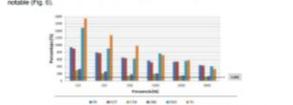


Figura 6. Potencia de JAC de los distintos parámetros acústicos de referencia en el estado actual y los de las intervenciones arquitectónicas.

Por otra parte, en referencia a los JAC, entre el estado de las intervenciones arquitectónicas (siglos XVIII y XIX) y el estado original, la mejor parte de los parámetros (a excepción de C₈₀ y C_{80e}) superan 1 JAC (entre 2 JAC), lo cual no es tan notable como en el caso anterior (Fig. 7).



Figura 7. Potencia de JAC de los distintos parámetros acústicos de referencia entre el estado original y las de intervenciones arquitectónicas entre los siglos XVIII y XIX, y el estado original.

CONCLUSIONES

El análisis realizado anteriormente hace evidente la vivacidad del espacio, sin embargo, se observa que como mejor se comparó el espacio para esta situación musical, fue en el segundo periodo cuando se realizaron las primeras intervenciones (siglos XVIII y XIX), sin embargo no se conoce a este espacio está ubicado principalmente. La palabra puede abarcar a que los elementos arquitectónicos, dotaron al espacio de mayor claridad del sonido.

La situación muestra, tanto para la palabra como para la música, con la modificación del techo original (madera a concreto), ocasionaron un cambio significativo en la mejor parte de los parámetros por ser un material altamente reflectante.

A partir de la reproducción de tres estados arquitectónicos representativos se hace evidente la importancia de preservar elementos arquitectónicos valiosos, como el techo mudéjar, o uno similar, de que el original no es posible recuperarlo, que permitan conservar el carácter sonoro del espacio.

- Se presentó el trabajo “Análisis de la respuesta acústica de la capilla de San Francisco de Asís en Azcapotzalco, México: estudio del impacto que causaron las intervenciones arquitectónicas” en el 46º Congreso Español de Acústica / Tecniacústica 2015, en Valencia, España.

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA ACÚSTICA DE LA CAPILLA DE SAN FRANCISCO DE AÍSLAS EN ACAPOTZALCO, MÉXICO. ESTUDIO DEL IMPACTO QUE CAUSARON LAS INTERVENCIONES ARQUITECTÓNICAS

Fuente Rodríguez-Alonso
 Laura A. López-Rivera
 Elsa Saenz-Vargas
 Diego C. Sánchez-Martínez
 Dulce R. Ponce-Pedro

Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad de San Francisco del Valle
 Instituto de Acústica y Vibración
 Unidad de Acústica y Vibración

Antecedentes

- Año 1428 se establece el pueblo de San Francisco con 17 000 habitantes.
- Pueblo importante desde el punto de vista económico y comercial.
- 1817 completa España.
- Independencia.
- 1828-1829 asentamiento de la orden de los dominicos.

Asentamiento de la orden de los dominicos

Conjunto conventual

Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago
 Capilla de Nuestra Señora del Rosario
 Capilla de San Francisco de Asís

Conjunto conventual

Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago
 Capilla de Nuestra Señora del Rosario
 Capilla de San Francisco de Asís

Conjunto conventual

Parroquia de los Santos Apóstoles Felipe y Santiago
 Capilla de Nuestra Señora del Rosario
 Capilla de San Francisco de Asís

Capilla de San Francisco de Asís

Estados representativos del espacio

Intervenciones: Paredes en hormigón, cambio en techos, cambio en pisos.

El Estado original: Los muros (construidos) y techos se encontraban hechos de caliza depositada y barro original en estado original.

El Intervenciones arquitectónicas entre los siglos XIX y XX: Mayor parte de las intervenciones como adición de muros en paredes, techos, columnas, arcos, etc., y en forma de neoclásico, conservando el terreno original.

El Estado actual: Cambio de la estructura entre muros e hormigón.

Capilla de San Francisco de Asís

Medición en campo

UNE-EN ISO 3382-2

Ajuste del modelo acústico

Parámetro	Valor
Reverberación	0.80
Reflexión	0.90
Reflexión lateral	0.80
Reflexión temprana	0.80
Reflexión tardía	0.80
Reflexión muy tardía	0.80
Reflexión muy muy tardía	0.80

Simulación acústica de los estados representativos

El Estado original El Intervenciones arquitectónicas entre los siglos XIX y XX El Estado actual

Resultados

- Valores sugeridos para espacios religiosos (entre 0.8 y 1.3) entre 1.0 y 1.3.
- Estado más neutro para el estado original y el estado más neutro para el estado actual.

Resultados

- Para Cu, se sugiere volver por arriba de 2 dB, pero que no se sume dentro a la reverberación de los estados del espacio. Mantener que cambia a punto, espacio no adecuado para el estado actual.
- Para Cu, se recomienda volver entre 4 dB a 6 dB (mejor) respecto al estado original y al de las intervenciones arquitectónicas (siglos XIX y XX). El rango se aplica al espacio en el estado actual.

Resultados

- En Cu, para espacios adecuados para la música, los valores entre 0.8 y 1.3, mientras que para espacios de otros usos, los valores entre 0.8 y 1.3. Los valores sugeridos para el estado actual, por lo que el estado original y el estado de las intervenciones pueden considerarse malos para la música pero no para el espacio.
- Para S, se sugiere volver entre 0.8 y 1.3.
- Para S, se sugiere volver entre 0.8 y 1.3.

Resultados

JND (Intervenciones arquitectónicas siglos XIX y XX) vs Estado original

- Mayor parte de los parámetros de espacio de Cu y Cui fueron por mucho 1 JND (entre 1.0 y 1.3).
- Percepción subjetiva menos neutra.

Resultados

JND (Estado actual vs Intervenciones arquitectónicas siglos XIX y XX)

- Mayor parte de los parámetros de espacio de Cu y Cui fueron por mucho 1 JND (entre 1.0 y 1.3).
- Percepción subjetiva verdaderamente neutra.

Conclusiones

- El mejor comportamiento del espacio para una situación musical se presenta con las primeras intervenciones (siglos XIX y XX). Los elementos añadidos, dotaron al espacio de mayor riqueza de sonido.
- La situación diseñada, tanto para la palabra como para la música, con la modificación del techo original (madera a hormigón), está lejos de ser un material altamente reflectante.
- A partir de la reproducción de tres estados arquitectónicos representativos se pudo evaluar la importancia de preservar elementos arquitectónicos valiosos que permitan conservar el carácter sonoro del espacio.
- Esta investigación es parte de un proyecto que contempla la generación de un catálogo de iglesias en la Delegación Acapulco de la Ciudad de México, consideradas patrimonio por su valor arquitectónico e histórico.

7. Transcendencia social

- Este proyecto fue de trascendencia social ya que se generó investigación de carácter histórico, en combinación con planteamientos científicos y se enfocó en la creación de la memoria sonora que contribuya a ampliar el conocimiento del patrimonio cultural del país, el cual alimenta la memoria histórica y cultural de un país, creando su propia identidad, convirtiéndose en referencia y dándole sentido de pertenencia a la comunidad.
- Se adoptaron y adaptaron metodologías de medición y análisis de resultados acústicos de recintos con valor histórico y artístico.