

ESTUDIO DE LA PATOLOGÍA DE LA IGLESIA NUESTRA SEÑORA DE LOS ÁNGELES DE MISLATA

Proyecto final de grado

**Departamento de Construcciones Arquitectónicas
Escuela Técnica superior de ingeniería de la edificación
Universidad Politécnica de Valencia**



**Autor:
Alberto Jarque Azuara**

**Tutores:
Juan Bautista Aznar Mollá
María Dolores Marcos Martínez**

ÍNDICE

INFORMACIÓN GENERAL

-Situación.....	3
-Evolución histórica.....	7
-Intervenciones en el templo.....	9
-Documentación de interés.....	16

DESCRIPCIÓN DEL TEMPLO

-Memoria descriptiva.....	24
-Levantamiento planimétrico.....	34
-Identificación de un sólido e indexación de su difractogra de RX.....	35
-Análisis constructivo.....	44

PATOLOGÍAS EXISTENTES

-Fichas de patologías.....	57
-Planimetría de humedades.....	58
-Muestras de elementos patológicos.....	65
-Estudio Georadar.....	68

CONCLUSIONES

-Conclusiones e intervención.....	74
-----------------------------------	----

INFORMACIÓN GENERAL

SITUACIÓN

La Iglesia Nuestra Señora de los Ángeles se encuentra en la plaza de la Constitución nº 10 de Mislata, se encuentra a unos 4.5 kilómetros de la catedral de Valencia y ubicada en el centro del casco antiguo del pueblo.

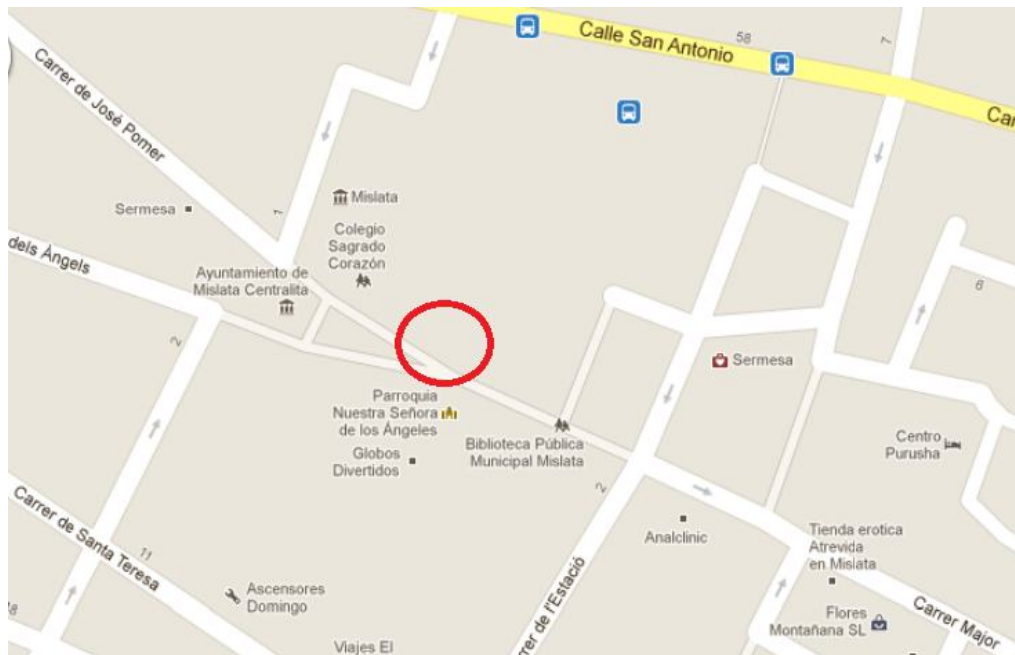


Plano ubicación Mislata

Se encuentra en una plaza peatonal embebida en otros edificios y enrasado con el resto de la manzana. Está a escasos metros del ayuntamiento y rodeada de edificios religiosos como la casa consistorial, su casa parroquial y el colegio Sagrado Corazón con su convento.



Fotografía Plaza de la Constitución, Mislata



Plano ubicación Iglesia Nuestra Señora de los Ángeles



Fotografía del entorno del templo

EVOLUCIÓN HISTORICA

Mislata, como todos los pueblos de la Comunidad Valenciana en la época medieval, estaba sometida al poder de los árabes. No se trataba de una gran ciudad, solo un poblado de unas 4 o 5 calles, pero aún así, en el mismo lugar donde hoy se alza el templo objeto de estudio en este proyecto se alzaba una pequeña mezquita. Tras la conquista de Jaime I de Valencia el 9 de octubre de 1238, Mislata volvió a ser cristiana. Prohibido el culto al islam, la mezquita fue reconvertida en ermita, esta ermita estaba dedicada a San Miguel. Pasados los años y tras muchos cambios sociales y aumentado el número de habitantes en Mislata, el 4 de abril de 1535 el reverendo Antoni Bonet constituye la parroquia de San Nicolás, siendo un lugar de culto el templo que anteriormente fue ermita.

No es hasta principios del siglo XVIII, en 1704 cuando se derriba la pequeña iglesia y se comienza la construcción del actual templo. No existen datos de quien fue el arquitecto, ya que en 1936 se quemó el archivo y se desconocen numerosos datos sobre la iglesia. Y no es hasta 1755 según el historiador Sanchís Sivera, cincuenta y un años después de su comienzo, cuando se terminan las obras del actual templo y se bendice.

A pesar de desconocer gran parte de la historia de la iglesia hasta 1936, se sabe que en 1905 se instala el reloj del campanario siendo el alcalde de Mislata, Agustín Cerveró. Este reloj es propiedad del ayuntamiento, siendo el mismo responsable de su mantenimiento. El original fue retirado en 2009 debido a su precario estado sustituyéndose por otro de similares características y tamaño.

Se conoce que la electrificación de la iglesia se produjo antes de 1933, ya que como se puede observar en el contador está fechada una inspección realizada ese año.

El 1936, en el preámbulo de la Guerra Civil española, el templo sufre numerosos desperfectos; el retablo barroco de madera que presidía el altar mayor fue quemado, varias campanas fueron arrojadas desde lo alto del campanario salvándose solamente dos, las más grandes. Además se quemó el archivo parroquial perdiéndose así toda la historia hasta entonces del templo siendo imposible recuperar resto alguno.

En la década de los años 70, concretamente en 1973, la parroquia recibe una visita muy especial, La Mare de Deu dels Desamparats. Visita que tuvo mucha repercusión en Mislata, muestra de ello las imágenes.



Vista interior del templo en 1973 con la visita de la Mare de Deu.

INTERVENCIONES EN EL TEMPLO

Pasada la Guerra Civil, en 1939 comienza la reconstrucción. Se comienza por la reconstrucción de los altares dotándolos de un estilo barroco, siendo la reforma mas significativa la instalación de un baldaquino en el altar mayor.

En 1969 se produce la electrificación del campanario, adaptándose a los nuevos tiempos y necesidades dotando de un mecanismo eléctrico a las campanas, ya que con los años, a pesar de seguir vivo, el oficio de campanero estaba en decadencia y no fue hasta las fiestas de 1969 cuando no se encontraron jóvenes para voltear a mano las campanas.

En 1978 comienzan las obras de restauración de la fachada principal. Hasta entonces toda la fachada principal hasta la parte superior del campanario estaba revestida con enfoscado de mortero. Fue entonces cuando debido a su deterioro, se decidió retirar todo el enlucido y colocar en todo el campanario ladrillo visto de Quart, además se instaló un zócalo de piedra de Llíria a lo largo de toda la fachada. Siendo esta la más significativa intervención en la fachada de la iglesia hasta la fecha.



Vista exterior de la iglesia antes de 1957.

Casi diez años más tarde, en 1987, se renovó la instalación eléctrica de la iglesia. Y no es hasta al año siguiente, cuando se procede a tapar las rozas del empotramiento de los cables adecentando el templo, ya que se habían dejado todas abiertas. También se pinta y se opta por utilizar los colores que habían desde antes de 1936 pero invirtiéndolos, ya que antes en toda la iglesia predominaba el azul claro con decorados en blanco y dorado (azul claro como el manto de la Purísima). Pero al decorador le pareció muy atrevido pintar toda la iglesia de azul tras cuarenta años blanca. También se pintó los pinjantes de madera que sustentan las lámparas manteniendo el rojo y el dorado.

En 1992 se decide quitar el baldaquino del altar principal y sustituirlo por una réplica del retablo barroco original que fue quemado en 1936. Para ello se encargó la obra al arquitecto Vicente Querol, feligrés de la parroquia. Se procede a retirar el baldaquino con un camión grúa.



Momento de la retirada del baldaquino.

Para la elaboración del nuevo retablo, se utilizan piezas de yeso prefabricadas, imitando al antiguo retablo. Que posteriormente fueron pintadas. Se aprovechan piezas del antiguo baldaquino como son las piezas de mármol para la parte inferior del retablo.



Nuevo retablo en proceso de construcción



Nuevo retablo ya terminado.

Años después, en 1998 se procede a cambiar el suelo, se coloca un suelo de mármol en tonos rojo y blanco colocado siguiendo la dirección de los bancos y en cuadrícula en el altar. Se retira el suelo anterior de baldosas hidráulicas y se monta una losa armada sobre la que se coloca el nuevo pavimento.

Se aprovecha también la ocasión para cambiar los bancos de toda la iglesia y se encargan unos bancos nuevos a medida de madera de pino de Valsáin.



Momento en que se procedía a la retirada del piso antiguo.



Pavimento en la actualidad.

Durante el 2004 y el 2005 se ejecutan hasta ahora las últimas obras de intervención dentro de la iglesia. En estas obras se restauró toda la parte del coro y la fachada de la iglesia, desde las escaleras de acceso hasta el acceso al campanario, rehabilitando uno de los huecos entre contrafuertes.

También hay constancia de que en esta fecha se reparó toda la red de saneamiento de la casa consistorial, para intentar eliminar los problemas de humedad que tenía tanto la casa consistorial como la iglesia. La antigua red de saneamiento de pozos y canaleta de ladrillo tenía graves problemas de fugas, y se optó por cambiarla por materiales mas modernos y pasó a colocarse en el falso techo para así intentar eliminar los problemas de humedad que acusaban la casa Abadía. Ya que la antigua canalización era mediante un albañal de ladrillo que se encontraba en muy mal estado.

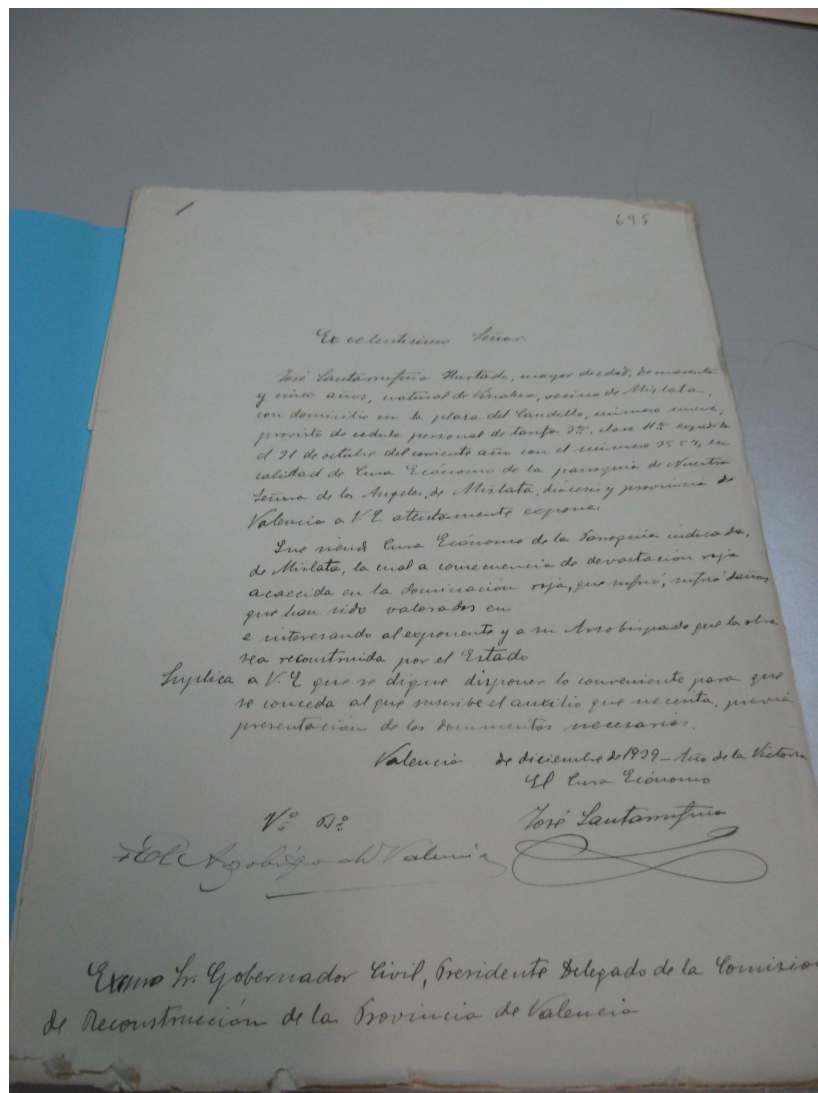
Más tarde, en el 2010 y 2011, la iglesia a estado en manos de un equipo de mantenimiento que se ha encargado de reparar la cubierta, cambiando en parte las tejas del tejado o sellándolas, macizando todas las hiladas de tejas con un mortero compuesto principalmente por calcita, cuarzo y yeso.



Fotografía de las tejas del tejado de la nave principal.

DOCUMENTACIÓN DE INTERÉS

Cartas enviadas al gobernador civil, delegado de la comisión de reconstrucción de la provincia de Valencia por D. José Santamaría, el ecónomo de la Parroquia nuestra Señora de los Ángeles de Mislata para solicitar ayuda y presupuesto de reconstrucción del templo parroquial y la casa abadía con fecha de diciembre de 1939 ⁽¹⁾.



Carta enviada al gobernador civil.

Mislata 696

Accidentalmente tiene

Don Lantamfina Hurtado, mayor de edad, de nacimiento y con su domicilio natural de Mislata, vecino de Mislata, en su domicilio en la plaza del Canchillo, número cuatro, personal de tarifa 3.ª, clase 1.ª, en virtud de un contrato en curso con el número 2557, en calidad de una Economía de Mislata a V. E. atentamente expresa:

Que hacia el día de la promesa de eludencia tenia de los Angeles de Mislata, a consecuencia de la devastación sufrida en la fundación suya los edificios que sus muros valen en un momento y a su Asobirgado por la obra sea reconstruida por el Estado

Suplica a V. E. que se digno disponer lo conveniente para que se conceda al que suenbe el auxilio que necesita, presentandole de los documentos necesarios.

Valencia de diciembre de 1909
 Sr. de la Victoria
 El Cuna Economo
 Don Lantamfina

+ C. C. Aguilera del Valencia

Como Sr. Gobernador Civil, Presidente delegado de la Comisión constructora de la Provincia de Valencia

Carta enviada al gobernador civil.

(1). Peticiones de ayuda tras la Guerra Civil. Archivo Diocesano de Valencia

Respuesta a ambas cartas, una del Arzobispado de Valencia en la que se reseña una cifra total estimada de daños causados de 10.000 pesetas. La otra un presupuesto de 10.016'51 pesetas por parte del constructor datada el 10 de febrero de 1949 en Mislata , Valencia⁽²⁾ .

ARZOBISPADO DE VALENCIA Reconstrucción de Templos Parroquiales

	Pesetas	Cts.
Cifra total de la estimación de todos los daños causados...	50.000	
Cifra del presupuesto de reconstrucción especificado y firmado por el Arquitecto o Maestro de Obras	10700	
Cifra del valor de las reparaciones ya hechas	5070	
Sumas que se adeudan por estas reparaciones	2000	
Cantidad necesaria para las reparaciones indispensables ..	5000	
Medios con que se cuenta para esas reparaciones		
Colectas mensuales		
Colectas anuales		

(Folación) *Mislata 14* de abril de 1941.

Firma del Párroco o del Encargado
[Firma manuscrita]

Sello de la Parroquia.

Estimación aproximada de los daños por el Arzobispado de Valencia

SAN VICENTE MIR BERNIAL
CONTRATISTA ALBAÑIL

PLAZA MORERÍA, 4. BAJO - MISLATA (VALENCIA)
EN VALENCIA:
CALLE DE SAN VICENTE, 60

PRESUPUESTO

DETALLADO DE LOS TRABAJOS QUE SE TIENEN QUE REALIZAR PARA LA RECONSTRUCCION SOLIDEZ Y ARRANQUE DE PAREDES DE FABRICA DE LADRILLO EN LA IGLESIA PARROQUIAL DE NUESTRA SEÑORA DE LOS ANGELES DE MISLATA

DETALLE

POR CONSTRUCCION DEL CARCEL

192	Horas de	Oficial	.....a	2'13	.....	418'96
350	Horas de	Peón	.....a	1'68	.....	577'50
2.500	Atobones	Som.	.....a	10	.....	250
40	Cahices de	Yeso	.....a	3	.....	120
3	Sacos de	Portland	.....a	7	.....	21
2	Carros de	Grava	.....a	11	.....	22
20	Metros ² de	Carpintería	.....a	100	.....	2.000

RECONSTRUCCION Y SOLIDEZ DE PAREDES EN GENERAL.

205	Horas de	Oficial	.....a	2'13	.....	564'45
525	Horas de	Peón	.....a	1'68	.....	866'25
40	Sacos de	Portland	.....a	7	.....	280
15	Carros de	Arena	.....a	12	.....	180
8.200	Atobones del	5.	.....a	10	.....	820
180	Cahices de	Yeso	.....a	3	.....	540
1.300	Atobones del	2.	.....a	9	.....	117
35	Carros de	Escombros	.....a	4	.....	140

REPARACION DE LA TORRE DEL CAMPANARIO Y LOCAL PARA LAS CAMPANAS.

80	Horas de	Oficial	.....a	2'13	.....	170'40
160	Horas de	Peón	.....a	1'68	.....	268'80
35	Cahices de	Yeso	.....a	3	.....	105
1.000	Atobones del	5.	.....a	10	.....	1000
7	Sacos de	Portland	.....a	7	.....	49
2	Carros de	Arena	.....a	12	.....	24
10	Cargas de	Mortero	.....a	6	.....	60
6	Portes de	Escombros	.....a	4	.....	24

COLOCACION DE VENTANALES .

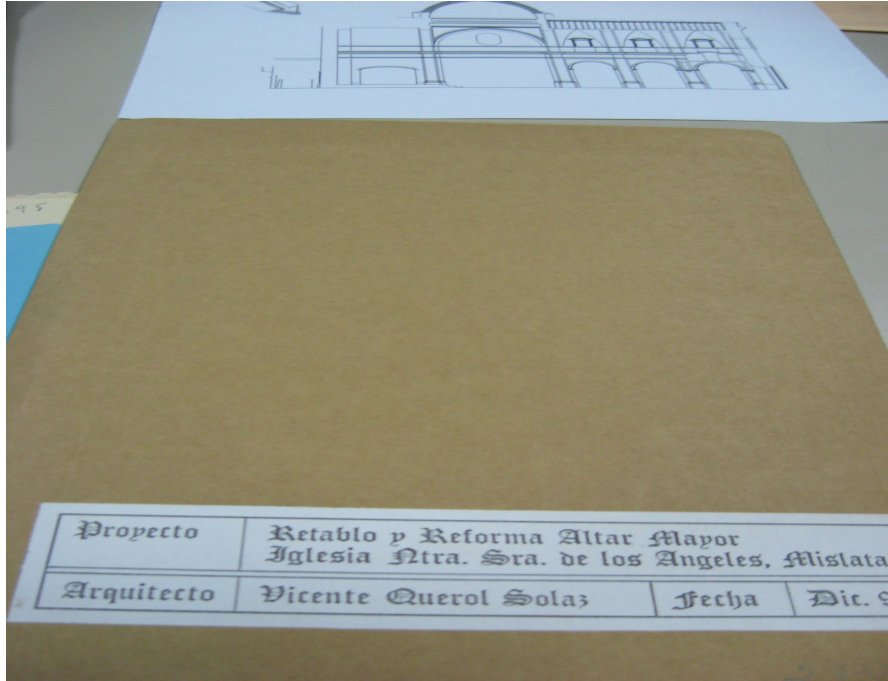
3	Ventanales con vidrieras
---	--------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Suma y Sigus.....

Presupuesto de las obras realizadas por la constructora

(2). Peticiones de ayuda tras la Guerra Civil. Archivo Diocesano de Valencia.

Proyecto de retablo y reforma del altar mayor datado en diciembre de 1991 por el arquitecto Vicente Querol Solaz y presupuestado en 4.521.650 pesetas ⁽³⁾.

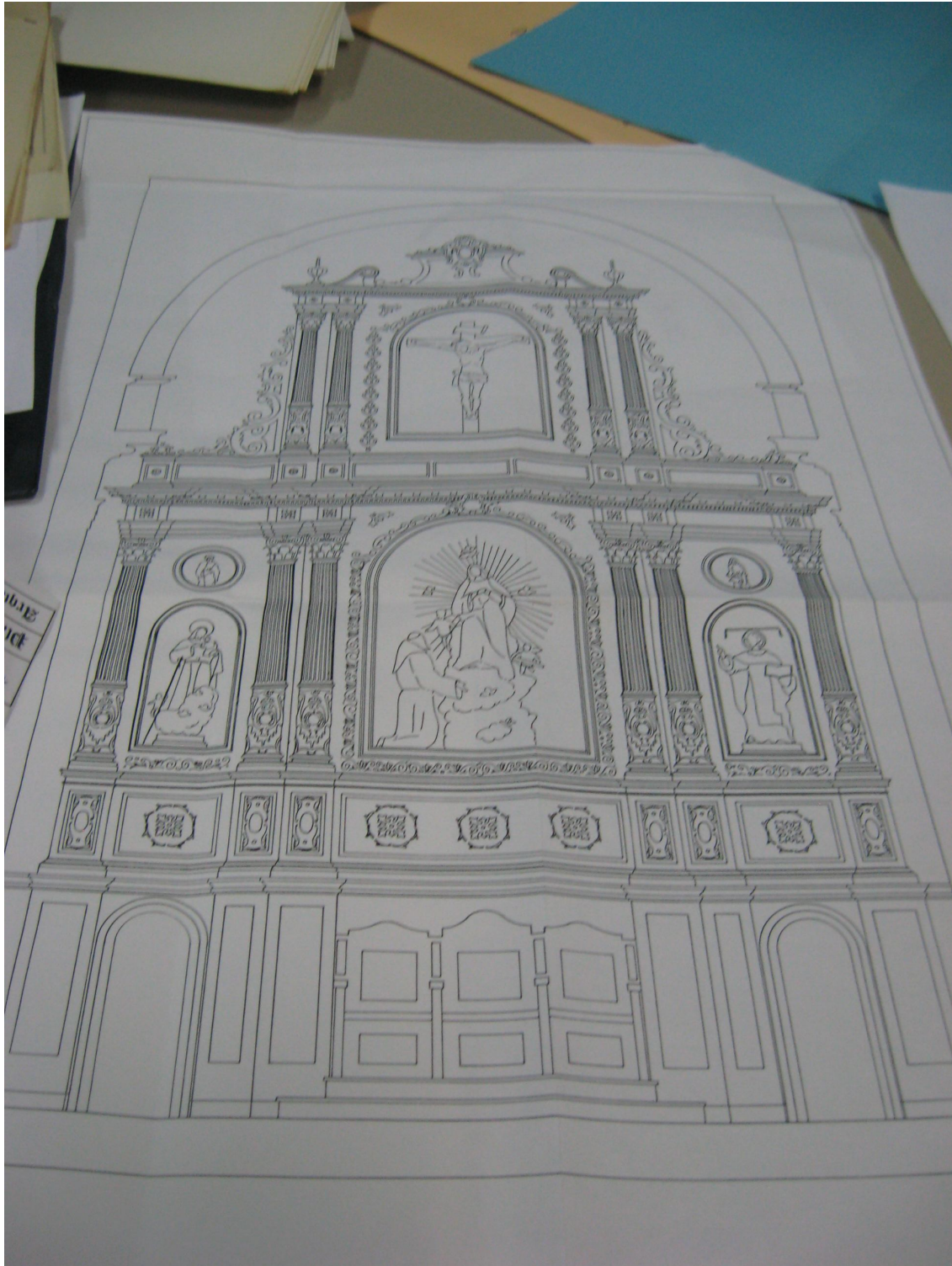


PRESUPUESTO

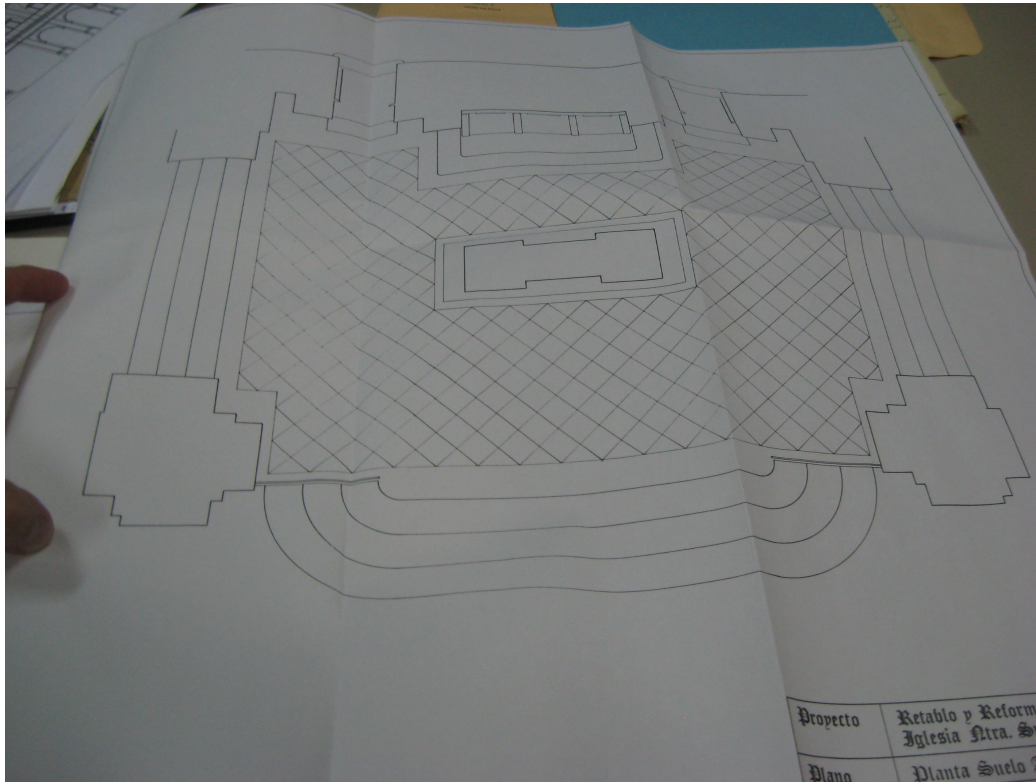
1.- Retablo en escayola	2.000.000 pts.
2.- Partida Alzada que comprende	580.000 pts.
Quitar Mesa	
Quitar Baldaquino	
Desmontar Suelo Altar	
Montar Andamios	
Montar huecos	
Cornisa	
Retirada escombros	
3.- cimentación	
5 m ³ a 9.600 pts.	48.000 pts.
4.- Fábrica de ladrillo	
10,56 m ³ a 28.500 pts.	300.960 pts.
5.- Bóvedas de ladrillo	
10 m ² a 5.000 pts.	50.000 pts.
6.- Piso hornacinas	
2,88 m ² a 3.000 pts.	8.640 pts.
7.- Enlucidos	
9,51 m ² a 2.500 pts.	23.775 pts.
30,51 m ² a 1.000 "	30.510 "
	54.285 pts...
8.- Formación peldaños	
30,70 ml a 1.200 pts.	36.840 pts.
9.- Solera hormigón asiento piso altar	
45 m ² a 1.400 pts.	63.000 pts.
0.- Mármol	
Escalones 25,89 m ² a 13.800 p..	357.282 pts.
Aplacado 38,35 m ² a 12.500 p..	479.375 "
Piso 40,92 m ² a 7.900 p..	323.268 "
Cornisa 11,25 ml a 16.000 p..	180.000 "
	1.339.925 pts...
- Puertas de madera con arco	
2 de 0,70 x 2,00 m a 20.000 pts.	40.000 pts.
	TOTAL 4.521.650 pts.

PRESUPUESTO TOTAL ASCIENDE A LA CANTIDAD DE PESETAS:
 CINCO MILLONES QUINIENTAS VEINTIUNA MIL SEISCIENTAS CINCUENTA.-
 Diciembre de 1.991.

Presupuesto y proyecto de retablo y reforma del altar mayor.



Alzado retablo.



Sección altar mayor.

DESCRIPCIÓN DEL TEMPLO

MEMORIA DESCRIPTIVA

La iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles está integrada en el centro del pueblo de Mislata, en la plaza de la Constitución, junto al ayuntamiento. Se trata de un plaza peatonal integrada dentro del casco antiguo de la localidad.

Su fachada arranca con un zócalo pétreo de una reforma anterior. Consta de 3 partes, a la izquierda tenemos le campanario sin recrecido, con 4 campanas y reloj, en el centro tenemos el frontón de la nave principal con cornisa, óculo y puerta de madera con dintel recto. A la izquierda, con menor altura encontramos el cierre de la nave bajo los contrafuertes, con el mismo tipo de cornisa y 2 pequeñas ventanas.



Fachada iglesia nuestra señora de los Ángeles



Fotografías en detalle del campanario y la fachada correspondiente a la nave lateral.

Enfrentado a la puerta tenemos el altar mayor, con un retablo barroco, réplica del original de 1992, sobreelevado 60 cm. por 3 escalones y bajo una bóveda de cañón que arranca en el arco portante de la cúpula.

El altar tiene acceso por los tres lados abiertos que tiene por los mismos tres escalones, pudiendo acceder desde la capilla de la comunión a la izquierda y por el acceso a la sacristía a la derecha .



Fotografía detalle del altar mayor

A la izquierda del altar mayor tenemos la capilla de la comunión, se trata de una pequeña capilla con una bóveda de cañón irregular y interrumpida por los arcos formeros ya que en planta no es un rectángulo, sino que cambia de espacio en dos partes creando sensación de recogimiento.

En el altar encontramos una pequeña pila bautismal y un modesto retablo. Dos tragaluces que recaen al patio de luces creado por la iglesia y el convento adyacente, iluminan de forma muy tenue toda la capilla. Es de importancia citar estos elementos porque en una posible intervención se utilizarían como ventilación activa del templo.



Fotografía detalla capilla bautismal

Al otro lado del altar, encontramos un acceso a la sacristía y a la “sala de juntas parroquial” de nueva construcción.

Se trata de una bóveda de cañón perfecta, arrancada desde un arco bajo el contrafuerte alineado con la cúpula, y interrumpido solo por el acceso lateral a la sacristía.



Fotografía detalle acceso a la sacristía

La cúpula de la iglesia descarga su peso en cuatro arcos de medio punto que recaen en cuatro columnas, formando el crucero de la iglesia, sus pechinas están decoradas mediante un florado barroco sobre un fondo azul celeste y querubines, reconstruido acorde a como estaba decorada en su inicio la cúpula. Esta cúpula esta construida de ladrillo y techada con tejas vidriadas en azul en los nervios.



Fotografía detalle cúpula



Fotografía detalle techado de la cubierta

Las pechinas y los arcos descargan el peso de la cúpula a las columnas centrales, los cuales son dobles, teniendo sección mayor que el resto, y manteniendo la forma del arco resaltando así su volumen frente a los otros pilares.

Estos mismos arcos dan forma a la bóveda central y las bóvedas de crucero a ambos lados, transversalmente a la bóveda central como era costumbre en la época.



Fotografía detalle arranque de los arcos formeros de la bóveda central

En esta fotografía podemos observar la ornamentación de los capiteles de los pilares y las molduras que recorren toda la iglesia, llegando hasta el coro, donde se perturban debido a los accesos a él y al campanario.

A los lados de la bóveda central encontramos un pasillo a cada lado, formado por arcos de medio punto y pequeñas cúpulas nervadas bajo los contrafuertes sin ningún tipo de ornamentación mas que el resaltado del nervio o del arco mediante una franja de pan de oro.



Fotografía ornamentación de los capiteles y las molduras



Fotografía detalle de la ornamentación que recorre toda la iglesia.

Por último, enfrente al altar mayor, sobre la puerta de entrada y creando una doble altura en la primera y segunda crujía tenemos el coro que aparte de sus usos habituales, se utiliza como acceso al campanario por una puerta a la izquierda del mismo.

Está sustentado por dos arcos carpanel y dos arcos de medio punto entre columnas creando una cúpula nervada bajo el coro.



Fotografía detalle del coro

LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

IDENTIFICACIÓN DE UN SÓLIDO E INDEXACIÓN DE SU DIFRACTOGRAMA DE RX

Los rayos X son una radiación electromagnética cuya longitud de onda está en el intervalo de 10 a 0,1 nanómetros. Estas longitudes de onda tan cortas son del mismo orden de magnitud que las distancias entre átomos o iones en una molécula o un cristal. De esta forma, cuando los rayos X inciden sobre un material cuyos átomos están ordenados (cristal) pueden dar lugar a la aparición de efectos de difracción, es decir, fenómenos de interferencias positivas (aparece un haz de rayos-x de salida) o destructivas (no aparece ningún haz de salida). La obtención de interferencias positivas depende de la longitud de onda del haz de rayos-x incidente, de la orientación y la ordenación de los átomos o iones en el cristal. La relación entre estas tres magnitudes viene expresada por la llamada “ley de Bragg”:

Ley de Bragg

Esta ley fue derivada por los físicos británicos William H. Bragg y su hijo William L. Bragg en 1913. La ley de Bragg confirma la existencia de partículas reales en la escala atómica, proporcionando una técnica muy poderosa de exploración de la materia, la difracción de rayos X.

Se hace incidir un haz (de electrones, neutrones, rayos X) sobre un cristal que posee una familia de planos atómicos paralelos definidos por sus índices de Miller (h, k, l) y separados una distancia **d**. Cada plano refleja una porción de la radiación. El haz incidente forma un ángulo **θ** sobre la familia de planos y únicamente se obtienen haces difractados cuando las reflexiones en los sucesivos planos atómicos paralelos interfieran aditivamente. Esto sucede cuando la diferencia de trayectoria entre los rayos reflejados por dos planos adyacentes es igual a un múltiplo entero de la longitud de onda (λ) de la radiación utilizada, es decir:

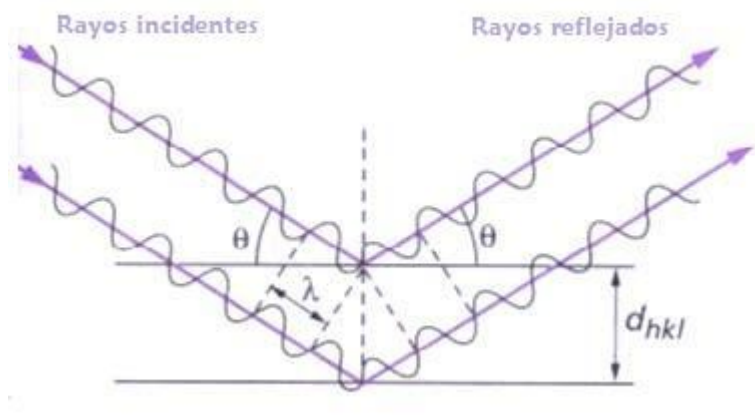
$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

n = número entero

λ = longitud de onda del rayo

d = distancia interplanar del cristal

θ = ángulo que forma el rayo con los planos del cristal



Reflexión de rayos X por dos planos de un cristal.

Aplicaciones

- Determinación de la estructura atómica de la materia: La difracción de rayos X es una herramienta muy útil para conocer la estructura cristalina de la materia, ya que su longitud de onda es similar a la distancia entre los átomos de la red cristalina.
- Identificación de las fases cristalinas de una mezcla compleja: Cada material tiene un orden característico de sus átomos por lo que, cuando interacciona con la radiación-x produce un diagrama de difracción característico. La recopilación de los diagramas de difracción de las diferentes sustancias cristalinas conocidas en una base de datos nos puede permitir la identificación de sustancias problemas mediante comparación con la base de datos.

Otras aplicaciones posibles de este equipo de difracción de última generación podemos mencionar las siguientes:

- 1. Identificación y cuantificación de fases.
- 2. Caracterización de fases en superficie, por difracción con incidencia rasante.
- 3. Análisis de texturas cristalográficas.
- 4. Estudio de tensiones residuales.
- 5. Medidas de difracción de Rayos X a alta temperatura.
- 6. Caracterización de capas delgadas (espesor, rugosidad) mediante Reflectometría de rayos X

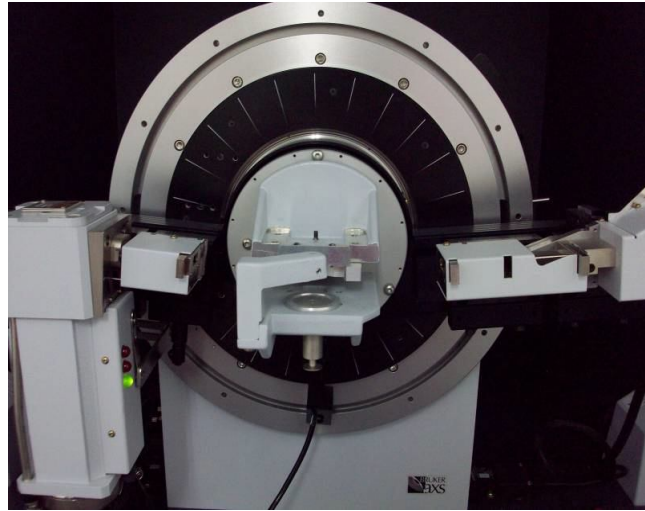
Instrumentación

El aparato utilizado en el presente proyecto es un difractómetro de rayos X marca Bruker D8 Advance. El equipo está dotado de una fuente rayos X con ánodo de cobre de alta estabilidad, un detector de centelleo y una estación intermedia donde se coloca la muestra. El equipo está

conectado a un ordenador dotado con el paquete de software para la adquisición, tratamiento y evaluación de los datos de difracción. El sistema de difracción está cerrado en una caja de seguridad para prevenir la contaminación del laboratorio.



Difractómetro



Interior del Difractómetro

En los aparatos actuales la muestra permanece fija durante la toma de datos y son el tubo y el detector los dispositivos que son movidos mediante motores de alta precisión para conseguir que el sistema pase por todas los valores de "q" posibles. En aquellas posiciones en las que se cumplan las condiciones indicadas por la ecuación de Bragg podremos registrar un valor no nulo en la intensidad de salida. De esta forma, se realiza un barrido completo para recoger la intensidad difractada en función de la posición del tubo de rayos-X (haz incidente) y el detector (haz difractado). Dicha posición se expresa como el doble del valor del ángulo incidente (grados $2 \cdot \theta$, 2θ). Un ejemplo de los datos que se recogen en un difractómetro de rayos-X para una muestra cristalina aparece en la siguiente figura en la que se representa la intensidad de rayos-X difractados (ordenadas) en función de la posición relativa a la muestra del haz incidente y el detector (2θ) (abscisas).

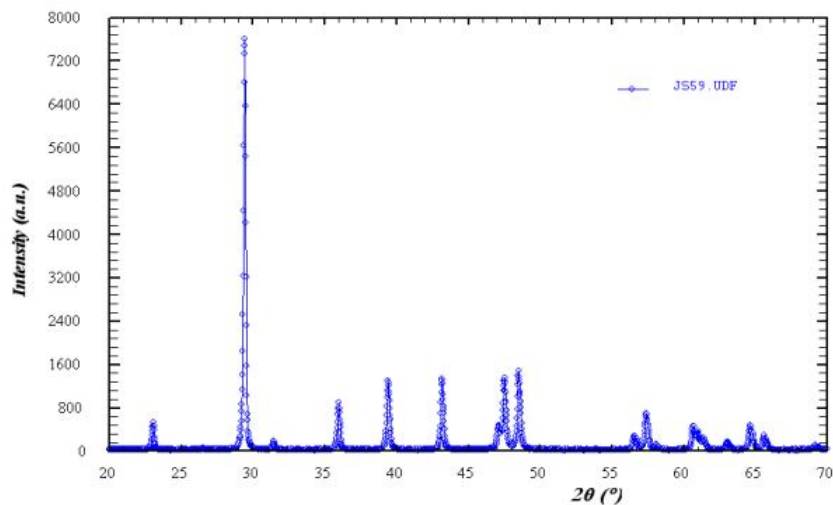


Imagen 9. Ejemplo de un difractograma de rayos X

En el presente trabajo utilizaremos la técnica de difracción de rayos-X sobre muestras policristalinas para la identificación de los componentes cristalinos de las diferentes muestras que hemos tomado del edificio en estudio. Una vez realizada la toma de datos utilizaremos los programas DRXWin y CreaFit⁽⁵⁾

El programa DRXWin nos permite la edición y el tratamiento de los datos:

- Representar los difractogramas (hasta 9) de forma solapada o escalonada.
- Cambiar las condiciones de representación de los difractogramas: mediante zooms, incorporación de rejillas, cambio de las divisiones de los ejes, añadir texto, etc.
- Elegir los colores para cada DRX, y para el fondo de la pantalla entre blanco o negro.
- Buscar picos de forma automática y manual, a los cuales se les puede añadir un símbolo de identificación de producto.
- Guardar los picos encontrados para representarlos como patrones.
- Análisis cualitativo al buscar en bases de datos los patrones presentes en los DRX.
- Corrección de cero en 2θ ; corrección de fondo; suavizado; cálculo del área de los picos; deconvolución en funciones Gaussianas, Lorentzianas o Pseudo-Voigt. y con ello calcular la anchura a media altura y área del pico; eliminación de zonas en 2θ ; sumar, restar y multiplicar DRXs.
- Grabar archivos en formato metafile (escalable) de Windows para representar o editar en programas de dibujo y procesadores de texto, así como copiar los DRX en el portapapeles de Windows en formato bitmap o metafile.
- Asociar extensiones de archivos a DRXWin para cargarlos directamente con un doble-click.
- Gran facilidad de uso con aprovechamiento al 100% de la resolución de la impresora al trabajar dentro del entorno gráfico Windows.

Por otra parte, el programa CreaFit es un programa que acompaña al anterior y que sirve para realizar búsquedas en la base de datos PDF-2 que contiene los diagramas de difracción de las sustancias conocidas. Además, se pueden crear archivos para utilizar en el análisis cualitativo que es capaz de realizar el programa **DRXWin**. También puede leer ficheros de patrones o picos de diferentes difractómetros.

(5)-Vicent Primo Martín, "DRXWin & CreaFit 2.0: Graphical and Analytical Tools for Powder XRD Patterns", *Powder Diffraction*, **14**, 70-73 (1999)

Toma y tratamiento de muestras

Las muestras que se han recogido en el edificio en estudio corresponden, en primer lugar, al mortero de revestimiento utilizado en el interior de la iglesia. En segundo lugar, al mortero exterior ubicado en la cubierta y que sirve de agarre de las tejas. Por último, se ha tomado una muestra del ladrillo de la fábrica de la fachada principal de la iglesia. Todas las muestras se tomaron en lugares representativos de ese material, donde no causara daño a la estética del edificio. La muestra de mortero de agarre de las tejas no tuvo ningún problema, la del mortero interior se tomo de un desconchón que hay en la columna de la 4^o crujía, y el ladrillo se tomo de un pequeño cuarto que sin uso bajo el campanario.

Una vez extraídas las muestras, procedimos al limpiado y separado de otros materiales que no correspondían al material que queríamos analizar.

Posteriormente procedimos a la molienda de las muestras para poder obtenerlas en forma de polvo homogéneo y con un tamaño de partícula adecuado. La molienda se realiza manualmente mediante la utilización de un mortero de ágata.

Una vez molidas las muestras se colocaron en el portamuestras y se colocó el portamuestras en la zona de muestras del difractor. Los programas de toma de datos se diseñaron para recoger el rango angular en el que se esperaba la aparición de los picos de difracción. Además se ajustó el tiempo de toma de datos para conseguir una buena relación señal-ruido en el menor tiempo posible. Así, la toma de datos se llevó a cabo desde $5^{\circ}2\theta$ hasta $65^{\circ}2\theta$, y la velocidad del barrido se ajustó a 2 s/paso y $0.05^{\circ}2\theta$ /paso. Los datos obtenidos y su análisis cualitativo se muestran a continuación.

MUESTRA N° 1 -Mortero interior (enlucido)

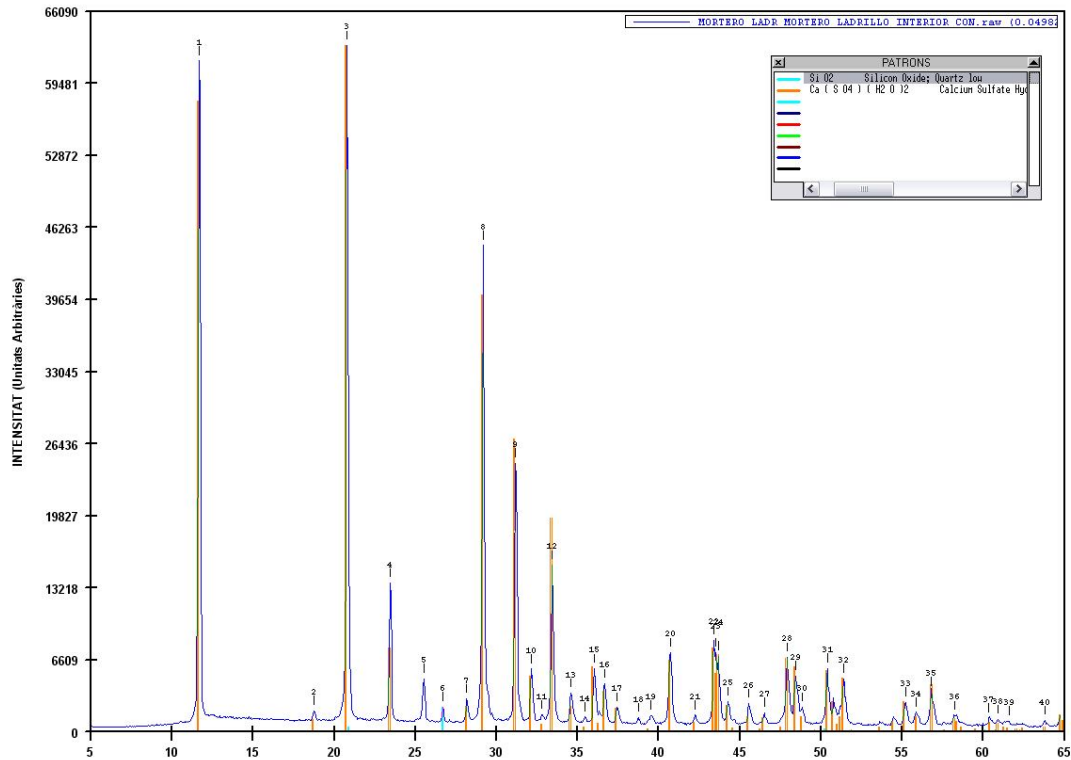


Diagrama de difracción de la muestra nº1.

En la gráfica que se representa la intensidad de difracción en función del ángulo de incidencia para la muestra número 1. Mediante la utilización del programa DRXWin se procedió a la lectura de la posición de los máximos y la intensidad de todos los picos. Una vez realizada la lectura se procedió a su asignación mediante la utilización del programa CREFit. Para ello fuimos eligiendo diferentes subconjuntos de la base de datos y comparando los diagramas de difracción recogidos en la base de datos con los picos de nuestra muestra. De esta forma llegamos a la conclusión de que los picos de difracción de nuestra muestra corresponden a la suma de los diagramas de difracción de varios materiales. En el caso de la muestra número 1 el material recogido tiene como componente principal el yeso. Además también se pueden identificar los picos correspondientes al cuarzo. A partir del diagrama de difracción de estos dos compuestos podemos identificar prácticamente todos los picos, tan sólo quedaría un pico de intensidad baja por identificar. Después de numerosos intentos no conseguimos asignar ninguna fase cristalina a este pico por lo que consideramos que sin la ayuda de alguna otra técnica adicional como por ejemplo el análisis por EDAX en el microscopio de barrido electrónico, no podíamos llevar más lejos nuestra identificación.

Composición de la muestra N°1:

- C (SO₄) (H₂O)₂ Calcium Sulfate Hydrate : Gypsum (Yeso)
- SiO₂ Silicon Oxyde ; Quartz, low (Cuarzo)

MUESTRA N° 2 -Mortero exterior (cubierta, agarre rejas)

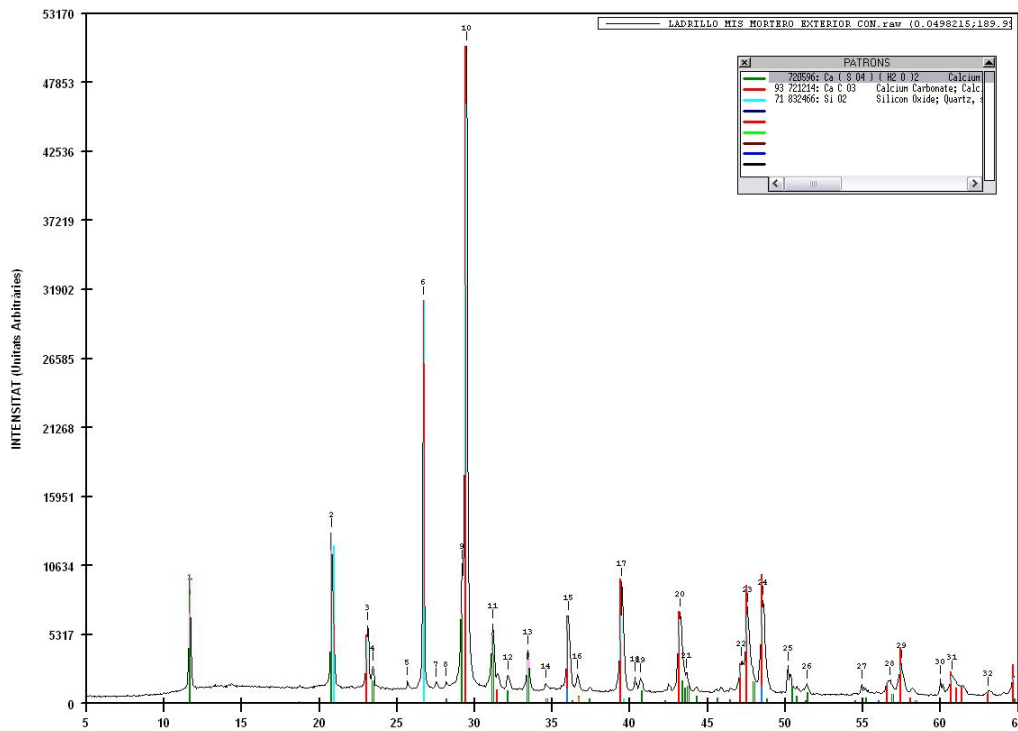


Diagrama de difracción de la muestra nº2

.En la gráfica que se representa la intensidad de difracción en función del ángulo de incidencia para la muestra número 2. Mediante la utilización del programa DRXWin se procedió a la lectura de la posición de los máximos y la intensidad de todos los picos. Una vez realizada la lectura se procedió a su asignación mediante la utilización del programa CREFit. Para ello fuimos eligiendo diferentes subconjuntos de la base de datos y comparando los diagramas de difracción recogidos en la base de datos con los picos de nuestra muestra. De esta forma llegamos a la conclusión de que los picos de

difracción de nuestra muestra corresponden a la suma de los diagramas de difracción de varios materiales. En el caso de la muestra número 1 el material recogido tiene como componente principal la calcita. Además también se pueden identificar los picos correspondientes al cuarzo y al yeso .

Composición de la muestra N°2:

- Ca C O3 Calcium Carbonate ; Calcita
- Si O2 Silicon Oxyde ; Quartz, low (Cuarzo)
- Ca (S O4) (H2 O) 2 Calcium Sulfate Hydrate : Gypsum (Yeso)

MUESTRA N° 3 -Ladrillo fábrica fachada

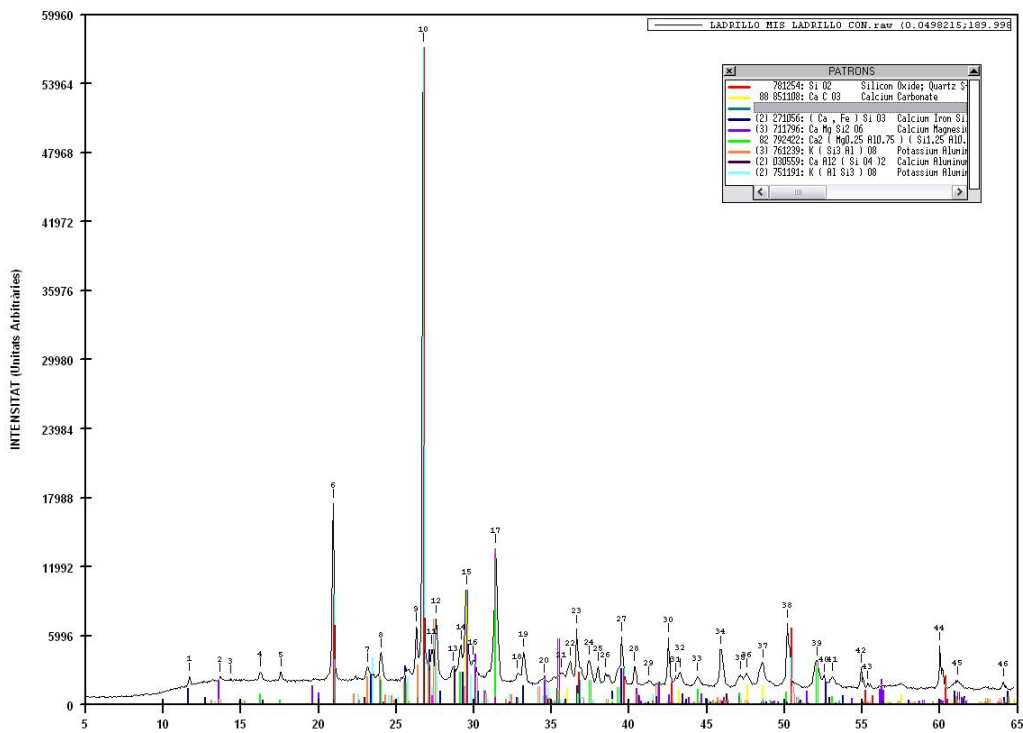


Diagrama de difracción de la muestra n°3

En la gráfica se representa la intensidad de difracción en función del ángulo de incidencia para la muestra número 3. Mediante la utilización del programa DRXWin se procedió a la lectura de la posición de los máximos y la intensidad de todos los picos. Una vez realizada la lectura se procedió a su asignación mediante la utilización del programa CREFit. Para ello fuimos eligiendo diferentes subconjuntos de la base de datos y comparando los diagramas de difracción recogidos en la base de datos con los picos de nuestra muestra. De esta forma llegamos a la conclusión de que los picos de difracción de nuestra muestra corresponden a la suma de los diagramas de difracción de varios materiales. En el caso de la muestra número 3 el material recogido tiene como componente principal el yeso. Además también se pueden identificar los picos correspondientes al cuarzo, carbonato cálcico (por lo que deducimos que el ladrillo tubo una cocción a baja temperatura)^{(6) (7)}, también aparecen feldespatos y silicatos.

Composición de la muestra N°3:

- Si O₂ Silicon Oxyde ; Quartz, (Cuarzo)
- Ca C O₃ Calcium Carbonate (carbonato cálcico)
- (Ca , Fe) Si O₃ Calcium Iron Silicato , Hollastonite (hollastonita)
- Ca Mg Si₂ O₆ Calcium Magnesium Silicate, Diopside (diopside)
- Ca₂ (Mg O, 25 Al 0.75)(Si 1.25 Al 0.75 O₇) Calcium Magnesium Aluminatum Silicato , Gehlenite (Gehlenita)
- K (Si₃ Al) O₈ Potassium Aluminium Silicate, Microcline (microclima)
- Ca Al₂ (Si O₄)₂ Calcium Aluminium Silicate, Anorthite (anortita)
- K (Al Si₃) O₈ Potassium Aluminium Silicate, Sanidine (sanidina)

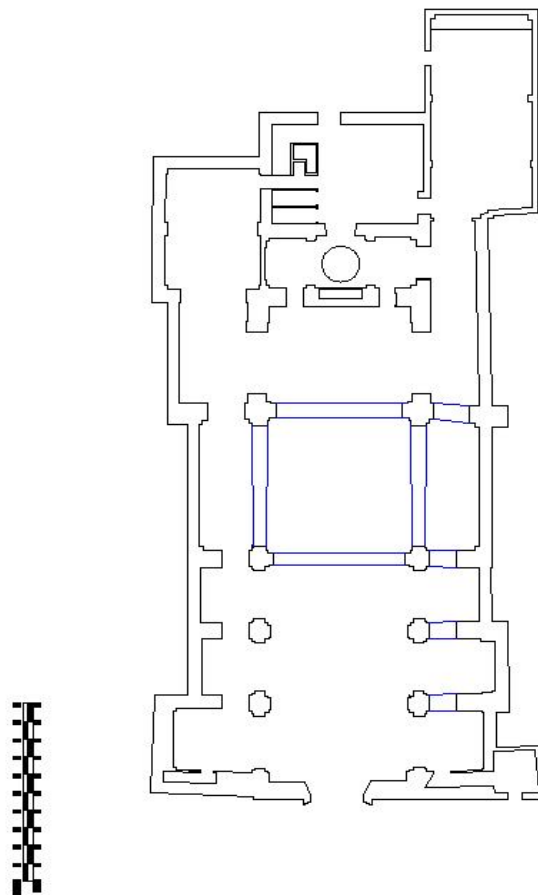
(6)Boletín oficial de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Vol. 40 (2001)

(7)Boletín oficial de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Vol. 27 (1988)

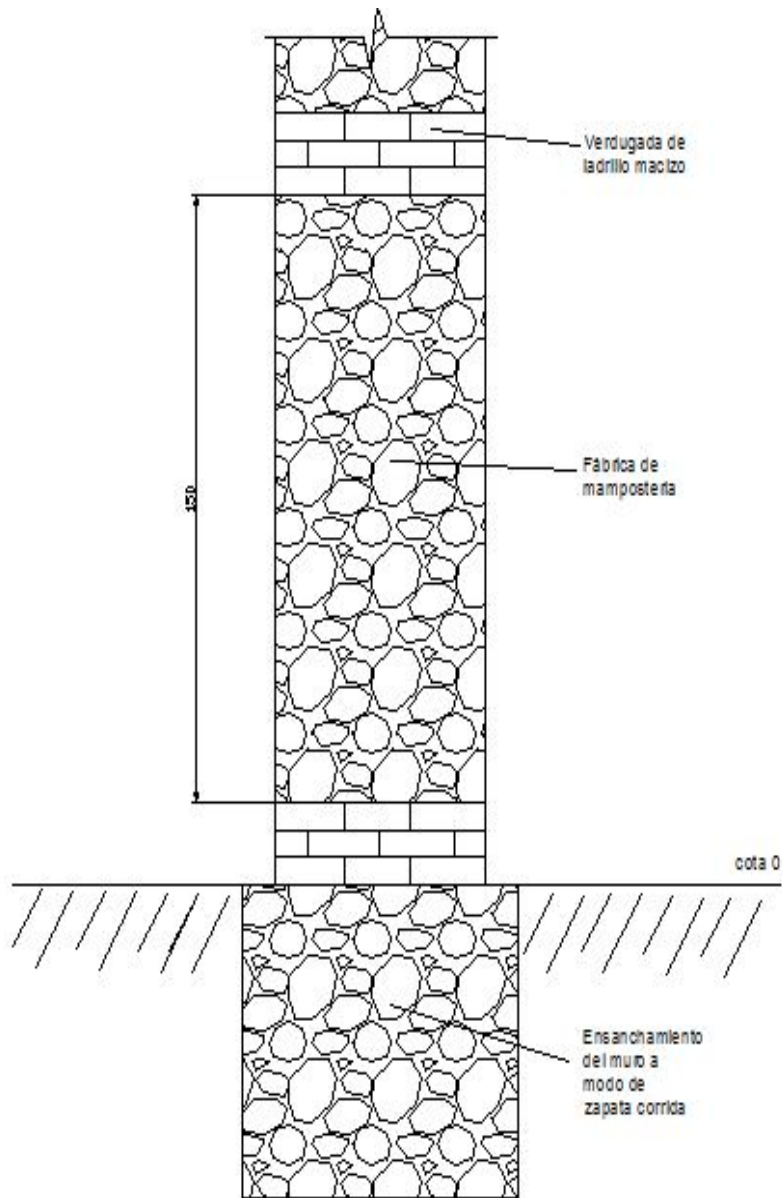
MEMORIA CONSTRUCTIVA

La iglesia Nuestra Señora de los Ángeles, está construida sobre un terreno aluvial, principalmente compuesto de arenas y gravas, lo cual lo hace no apto para la cimentación. Por esto mismo, la cimentación del edificio se hace sobre una capa de tierras de aporte compactadas que sirven de estrato resistente.

La cimentación del edificio, pese a que no tenemos datos de como esta construida, por la fecha de construcción del edificio y el tipo de materiales usados, suponemos una cimentación de zapata corrida, en los muros, que realmente se trata de el mismo muro pero con un poco mas de espesor y que se inca en el muro. En las columnas interiores donde posiblemente corresponde a cimentación del tipo aislada, para soportar los esfuerzos que recogen de las columnas, estas zapatas posiblemente estén compuestas de bolos con cal y tienen un refuerzo a base de correas de atado entre pilares, tanto en los pilares donde recae la cúpula, como en las columnas de la derecha de las cinco primeras crujiás, tal como hemos constatado en el estudio mediante georadar que se describe en otra parte de este trabajo y como se puede ver en el siguiente plano.



Plano detall refuerzo de la cimentación mediante correas



Detalle constructivo de la fábrica de mampostería con verdugadas de ladrillo y de su cimentación

La estructura vertical del edificio consta de las columnas y del muro perimetral del edificio, ambos son los encargados de soportar todo el peso

de la cubierta, la cúpula y la bóveda central.

Las columnas están construidos de ladrillo macizo, que como podemos observar en el análisis de los materiales, se trata de un ladrillo con una cocción a baja temperatura como se justifica en el análisis realizado sobre el ladrillo mediante el difractograma de rayos X, en el que encontramos carbonato cálcico, que es uno de los compuestos que aparece en los ladrillos de baja cocción. Compuesto principalmente de cuarzo, carbonato cálcico, feldespatos y silicatos. Sería necesario hacer una cata para saber si se trata de una macizo de ladrillo y tienen una sección de 90x90 cm. en las cuatro primeras crujías, y de 150x150 cm. en la quinta y sexta crujía, debido a que estos soportan el peso de la cúpula.

Las columnas tienen un revestimiento de guarnecido, enlucido de yeso y pintura lisa de color blanca y azul celeste, con motivos en dorado como sigue el motivo decorativo del resto del edificio.



Fotografía columna lujonada (pilar 2º crujía)

Por otro lado, los muros perimetrales son muros de carga de

mampostería con verdugadas de ladrillo, para reforzar la horizontalidad del muro. Las verdugadas son de tres hiladas de ladrillo macizo y distan entre ellas 150cm. El muro de mampostería también está reforzado en los puntos más importantes como en esquinas, jambas y dinteles con ladrillo. Los muros tienen aproximadamente 65cm. de espesor, el cual es constante en todo el edificio.

En la parte exterior, recayente al patio de luces, el muro se encuentra visto sin ningún tipo de revestimiento ni protección. En la fachada, el muro ha sido ocultado en una reforma posterior, mediante un zócalo pétreo y un enfoscado como se puede observar en la reseña histórica y en la fotografía que se hace al principio de este documento.

En el interior, el muro tiene un revestimiento de guarnecido y enlucido de yeso y pintura lisa de color blanca y azul celeste, con motivos en dorado como sigue el motivo decorativo del resto del edificio.



Fotografía del muro visto, desde el patio interior.



Fotografía detalle acabado muro fachada



Fotografía detalle revestimiento interior del muro

Tanto en los muros como en las columnas, se llevo a cabo una intervención para solucionar el problema que tiene la iglesia con la humedad, para ello se utilizó un método que a los pocos años se ha visto su falta de validez, ya que la reparación consistía en colocar un zócalo pétreo usado como revestimiento impermeable, lo cual lo que ha producido es que la humedad al no poder ser expulsada del muro, sigue subiendo hasta poder salir al exterior por encima de ese zócalo, provocando que la humedad ascienda por el muro hasta más altura, denominado "efecto chimenea".



Fotografía muestra de la ascensión de la humedad por encima del zócalo.



Fotografía muestra de la ascensión de la humedad por encima del zócalo.(interior del templo)



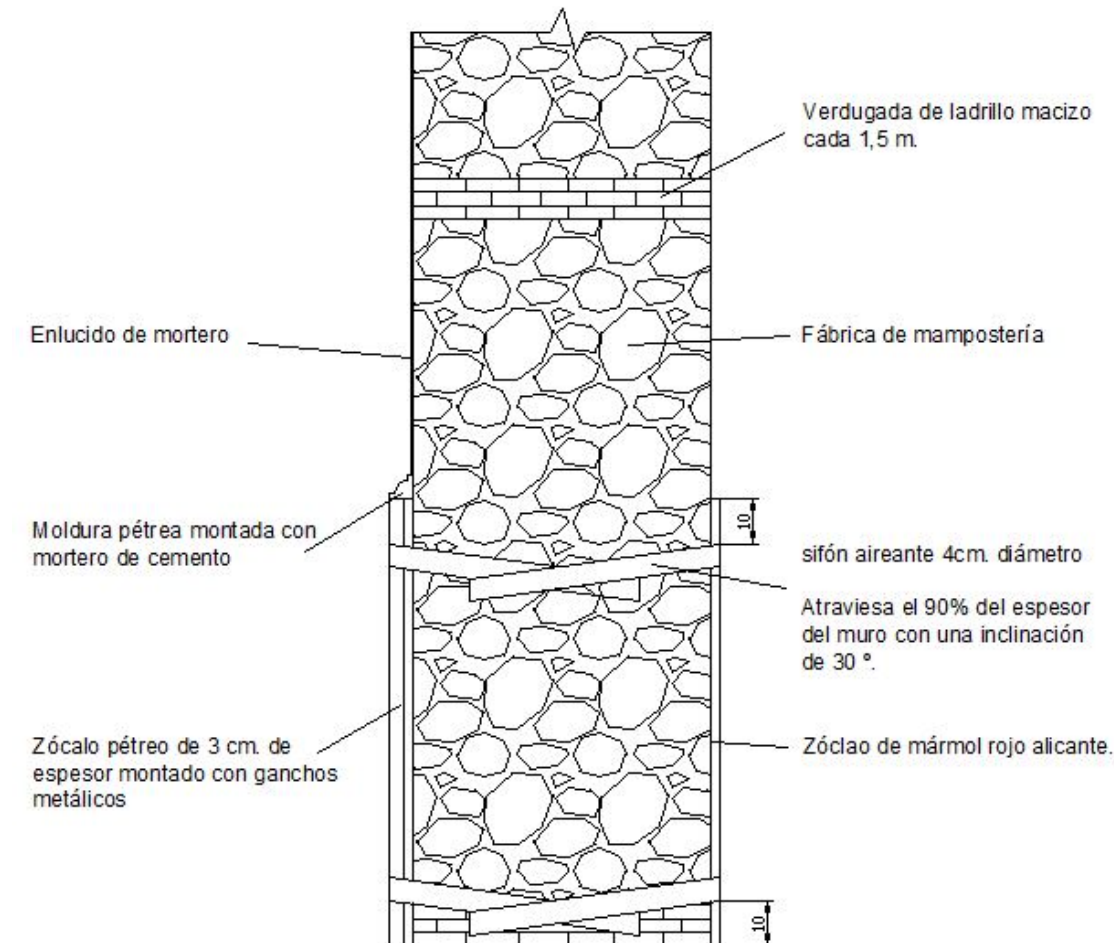
Muestra de que el problema de la humedad sigue patente en el muro(fotografía del muro en la parte recayente al patio interior)

También se llevó a cabo un método de aireación del muro mediante sifones aireantes en el muro de fachada, a 10 cm. y a 90 cm. del suelo con la intención de crear salida de la humedad ala altura del zócalo y que esta no continúe por encima del zócalo. Estos sifones, son orificios que atraviesan 90 % del espesor del muro y crean un punto de salida a la humedad capilar del muro, siendo un punto de expulsión de la humedad por donde no sufre daño el revestimiento del muro.



Fotografía intradós del muro de fachada.

Esta solución, aunque si que funciona, no es suficiente frente al grave problema de humedad procedente del subsuelo que afecta a toda la iglesia. Como se puede ver, ha servido para que la humedad no suba hasta tanta altura por el muro, como en otras partes de la iglesia que no cuentan con este elemento de respiración.



Detalle constructivo de los sifones aireantes

Sobre las columnas, apoyan los arcos que soportan la bóveda central, estos arcos son arcos de medio punto, con una altura de 12,12 cm. construidos con roscas de ladrillo macizo de baja cocción, con molduras de yeso y rematados con elementos barrocos de decoración de yeso.

Estos arcos, son portantes y formeros de la bóveda central, la cual es una bóveda de cañón, interrumpida por las nervaduras de los huecos abiertos entre contrafuertes.



Fotografía detalle de los arcos formeros de la bóveda central.

De estos mismos arcos, en la quinta y sexta crujía, se sustenta la cúpula de la iglesia, construida con hiladas de ladrillo macizo, con base de cuarzo, feldspatos y silicatos. Con traba horizontal, y con mortero de yeso como elemento de unión. El peso de la cúpula recae exclusivamente sobre las cuatro columnas de la quinta y sexta crujía, de forma que las pechinas hacen que el asiento sea regular y descargue en los arcos que a su vez recaen en estas cuatro columnas. En la parte exterior, la cúpula sobresale de la cubierta, estando protegida por tejas, agarradas con un mortero compuesto por calcita y cuarzo principalmente.



Fotografía detalle de cúpula y arcos portantes.



Fotografía de resolución de cúpula en el exterior.

PATOLOGÍAS EXISTENTES

FICHAS DE PATOLOGÍA

PLANIMETRÍA DE HUMEDADES

Para estudiar la humedad capilar que afecta a gran parte del templo, y en mayor medida en la fachada medianera con la casa consistorial, tomamos como ejemplo una de las partes mas afectadas por la humedad capilar. En la capilla de la comunión, situada al fondo de la iglesia a la izquierda donde se encuentra uno de los puntos mas críticos.

La toma de datos, realizada el día 20 de Junio del 2012, de 8:30 a 10:30 h, con una temperatura ambiental dentro de la iglesia que varió de 26.7°C a 25.3°C y una temperatura superficial en el muro que varió de 26.8°C a 26.5°C con una humedad relativa que paso del 38.4 % al 44,5 %.

La zona de estudio va, desde el último contrafuerte hasta la fachada posterior del templo, este muro es medianero con la casa abadía y con el patio de luces. Como se observa en la foto y se puede apreciar en la planimetría de humedades, en la parte final la humedad es considerablemente más baja, debido a que el muro queda al aire libre por la otra parte, ya que recae en un patio de luces amplio con buena ventilación.



Fotografía zona de estudio (capilla de la comunión)



Fotografía detalle zona de estudio (capilla de la comunión)



Fotografía detalle zona de estudio por el exterior (patio de luces)

El estudio se llevó a cabo mediante la toma de datos de una serie de puntos que formaban una cuadrícula de 25 x 25 cm. Para indicar los puntos de los que tomar la información, con ayuda de un regle, nivel, cinta métrica y azulete, se marcaron los puntos representativos en los que se iba a tomar la humedad.



Fotografía toma de datos, obtención de puntos de estudio



Fotografía toma de datos, obtención de puntos de estudio

Para la toma de datos, se utilizó un equipo de medida marca "Protimeter" con el cual obtuvimos varios datos de importancia para el estudio, como la temperatura de la fábrica, la temperatura ambiental, la humedad relativa y la humedad en cada uno de los puntos que tomamos.



Fotografía de toma de datos (Medidor de humedad)



Fotografía de toma de datos (Medidor de humedad)

DIAGRAMA DE HUMEDADES

12	14	14	8	11	9	14
12	14	14	11	12	11	14
12	15	15	17	17	11	15
15	23	22	60	60	60	26
17	30	30	60	60	60	60
60	60	60	60	60	60	60
60	60	60	60	60	60	60
15	12	9	14	14	14	x
15	14	11	14	14	14	x
22	15	15	14	14	14	x
60	19	60	60	60	50	x
60	50	28	60	60	60	x
60	60	60	60	60	60	x
60	60	60	60	60	60	x
x	x	x	x	x	x	11
x	x	x	x	x	x	14
x	x	x	x	x	x	14
x	x	x	x	x	x	50
x	x	x	x	x	x	60
x	x	x	x	x	x	60
x	x	x	x	x	x	60
15	4	11	11	19	11	9
12	8	12	12	14	14	11
17	11	14	14	14	14	11
22	28	26	19	14(M3)	14	14
30	28	28	28	25	14	26
50	22	50	28	23	26	25
60	60	60	60	26	23	25
				cota 0 +18		
11	11	11	14	15	14	14
8	14	14	12	14	14	12
11	12	15	12	12	14	15
14	14	12	12	15	13	14
15	14	14	13	19	15	17
19	23	20	29	40	17	30
25	19	50	60	25	40	25
12	12	11				
14	12	11				
19	12	11				
14	17	11				
22	17	19				
30	30	28				
20	28	33				

MUESTRAS DE ELEMENTOS PATOLÓGICOS

Una vez realizada la toma de datos, se tomaron muestras de algunos de los puntos mas significativos con el fin de, mediante un estudio en el laboratorio de desecado de la muestra, confirmar la toma de datos del humidímetro. Para esto se tomo dos muestras de valor 60 en el humidímetro, una en la parte baja de la pared, justo encima del zócalo y otra a una altura de 1,25 m. por encima del zócalo. También se tomaron muestras de valor 14 y valor 25 del humidímetro.

Tras un proceso de secado, en una estufa a 40° durante 24 horas, y posteriormente con sucesivos secados de 3 horas de duración obtuvimos los siguientes datos.

MUESTRA	REF. MAPEO	Hora extracción	Tª	HR %	Tª SUP. (°C)	%HU.
M1'	18H	10:29	25,60	44,50	26,50	60
M2'	5B	10:36	25,60	44,50	26,50	60
M3'	30A	10:43	25,60	44,50	26,50	14
M4'	43A	10:51	25,60	44,50	26,50	25

CrV	MCrH	MHI
54,235	58,233	3,998
50,348	56,323	5,975
50,683	54,167	3,484
49,625	53,449	3,824

MP1	PM24H	DIF%1
58,19	3,955	1,0755
56,185	5,837	2,3096
54,125	3,442	1,2055
53,383	3,785	1,0199

MP2	PM27H	DIF%2
58,18	3,954	0,0253
56,182	5,834	0,0514
54,125	3,442	0,0000
53,383	3,785	0,0000

MP3	PM30H	DIF%3
58,17	3,953	0,0253
56,181	5,833	0,0171
54,125	3,442	0,0000
53,383	3,785	0,0000

MH	%HM	%HU
0,045	1,13	60
0,142	2,38	60
0,042	1,21	14
0,039	1,02	25

Estos datos, nos muestran que la humedad en el revestimiento es distinta en la parte superficial que en el interior, ya que el humidímetro toma la medida a aproximadamente 2 cm. de espesor, sin embargo, al tomar una muestra del enlucido, tomamos muestra desde la parte superficial de la pared hasta aproximadamente 3 cm. de espesor. Como se puede apreciar en la comparación de la masa de humedad que tiene cada muestra, la masa de humedad en la muestra número 2 es mucho mayor que la muestra número 1 que esta 1,25 m. por encima, esto nos da la información que, pese a que a 2 cm. de espesor la humedad relativa es de 60%, en la superficie del paramento es menos la humedad relativa cuanto mas elevado es el punto.

También se tomo una muestra de unas sales cristalizadas en el muro medianero entre el templo y la Casa Abadía, para su estudio mediante el difractograma de rayos X.

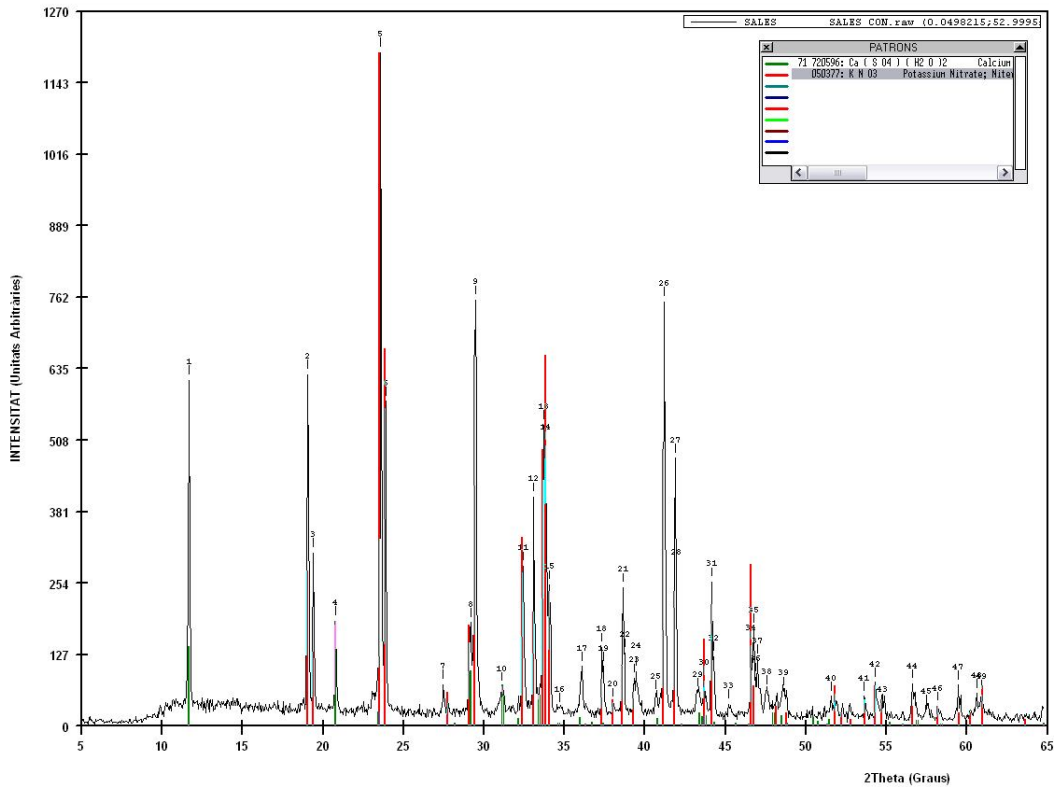


Diagrama de difracción de la muestra de sales cristalizadas.

En la gráfica que se muestra, se representa la intensidad de difracción en función del ángulo de incidencia para la muestra de sales cristalizadas. Mediante la utilización del programa DRXWin se procedió a la lectura de la posición de los máximos y la intensidad de todos los picos. Una vez realizada la lectura se procedió a su asignación mediante la utilización del programa CREAMFit. Para ello fuimos eligiendo diferentes subconjuntos de la base de datos y comparando los diagramas de difracción recogidos en la base de datos con los picos de nuestra muestra. De esta forma llegamos a la conclusión de que los picos de difracción de nuestra muestra corresponden a la suma de los diagramas de difracción de varios materiales. El material recogido tiene como componente principal el nitrato de potasio. Además también se pueden identificar los picos correspondientes al yeso, que podrían provenir del enlucido del muro y no de la sal cristalizada.

Composición de la sal cristalizada:

- K N O₃ Potassium Nitrate (Nitrato de potasio)
- Ca (SO₄) (H₂O) Calcium Carbonate; Gypsum (yeso)

ESTUDIO MEDIANTE GEORADAR

El radar de subsuelo o georadar (Ground Penetration Radar, GPR) es un método de prospección basado en la emisión y propagación de ondas electromagnéticas en un medio, con la posterior recepción de las reflexiones que se producen en sus discontinuidades. Estas discontinuidades son cambios bruscos de los parámetros electromagnéticos del subsuelo, es decir, de la conductividad, la permitividad eléctrica y la permeabilidad magnética.

Los registros que se obtienen son similares a los obtenidos cuando se realizan estudios de sismica de reflexión, con la diferencia de que, en el caso del georadar, se trabaja con frecuencias mucho más altas y la emisión de pulsos se puede realizar muy rápidamente. Por este motivo, aunque se trata de registros puntuales (trazas), los radargramas pueden llegar a considerarse casi registros continuos. La información que estos radargramas aportan es variada, pero principalmente se trabaja con tiempos de llegada. El tipo de estudio de subsuelo más básico consiste en determinar velocidades de propagación promedio y, junto con los tiempos de propagación registrados para cada evento, localizar la discontinuidad en la que se ha producido la reflexión, determinando tanto su situación horizontal como la profundidad a la se encuentra. La profundidad que se puede alcanzar depende tanto de las condiciones de medio analizado como del equipo utilizado. En los casos que se presentan en este trabajo no se superan los 10 m. de profundidad, tratándose en todos los casos de estudios superficiales del medio.

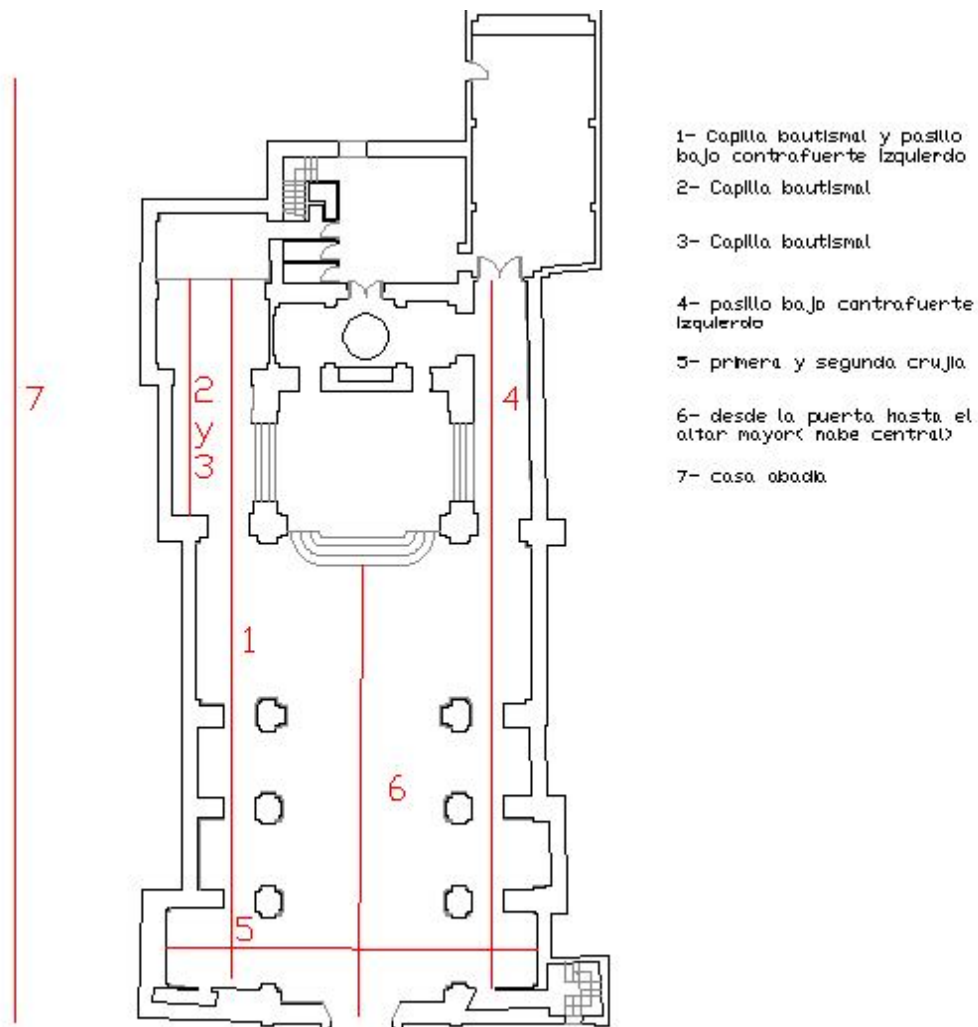
Los radargramas también pueden aportar información si analizamos las amplitudes de los distintos eventos. Este parámetro y la velocidad dependen del medio y permiten caracterizarlo. En esta tesis se muestran algunos ensayos que relacionan la amplitud con la saturación y con la compactación del medio.

Se trata, simplificando mucho, de una técnica no destructiva que utiliza ondas electromagnéticas para determinar superficies reflectoras en el interior de los medios. El equipo consiste en un sistema de control (computadora) conectado a unas antenas que se desplazan sobre la superficie del medio que se desea analizar. Estas antenas son las encargadas de emitir energía hacia el interior del medio y de registrar las ondas que provienen de las reflexiones producidas en las discontinuidades interiores.

El desarrollo que han experimentado las técnicas de prospección con georadar ha ampliado los campos de aplicación abriendo las puertas a

nuevos estudios y posibilidades. Debido al gran interés en los estudios superficiales altamente resolutivos del subsuelo este desarrollo se está realizando muy rápidamente. Las cada vez más numerosas aportaciones que se realizan en este campo contribuyen a este espectacular avance. Son muchos los ejemplos de estas aportaciones que van desde estudios de casos concretos hasta simulaciones por ordenador, pasando por ensayos experimentales y desarrollo de programas informáticos y de equipos.

En la toma de datos, se decidió partir de las partes mas castigadas, donde los muros y pilares daban mas señales de humedad por capilaridad. Por esto comenzamos por la capilla bautismal, siendo esta el elemento de mas estudio. También estudiamos el pasillo que se queda bajo los contrafuertes, el centro del templo desde la puerta hasta las escaleras del altar mayor, el espacio entre la primera y segunda crujía y por último la casa abadía.



Plano detalle trazadas de la toma de datos del georadar.

El profesor Francisco García García, catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia, colaboró en este estudio mediante georadar, tanto en la toma de datos como en la lectura de los diagramas y que dada su experiencia y criterio en este campo fue de gran importancia.



Fotografía de la toma de datos mediante el instrumento de georadar.

Mediante la diagnosis por imagen utilizando la constante dieléctrica del agua 81 y con las mediciones dieléctricas tomadas, obtuvimos la información necesaria para contrarrestar la información ,tanto documental como la que nos pudieron dar los parroquianos y las especulaciones que pudimos hacer.

La iglesia se asienta sobre un terreno arenoso, compuesto de gravas y arenas, lo que hace que tengamos una gran cantidad de agua en el subsuelo, produciendo todos los problemas de humedad en la iglesia, esto se puede apreciar en todos los radargramas obtenidos dentro del templo (del 1 al 6). Esta humedad, se la encontramos a partir de 1.40 metros de profundidad en la parte izquierda de la iglesia, y a 1.50 metros en la parte derecha, y sigue estando presente hasta la profundidad de 4,50 metros que es la profundidad hasta la que estudiamos. A esto cabe añadirle los problemas de saneamiento que tenía la casa abadía, que pese a la reforma que se llevo a cabo, una gran cantidad de agua con residuos fecales se encuentra atrapada bajo la casa abadía y pasa al subsuelo de la iglesia, provocando todas las manchas de humedad de aguas residuales como podemos observar en el radargrama 7. Esta humedad que esta bajo la casa Abadía, se encuentra desde la línea de cota 0 hasta 1,20 metros de profundidad.

También encontramos parte de la cimentación que desconocíamos, descubrimos el atado de las zapatas mediante correas como refuerzo en los pilares de la cúpula y correas de refuerzo también entre los pilares y los contrafuertes de la parte derecha, como se puede apreciar en los radargramas 6 y 4.

Podemos observar, pese a la información que se nos dio sobre la reforma de cambio de pavimento realizada en 1998, que el pavimento no se había retirado por completo, de forma que encontramos dos capas de pavimento en los radargramas del templo, es muy probable que se trate de la capa de mortero y cal hidráulica a modo de regularización que se colocaba habitualmente en los pavimentos de baldosa hidráulica, que tenía unos 3,5 cm de espesor, y una dosificación de 100 kg cal por m³ arena ⁽⁸⁾ .

Como podemos observar en los radargramas 1, 2 y 3, aparece una cripta, a la que tuvimos acceso, y que tiene un acceso por unas escaleras hasta la sacristía y que fue sellado en un momento que desconocemos.

(8) Datos obtenidos del libro "Documentación practica constructiva" de Monografías CEAC 1969. Don Francisco Arquero (aparejador)

RADARGRAMAS

CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN E INTERVENCIÓN

Al comenzar el estudio de la patología del templo, por lo evidente, enfocamos el estudio a la afección producida por la humedad. Para ello, buscamos información que nos pudieran aportar tanto el párroco, como los parroquianos que tuvieran información de antiguas canalizaciones y/o problemas relacionados con la humedad.

Mediante el estudio del templo buscamos las posibles causas de la humedad. En un principio se pensó en un problema en la impermeabilización de la cubierta, que mas tarde fue descartado. La otra opción posible era que la humedad proviniera del subsuelo, ya que el terreno donde se asienta la iglesia es un terreno aluvial, y había información sobre problemas con la canalización de aguas residuales de la casa Abadía.

La Iglesia de Nuestra Señora de los Ángeles de Mislata tiene graves problemas de humedad que se manifiestan en todo el templo, pero con mayor intensidad en los muros y pilares de la izquierda del templo. También existen estos mismos problemas incluso con mayor gravedad en la casa Abadía, apareciendo eflorescencias en los revestimientos de yeso de los paramentos verticales debido a la aportación de sales existentes en el terreno provenientes de vertidos de aguas sucias por el obsoleto de la red de desagües que circulaba por el subsuelo de esta vivienda. Dicho vertido se paralizó cuando se desvió dicha conducción por el falso techo de la planta baja, estando actualmente el terreno saturado de aguas sucias a un nivel muy alto, de acuerdo a las tomas realizadas con el georradar: desde cota 0,00 hasta -1,40, m, a diferencia de lo existente en el templo donde la gran cantidad de humedad existe a un nivel más profundo (-1,40m) Todo esto influye en que la zona izquierda del templo los problemas debidos a la humedad de capilaridad sean mayores que en la zona central y derecha de éste.

Finalmente, mediante el estudio de las humedades de los muros, descubrimos que la humedad provenía del subsuelo, y que era mas grave en la zona adyacente a la casa Abadía. Mediante el estudio con el georadar, hemos confirmado esa teoría, y hemos podido constatar que la humedad que afecta a la iglesia proviene del subsuelo y que la de la casa Abadía proviene de la antigua canalización de aguas residuales, que pese a estar reparada ha dejado el terreno con restos de aguas residuales que afectan tanto a la casa Abadía como a la iglesia.

La patología que afecta a la Iglesia, se trata pues de una humedad por capilaridad que sufren tanto los muros como las columnas de la Iglesia, siendo más grave en la parte izquierda de la Iglesia. Esta humedad, asciende por capilaridad por el terreno arenoso que hay bajo la Iglesia, y

asciende a través de la red poroso de los materiales que componen estos elementos estructurales que están en contacto directo con el terreno, así mismo ocurre con la zona de pavimento.

Con la intervención posterior que intentó eliminar el problema de la humedad, se ha producido un efecto chimenea tanto en muros como en las columnas y ha hecho que la humedad suba más arriba por el muro, y que el problema siga persistiendo. Lo cual hace necesaria una nueva intervención para paliar definitivamente el problema de la humedad que afecta todo el templo.

Puesto que la humedad asciende por capilaridad, ya que el terreno saturado se encuentra a -1,50 metros, sería muy costoso eliminar esta humedad creando pozos, cámaras bufas o una solera impermeable. Frente a estos antiguos sistemas de eliminación de la humedad, existe un sistema que mediante la electro-ósmosis consigue eliminar la ascensión de la humedad.

La electro-ósmosis, es un movimiento de un líquido bajo la influencia de un campo eléctrico a través de una pared porosa ⁽⁹⁾. De manera que el agua, que de forma natural fluye del polo positivo al polo negativo, mediante un dispositivo que trabaja con frecuencia de baja intensidad consigue un cambio en la polaridad del agua, haciendo que cambie por consiguiente su dirección de movimiento, consiguiendo entonces que no ascienda por muros y columnas, desecándolos. Este método tiene la ventaja de no tener que hacer una intervención de importancia, ya que con colocar estos dispositivos a lo largo del templo el problema de la humedad se eliminará, y solo será necesario reconstruir los revestimientos que hayan sufrido daños.

En Valencia, existe la empresa Humiterm (Humicontrol)⁽¹⁰⁾, que trabaja con este dispositivo, llamado Mursec Eco y que se encarga tanto de la distribución como de la puesta en obra del mismo. También la misma empresa que comercializa el dispositivo, recomienda usar un producto que una vez instalado el sistema anti-humedad, sirve para acelerar el proceso de secado de muros y columnas, llamado Draining, se trata de un mortero microporoso, que se puede colocar cuando todavía esta húmedo el paramento, y que aparte de acelerar el proceso de secado, sirve para evitar los efectos de cristalización de las sales. Este proceso, permite que en dos semanas pueda darse la capa de acabado y pintura de revestimiento.

Mediante este proceso, la Iglesia Nuestra Señora de los Ángeles, resolvería sus problemas de humedad, de manera sencilla sin tener que hacer grandes reformas en el templo ni en la casa Abadía, y así poder continuar con su uso habitual. Una vez colocado este sistema, solo quedaría realizar un mantenimiento periódico del mismo para garantizar que la humedad no volviera a afectar al templo.

(9)- Mecánica de fluidos, Publicaciones U.P.V.

(10)- Humicontrol, www.humicontrol.com / Mursec Eco