

---

# Levantamiento y registro de daños estructurales de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes de Santiago de Chile

13 sep. 15

---

AUTOR:

**FRANCISCO RUBIO PÉREZ**

TUTOR DESTINO:

FRANCISCO PRADO G.

TUTOR ETSIE:

JUAN BAUTISTA AZNAR MOLLÁ



**DECON UC**  
ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ



## Índice

Índice .....	3
Introducción .....	6
Capítulo 1.....	8
Objetivos.....	8
1    General .....	8
2    Específicos .....	8
Capítulo 2.....	9
Caso de estudio .....	9
1    Contexto histórico .....	10
2    Ubicación y emplazamiento .....	12
3    Descripción Arquitectónica .....	13
4    Descripción Constructiva .....	14
5    Realidad local (sismos) .....	18
6    Alcances .....	21
Capítulo 3.....	22
Metodología .....	22
Capítulo 4.....	23
Desarrollo .....	23
Capítulo 5.....	26
Conclusiones.....	26
Capítulo 6.....	30
Referencias Bibliográficas.....	30

Índice de Figuras.....	31
ANEXOS.....	32
Anexo 1.....	33
Registro fotográfico.....	33
1. Fotografías exteriores:.....	34
2. Fotografías interiores (planta general):.....	36
3. Fotografías interiores (cúpula):.....	39
4. Fotografías muro norte del transepto (ábside menor):.....	49
4.1. Fotografías exteriores:.....	49
4.2. Fotografías interiores:.....	53
Anexo 2.....	55
Planimetría.....	55
1.01. Plano de situación.....	56
1.02. Plano de emplazamiento.....	57
1.03. Plano de planta general.....	58
2.01. Alzado fachada oeste.....	59
2.02. Alzado fachada norte.....	60
3.01. Sección longitudinal A-A'.....	61
3.02. Sección transversal B-B'.....	62
D.01. Detalle de fachada oeste.....	63
D.02. Detalle de fachada norte.....	64
D.03. Detalle de interior muro norte.....	65
D.04. Detalle de planta nivel 25,15 m.....	66
D.05. Detalle sección C-C'. Zona de mapeo 1.....	67
D.06. Detalle sección D-D'. Zona de mapeo 2.....	68

D.07. Detalle sección E-E'. Zona de mapeo 3 .....	69
D.08. Detalle sección F-F'. Zona de mapeo 4 .....	70
Anexo 3. ....	71
Fichas técnicas de registro de daños .....	71
1 Grieta con abertura decreciente en fachada oeste .....	72
2 Grietas diagonales en fachada oeste.....	73
3 Grietas verticales simétricas en ambos lados del paramento norte del transepto .....	74
4 Fisuras horizontales repetidas simétricamente en ambos lados del paramento norte del transepto.....	75
5 Fisuras verticales en columnas de la cúpula interior .....	76
6 Fisura horizontal situada en la cabeza de las columnas de la cúpula .....	77
7 Grietas y fisuras en varias direcciones en hoja interior de la cúpula.....	78
8 Grietas y fisuras horizontales en zona de las pechinas .....	79
9 Desprendimiento parcial de revestimiento en fachada oeste del transepto .....	80
10 Desprendimiento parcial de revestimiento en fachada norte del transepto.....	81
11 Desprendimiento parcial de revestimiento en superficie de cúpula interior .....	82
12 Manchas de humedad acompañadas de eflorescencias en parte superior de vitrales de ábside menor .....	83
13 Manchas de humedad acompañadas de eflorescencias en paramento norte del transepto.....	84
14 Vitrales faltantes ábside menor .....	85
15 Intervención ineficiente en antepecho de fachada norte .....	86

## Introducción

El siguiente documento corresponde al Trabajo Fin de Grado que tiene el propósito de alcanzar el título profesional de Grado en Arquitectura Técnica en la Universitat Politècnica de València, el cual se desarrollará en el área de conservación de construcciones patrimoniales y arquitectura tradicional.

La modalidad en la que se desarrolla es la de Intercambio en la Pontificia Universidad Católica de Chile, en la ciudad de Santiago, Chile, mediante una estadía en la Escuela de Construcción Civil de la Facultad de Ingeniería.

Para ello, se ha realizado un exhaustivo trabajo de campo en la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes de Santiago de Chile, además de una exploración de información sobre los temas tratados en este documento.

El motivo por el cual se ha determinado realizar el análisis de esta basílica es debido a la importancia que tiene en la ciudad de Santiago de Chile, ya que es una de las iglesias más grandes y conocidas del país. También, con el paso del tiempo y, principalmente a causa de los sismos, este Santuario ha sufrido considerables daños en varias partes de su estructura.

Por lo tanto, este estudio tiene la finalidad de reforzar trabajos anteriores sobre el estado de conservación de la basílica, mediante el análisis y el estudio de las áreas más afectadas de ésta debido a los sismos.

El presente trabajo se compone principalmente de cuatro capítulos, los cuales conforman el Trabajo de Fin de Grado. En una primera parte se revisará el contexto histórico, su ubicación, las propiedades arquitectónicas y constructivas, la característica sismográfica del país y los alcances de este estudio.

El siguiente capítulo se va a plantear el objetivo general, el cual se va a desprender los objetivos específicos que va a permitir el desarrollo del análisis de este trabajo.

En el tercer capítulo se hace mención a la metodología aplicada donde se verá expresado los pasos que se realizaron para el desarrollo del trabajo.

Con respecto al anterior, se genera un cuarto capítulo donde se realiza el desarrollo de todo el procedimiento de la metodología aplicada.

En el quinto capítulo se realiza una evaluación de todo el desarrollo del documento mediante unas conclusiones.

Con este trabajo se busca analizar el estado actual de las zonas más afectadas de la basílica que sirva de precedente para posteriores trabajos sobre ella.

# Capítulo 1.

## Objetivos

### 1 General

Identificar los daños estructurales que afectan a la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes de Santiago de Chile mediante el desarrollo de un trabajo de campo que permita analizar los deterioros más recurrentes en un edificio patrimonial que ha sido históricamente afectado por sismos.

### 2 Específicos

Realizar un levantamiento arquitectónico de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes de Santiago de Chile.

Describir los daños estructurales y lesiones de la Basílica.

Analizar de qué forma afecta las lesiones y daños identificados de la estructura de la Basílica.

Clasificar los daños estructurales de la Basílica según el tipo de lesión.

Colaborar en la definición del estado actual de conservación del inmueble, para que esta información sirva de base a la toma de decisiones y gestiones por parte de sus administradores.

## Capítulo 2.

### Caso de estudio

La Basílica de Nuestra Señora de Lourdes o también llamada Basílica de Lourdes es una de las iglesias más grandes de Santiago de Chile, con una altura aproximada de cincuenta metros (Fig. 1) (Ver Anexo 2. Planos de sección).

Es internacionalmente conocida, ya que se construyó por la influencia de las apariciones de la Virgen María en Lourdes, Francia y, homónima al Santuario de Nuestra Señora de Lourdes levantado en el mismo lugar.



*Figura 1. Foto de la fachada principal de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. 2015. Elaboración propia.*

Actualmente, la basílica pertenece a la Congregación Agustinos de la Asunción, más conocida como la Congregación Asuncionista, que es la que administra, además de ésta, todas las instalaciones colindantes, como son el convento y un restaurante que está arrendado, además de la “Gruta de Lourdes” situada en frente, entre otras dependencias.

El estado actual en el que se encuentra la basílica es de deterioro, a pesar que se realizan pequeñas mantenciones, éstas no son suficientes para conservar el estado óptimo en el que debiese estar. Cabe destacar además, que debido a los últimos sismos acontecidos en la zona y, también por el paso del tiempo, ha ocasionado que se genere el estado de empeoramiento del templo.

## 1 Contexto histórico

Según el trabajo “La Basílica de Nuestra Señora de Lourdes”, de Nicole Quiroga Sagredo, Miguel Laborde (1987) narra en su libro “Templos Históricos de Santiago”, la historia de lo que en principio fue la “Iglesia de Lourdes”:

La fama de la Virgen de Lourdes no tardó en llegar a Chile después de que el Vaticano avalara en 1862 las apariciones de la Virgen María a Bernadette en Lourdes, Francia.

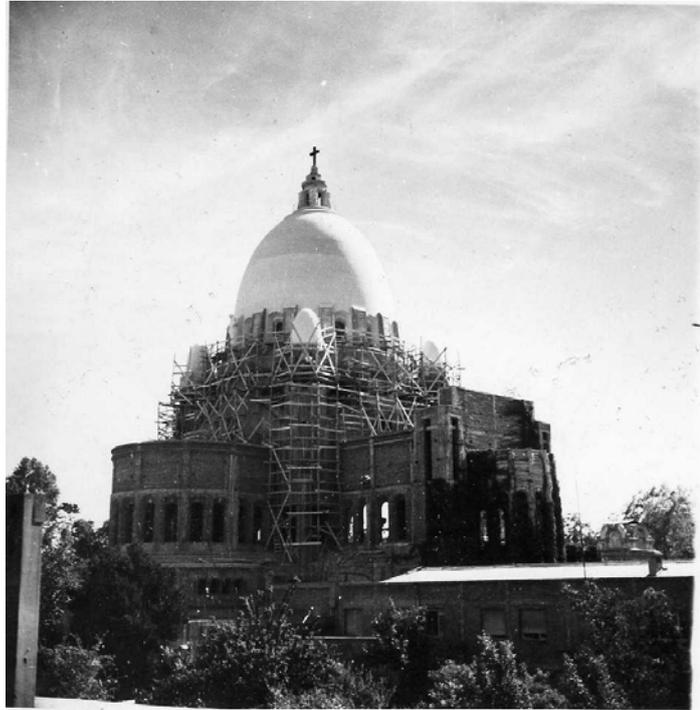
Esta iglesia le debe su construcción al Sacerdote Jacinto Arriagada, que en 1876 obtiene la autorización eclesiástica pertinente para la edificación del templo. Es así como en el año 1880, gracias a Alejandro Vigoroux, quién accede a donar los terrenos para levantar y dar paso a la construcción de un Santuario que reuniera características similares a la que se encuentra en Francia. Este templo se construye para ser dedicado a “Nuestra Señora de Lourdes”. La construcción del templo termina en 1892 por parte de la Congregación Asuncionista (Fig.2).



*Figura 2. Primera Iglesia de Lourdes. Sin fecha. Archivos Congregación Agustinos de la Asunción.*

Con el transcurso de los años, cada vez son más los fieles que concurren al Santuario, haciendo que el espacio se vuelva pequeño para tal magnitud de asistentes al templo. Es por este motivo que se decide reemplazar a esta iglesia por una de mayor tamaño, para así albergar mayor cantidad de devotos.

Esta Basílica, que reemplazó a la antigua, fue construida entre 1929 y 1958 (Fig.3), y diseñada por los arquitectos, altamente reputados en la nación, Eduardo Costabal Zegers y Andrés Garagulic.



*Figura 3. Fotografía de la construcción de la Basílica de Nuestra de Lourdes. Sin fecha. Registro Congregación Asuncionista.*

Gracias a las múltiples peregrinaciones, el Santuario de Lourdes fue declarado “Basílica Menor” por el Papa Juan Pablo II el 15 de octubre de 1992.

## 2 Ubicación y emplazamiento

La Basílica de Nuestra Señora de Lourdes se encuentra ubicada en Paseo Lourdes 645, entre la Avenida San Pablo y la calle de Santo Domingo, en la comuna Quinta Normal de Santiago, Chile (Fig. 4) (Ver Anexo 2. Planos Situación y Emplazamiento).

La basílica posee otras construcciones posteriores adosadas a ella como es el convento situado en la fachada norte y otra dependencia al sur que se encuentra en alquiler. También, otras propiedades que pertenecen a la congregación son la gruta de devoción a la Virgen de Lourdes situada frente a la Basílica, además de otros terrenos en frente de la calle Santo Domingo, dentro del Parque Quinta Normal.

El sector en el cual se ubica la Basílica, se refleja a simple vista como un lugar anticuado; sus alrededores permanece en constante descuido, sin embargo y teniendo en cuenta los trabajos de conservación que ha organizado el municipio de Quinta Normal, persiste un cierto aspecto deprimido en la zona donde se encuentra el Santuario.



Figura 4. Situación y emplazamiento (en rojo) de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. 2015. Google Maps.

### 3 Descripción Arquitectónica

Esta basílica se caracteriza por tener aspecto bizantino. Se compone de una planta en forma de cruz latina, de tres naves, siendo la nave central de mayor altura que las naves laterales, con presencia de crucero y transepto, también de tres naves. Además, posee un ábside central y un ábside de menor tamaño en uno de los laterales (Fig. 5), aparte de un campanario de gran altura. Cabe destacar su gran cúpula de doble hoja, compuesta por linterna y tambor, la cual está apoyada sobre cuatro pilares de gran espesor que reciben la carga del peso de ésta a través de las pechinas.

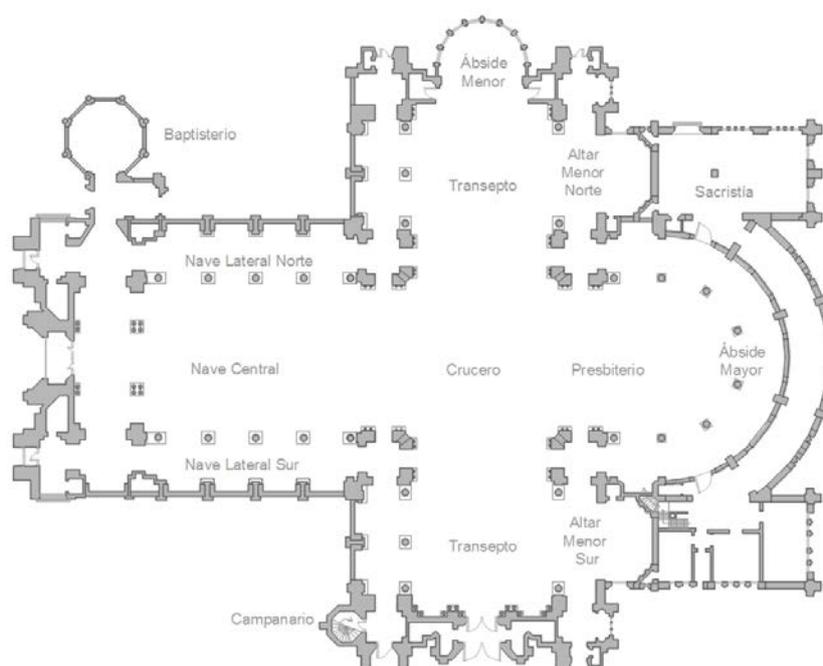


Figura 5. Planta general de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. 2015. Elaboración propia.

Por otra parte, la basílica se divide en 7 niveles o plantas: la planta de sótano donde se encuentran las criptas de religiosos asuncionistas; la planta general de la basílica descrita anteriormente, con bóvedas de crucería simple en las naves laterales, separadas de la nave central a través de pilares y arcos de medio punto; la planta donde se sitúa el coro y los pasillos de servicio; una planta de acceso a las cubiertas; la planta donde se encuentran los pilares de la cúpula y los accesos a las cuatro cúpulas menores; la planta de los ventanales de la cúpula; y por último, la planta donde se encuentra el vacío entre la cúpula interior y exterior.

#### 4 Descripción Constructiva

La Basílica de Lourdes está construida en hormigón armado en su estructura (Fig.6) y albañilería armada de relleno en sus muros, según las Especificaciones Técnicas (Costabal y Garafulic, 1936, p.1)



*Figura 6. Fotografía de la construcción de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. Sin fecha. Registro Congregación Asuncionista.*

Además, la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes posee numerosas esculturas en su exterior, realizadas por la escultora Lily Garafulic mediante hormigón armado y sistemas de encofrado para darles forma. Destacan las 16 esculturas de profetas que rodean la cúpula exterior, a nivel de los ventanales (Fig.7). También, se puede visualizar desde el exterior las gárgolas que rodean las 4 cúpulas menores o cupulines, los ángeles del campanario y otras esculturas situadas en la linterna de la cúpula.



*Figura 7. Fotografía de las esculturas situadas en el exterior de la cúpula. 2015. Elaboración propia.*

En cuanto a los vitrales de la basílica, éstos fueron elaborados en Francia por el artista Gabriel Loire mediante una técnica especial llamada “Losa de vidrio” (Díaz. 2007. “Vitrales en Santiago de Chile: obras conservadas en iglesias y edificios civiles”). Esta técnica consiste en golpear piezas de vidrio de colores de gran espesor, astillándolas hasta obtener la forma y la luminosidad deseada. Se pueden observar desde el interior de la basílica 50 vitrales con una extensión total de 652 m<sup>2</sup> (Fig.8).



*Figura 8. Fotografía de los vitrales situadas en el ábside menor. 2015. Elaboración propia.*

La planta general de la basílica de Lourdes contiene dos tipos de pavimentos: baldosas de piedra de distintos colores en naves, transepto y crucero, conformando diferentes patrones; y pavimento de mármol con distintos patrones, situado en los altares, presbiterios y deambulatorios, además del pasillo central de la nave principal, desde la puerta de acceso hasta el presbiterio (Fig.9 y 10).



*Figuras 9 y 10. Fotografías de los pavimentos de la planta general de la basílica. 2015. Elaboración propia.*

Las cubiertas de la nave principal, así como las naves del transepto están terminadas a dos aguas mediante planchas de acero galvanizado (Fig. 11).



*Figura 11. Fotografía de las cubiertas de planchas de acero galvanizado. 2015. Elaboración propia.*

Por otra parte, la basílica ha sido intervenida varias veces a lo largo de su existencia, siempre después de sismos de gran magnitud. La primera restauración tuvo lugar entre 1985 y 1986. Se repararon las 32 columnas situadas en la cúpula, reforzando la armadura existente y aumentando la sección. En la misma intervención se repararon las cuatro cúpulas menores (o cupulines), diversas grietas y varios vitrales, entre otros (Fig. 12).

Tuvo lugar una segunda intervención posterior al terremoto del 27 de febrero de 2010, donde se repararon grietas y estucos del techo de la nave central y diversos vitrales. También, se realizó la retirada de elementos con peligro de desprendimiento.

REPARACIONES EN LA BASILICA DE LOURDES

---

ESTRUCTURAS

1.- Reparación de 32 pilares Cúpula interior; refuerzo vitral Arbol de Jesú; vidrios provisionales en ventanas dañadas..	\$ 1.259.640.-
2.- Reparación de los cuatro Cupulines .....	2.283.780.-
3.- A) Reparación de las dos Torres rectangulares .....	638.960.-
B) " " " " " " aumento ..	283.860.-
4.- Grietas interiores en Muro perimetral Cúpula .....	652.442.-
5.- Estucos agrietados en Muro exterior anillo Cúpula .....	273.000.-
6.- Impermeabilización Cansleta hormigón en base Cúpula ....	42.900.-
7.- Impermeabilización de techos y cubiertas de cobre .....	2.287.472.-
	-----
	\$ 7.722.054.-

*J. Navarro*  
 20 octubre 1986

Figura 12. Presupuesto de las reparaciones realizadas entre 1985 y 1986. 1985. Archivos de la Congregación Asuncionista.

## 5 Realidad local (sismos)

Después de Japón, Chile es el segundo país donde ocurren más sismos en todo el mundo. Esto se debe a que está ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, entre la placa de Nazca y la Placa Continental Americana, lo que provoca movimientos telúricos transformándose en diversas catástrofes como terremotos, maremotos, aludes, etc. (Fig.13). Esta situación ha provocado que, con el paso del tiempo, la población chilena se haya acostumbrado a estos fenómenos naturales y hayan aprendido a convivir con ellos.

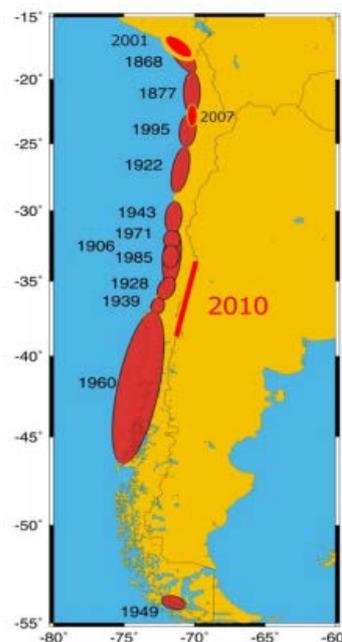


Figura 13. Últimos grandes terremotos en Chile. 2012. Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile.

En cuanto a la construcción, en Chile se construye en base a una normativa muy estricta debida a los diferentes terremotos ocurridos a lo largo del tiempo. Las principales características de las construcciones en Chile son, además de un exhaustivo estudio geotécnico y mecánica del suelo, el uso de hormigón armado y acero lo suficientemente flexible y resistente para dejar que el edificio se mueva y se balancee pero sin llegar al colapso. Por ello, las construcciones chilenas no sufren grandes daños estructurales cada vez que ocurre un fenómeno sismológico de gran magnitud.

A continuación, se adjunta una tabla con los terremotos más importantes y/o destructivos acontecidos en el país de Chile:

Fecha y hora	Nombre	Epicentro	Zonas afectadas	Escala de Richter	Muertos
11 de septiembre de 1552 (17:16)	Santiago de 1552	¿?	Región Metropolitana	7	12
8 de febrero de 1570 (09:00)	Concepción de 1570	-36.800, -73.000	VI, VII, VIII regiones y R. M.	8,37	2000
17 de marzo de 1575 (10:00)	Santiago de 1575	-33.400, -70.600	Región Metropolitana	7,37	35
16 de diciembre de 1575 (14:30)	Valdivia de 1575	-39.800, -73.200	X y XIV regiones	8,57	200
24 de noviembre de 1604 (12:30)	Arica de 1604	-18.500, -70.400	XV y I regionesn 5	8,57	120
16 de septiembre de 1615 (23:30)	Arica de 1615	-18.500, -70.350	XV y I regionesn 5	8,87	0
13 de mayo de 1647 (22:30)	Santiago de 1647	-35.000, -72.000	Región Metropolitana	8,57	600
15 de marzo de 1657 (19:30)	Concepción de 1657	-36.830, -73.030	VIII, IX, XIV y X regiones	8,07	34
10 de marzo de 1681	Arica de 1681	-18.500, -70.350	XV y I regionesn 5	7,37	133
8 de julio de 1730 (04:45)	Valparaíso de 1730	-33.050, -71.630	IV, V, VI, VII regiones y R.M.	8,77	3000
24 de diciembre de 1737	Valdivia de 1737	-39.800, -73.200	VIII, IX, XIV y X regiones	7,77	212
25 de mayo de 1751 (01:00)	Concepción de 1751	-36.830, -73.030	VIII Región	8,57	65
30 de marzo de 1796 (06:45)	Copiapó de 1796	-27.350, -70.350	III, IV y V regiones	7,77	12
11 de abril de 1819 (10:00)	Copiapó de 1819	-27.350, -70.350	III, IV y V regiones	8,37	133
19 de noviembre de 1822 (22:30)	Copiapó de 1822	-33.050, -71.630	III, IV y V regiones	8,57	76
8 de octubre de 1831 (06:00)	Arica de 1831	-18.500, -71.000	XV y I regionesn 5	7,87	0
18 de septiembre de 1833 (05:45)	Arica de 1833	-18.500, -70.400	XV y I regionesn 5	7,77	18
20 de febrero de 1835 (11:30)	Concepción de 1835	-36.830, -73.030	VIII Región	8,57	30-120
7 de noviembre de 1837 (08:00)	Valdivia de 1837	-39.800, -73.200	VIII, IX, XIV y X regiones	8,07	12
17 de diciembre de 1849 (06:00)	Coquimbo de 1849	-29.950, -71.370	III, IV y V regiones	7,57	23
6 de diciembre de 1850 (06:52)	Santiago de 1850	-33.810, -70.220	V Región y Metropolitana	7,37	105
2 de abril de 1851 (06:48)	Copiapó de 1851	-33.320, -71.420	II, III y IV regiones	7,17	43
26 de mayo de 1851	Huasco de 1851	-33.863, -71.890	II, III y IV regiones	6,5	3
5 de octubre de 1859 (08:00)	Copiapó de 1859	-27.350, -70.350	III y IV regiones	7,67	44
13 de agosto de 1868 (16:45)	Arica de 1868	-18.500, -70.350	I y XV regionesn 5	8,57	500
7 de julio de 1873	La Ligua de 1873	-32.765, -73.726	V, VI regiones y R.M.	8,9	106
11 de noviembre de 1876	Illapel de 1876	-32.510, -71.212	III, IV y V regiones	7,5	20
9 de mayo de 1877 (21:16)	Iquique de 1877	-19.600, -70.230	I y XV regionesn 5	8,57	34
15 de agosto de 1880 (08:48)	Illapel de 1880	-31.620, -71.180	IV y V regiones	7,77	25
31 de julio de 1893	Punta Arenas de 1893	-52.560, -69.000	XII Región	6,6	16
16 de agosto de 1906 (19:48)	Valparaíso de 1906	-33.000, -72.000	V Región	7,97	3000
4 de diciembre de 1918 (07:47)	Copiapó de 1918	-26.000, -71.000	II, III y IV regiones	8,27	6
10 de noviembre de 1922 (23:53)	Vallenar de 1922	-28.500, -70.000	III Región	8,397	800
21 de noviembre de 1927 (19:17)	Aysén de 1927	-44.500, -73.000	XI Región	7,17	0
1 de diciembre de 1928 (00:06)	Talca de 1928	-35.000, -72.000	VII Región	8,37	300
24 de enero de 1939 (23:32)	Chillán de 1939	-36.200, -72.200	VII y VIII regiones	8,37	5648n 1
6 de septiembre de 1942	Caldera de 1942	-36.200, -29.208	II y III regiones	7,3	5
6 de abril de 1943 (12:07)	Ovalle de 1943	-30.750, -72.000	IV Región	8,37	12
2 de agosto de 1946 (15:19)	Copiapó de 1946	-26.500, -70.500	III Región	7,97	8
19 de abril de 1949 (23:19)	Angol de 1949	-42.000, -71.675	VIII y IX regiones	7,37	35
17 de diciembre de 1949 (02:53)	Tierra del Fuego de 1949	-54.000, -71.000	XII Región	7,87	6
6 de mayo de 1953 (13:16)	San Carlos de 1953	-36.500, -72.600	VII y VIII regiones	7,67	12
6 de diciembre de 1953 (22:05)	Calama de 1953	-22.100, -68.700	I y II regiones	7,47	3
4 de septiembre de 1958	Las Melosas de 1958	-33.249, -73.667	Región Metropolitana	7,09	4
21 de mayo de 1960 (06:02)	Concepción de 1960	-37.500, -73.500	VIII y IX regiones	7,37	125
22 de mayo de 1960 (15:11)	Valdivia de 1960	-39.500, -74.500	VIII, IX, X y XIV regionesn 2	8,57	2000
23 de febrero de 1965 (18:11)	Taltal de 1965	-25.670, -70.630	II región	7,07	1
28 de marzo de 1965 (12:33)	La Ligua de 1965	-32.418, -71.100	IV, V y VI regiones y R.M.	7,47	280
28 de diciembre de 1966 (04:18)	Taltal de 1966	-25.510, -70.740	II y III regiones	7,87	6
20 de diciembre de 1967 (22:25)	Tocopilla de 1967	-21.800, -70.000	II Región	7,57	10
8 de julio de 1971 (23:03)	Illapel de 1971	-32.511, -71.207	IV y V regiones y R.M.	7,57	85
13 de marzo de 1975 (11:34)	Coquimbo de 1975	-37.425, -72.333	III y IV regiones	6,911	3
16 de octubre de 1981 (00:25)	La Ligua de 1981	-37.425, -72.333	V región	7,57	0
3 de marzo de 1985 (19:46)	Algarrobo de 1985	-33.240, -71.850	V, VI, VII regiones y R.M.	7,87	178
8 de abril de 1985 (21:56)	Lago Rapel de 1985	-34.131, -71.618	Metropolitana y VI Región	7,57	13
8 de agosto de 1987 (11:48)	Tarapacá de 1987	-19.000, -70.000	I y II regiones	7,17	3
30 de julio de 1995 (01:11)	Antofagasta de 1995	-23.360, -70.310	II Región	7,37	3
13 de junio de 2005 (18:44)	Tarapacá de 2005	-19.895, -69.125	I Región	7,87	11
14 de noviembre de 2007 (12:40)	Tocopilla de 2007	-22.314, -70.078	I y II regiones	7,57	2
27 de febrero de 2010 (03:34)	Cauquenes de 2010	-36.290, -73.239	IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XIV regiones y R.M.	8,57	521
11 de marzo de 2010 (11:39)	Pichilemu de 2010	-34.259, -71.929	V, VI, VII y VIII regiones y R.M.	6,914	2
2 de enero de 2011 (17:20)	Tirúa de 2011	-38.350, -73.27	VIII y IX regiones	6,916	0
25 de marzo de 2012 (19:37)	Constitución de 2012	-35.12, -72.13	V a VIII regiones	6,818	2
30 de enero de 2013 (17:15)	Vallenar de 2013	-28.06, -70.84	III a VIII regiones	6,72	1
16 de marzo de 2014 (18:16)	Iquique de 2014	-19.96, -70.81	XV, I y II regiones	6,723	0
2 de abril de 2014 (23:43)	Iquique de 2014	-20.51, -70.43	XV, I y II regiones	7,628	0

Figura 14. Tabla del registro de terremotos en Chile, desde 1552 hasta 2014. En color naranja los terremotos sufridos en la basílica. 2015. Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile.

De la tabla anterior, los terremotos (marcados en color naranja) que ha sufrido la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes, desde la finalización de su construcción en 1958, son los siguientes:

- 28 de Marzo de 1965 a las 12:33, epicentro La Ligua. Sismo de 7,4 grados. Fue percibido desde Copiapó hasta Osorno.
- 8 de Julio de 1971 a las 23:04. Sismo de 7,75 grados en la escala de Richter. Sismo que afectó desde Antofagasta a Valdivia. Tuvo mayor intensidad en Illapel y La Ligua.
- 3 de Marzo de 1985 19:47. Terremoto que afecta a la zona central de Chile. Desde la segunda a la novena región del país. Su intensidad máxima llegó a los ocho grados en la escala modificada de Mercalli y con una magnitud Richter de 7,7 grados. Este terremoto deja al descubierto la situación precaria de construcción de viviendas de adobe que abundaban en todas las ciudades afectadas.
- 27 de Febrero de 2010 a las 3:34 se produce el terremoto de 8,8 grados en la escala de Richter, el segundo más destructivo de la historia chilena.

Como se puede observar, la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes, a lo largo de su vida, ha sufrido diversos terremotos de diferentes magnitudes, pero los dos últimos terremotos del 3 de marzo de 1985 y el 27 de febrero de 2010 provocaron la mayoría de las lesiones que adolece la basílica, sin embargo sigue activa.

## 6 Alcances

El presente trabajo tiene como alcance realizar un registro patológico a través de auscultaciones, y sin ayuda de aparatos y/o técnicas específicas, de las lesiones estructurales más recurrentes de la Basílica de Nuestra señora de Lourdes de Santiago de Chile.

Las áreas seleccionadas para elaborar este estudio son aquellas que presentan una mayor cantidad de daños estructurales debido a los sismos. La primera zona analizada corresponde al paramento interior y la fachada exterior del ábside menor. La segunda, es la que comprende la cúpula interior, desde las pechinas hasta la línea de ventanas (Fig.14) (Ver Anexo 2. Planos de detalle).

Debido a la inexistencia de planos originales de la Basílica, se ha procedido a la confección de una planimetría actual de la Iglesia, tomando como base planos que fueron realizados previamente de otro trabajo sobre el Santuario.

Cabe señalar que si se considera que se está elaborando un trabajo en torno a una Iglesia de tal magnitud como es la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes, la posibilidad de poder realizar la planimetría de la situación actual al detalle no ha sido exacta, ya que se ha realizado mediante distanciómetro láser y cinta métrica, sin contar con medios topográficos o tecnologías más avanzadas de medición.

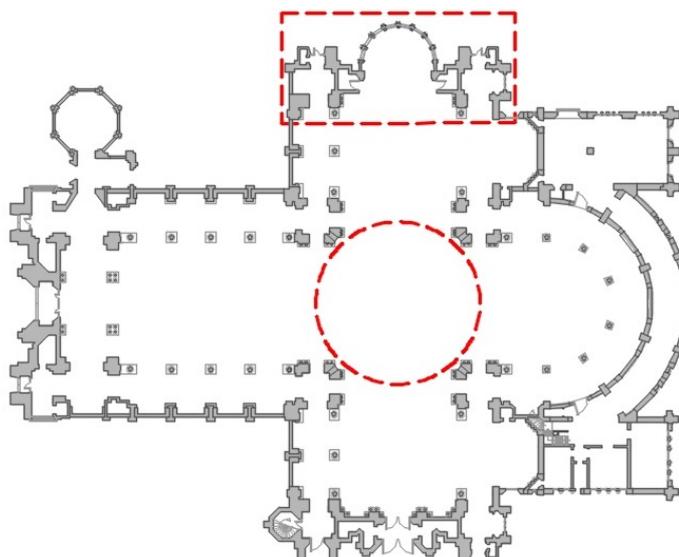


Figura 15. Planta con las zonas analizadas en rojo. 2015. Elaboración propia.

## Capítulo 3.

### Metodología

Una vez establecido el lugar de estudio, se realiza una serie de pasos metodológicos para conseguir los objetivos por el que se ha propuesto este trabajo, hasta llegar a alcanzar unas conclusiones.

Para abordar el presente trabajo se propone aplicar la siguiente metodología (Fig. 15):

1. Recopilación de antecedentes.
2. Inspección inicial.
3. Registro fotográfico.
4. Mediciones.
5. Confección y modificación de planos.
6. Mapeo de lesiones.
7. Análisis y clasificación de lesiones mediante fichas técnicas.
8. Evaluación.

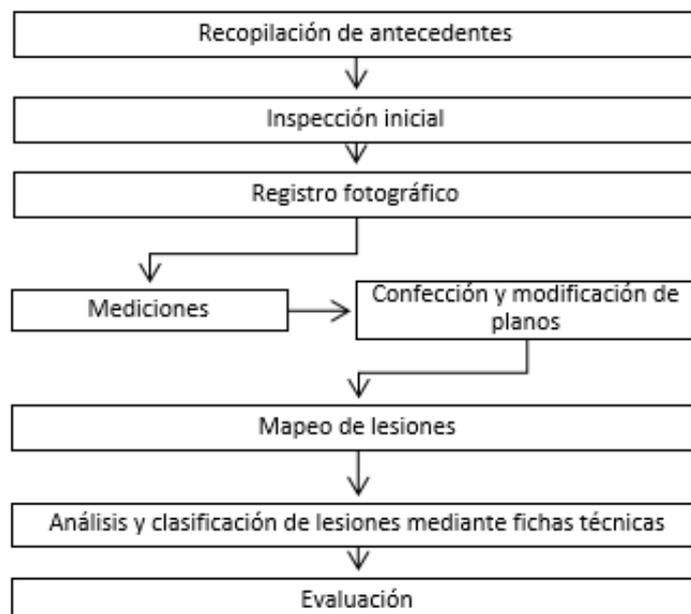


Figura 16. Flujograma de la metodología aplicada. 2015.  
Elaboración propia.

## Capítulo 4.

### Desarrollo

A continuación se describirán los pasos metodológicos mencionados en el capítulo anterior. El proceso por el cual se pretende alcanzar la finalidad de este estudio se explicará detalladamente.

#### 1. Recopilación de antecedentes.

El 13 de abril se realiza reunión con el profesor Francisco Prado G. para definir el tema del presente estudio con los motivos, alcances y objetivos por el cual se escoge la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes.

También, se hace entrega de Proyecto de Título de Nicole Quiroga Sagredo llamado “La Basílica de Nuestra Señora de Lourdes”, como información complementaria y de consulta para el presente estudio.

#### 2. Inspección inicial.

El 27 de abril, después de concertar cita con el Padre Aldo, Rector de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes, se efectúa primera visita por todas las instalaciones y se realiza una primera toma de contacto con el personal que trabaja y convive en el lugar.

Por otra parte, se realiza una primera inspección visual del estado de la basílica y su entorno, a nivel de planta, tanto interior como exterior.

#### 3. Registro fotográfico.

Se realiza toma de fotos de los interiores y exteriores de la basílica, teniendo en cuenta las lesiones que se pueden visualizar sin ayuda de aparatos o técnicas específicas.

El 30 de abril, se lleva a cabo registro fotográfico del exterior del transepto situado al norte y, también, a nivel de la cúpula interior.

El 19 de mayo, se realiza toma de fotos de todo el perímetro del nivel de pilares de la cúpula, y de las fisuras de los pilares mediante regla para la medición de fisuras.

El 11 de junio, se efectúa registro fotográfico de los paramentos interiores de la basílica, así como del interior de la cúpula exterior.

El 23 de julio, se toma registro fotográfico de los exteriores de la basílica, insistiendo en las lesiones de las fachadas del transepto y en las zonas donde se ubican los depósitos de agua.

El 24 de julio, se realiza registro fotográfico de las lesiones de la fachada norte donde se ubica el ábside menor y los depósitos de agua, además del paramento interior del mismo.

El registro fotográfico se adjunta en el Anexo 1, ordenado por sectores, tanto interiores como exteriores.

#### 4. Mediciones.

Durante el mes de mayo, se obtienen mediciones de la basílica mediante distanciómetro láser y cinta métrica, para posteriormente realizar el levantamiento planimétrico en formato CAD.

Para ello, se tiene en cuenta la distancia entre pilares y entre paramentos interiores; altura de arcos de medio punto; las diferentes alturas de cada nave; la distancia entre columnas situadas en la cúpula para obtener el diámetro de la misma; los distintos niveles de la basílica. Mediante triangulación, se obtiene la altura de la cúpula interior y los desniveles de las fachadas.

#### 5. Confección y modificación de planos.

Para la elaboración de la planimetría se toman como base los planos de planta y sección realizados por Nicole Quiroga Sagredo, obtenidos a través de Francisco Prado G. Estos planos, además de ser precarios, no definen toda la geometría de la basílica, por lo que resultan insuficientes para materializar los objetivos del presente estudio.

No obstante, mediante las mediciones obtenidas anteriormente, se modifican y se elaboran nuevos planos de planta y sección, además de planos de alzado y de detalle, para obtener un levantamiento planimétrico más real del estado actual de la basílica.

Los planos realizados se adjuntan en el Anexo 2.

#### 6. Mapeo de lesiones.

Con los planos realizados, se visita las instalaciones con éstos para elaborar un mapeo “in situ” de las lesiones. Para ello, se localizan las patologías más recurrentes de la cúpula y del transepto situado en el norte.

Posteriormente, con las lesiones ya reflejadas sobre papel y, también, con el registro fotográfico realizado anteriormente, se elaboran planos de detalle de cada una de las zonas afectadas mediante programa CAD.

Los planos con el mapeo de las lesiones se adjuntan en el Anexo 2.

#### 7. Análisis y clasificación de lesiones mediante fichas técnicas.

Una vez realizado el registro de las lesiones más importantes de las zonas más dañadas de la basílica, se realiza visita al templo para determinar la clasificación de las patologías.

Mediante la elaboración de fichas técnicas se obtiene una clasificación de las lesiones por tipo de patología y código de color. También, se realiza una descripción de cada una de ellas, se establece su localización y se determinan las posibles causas de su origen.

Las fichas técnicas de registro de daños se adjuntan en el Anexo 3.

#### 8. Evaluación.

Por último, se recopila toda la información y el trabajo realizado durante el proceso de elaboración del presente estudio. Con ello, se realiza una valoración del estado actual de las zonas analizadas de la basílica mediante unas conclusiones.

Cada uno de estos pasos da origen a los antecedentes técnicos adjuntos, que son:

- Registro fotográfico (Anexo 1).
- Planimetría (Anexo 2).
- Fichas Técnicas de registro de daños (Anexo 3).

## Capítulo 5.

### Conclusiones

Desde el comienzo de este estudio se planteó como objetivo principal definir las lesiones estructurales más recurrentes de las zonas más afectadas de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes.

Para ello, era menester realizar un recorrido por su historia. Comprendiendo sus inicios como Santuario sustituyente a otro por la gran cantidad de peregrinos que lo visitaban, hasta el término de su construcción, que tardó 30 años. Para posteriormente recibir el nombramiento como “Basílica Menor” en 1992.

Sumado a esto, se desarrollaron las características arquitectónicas y constructivas, donde destaca su estructura de hormigón armado y albañilería armada de relleno en sus muros. Materiales poco comunes en la construcción de edificios de culto religioso.

Los análisis realizados fueron de gran relevancia para conocer la realidad local, es decir, la problemática constante de los sismos que afecta al país. Siendo éste el segundo con más terremotos de todo el mundo. Para ello se realizó una búsqueda y registro de los terremotos más importantes que han ocurrido en todo Chile. Asimismo, de aquellos que ha sufrido la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes.

Para el desarrollo de este estudio se realizó una sucesión de pasos metodológicos con los cuales se estableció definir las diferentes labores efectuadas para obtener la finalidad del presente trabajo. Con ello, hubo la necesidad de elaborar una serie de documentos o anexos, que se mencionan a continuación:

- Crear un registro fotográfico para tener constancia del estado de la basílica y de las patologías analizadas en el momento de realizar este estudio, el cual sirva en un futuro, para observar la evolución de las mismas.
- Confeccionar una planimetría para representar a escala la geometría real del edificio sobre varios planos y plasmar las lesiones observadas en ellos.

- Realizar un registro de daños para obtener una clasificación de las diferentes patologías de las áreas estudiadas en el edificio. Mediante fichas técnicas, se describen las lesiones, se ubican por medio de fotografías y planos y, se analizan las posibles causas de cada una de ellas.

Una vez realizado el “Levantamiento y registro de daños estructurales de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes de Santiago de Chile” y, mediante la evaluación de las patologías analizadas, se puede agrupar los daños en:

- Daños estéticos:

Los daños producidos en los vitrales solo tienen compromiso estético por lo que no se considera un riesgo estructural para el edificio. Si se considera el método de sustitución de los vitrales dañados por tablas de madera, debe cerciorarse que éstas no se desgaten por fuertes lluvias y penetre el agua en el interior de la basílica.

- Daños menores:

Los daños derivados por desprendimientos no se consideran un riesgo estructural. Sólo la posible caída de más objetos, tanto al exterior como en el interior, puede generar un riesgo para los visitantes al templo, antes o durante un sismo.

- Daños medios:

Los daños observados por humedad y eflorescencias se consideran un riesgo estructural medio, ya que los elementos estructurales analizados podrían ser debilitados y producirse corrosión en las armaduras.

Los daños examinados de grietas y fisuras se consideran un riesgo estructural medio, puesto que algunas de ellas son esperables posterior a un terremoto y no comprometen a la estructura.

- Daños mayores:

Las grietas y fisuras analizadas en el muro norte del transepto y en el intradós de la cúpula interior, indican que existe la posibilidad de que colapse la estructura por esas zonas ante un inminente sismo de magnitud significativa.

En el caso de que ocurra un terremoto, los muros son los que se encargan de disipar la energía y la fuerza lateral debido a éste. Al fisurarse los muros, se perdería el poder de rigidez del edificio y se dejaría de aportar resistencia sísmica al sistema, ocasionando un posible colapso de la estructura.

Según las observaciones realizadas, el muro citado puede que se esté inclinando hacia el exterior desde su base. Este fenómeno, así como las grietas y fisuras observadas en el intradós de la cúpula interior, puede que sea producto de fuertes asentamientos diferenciales durante los sismos ocurridos anteriormente.

Además, que el muro norte del transepto sea la fachada más afectada de la basílica puede indicar que sea a causa de los depósitos de agua ubicados a ambos lados de ésta. Por lo que, al estar uno de ellos en servicio y el otro vacío, varían las cargas en el muro, originando tensiones diagonales y agrietándose ante un sismo. También, puede ser debido por acciones higrotérmicas, teniendo en cuenta que es el muro más expuesta al sol, por lo que se producen deformaciones por dilataciones y contracciones y/o variaciones dimensionales a causa de cambios de temperatura y humedad en los distintos elementos que componen la fachada. Igualmente, otra de las posibles causas de que sea la fachada más afectada, puede ser por la evolución en su proceso constructivo, dado que podría haber sido una etapa de construcción más ineficiente que en las demás, donde hubo errores en su ejecución.

Cabe destacar que el edificio ha tenido varias intervenciones a lo largo de su historia, destacando las más importantes después de los terremotos del 3 de Marzo de 1985 y el 27 de Febrero de 2010. Sin embargo, no ha llegado nunca a colapsar el edificio, por lo que, posiblemente, dichas intervenciones fueron necesarias para que no ocurriera este fenómeno.

Por otra parte, uno de los principales aportes de este trabajo es que contiene la clasificación de las diferentes patologías de las zonas más afectadas de la basílica, las cuales han sido registradas en fichas técnicas. Por lo que es una información que permite tomar futuras medidas de intervención.

Para la elaboración de este estudio solo se tuvo en cuenta métodos empíricos, sin ayuda de aparatos y/o técnicas específicas, y sin tener en cuenta los métodos experimentales y analíticos de evaluación de vulnerabilidad sísmica.

Por lo tanto, se sugiere realizar un estudio más exhaustivo y preciso (estudio de mecánica de suelos, programas informáticos, etc.) de los elementos más afectados, citados anteriormente, para llegar a la realidad del riesgo de colapso. En tanto, sería beneficioso realizar las intervenciones adecuadas de las partes más afectadas antes de que se repita otro sismo de gran magnitud.

Finalizando, se puede expresar que este proyecto ha servido para aplicar los conocimientos adquiridos y para sentar precedente para futuros trabajos de investigación y/o propuestas de mejora que puedan beneficiar a la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes.

## Capítulo 6.

### Referencias Bibliográficas

RELIGIOSOS ASUNCIONISTAS, 2015-última actualización. *Historia del Santuario*. [Online] URL: <http://www.santuariolourdeschile.cl/> [11/08/2015]

QUIROGA SAGREDO, N. 2014. *Basílica de Nuestra Señora de Lourdes*. Santiago, Chile.

LABORDE, M. 1987. *Templos históricos de Santiago*. Santiago, Chile [Diario El Mercurio].

MEMORIA CHILENA. BIBLIOTECA NACIONAL DE CHILE. 2015-última actualización. *Los terremotos en Chile (1570-2010)*. [Online] URL: <http://www.memoriachilena.cl/> [11/08/2015]

COSTABAL ZEGERS, E. Y GARAFULIC YANCOVIC, A. 1936. *Iglesia de Lourdes, estructuras de hormigón armado y albañilería de relleno: especificaciones técnicas*. Santiago, Chile.

SOLANICH SOTOMAYOR, E. 2006. *Escultura pública y la cúpula de la Basílica de Lourdes de Santiago*. *Atenea*, 494(2), pp 175–186. [Online] URL: <http://www.scielo.cl/> [11/08/2015]

DÍAZ SILVA, E. 2007. *Vitrales en Santiago de Chile: obras conservadas en iglesias y edificios civiles*. Ocho Libros Editores. Santiago, Chile.

BARELLES VICENTE, E., GIMÉNEZ IBÁÑEZ, R., LLINARES MILLÁN, J. Y RAMÍREZ BLANCO, M. 2014. *Apuntes de Construcción VI*. Valencia, España.

ASEFA S.A. 2015-última actualización. *Patologías por acciones sísmicas (1ª parte: estructuras de hormigón armado)*. [Online] URL: [http://desarrolloweb.asefa.es/repositorio/paginas/patologias\\_ficha19\\_es.jsp](http://desarrolloweb.asefa.es/repositorio/paginas/patologias_ficha19_es.jsp) [11/08/2015]

PORTO QUINTAN, J. 2005. *Manual de patologías en las estructuras de hormigón armado. Capítulo III. Catálogo de patologías de las estructuras de hormigón armado*. [Online] URL: [http://ruc.udc.es/bitstream/2183/13853/4/PortoQuintan\\_JesusManuel\\_PFC\\_2005\\_03de5.pdf](http://ruc.udc.es/bitstream/2183/13853/4/PortoQuintan_JesusManuel_PFC_2005_03de5.pdf)

## Índice de Figuras

Figura 1. Foto de la fachada principal de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. 2015. Elaboración propia.....	9
Figura 2. Primera Iglesia de Lourdes. Sin fecha. Archivos Congregación Agustinos de la Asunción. ....	10
Figura 3. Fotografía de la construcción de la Basílica de Nuestra de Lourdes. Sin fecha. Registro Congregación Asuncionista. ....	11
Figura 4. Situación y emplazamiento (en rojo) de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. 2015. Google Maps.....	12
Figura 5. Planta general de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. 2015. Elaboración propia. ....	13
Figura 6. Fotografía de la construcción de la Basílica de Nuestra Señora de Lourdes. Sin fecha. Registro Congregación Asuncionista. ....	14
Figura 7. Fotografía de las esculturas situadas en el exterior de la cúpula. 2015. Elaboración propia.....	15
Figura 8. Fotografía de los vitrales situadas en el ábside menor. 2015. Elaboración propia...	15
Figuras 9 y 10. Fotografías de los pavimentos de la planta general de la basílica. 2015. Elaboración propia.....	16
Figura 11. Fotografía de las cubiertas de planchas de acero galvanizado. 2015. Elaboración propia.....	16
Figura 12. Presupuesto de las reparaciones realizadas entre 1985 y 1986. 1985. Archivos de la Congregación Asuncionista. ....	17
Figura 13. Últimos grandes terremotos en Chile. 2012. Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile.....	18
Figura 14. Tabla del registro de terremotos en Chile, desde 1552 hasta 2014. En color naranja los terremotos sufridos en la basílica. 2015. Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile. ....	19
Figura 15. Planta con las zonas analizadas en rojo. 2015. Elaboración propia. ....	21
Figura 16. Flujograma de la metodología aplicada. 2015. Elaboración propia. ....	22

## ANEXOS

# Anexo **1.**

## Registro fotográfico

## 1. Fotografías exteriores:



*Foto 1. Fotografía de la fachada principal (oeste) tomada desde el Paseo de Lourdes. 23 de julio de 2015.*



*Foto 2. Fotografía de la fachada sur tomada desde la Calle Santo Domingo. 23 de julio de 2015.*



*Foto 3. Fotografía de las esculturas de la cúpula tomada desde la cubierta de la nave principal. 11 de junio de 2015.*

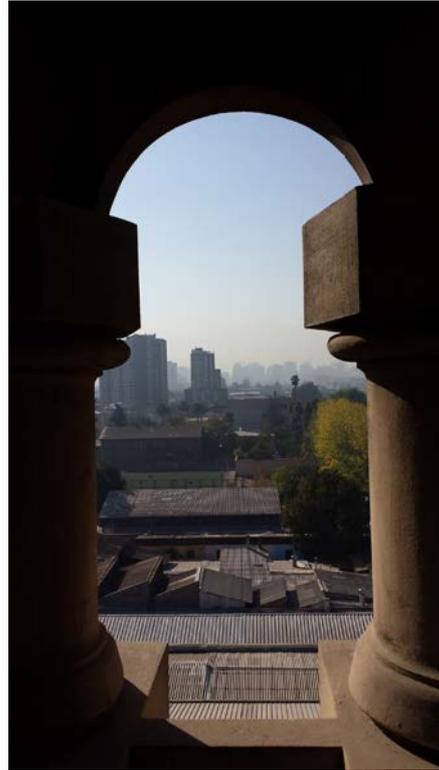


Foto 4 y 5. (Derecha) Fotografía de uno de los cupulines tomada desde la cubierta de la nave principal. (Izquierda) Fotografía tomada desde el interior de uno de los cupulines. 30 de abril de 2015.

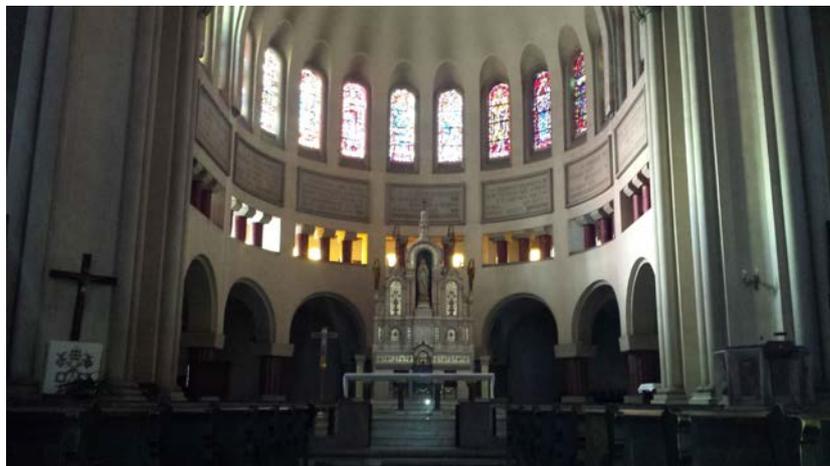


Foto 6. Fotografía del campanario tomada desde la cubierta de la nave principal. 30 de abril de 2015.

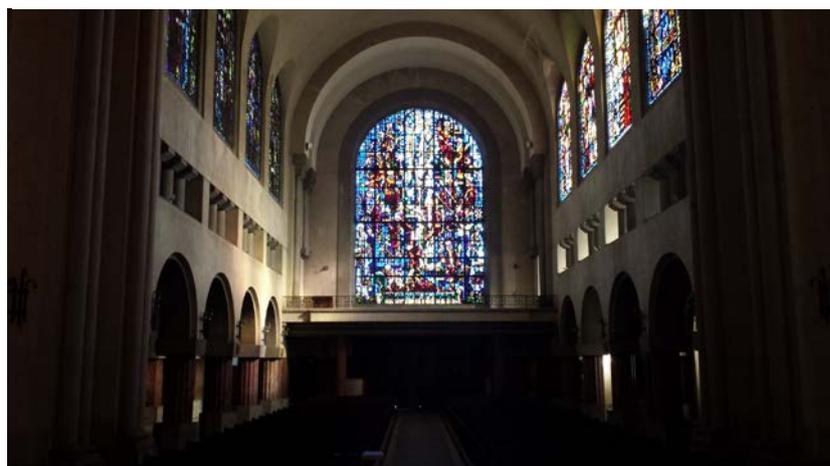
## 2. Fotografías interiores (planta general):



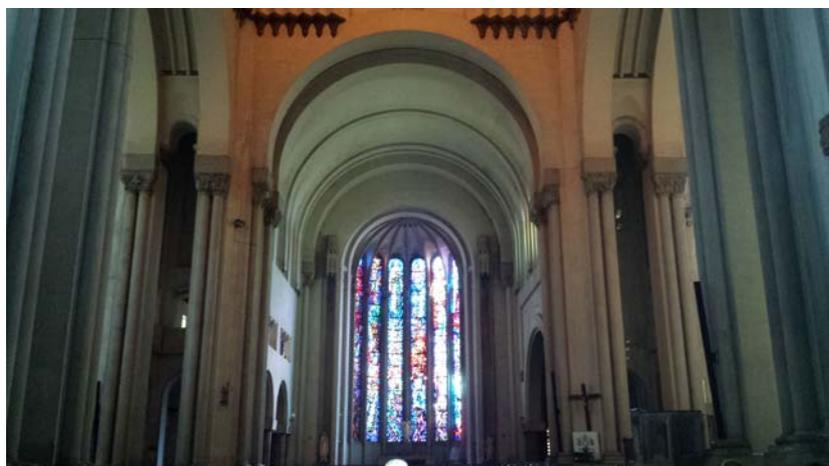
*Foto 7. Fotografía del ábside mayor (altar) tomada desde la puerta de la nave principal (dirección este). 11 de junio de 2015.*



*Foto 8. Fotografía del ábside mayor (altar) tomada desde el crucero. 11 de junio de 2015*



*Foto 9. Fotografía del ábside mayor (altar) tomada desde el crucero (dirección oeste). 11 de junio de 2015.*



*Foto 10. Fotografía del ábside menor (altar) tomada desde el crucero (dirección norte). 11 de junio de 2015.*



*Foto 11. Fotografía del ábside menor (altar) tomada desde el crucero (dirección norte). 11 de junio de 2015.*

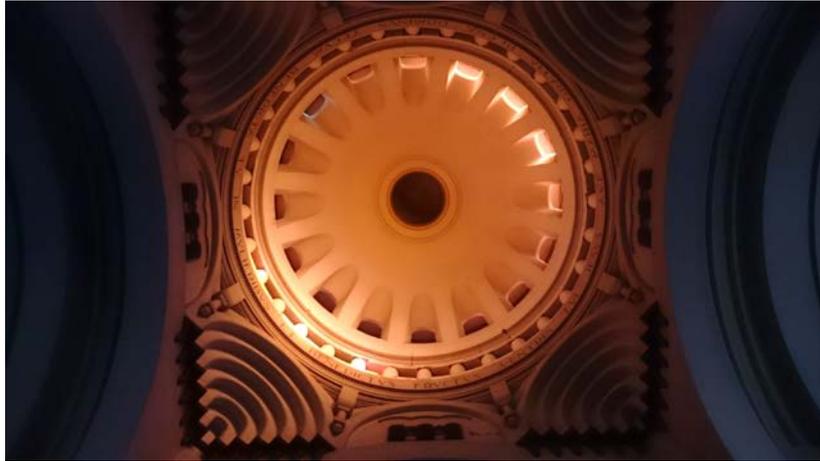


Foto 12. Fotografía de la cúpula tomada desde el crucero. 11 de junio de 2015.

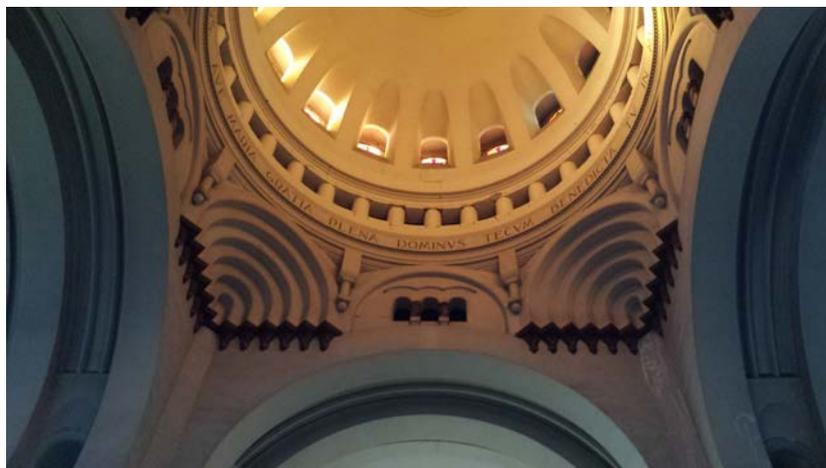


Foto 13. Fotografía de la cúpula y los arcos de las naves tomada desde el crucero. 11 de junio de 2015.

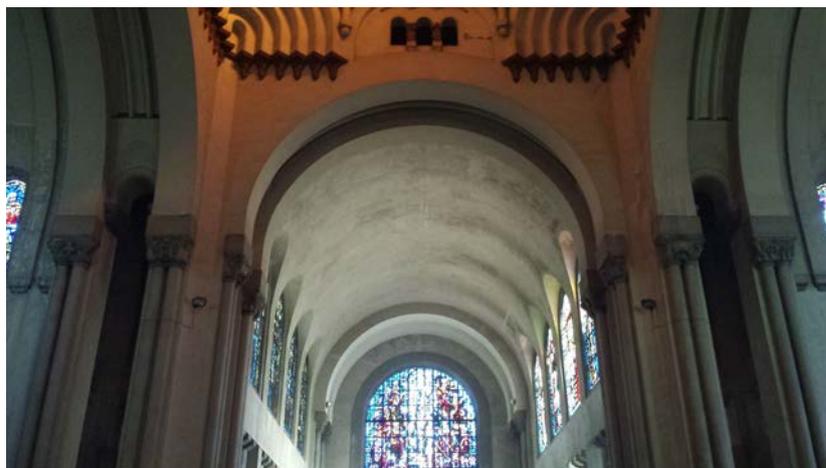


Foto 14. Fotografía del techo de la nave principal tomada desde el crucero (dirección oeste). 11 de junio de 2015.

### 3. Fotografías interiores (cúpula):

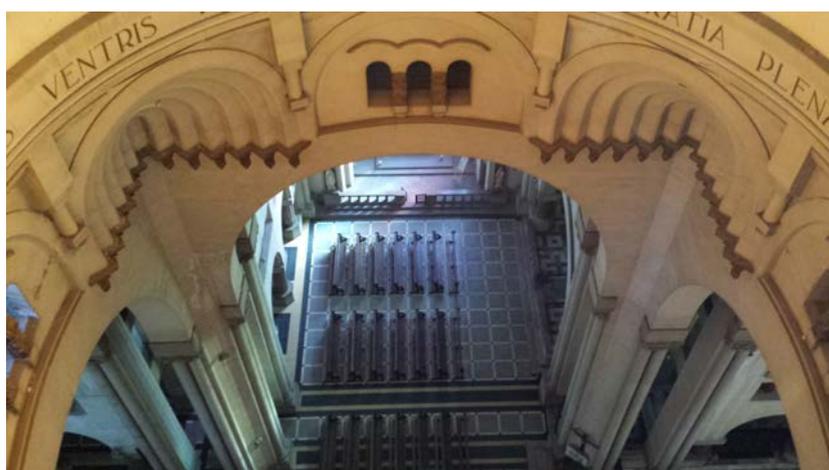
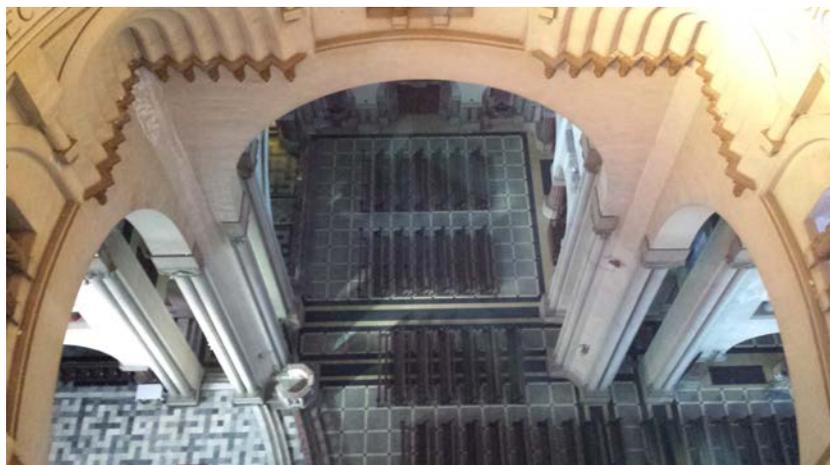


Foto 15, 16 y 17. Fotografías del lado norte de la cúpula, tomada desde la planta de las ventanas de la misma. 19 de mayo de 2015.



*Foto 18, 19 y 20. Fotografías del lado sur de la cúpula, tomada desde la planta de las ventanas de la misma. 19 de mayo de 2015.*



Foto 21, 22 y 23. Fotografías del lado este de la cúpula, tomada desde la planta de las ventanas de la misma. 19 de mayo de 2015.

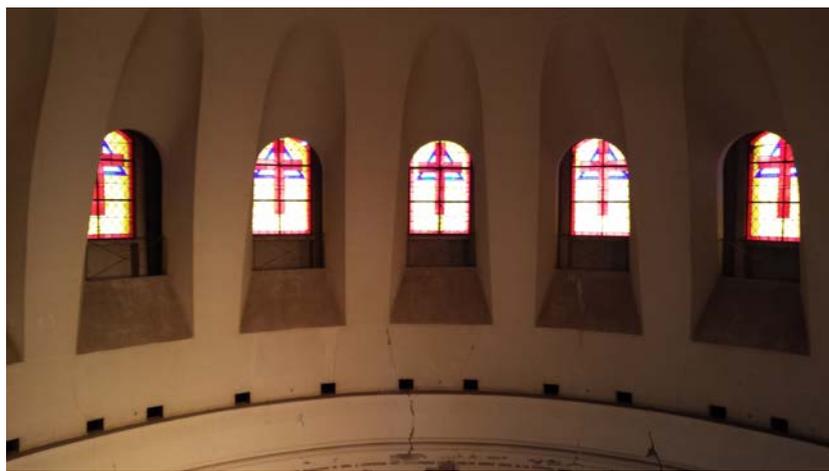


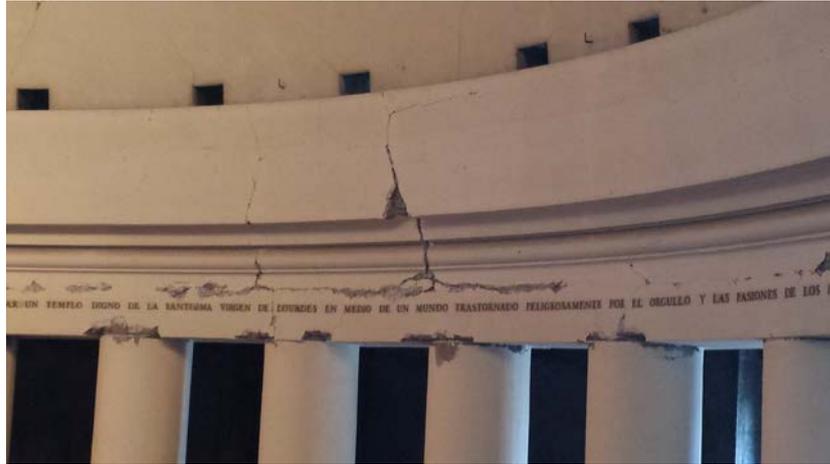
Foto 24, 25 y 26. Fotografías del lado oeste de la cúpula, tomada desde la planta de las ventanas de la misma. 19 de mayo de 2015.



Foto 26 y 27. (Izquierda) Fotografía detalle de las pechinas de la cúpula. (Derecha) Fotografía detalle de los desprendimientos y grietas de la cúpula. Ambas tomadas desde la planta de las columnas de la cúpula. 30 de abril de 2015.



Foto 28. Fotografía detalle de los desprendimientos y fisuras de las columnas y cúpula, tomada desde la planta de las columnas de la misma. 30 de abril de 2015.



*Foto 29. Fotografía detalle de los desprendimientos y fisuras de las columnas y cúpula, tomada desde la planta de las columnas de la misma. 30 de abril de 2015.*



*Foto 30. Fotografía de las columnas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 30 de abril de 2015.*



*Foto 31. Fotografía de las columnas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 30 de abril de 2015.*



*Foto 32. Fotografía detalle de una de las columnas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 30 de abril de 2015.*



*Foto 33. Fotografía detalle de grieta con desprendimiento una de las columnas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 30 de abril de 2015.*

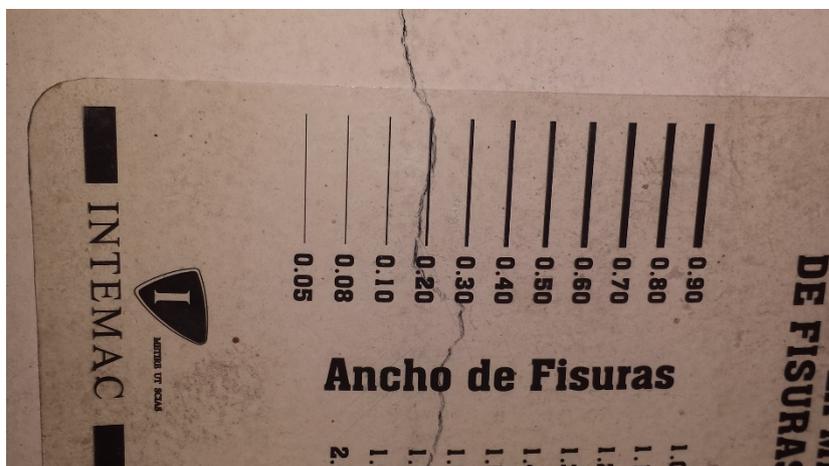


Foto 34. Fotografía detalle del ancho de fisuras en columnas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 19 de mayo de 2015.

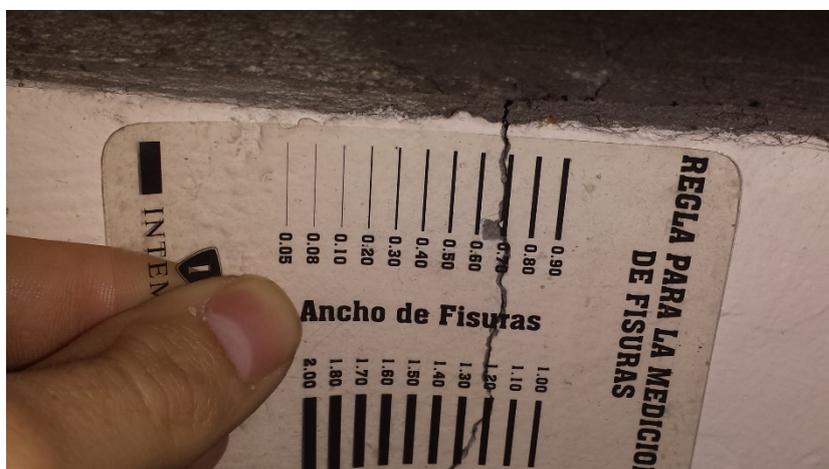


Foto 35. Fotografía detalle del ancho de grietas en muros entre columnas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 19 de mayo de 2015.



*Foto 36. Fotografía de las escaleras de acceso a la planta de ventanas de la cúpula, tomada desde el interior de la planta de columnas de la misma. 19 de mayo de 2015.*



*Foto 37. Fotografía del agujero de la cúpula interior, tomada desde el interior de la planta de ventanas de la misma. 30 de abril de 2015.*



*Foto 38 y 39. (Izquierda) Fotografía de la planta entre la cúpula interior y exterior. (Derecha) Fotografía detalle del interior de la superficie de la cúpula exterior. Tomadas desde el interior de la misma. 11 de junio de 2015.*



*Foto 40. Fotografía de las escaleras de acceso al agujero de la cúpula interior y a la linterna de la cúpula exterior, tomada desde el interior de la misma. 11 de junio de 2015.*

#### 4. Fotografías muro norte del transepto (ábside menor):

##### 4.1. Fotografías exteriores:



*Foto 41. Fotografía de las fisuras y desprendimientos del lado oeste del muro norte del transepto, tomada desde la cubierta de la nave principal. 30 de abril de 2015.*



*Foto 42 y 43. Fotografías de las fisuras y desprendimientos del lado oeste del muro norte del transepto, tomadas desde el exterior de la planta general (izquierda) y desde la altura de los depósitos de agua (derecha). 23 de julio de 2015.*



*Foto 44, 45 y 46. Fotografías del antepecho del muro norte del transepto, tomadas desde la cubierta de la nave del mismo. 11 de junio de 2015.*

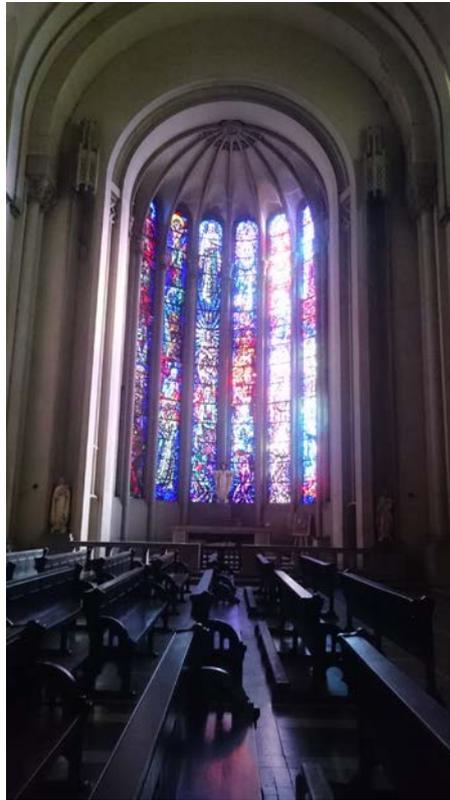


*Foto 44, 45 y 46. Fotografías detalle de las grietas y desprendimientos del antepecho del muro norte del transepto, tomadas desde la cubierta de la nave del mismo. 11 de junio de 2015.*

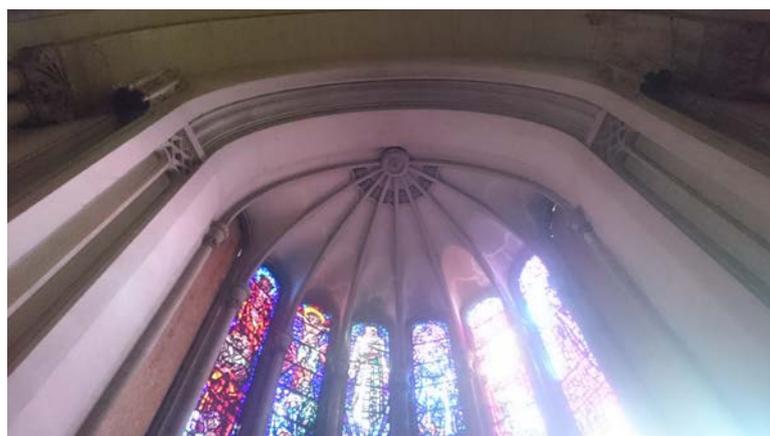


Foto 47, 48, 49 y 50. Fotografías del muro del muro norte del transepto, tomadas desde el exterior de la planta general. (Derecha-abajo) Fotografía de grieta con desprendimiento tomada desde altura de depósito de agua. 24 de julio de 2015.

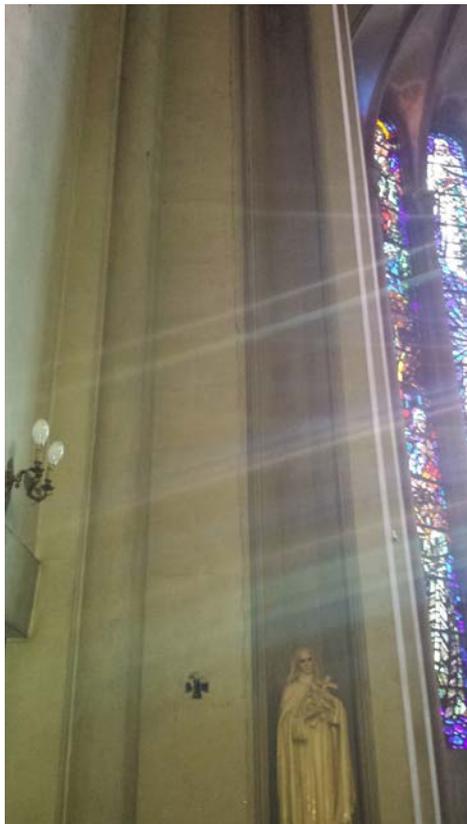
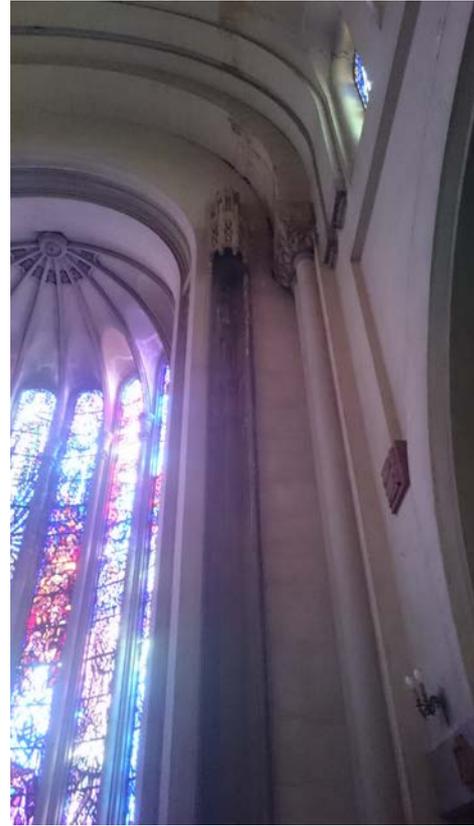
#### 4.2. Fotografías interiores:



*Foto 51. Fotografía del paramento del transepto norte, tomada desde el crucero de la planta general. 24 de julio de 2015.*



*Foto 52. Fotografía del arco y semicúpula del ábside menor, tomada desde la planta general. 24 de julio de 2015.*



*Foto 53, 54, 55 y 56. Fotografías detalle de las grietas y fisuras del muro norte del transepto. (Derecha-abajo) Fotografía de humedades bajo zona de depósito de agua. Tomadas desde el interior de la planta general. 24 de julio de 2015.*

## Anexo 2.

### Planimetría

## Anexo 3.

### Fichas técnicas de registro de daños

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Grieta con abertura decreciente en fachada oeste

**CÓDIGO:** ████████

### DESCRIPCIÓN:

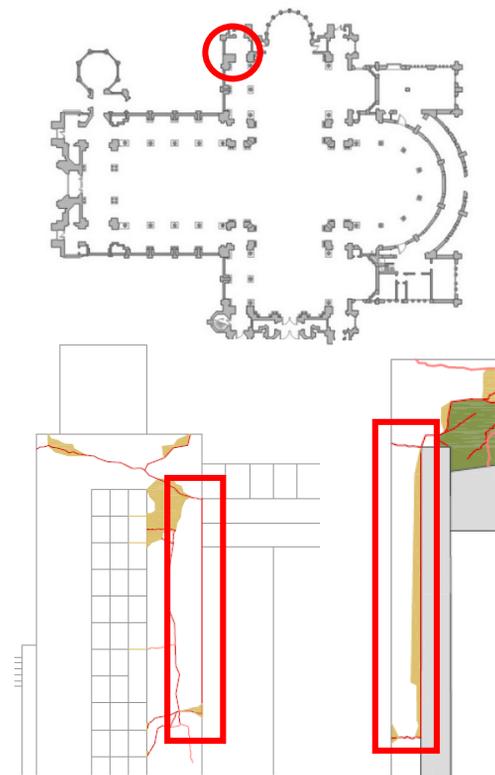
Grieta con abertura decreciente debido a tensiones tangenciales entre el muro y el pilar.

Se ubica en la unión entre la fachada oeste y la fachada norte del transepto.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Separación debido al momento, manifestándose en una grieta.
- Deslizamiento.
- Diferencia de flexibilidad ante sollicitación de sismo en la unión de hormigón con albañilería confinada.
- Asiento diferencial entre los distintos elementos debido a sismo.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Grietas diagonales en fachada oeste

**CÓDIGO:**           

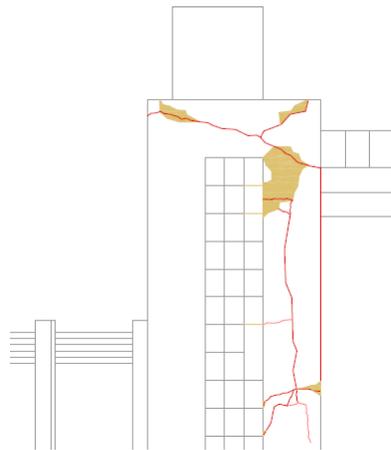
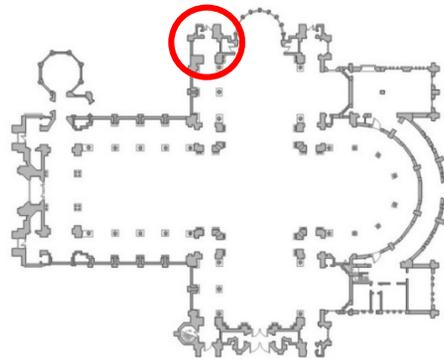
### DESCRIPCIÓN:

Grietas diagonales en ambos sentidos y desprendimientos en el borde de compresión en fachada oeste (unión con fachada norte) de albañilería confinada, por inversión de esfuerzos. Las grietas se extienden varias hiladas.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Fuerzas cortantes impuestas por los sismos que originan grietas por tensión diagonal.
- Diferencia de cargas en muro norte al producirse un sismo. Al existir un depósito de agua lleno en un extremo del muro y el otro vacío en el otro extremo (Ver Anexo 2 Planimetría, 4 Planos de detalle, D03. Detalle de interior de muro norte), el centro de gravedad se sitúa en la zona del depósito lleno, por lo que se originan tensiones diagonales en la parte oeste del muro norte, agrietándose.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

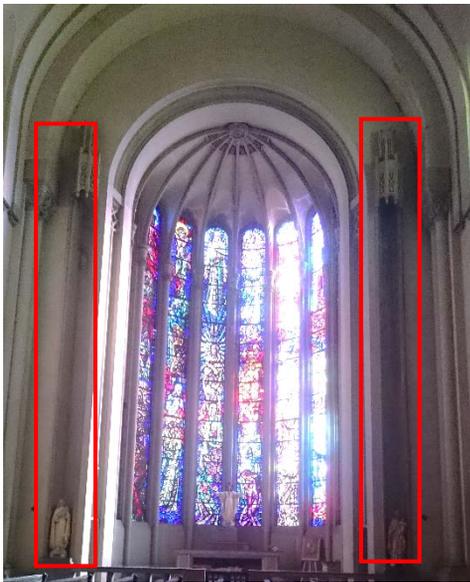
**NOMBRE:** Grietas verticales simétricas en ambos lados del paramento norte del transepto

**CÓDIGO:** ████████

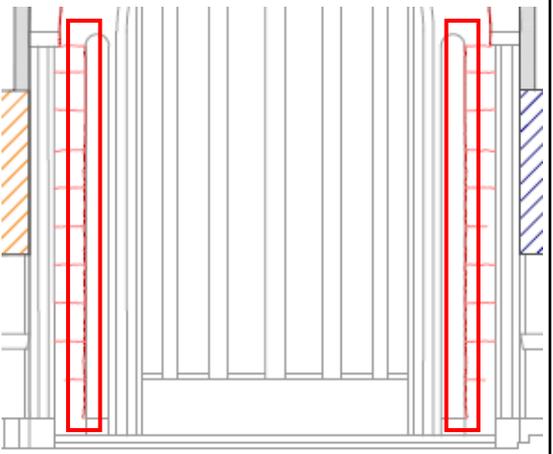
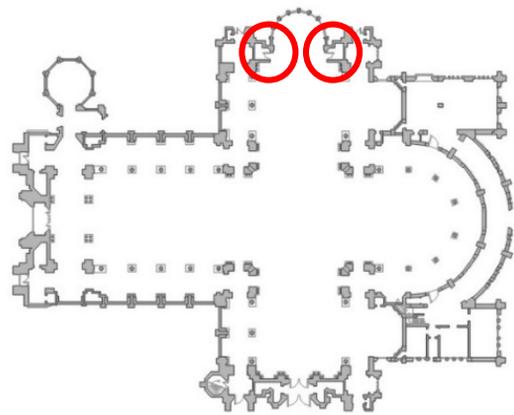
### DESCRIPCIÓN:

Grietas verticales simétricas en ambos lados que se extienden a lo largo del paramento norte hasta el comienzo del arco de medio punto, situadas en la unión con el ábside menor.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Empuje horizontal de los muros del ábside menor durante sismo.
- Sobrecarga de elementos soportantes durante sismo.
- Asiento diferencial entre los muros del ábside menor y el paramento norte, teniendo diferente comportamiento durante un sismo..

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

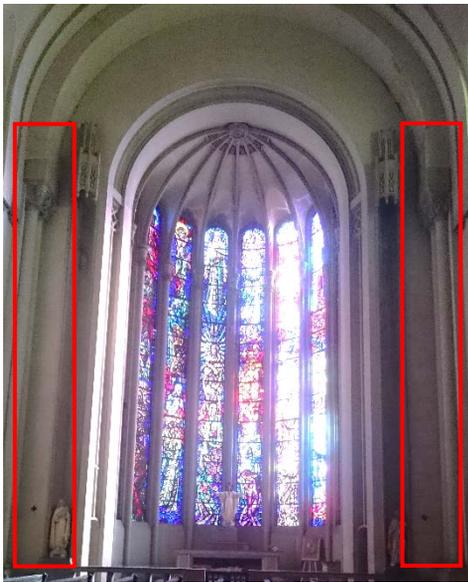
**NOMBRE:** Fisuras horizontales repetidas simétricamente en ambos lados del paramento norte del transepto

**CÓDIGO:**           

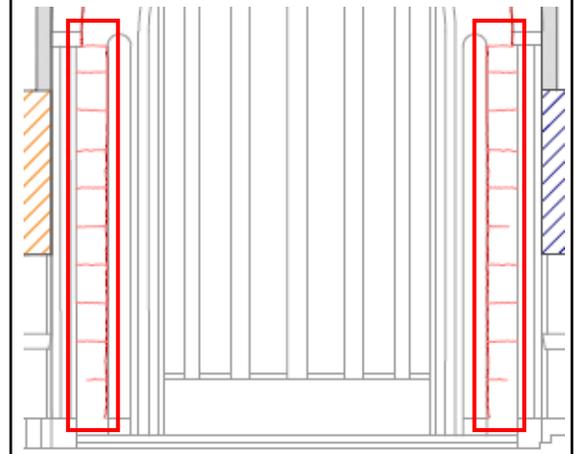
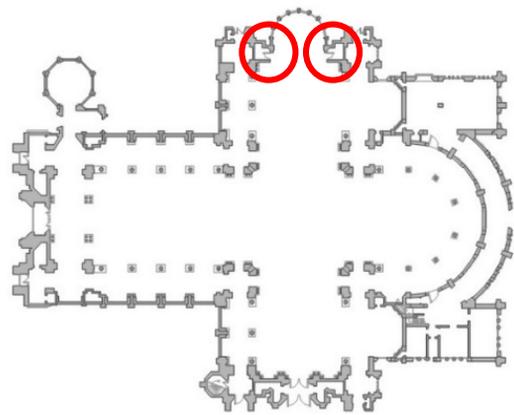
### DESCRIPCIÓN:

Fisuras horizontales que se repiten cada metro aproximadamente, simétricas en ambos lados, que se extienden a lo largo del paramento norte hasta el comienzo del arco de medio punto, situadas en la unión con el ábside menor.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Insuficiente armadura para resistir los esfuerzos de flexocompresión, donde el elemento esta sometido a importantes momentos flectores y a reducidos axiles.
- Empuje horizontal de los muros del ábside menor durante sismo.
- Sobrecarga de elementos soportantes durante sismo.

# FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Fisuras verticales en columnas de la cúpula interior

**CÓDIGO:**  

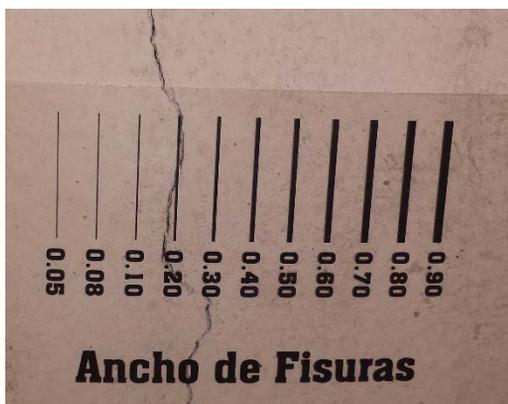
## DESCRIPCIÓN:

Fisura vertical (en ocasiones se manifiesta a 60°) de carácter rápido y muy grave.

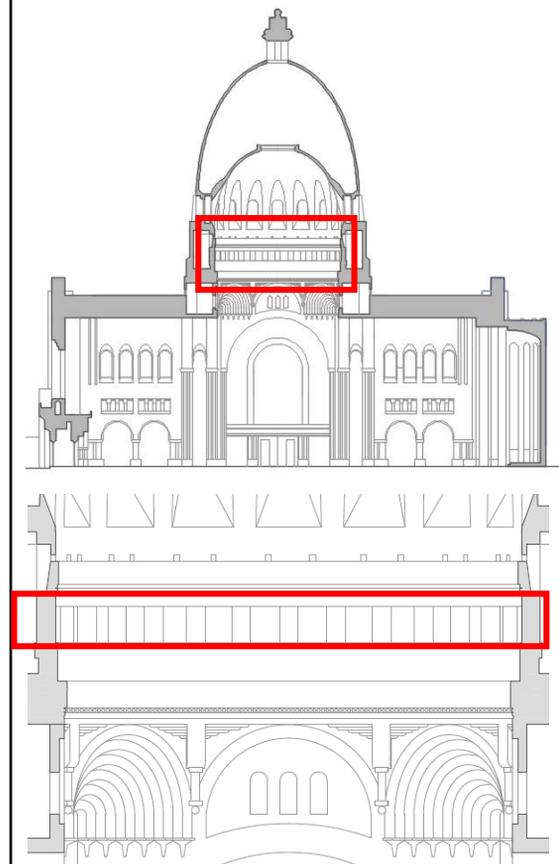
El pilar se fisura a compresión al no poder soportar la carga a la que está sometido.

Se ubican en las 32 columnas situadas en la cúpula, con espesores que oscilan entre 0,1 y 0,2 mm.

## FOTOGRAFÍAS:



## MAPEO O LOCALIZACIÓN:



## POSIBLES CAUSAS:

- Tensión diagonal durante sismo.
- Asentamiento diferencial durante sismo.
- Incorrecto diseño:
  - Sección insuficiente.
  - Armadura insuficiente.
  - Hormigón deficiente.
  - Exceso de carga.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Fisura horizontal situada en la cabeza de las columnas de la cúpula

**CÓDIGO:**           

### DESCRIPCION:

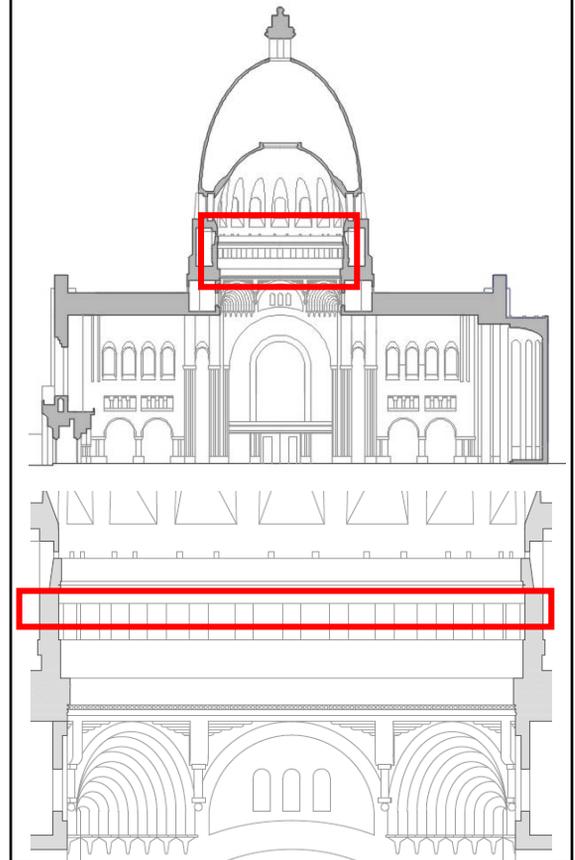
Fisura horizontal situada en la cabeza de las columnas de la cúpula producida por un momento flector superior al previsto, modificando los diagramas de esfuerzos.

Se observa desprendimientos en las zonas traccionadas.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Aumento del esfuerzo flector por un asiento.
- Empuje horizontal no previsto.
- Diseño inadecuado:
  - Armadura insuficiente.
  - Hormigón deficiente.
  - Solicitaciones mayores a las previstas.
- Tensión diagonal.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Grietas y fisuras en varias direcciones en hoja interior de la cúpula

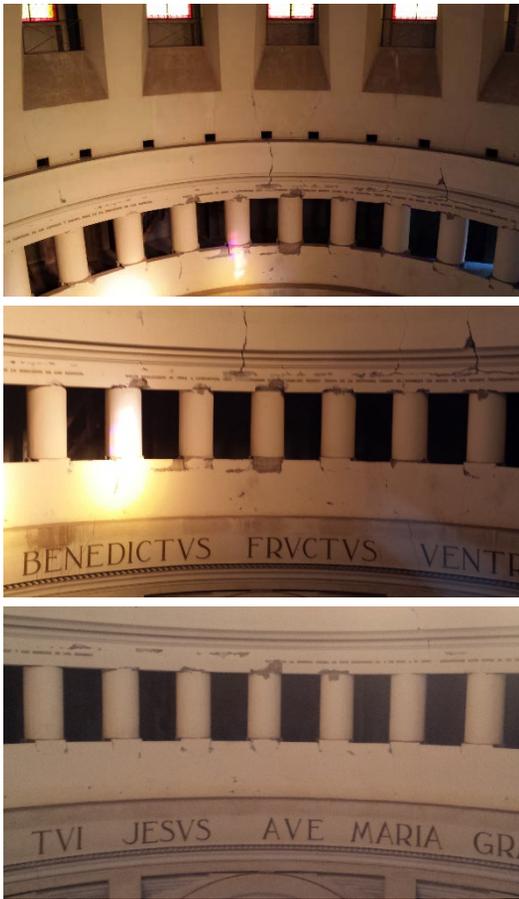
**CÓDIGO:**



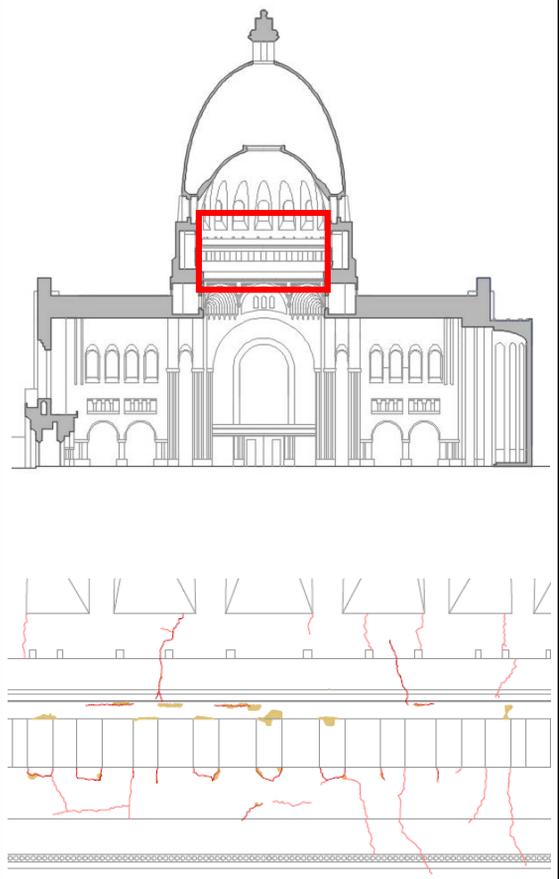
### DESCRIPCIÓN:

Grietas y fisuras a corte y a flexión de diferentes direcciones en la superficie de la cúpula interior, desde el final de las pechinas hasta los ventanales. Se observan desprendimientos en alguna de ellas.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Tensión diagonal durante sismo, donde las grietas y/o fisuras tienen diferentes direcciones, por el efecto de la inversión de esfuerzos.
- Asentamiento diferencial durante sismo, en forma de arco de descarga.
- Empuje insuficientemente contrarrestado, que produce agrietamientos en el plano de los meridianos por la dilatación de la base de la cúpula.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

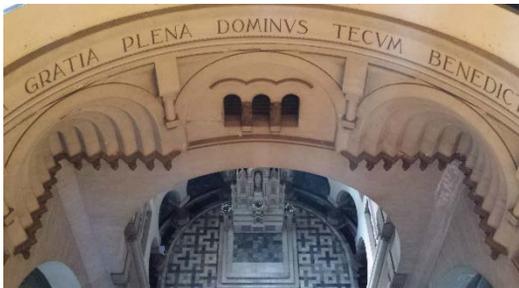
**NOMBRE:** Grietas y fisuras horizontales en zona de las pechinas

**CÓDIGO:** 

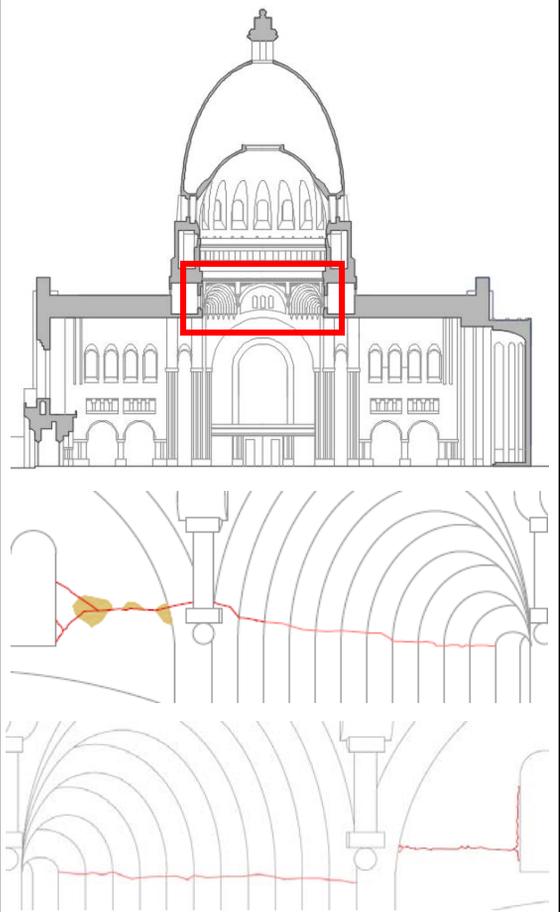
### DESCRIPCIÓN:

Grietas y fisuras horizontales situadas a un cuarto de la altura de las pechinas aproximadamente, debido a esfuerzos tensionales de la cúpula, que se van cerrando conforme se acercan al centro de las pechinas.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Esfuerzos cortantes horizontales originados durante sismo por los diferentes movimientos entre la cúpula y los pilares que la sustentan.
- Solicitaciones mayores a las previstas durante sismo.
- Exceso de carga para la sección y armado del que disponen las pechinas.
- Aumento del esfuerzo flector por un asiento durante sismo.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Desprendimiento parcial de revestimiento en fachada oeste del transepto

**CÓDIGO:**           

### DESCRIPCIÓN:

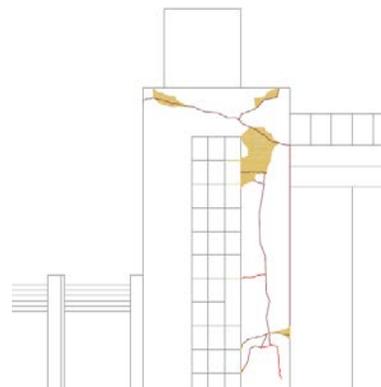
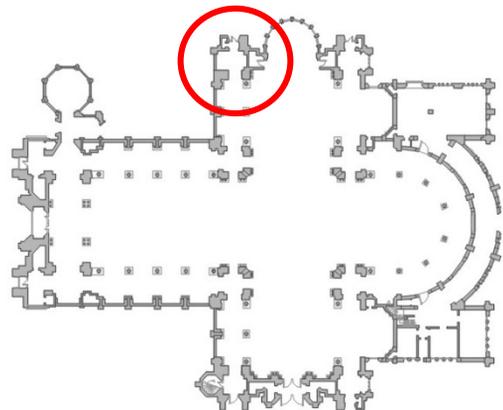
Desprendimiento parcial de revestimiento ubicada en fachada oeste del transepto, observándose la albañilería.

Existe la posibilidad de futuros desprendimientos con nuevos sismos.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Elemento desprendido sometido a esfuerzo cortante durante sismo.
- Debido a esfuerzos tensionales provocados por las fisuras y/o grietas en el elemento.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Desprendimiento parcial de revestimiento en fachada norte del transepto

**CÓDIGO:**           

### DESCRIPCIÓN:

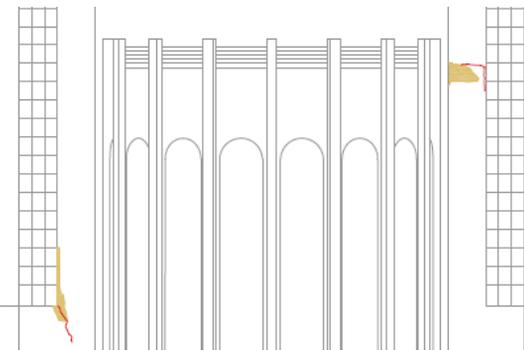
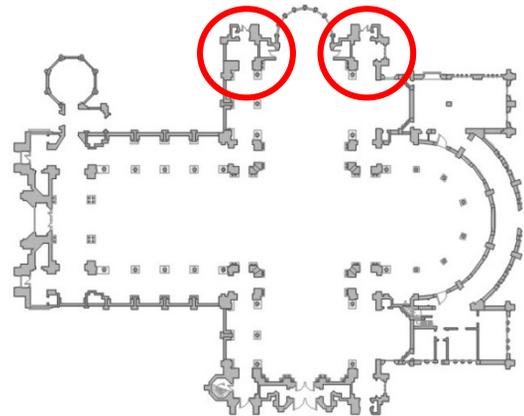
Desprendimiento parcial de revestimiento ubicada en fachada norte del transepto, observándose parte del hormigón estructural.

Existe la posibilidad de futuros desprendimientos con nuevos sismos.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Elementos desprendidos sometidos a esfuerzo cortante durante sismo.
- Debido a esfuerzos tensionales provocados por las fisuras y/o grietas en el elemento.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Desprendimiento parcial de revestimiento en superficie de cúpula interior

**CÓDIGO:**           

### DESCRIPCIÓN:

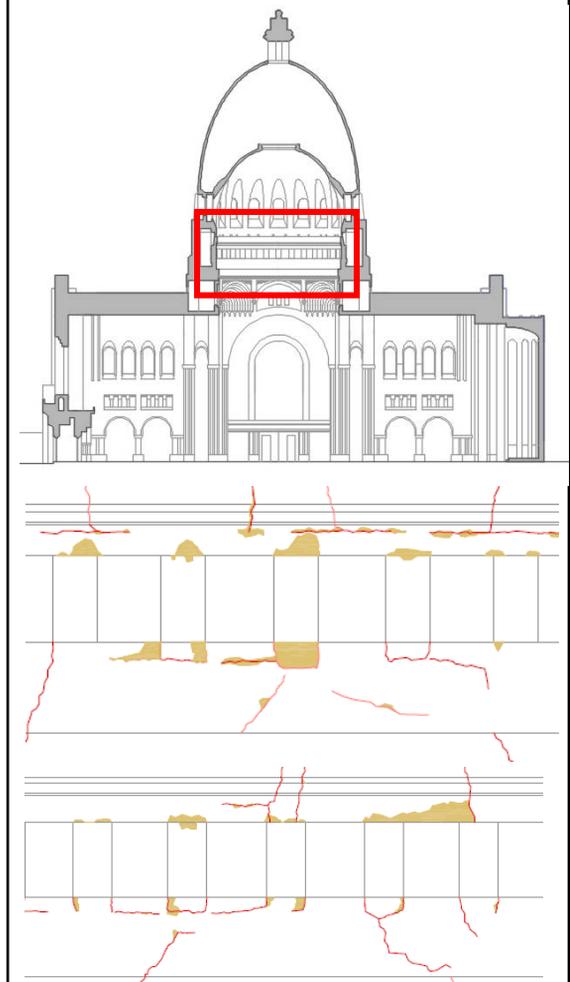
Desprendimiento de revestimiento de estuco en la parte inferior y superior de la viga de coronación de las columnas cúpula interior.

Existe la posibilidad de futuros desprendimientos con nuevos sismos.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Elementos desprendidos sometidos a esfuerzo cortante durante sismo.
- Debido a esfuerzos tensionales provocados por las fisuras y/o grietas en el elemento.
- Exceso de compresión por flexión y al pandeo del acero de refuerzo del lecho inferior de las vigas. En algunos casos puede existir el mismo tipo de daño en la parte superior e inferior de las vigas causado por inversión de momentos flectores

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Manchas de humedad acompañadas de eflorescencias en parte superior de vitrales de ábside menor

**CÓDIGO:** 

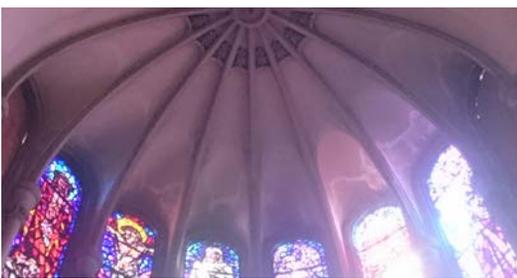
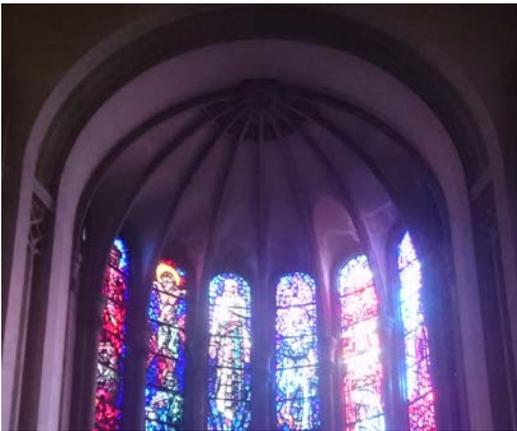
### DESCRIPCIÓN:

Manchas de humedad por filtración que forman parte de un proceso patológico acompañado por eflorescencias. Se dan entre materiales distintos como son paramento y carpintería.

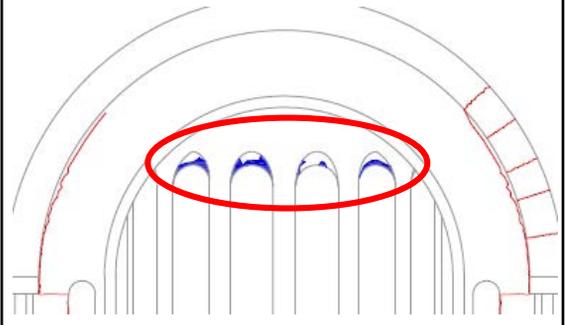
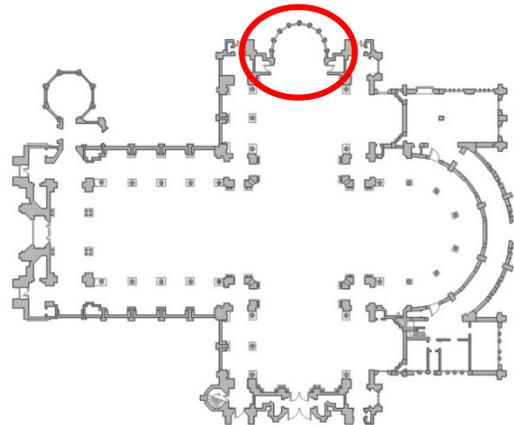
Se ubica en la parte superior del ábside menor, en la junta entre vitrales y paramento.

Las eflorescencias no provocan una inestabilidad de la estructura pero si la debilita progresivamente por la acumulación de sales.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Materiales inadecuados por ser demasiado porosos. El agua de lluvia que incide en los paramentos puede penetrar en su porosidad abierta dependiendo de la absorción de los poros capilares.
- Diseño inadecuado de evacuación de aguas de lluvia. Carecen de goterón para evitar la entrada de agua.
- Falta de sellado de juntas entre el paramento y los vitrales.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Manchas de humedad acompañadas de eflorescencias en paramento norte del transepto

**CÓDIGO:** 

### DESCRIPCIÓN:

Manchas de humedad por filtración que forman parte de un proceso patológico acompañado por eflorescencias.

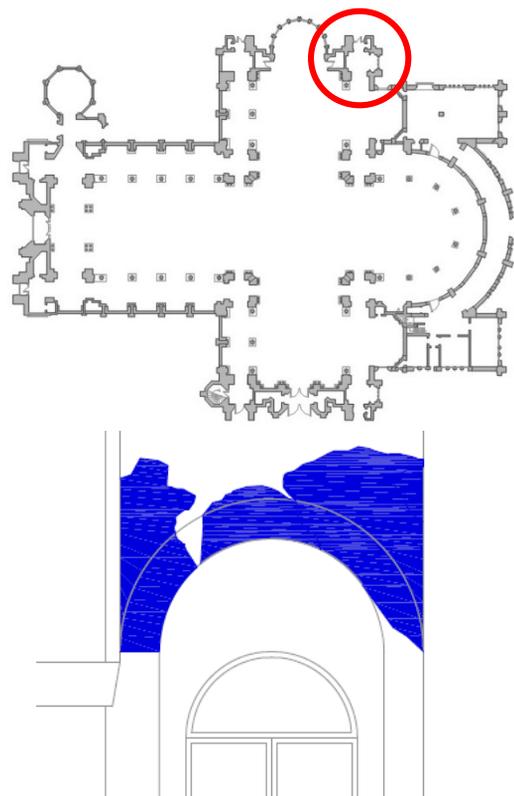
Pérdidas de agua como consecuencia de la rotura del depósito de agua situado en la parte superior de una de las salidas de la fachada norte.

Las eflorescencias no provocan una inestabilidad de la estructura pero si la debilita progresivamente por la acumulación de sales.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Pérdidas de agua del deposito ubicado encima de la patología debido a:
  - Materiales inadecuados por ser demasiado porosos.
  - Fisuración del deposito de agua provocado por esfuerzos de cortante o tracción de los sismos.
  - Falta de impermeabilización del deposito de agua.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Vitrales faltantes ábside menor

**CÓDIGO:** 

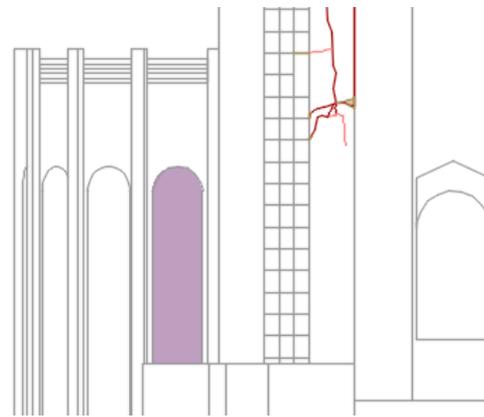
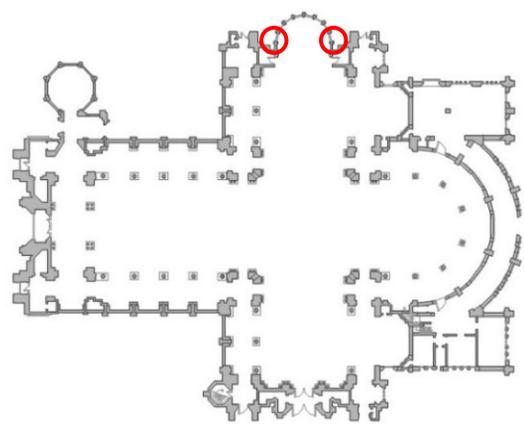
### DESCRIPCIÓN:

Vitrales faltantes en la mitad superior de los extremos del ábside menor en el transepto norte. Éstos se encuentran sustituidos por placas de madera.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

- Sismo del 27 de febrero 2010:
  - Discontinuidad de material, paso de hormigón armado a vidrio.
  - Solicitaciones sísmicas que producen pérdida de estabilidad y colapso de vitrales.

## FICHA TÉCNICA DE INSPECCIÓN DE LESIONES

**NOMBRE:** Intervención ineficiente en antepecho de fachada norte

**CÓDIGO:**           

### DESCRIPCIÓN:

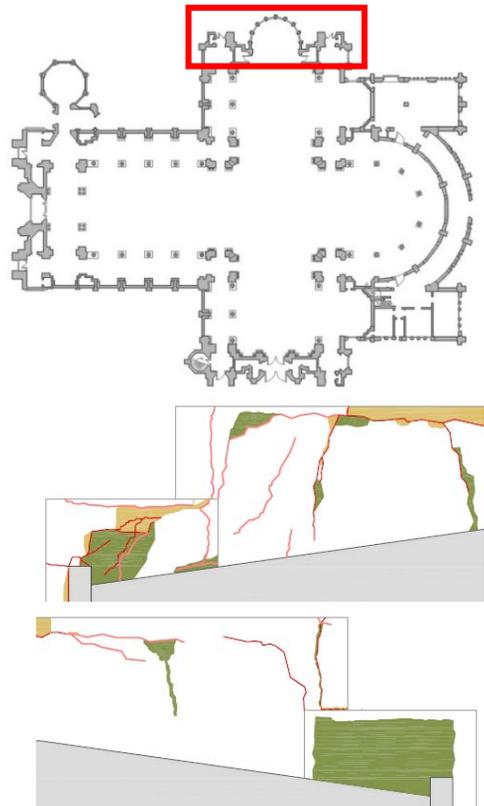
Intervención ineficiente en antepecho de fachada norte donde se aprecian partes de revestimiento de distinto color y desprendimientos en esas zonas.

Cabe la posibilidad de que se generen nuevos desprendimientos ante un sismo.

### FOTOGRAFÍAS:



### MAPEO O LOCALIZACIÓN:



### POSIBLES CAUSAS:

Intervención antrópica (acción humana) donde se realizó la reparación del revestimiento continuo del antepecho de la fachada norte posterior al último sismo.

Los desprendimientos de estas intervenciones pueden ser causados por:

- **Acciones higrotérmicas:**

Variaciones dimensionales del revestimiento a causa de los cambios de temperatura y humedad.

La diferencia de temperatura entre los acabados y el soporte.

- **Defectos de la reparación:**

Materiales inadecuados. Elección inadecuada de material del revestimiento por tener poca elasticidad.

Materiales defectuosos. Falta de preparación de la base antes de aplicar un revestimiento continuo. Superficie sucia, no humidificada...

- **Acciones exteriores:**

Elemento desprendido sometido a esfuerzo cortante durante sismo.

Debido a esfuerzos tensionales provocados por las fisuras y/o grietas en el elemento.