

# **Análisis arquitectónico y constructivo del Real colegio de Corpus Christi de Valencia**

CARLOS LERMA ELVIRA

EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

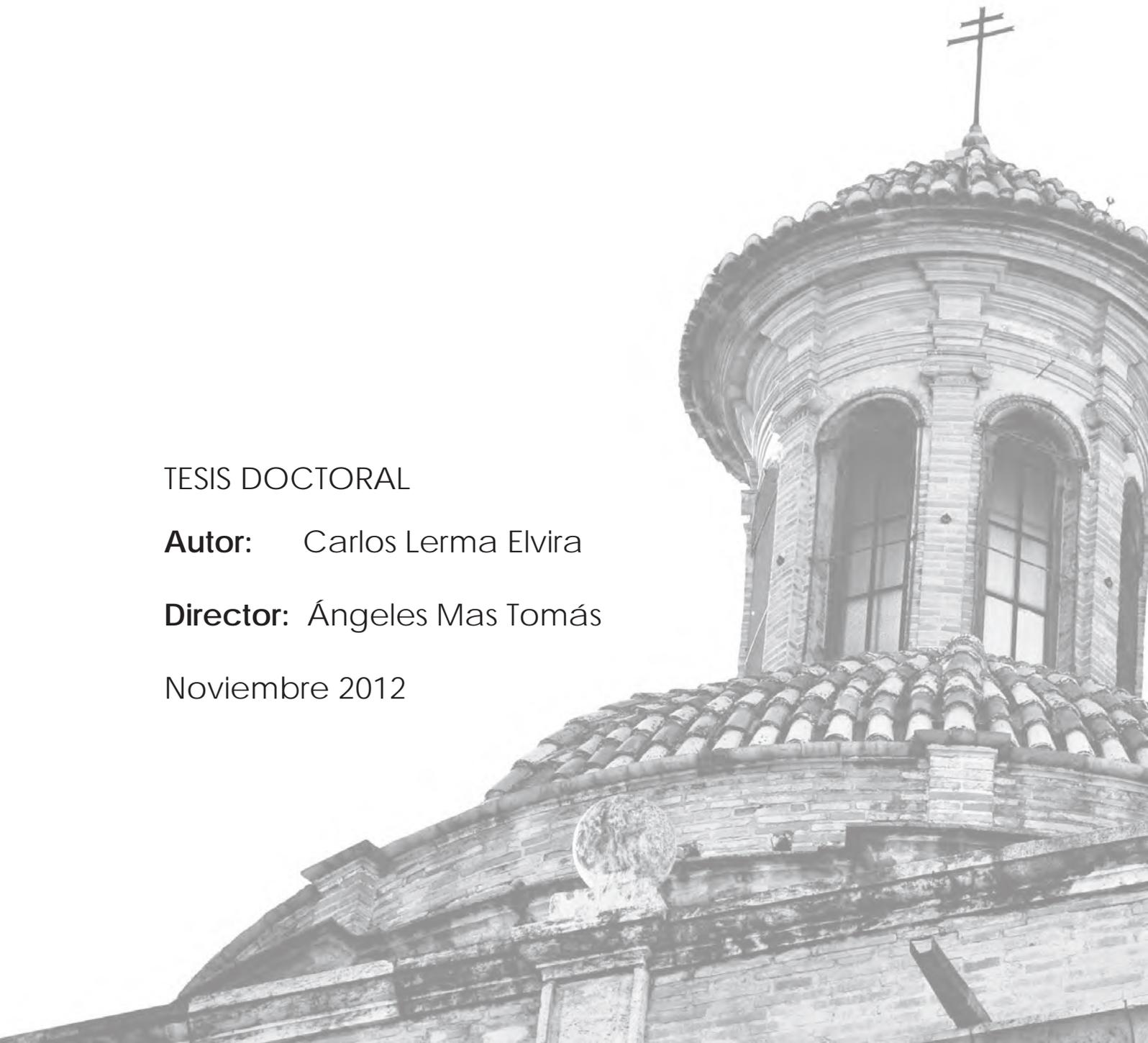
# ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y CONSTRUCTIVO DEL REAL COLEGIO DE CORPUS CHRISTI DE VALENCIA

TESIS DOCTORAL

**Autor:** Carlos Lerma Elvira

**Director:** Ángeles Mas Tomás

Noviembre 2012





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



*Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.*

© Carlos Lerma Elvira

Primera edición, 2013

© de la presente edición:

Editorial Universitat Politècnica de València

[www.editorial.upv.es](http://www.editorial.upv.es)

ISBN: 978-84-9048-007-6 (versión impresa)

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR  
D'ARQUITECTURA

Universitat Politècnica de València

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura

# ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y CONSTRUCTIVO DEL REAL COLEGIO DE CORPUS CHRISTI DE VALENCIA

TESIS DOCTORAL

Autor: **CARLOS LERMA ELVIRA**

Director: **ÁNGELES MAS TOMÁS**

Valencia, noviembre de 2012



*Lo importante es no dejar de hacerse preguntas.*  
Albert Einstein



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, mi más sincero agradecimiento a la profesora D<sup>a</sup> Ángeles Mas Tomás, doctor y Titular de Universidad en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas adscrita a la ETS de Arquitectura de la Universitat Politècnica de València, que ha invertido gran parte de su tiempo en mi formación y progreso en esta Universidad y que ha sabido dirigir mi trabajo con eficacia y claridad.

Casi es inevitable dejar de nombrar involuntariamente a numerosas personas, por eso quiero expresar mi gratitud hacia quienes se han interesado por el estado de mis investigaciones o en cierta medida me han sugerido ideas, me han ayudado o apoyado. No obstante, me gustaría destacar a las siguientes personas o entidades:

Al profesor Dr. D. Francisco Javier Alonso Rodríguez, con el que he realizado una productiva Estancia Breve en el área de Petrología y Geoquímica del Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo. Por permitirme manejar la vasta bibliografía de que disponen, así como por los ensayos realizados y sus oportunos comentarios. También al Laboratorio de Geología y Geoquímica de los servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Oviedo por los ensayos realizados.

Al profesor Dr. D. David Benavente y a la Dra. D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura del Grupo de Petrología Aplicada en el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante. Por sus comentarios y los ensayos realizados en el laboratorio de Petrología Aplicada, unidad asociada al CSIC-UA.

Al profesor Dr. D. Pablo Navarro Esteve (Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica), a su hija Marta, y al Dr. D. José Herráez Boquera (Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría), por su tiempo al realizar para esta tesis el escaneado láser del exterior del Colegio del Patriarca.

A D. Miguel Navarro Sorní, Director del Colegio de Corpus Christi, permitiéndome consultar los fondos del Archivo del Colegio.

Al profesor Dr. D. Pablo Pérez García (Departamento de Historia Moderna, Facultat de Geografia i Historia de la Universitat de València), por su amabilidad e indicaciones en mi investigación en el Archivo Histórico del Colegio de Corpus Christi.

Al profesor Dr. D. Jorge Llopis Verdú (Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica) por su opinión, comentarios y conocimientos acerca del Colegio del Patriarca, que también fue objeto de su tesis doctoral.

Al profesor Dr. D. Guillermo Guimaraens Igual (Departamento de Composición Arquitectónica) por facilitarme el acceso a la cubierta del edificio situado justo enfrente de la fachada Oeste del Colegio.

A la profesora Dra. D<sup>a</sup>. Ana López Mozo (Departamento Ideación Gráfica Arquitectónica de la Universidad Politécnica de Madrid) por sus indicaciones sobre las Estampas y sobre el edificio de El Escorial, así como por la bibliografía facilitada.

A D. Luis A. Perdígón Fernández, que dirige el Archivo de Arquitectura y Urbanismo de

la ETS de Arquitectura, por sus indicaciones sobre la cartografía histórica de Valencia y por las imágenes en alta resolución de algunas de ellas.

Al Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universitat Politècnica de València y a su Director Dr. D. Manuel Valcuende Payá por el uso del laboratorio en la realización de los diversos ensayos, así como por el empleo de los distintos aparatos (termohigrómetros, cámara termográfica, etc.), a los técnicos de laboratorio D. Rafael Molina Nieto y D. Damián Panal Cruz por su ayuda, comentarios e indicaciones.

Al profesor Dr. D. Luis Ángel Alonso Matilla (Departamento de Ingeniería del Terreno) por sus comentarios sobre el material pétreo del edificio.

Al profesor D. Santiago Tormo Esteve (Departamento de Construcciones Arquitectónicas), por la información facilitada y por sus comentarios acerca de la termografía infrarroja.

En el ámbito personal me gustaría dedicar esta tesis:

A mis compañeros de la asignatura Construcción I de la ETS de Arquitectura, los profesores Guillermo González, Vicente Quiles y Vicente Blasco, así como a Enrique Gil de la asignatura Estructuras II, por su interés acerca de mi formación y elaboración de la tesis doctoral, y por todo lo que me han enseñado en tan poco tiempo.

Al profesor Dr. D. Vicente Galvañ Llopis, por interesarse continuamente por mi trabajo, así como por sus acertados comentarios.

A mis amigos arquitectos y asociados, que me han acompañado en este viaje, aunque ya no *nos vemos arriba en los bancos*: Jose Vercher, Sara Nácher, Paula Cerveró, Blas Pi, Encarni Robles, Simó Rubí, Salva Llop, Paula Crespo, Teresa Huesa, Pedro Orquín, Ana Inglés y Rubén Tull.

A mis compañeros y amigos que conservo de mi época de estudiante de la carrera y del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico; Agustín Jurado, Jordi Arjona, Nuria Salvador, Ana Ballester, Silvia Carles, Anna Ruiz, Esther Vidal, Sara Gallego, Tania Martínez y Carmina Navarro.

A mis amigos economistas y asociados, Sergio Pires, Patricia Guillén, Miguel Marrades, Marta Domingo, Paloma Úbeda y Luis Miller, por todos los buenos ratos que hemos pasado juntos.

A Maja Barac, María Roig y Ani Huerta, por su amistad durante tantos años compartiendo parte de nuestras vidas. Es maravilloso poder conservar algunos amigos de la infancia y la adolescencia.

A toda mi familia le agradezco su afecto, su preocupación e interés en que todo me vaya bien.

A Angelita García y Félix Pardo, por su apoyo e interés, y por hacerme sentir desde el primer día uno más de la familia. A Sergio Pardo y Sandra Gil por su amistad y todas las actividades que hemos disfrutado juntos.

A mi hermano Néstor Lerma, por su inmejorable amistad que no ha hecho necesario terceras personas para divertirnos, estudiar o ayudarnos en todo lo posible. A su novia Laura Pastor por su aprecio y por los buenos momentos que hemos pasado juntos.

Mención especial se merecen mis padres, Cristina Lerma y Josep Elvira, porque siempre han estado ahí, apoyándome en mi formación y en la carrera docente e investigadora, sufriendo casi desde el principio la falta de tiempo que conlleva. A mi madre, por inculcarme el esfuerzo y el trabajo diario que se requiere, así como por incentivar me, con gran esfuerzo por su parte, el estudio de la carrera universitaria que siempre quise estudiar. A mi padre, por su visión práctica y por la conexión que me ha brindado con las obras.

Y, por supuesto, a Cristina, por su amor, su cariño y apoyo en todas las cosas. Es muy bonito poder compartir la vida con ella. Ya doctora, bien sabe valorar por su propia experiencia el esfuerzo y el tiempo que conlleva una tesis.

Porque | C + C | significa muchas cosas.

Carlos Lerma Elvira

Valencia, 4 de noviembre de 2012



## RESUMEN

La presente tesis doctoral aborda un completo análisis del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia. El estudio se ha realizado desde un punto de vista arquitectónico y abarca todo el edificio en su conjunto. Esta institución conserva abundante documentación en su archivo, como ápoacas, documentos notariales, incunables y un gran número de libros. Su fundador fue el beato D. Juan de Ribera, que tras el Concilio de Trento decide construir su propia institución siguiendo sus disposiciones, por lo que desde su fundación se ha dedicado a la formación de sacerdotes.

Hemos estructurado este trabajo en torno al análisis histórico, morfológico, del proceso constructivo y de los materiales que constituyen este singular edificio.

Se ha realizado un seguimiento de la planimetría histórica, conociendo de este modo cómo ha sido representado el Colegio a lo largo de la historia. Hemos analizado la organización urbanística del ámbito del Seminario, realizando una hipótesis de la distribución de las parcelas que existían antes de la construcción del Colegio (1586-1610). Conocer la arquitectura de la Contrarreforma propuesta por Carlos Borromeo nos ha permitido corroborar o desmentir algunos aspectos relacionados con su construcción.

Del estudio de la documentación se ha elaborado una base de datos digital que ha permitido estudiar los diversos aspectos con mayor facilidad y proponer una hipótesis del proceso constructivo del edificio.

Otro aspecto importante de este trabajo ha sido la elaboración de documentación gráfica (plantas, alzados y secciones) con gran precisión, al partir de un escaneado láser del conjunto, y nos ha permitido realizar un modelo tridimensional que ayuda a entender mejor su secuencia constructiva.

Desde el punto de vista constructivo y en vistas de una futura intervención para restaurar el Colegio, hemos considerado esencial un análisis de los materiales que lo conforman, realizando diversos ensayos de laboratorio (lupa binocular, microscopio petrográfico y electrónico, determinación de densidad, elementos químicos, etc.) así como otras técnicas no destructivas (tecnología termográfica), comparando ambos resultados, siendo esta la principal aportación del trabajo.



## RESUM

La present tesi doctoral aborda una completa anàlisi del Reial Col·legi de Corpus Christi de València. L'estudi s'ha realitzat des d'un punt de vista arquitectònic i comprèn tot l'edifici en el seu conjunt. Esta institució conserva abundant documentació en el seu arxiu, com (a) èpoques, documents notarials, incunables i un gran nombre de llibres. El seu fundador va ser el beat D. Juan de Ribera, que després del Concili de Trento decidí construir la seua pròpia institució seguint les (seues) disposicions d'aquest concili, per la qual cosa des de la seua fundació s'ha dedicat a la formació de sacerdots.

Hem estructurat este treball entorn a l'anàlisi històrica, morfològica, del procés constructiu i dels materials que constituïxen este singular edifici.

S'ha realitzat un seguiment de la planimetria històrica, que ha permès conèixer d'esta manera com ha sigut representat el Col·legi al llarg de la història. Hem analitzat l'organització urbanística de l'àmbit del Seminari, i hem realitzat una hipòtesi de la distribució de les parcel·les que existien abans de la construcció del Col·legi (1586-1610). Conèixer l'arquitectura de la Contrareforma proposada per Carlos Borromeo ens ha permès corroborar o desmentir alguns aspectes relacionats amb la seua construcció.

De l'estudi de la documentació s'ha elaborat una base de dades digitals que ha permès estudiar els diversos aspectes amb major facilitat i proposar una hipòtesi del procés constructiu de l'edifici.

Un altre aspecte important d'este treball ha sigut l'elaboració de documentació gràfica (plantes, alçats i seccions) amb gran precisió, al partir d'un escanejat làser del conjunt, i ens ha permès realitzar un model tridimensional que ajuda a entendre millor la seua seqüència constructiva.

Des del punt de vista constructiu i amb vista a una futura intervenció per restaurar el Col·legi, hem considerat essencial una anàlisi dels materials que ho conformen, realitzant diversos assajos de laboratori (lupa binocular, microscopi petrogràfic i electrònic, determinació de densitat, elements químics, etc.) així com altres tècniques no destructives (tecnologia termogràfica), comparant ambdós resultats, sent aquesta la principal aportació del treball.



## ABSTRACT

This thesis deals with a complete analysis of the Royal College of Corpus Christi in Valencia. The study was conducted from an architectural point of view and covers the building as a whole. This institution maintains extensive documentation on its files, such as *ápocas*, notarial documents, incunabula and a large number of books. Its founder was the Blessed D. Juan de Ribera, who after the Council of Trent decided to build its own institution by following the provisions of the Council of Trent, so the building has been dedicated to the formation of priests from its inception.

This work is structured around the historical, morphological, the construction process and materials analysis, different aspects that make up this unique building.

A historical follow-up surveying has been performed, thus studying how the College has been represented throughout history. We have analyzed the organization of the Seminary's urban area, making a hypothesis on the distribution of parcels before the construction of the College (1586-1610). The knowledge of the Counter architecture proposed by Charles Borromeo has allowed us to corroborate or refute some aspects of its construction.

The documentation study has made possible to develop a digital database. This allowed us to work on several aspects more easily and to propose a hypothesis of the building construction process.

A laser scan of the whole building makes us able to develop graphic documentation (plans, elevations and sections) with great precision. This allowed us to design a three dimensional model that helps to better understand its construction sequence.

Regarding the construction and with a view to a future intervention to restore the College, an analysis of the materials is essential. This includes various laboratory tests: binocular, petrographic and electronic microscope, density determination of chemical elements, etc., as well as other non-destructive techniques as infrared thermography, comparing these results, which is the main contribution of this work.



# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>I</b>	<b>CONSIDERACIONES PREVIAS</b>	<b>17</b>
I.1.-	PRÓLOGO	19
I.2.-	ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	21
I.3.-	MÉTODO Y FASES DE TRABAJO	23
I.4.-	INTRODUCCIÓN	25
<b>II</b>	<b>ANÁLISIS HISTÓRICO</b>	<b>31</b>
II.1.-	CONTEXTO HISTÓRICO	33
II.2.-	EVOLUCIÓN URBANA DEL ENTORNO	41
II.3.-	EL COLEGIO EN LA PLANIMETRÍA HISTÓRICA DE VALENCIA	49
II.4.-	LA HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL RENACIMIENTO	75
<b>III</b>	<b>ANÁLISIS MORFOLÓGICO</b>	<b>79</b>
III.1.-	ELEMENTOS PROTAGONISTAS DE LA ARQUITECTURA	81
III.2.-	LA ARQUITECTURA DE LA CONTRARREFORMA	90
III.3.-	INFLUENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES	112
III.4.-	TRAZADOS REGULADORES	117
<b>IV</b>	<b>ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO</b>	<b>129</b>
IV.1.-	COMPRA DE LAS CASAS DEL ÁMBITO DEL COLEGIO	131
IV.2.-	LIBRO DE GASTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COLEGIO	142
IV.3.-	PROCESO CONSTRUCTIVO DOCUMENTADO	155
IV.4.-	HIPÓTESIS DE CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA	178
<b>V</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>181</b>
V.1.-	INTRODUCCIÓN	183
V.2.-	BASE TEÓRICA SOBRE MATERIALES POROSOS	186
V.3.-	BASE TEÓRICA SOBRE DURABILIDAD	225
V.4.-	BASE TEÓRICA SOBRE TERMOGRAFÍA	239
V.5.-	ENSAYOS DE LABORATORIO	260
V.6.-	ESTUDIO DE LA PATOLOGÍA	295
<b>VI</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>357</b>
<b>VII</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>367</b>
VI.1.-	APORTACIONES DE ESTE TRABAJO	369
VI.2.-	PERSPECTIVAS DE FUTURO	373
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>375</b>
	FIGURAS	377
	TABLAS	393
	BIBLIOGRAFÍA	397
	<b>ANEJOS</b>	<b>415</b>
	ANEJO 1: GRÁFICO	417
	ANEJO 2: FOTOGRÁFICO	440
	ANEJO 3: DOCUMENTAL	447
	ANEJO 4: TERMOGRAFÍA	470
	ANEJO 5: TÉRMINOS (GLOSARIO)	472
	ANEJO 6: ENSAYOS	480





*Consideraciones previas*



## I. CONSIDERACIONES PREVIAS

### I.1. PRÓLOGO

El presente texto sobre el Real Colegio de Corpus Christi de Valencia es el fruto de varios años de trabajo e investigación, que el autor inició para abordar el Trabajo Final del Máster de Conservación del Patrimonio Arquitectónico de la ETS de Arquitectura en la Universitat Politècnica de València, y que culminan en esta tesis doctoral.

Abarca el análisis de los aspectos más básicos e importantes a la hora de estudiar un edificio, como son los históricos, morfológicos, constructivos y el análisis de los materiales del edificio.

La arquitectura no puede entenderse como un hecho aislado, de ahí la importancia de contextualizarla en el periodo histórico en que se construyó. Se han tratado aquí tanto las cuestiones históricas, como las sociales o políticas (incluyendo la Guerra Civil española y el período de Desamortización). Hemos resumido gráficamente el gran volumen de información recopilada en una línea del tiempo para que sea fácilmente comprensible desde un punto de vista visual.

Seguramente, el Colegio de Corpus Christi, llamado popularmente Colegio del Patriarca, no necesita presentación ya que se trata de uno de los edificios más emblemáticos de la ciudad de Valencia, conocido y respetado por sus habitantes en todas las épocas. Baste decir que su fundador, el Patriarca Juan de Ribera (1532-1611) invirtió su fortuna en la construcción y en el mantenimiento de este Colegio-Seminario, con el objetivo de formar sacerdotes, tarea que todavía hoy sigue llevándose a cabo.

Desde el punto de vista arquitectónico y urbanístico hemos realizado un análisis de la trama urbana en el entorno del Colegio del Patriarca. Entendemos que no es menos importante saber cómo ha sido representado el edificio en los diversos planos históricos de la ciudad, con el fin de conocer la importancia que se le ha dado al mismo a lo largo de los siglos.

La construcción de este Colegio-Seminario se enmarca en el periodo histórico del Renacimiento, en el cual la arquitectura tuvo un papel destacado. Todas las disposiciones que regían e influían a los obispos, arquitectos o constructores se recogían en las *Instructio-nes Fabricae* de Carlos Borromeo, obra que hemos analizado incorporando las características del Colegio. Además, hubo otras influencias tanto nacionales como internacionales que se consideraron en su construcción.

Este trabajo también recoge el estudio de la evolución que se produjo en la compra de las casas del ámbito del Colegio, es decir, las viviendas y otras propiedades que se situaban en la manzana que hoy ocupa nuestro edificio, para conocer la manera y el grado en que influyó en su proceso constructivo. También hemos analizado el *Libro de los Gastos del Colegio*, que contiene las distintas partidas de gastos de la ejecución de la obra, elaborando una secuencia constructiva tridimensional tal y como pensamos que pudo desarrollarse.

El edificio no ha sido objeto de rehabilitación, por lo que con el objetivo de obtener una medición exacta del edificio, pues no se ha encontrado documentación gráfica relevante, se ha digitalizado el Colegio con un escáner láser, de tal manera que hemos podido

desarrollar la planimetría (alzados y plantas) correspondiente.

Debido al estado de conservación del edificio, hemos desarrollado un estudio exhaustivo de los materiales de construcción que lo componen, analizando la patología que sufren.

También se han realizado los ensayos de laboratorio más adecuados para obtener información fidedigna y precisa de los materiales. Asimismo, se aporta el análisis realizado con técnicas no destructivas, de las que cabe destacar la tecnología termográfica en el estudio del estado de deterioro del material, el análisis de la humedad y cómo afecta al edificio, etc.

## I.2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

### Antecedentes

Siguiendo las directrices del programa de Doctorado en Arquitectura, Edificación, Urbanismo y Paisaje, y del Máster de Conservación del Patrimonio Arquitectónico de la Universitat Politècnica de València se plantea esta tesis doctoral como un trabajo de investigación cuya temática está relacionada directamente con el patrimonio arquitectónico al centrarnos en el Real Colegio de Corpus Christi de Valencia. Concretamente, esta tesis doctoral analiza tanto la historia del edificio como sus aspectos morfológicos, constructivos y materiales.

La bibliografía sobre el Colegio del Patriarca, su fundador o la influencia de ambos en la arquitectura posterior de la ciudad de Valencia es muy extensa. La cantidad de volúmenes y su dilación en el tiempo implican que ya se haya abordado el edificio desde muchos aspectos y puntos de vista.

Sin embargo, son pocos los estudios realizados por arquitectos que tratan únicamente este edificio o una parte de él. Cabe destacar la tesis doctoral de D. Jorge Llopis Verdú *Análisis de los órdenes clásicos en la arquitectura renacentista valenciana: el Colegio de Corpus Christi*, que se centra en su claustro estudiando los tratados de arquitectura del Renacimiento, los órdenes y la arquitectura renacentista valenciana. No obstante, también trata algunas cuestiones generales del edificio, como su fundación, las trazas o los artífices.

La elección de este edificio para la realización de la presente tesis doctoral no solo se debe al hecho de ser uno de los más relevantes de la ciudad, sino sobre todo porque ha permanecido intacto en aspectos importantes, como son su configuración espacial o los materiales de construcción. Recientemente se han restaurado las pinturas de la iglesia y de la capilla, pero se trata de elementos decorativos interiores. Desde un punto de vista arquitectónico y constructivo, el edificio tiene la singularidad de encontrarse todavía en su estado original, al no haberse realizado ningún tipo de restauración arquitectónica en los últimos años.

## Objetivos

Los objetivos principales de este trabajo son, por orden de importancia:

- Identificación de la patología de los materiales de construcción que constituyen el Colegio de Corpus Christi mediante el empleo de termografía infrarroja contrastada con la información relevante que nos aportan los ensayos de laboratorio.
- Descripción de las influencias nacionales y extranjeras en el diseño y construcción del edificio.
- Aportación de las técnicas constructivas que se emplearon en la ejecución del inmueble, aplicando y ampliando los conocimientos que disponemos.

Para lograr este fin también se han establecido los siguientes objetivos complementarios:

- Identificación y análisis de los materiales que componen el edificio, estudiando su patología y el estado de deterioro.
- Determinar la secuencia crono-constructiva, definiendo completamente el proceso de construcción del edificio a lo largo de la historia.
- Establecer la relación entre las decisiones constructivas y morfológicas que se adoptaron y el período histórico en que se construyó (1586-1610).
- Desarrollo de una documentación gráfica fiable y precisa del edificio, como son plantas, alzados, secciones y elaboración de un modelo tridimensional.

### I.3. MÉTODO Y FASES DE TRABAJO

Esta tesis presenta tanto el análisis histórico como la morfología y la construcción del edificio. Para poder desarrollar estas facetas es esencial un estudio completo y minucioso de la bibliografía existente sobre el Colegio. También es necesario un análisis in situ del edificio para poder conocer con exactitud el proceso de ejecución, su estado de conservación, etc.

En el análisis de los aspectos constructivos del edificio es importante destacar el período histórico de su concepción y ejecución, ya que la arquitectura es el reflejo de la cultura de cada época (sociedad, economía, construcción...). El estudio bibliográfico no tiene como objeto realizar un estado del arte<sup>(1)</sup>, pero sí una revisión exhaustiva de la información relevante para nuestro trabajo, analizando las obras publicadas que se han dedicado completa o parcialmente al edificio o a la figura de su fundador. Se ha elaborado una línea del tiempo del edificio en la que se muestran simultáneamente, pero de forma ordenada y clasificada, todos los eventos relevantes desde el punto de vista social, cultural y religioso.

Se ha estudiado el contexto histórico de los siglos XVI y XVII en los que se lleva a cabo la construcción de este Colegio-Seminario. La intención es doble, en primer lugar conocer los motivos que impulsaron al Patriarca Ribera a emprender este proyecto, pero sobre todo averiguar las técnicas constructivas empleadas, los materiales de construcción habituales en la época, los procesos de ejecución, etc. Asimismo, es interesante destacar el estudio sobre el desarrollo urbano de la ciudad de Valencia, pues la ordenación urbanística y sus modificaciones han acompañado los avatares de tan ilustre edificio.

La contextualización previa nos permite analizar cuál ha sido la evolución del edificio desde el punto de vista constructivo. Esto facilita la tarea de identificar y catalogar los materiales, sus defectos y su estado de conservación. También aporta información sobre los posibles movimientos de la estructura y sus materiales, identificar su procedencia, sus características o propiedades y la justificación de su empleo.

Desde el punto de vista compositivo se ha elaborado una documentación gráfica fiable<sup>(2)</sup> con la que poder analizar los distintos aspectos comentados. El desarrollo de un modelo tridimensional es novedoso, pero sobre todo tremendamente útil. Este modelo permitirá visualizar las distintas fases de ejecución y comprender mejor el proceso de construcción a finales del siglo XVI. Algunas cuestiones que se han tratado de responder a lo largo del trabajo han sido las siguientes: Cómo ha influido la construcción fragmentada, por fases, y sin un proyecto previo<sup>(3)</sup> en la forma, materialización y estado de conservación del edificio en la actualidad; Cómo influyó la época, la sociedad, la economía o la cultura en la concepción y construcción del edificio.

Desde el punto de vista arquitectónico y constructivo es imprescindible conocer las

---

1.- Para un análisis arquitectónico de la bibliografía del Colegio del Patriarca anterior a 1997 véase Llopis Verdú, J., 1997.

2.- Atendiendo a las recomendaciones y criterios recibidos en diversas asignaturas del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico (ETSA-UPV)..

3.- En la actualidad pensamos que sí existió una traza del conjunto, pero no fue un proyecto que desarrollara todas sus fases, como los actuales. Confróntese Llopis Verdú, J., 1997, 2007.

propiedades de los materiales para entender su respuesta estructural y su estado de conservación, especialmente en el caso de edificios con una larga trayectoria como es la del Colegio. Por eso hemos llevado a cabo diversos ensayos habituales en el campo de los materiales pétreos, siguiendo las normativas vigentes. Estos ensayos se han realizado en diversas universidades, como son la Politècnica de València, la de Alicante o la de Oviedo.

En la Universidad de Oviedo (Facultad de Geología) hemos colaborado con el Dr. D. Javier Alonso en la elaboración de:

- Estudio de residuos insolubles.
- Láminas delgadas de la piedra de Godella Microscopio petrográfico.
- Estudio de las muestras en la lupa binocular.
- Microscopía electrónica de barrido (SEM) de la piedra de Godella.
- Difracción de rayos X de diversas muestras, incluídas las ensayadas en la Universidad de Alicante.
- Estudio de las pátinas.

En la Universidad de Alicante – CSIC trabajamos con el Dr. D. David Benavente y la Dra. D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura para realizar los siguientes ensayos:

- Ensayo de densidad.
- Fluorescencia de rayos X.
- Descripción petrográfica de la piedra de Ribarroja.
- Estudio de las pátinas.

Asimismo, en la Universitat Politècnica de València (Servicios Científico-Técnicos) se llevaron a cabo:

- Ensayos de microscopía electrónica de la piedra de Godella.

De entre las técnicas no destructivas, tenemos que destacar la termografía infrarroja por ser la que más información puede aportarnos en este trabajo. El autor ha tomado imágenes con la cámara termográfica prácticamente a cualquier hora del día y de la noche, durante meses, para posteriormente tratar dichas imágenes con el software apropiado extrayendo toda la información valiosa.

A continuación vamos a descubrir cuáles fueron las virtudes y los defectos de la construcción del Colegio visto con perspectiva histórica, a tenor de las patologías que apreciamos y su estado de conservación.

## I.4. INTRODUCCIÓN

Hemos diferenciado esta tesis en varios capítulos con el fin de abordar diversos temas en relación con el edificio del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia. Así pues, el Análisis Histórico nos permitirá entender el contexto en el que se ideó, diseñó y construyó el edificio. El Análisis Morfológico nos proporcionará un mejor entendimiento del proceso de diseño que se llevó a cabo. El capítulo dedicado al Análisis del Proceso Constructivo nos ha permitido entender las distintas fases constructivas, su intervalo en el tiempo, así como un mejor conocimiento de los materiales empleados, su colocación en obra, y los recursos económicos y humanos. Por último, el capítulo dedicado al Análisis de los Materiales de Construcción aborda el estado de los mismos, además de las técnicas y procedimientos para determinar su patología mediante la base teórica y los ensayos más adecuados.

### **Análisis histórico**

En este apartado estudiamos el período histórico en el que se enmarca la construcción del Colegio de Corpus Christi, ya que la arquitectura no está exenta de las decisiones políticas, religiosas, etc. de su tiempo.

Para entender la ubicación del edificio, incluso su envergadura, posición de algunos elementos arquitectónicos como la cúpula, la torre-campanario, etc.) es interesante conocer el entorno urbano del edificio y su evolución. En este capítulo se analizan las calles colindantes al Colegio, su origen y evolución.

También estudiamos en profundidad los diferentes mapas y planos históricos donde aparece el Colegio, analizando las diferencias que existen entre ellos e intentando averiguar la intención de cada artista a la hora de representarlo. Existen muchos, pero destacamos el plano de Mancelli (1608), pues nos muestra por primera vez una imagen del edificio, y el de Tosca (1704) por ser muy preciso en los detalles. Las imágenes aéreas más destacadas son sin duda las de Alfred Guedson (1858), aunque son vistas generales de la ciudad y no representan únicamente el edificio que nos ocupa.

### **Análisis morfológico**

El final del siglo XVI está fuertemente influenciado por la Contrarreforma de la iglesia católica y, especialmente, por las disposiciones que iniciaron en el Concilio de Trento y que se desarrollaron posteriormente en la obra de Carlos Borromeo. Este apartado estudia cuáles fueron los aspectos arquitectónicos y constructivos impulsados por la Contrarreforma y que se reflejan en la obra que nos ocupa, el Colegio del Patriarca. Por ello, es fundamental analizar la figura de Carlos Borromeo y, concretamente, su obra *Instruktionen Fabricae et Suppellectilis Ecclesiasticae*, publicada en 1577.

Se muestran también las influencias nacionales e internacionales que pudieron condicionar el diseño y la construcción del Colegio.

Se muestra cuál pudo ser el proceso de diseño del edificio y los trazados reguladores de las plantas y los alzados con la intención de investigar las propiedades intrínsecas del

edificio, aunque a veces la proporción va implícita en los órdenes empleados (copiados de los tratados).

### **Análisis del proceso constructivo**

Podemos decir que el proceso constructivo del edificio comenzó con la compra de las propiedades que había en la parcela que hoy ocupa el Colegio del Patriarca. En realidad era un conjunto muy diverso de viviendas modestas, huertos y patios que el Patriarca Ribera fue comprando durante un dilatado período, incluso después de iniciarse las obras.

Hemos analizado el Libro de Compras de casas incorporadas en el collg<sup>o</sup> y Seminario fundado por el *Ill.mo señor DON JVAN DE RIBERA*, Patriarcha y Arçobispo de Valencia y se propone una hipótesis plausible de la organización urbana que pudo existir<sup>(4)</sup>. También es interesante observar la secuencia en que se fueron adquiriendo dichas propiedades, pues hemos comprobado que influyó en la ejecución de los muros perimetrales del edificio.

El Colegio conserva el Libro de Gastos de la construcción, donde se apuntaron las diferentes partidas de obra. Hemos analizado en profundidad dicho libro para entender mejor cuál fue el proceso constructivo y estudiar cada una de sus fases, materiales empleados, maestros de obra, así como cada una de las piezas más destacadas (iglesia, capilla, claustro, zaguán, torre-campanario). Asimismo, se ha propuesto un modelo tridimensional donde se puede apreciar las diferentes fases del proceso constructivo<sup>(5)</sup>.

### **Análisis de los materiales de construcción**

Los materiales estudiados en este trabajo son porosos, por lo que hemos considerado necesario analizar su comportamiento y propiedades.

Para analizar las características de los materiales es fundamental en primer lugar definir el concepto de porosidad y sus propiedades para conocer la respuesta del material. El tamaño de los poros y su medida nos dan una idea de la complejidad del sistema poroso y nos permite estudiar la variación de la porosidad en el tiempo, evaluando el estado de deterioro del material.

La presencia o no de agua tanto en la superficie como en el interior de los materiales influye de una manera determinante en la conservación o degradación de los mismos. No es habitual que los materiales de construcción estén totalmente saturados, por lo que el agua suele disponer de espacio vacío suficiente para moverse por el interior de los materiales. De esta manera, hablaremos de permeabilidad para flujos saturados y de conductividad hidráulica para los insaturados.

El estudio de la difusividad nos permitirá conocer mejor cómo se produce la absorción de agua líquida desde la superficie de los materiales y, por tanto, está relacionado con el secado de los edificios. Para comprender mejor esta cuestión debemos considerar la absorción del agua de lluvia en los paramentos, la profundidad del frente húmedo (saturación de la superficie), así como conocer cómo se produce el fenómeno de la ascensión

---

4.- Lerma, C., Mas, Á., Blasco, V., 2012a.

5.- Véase bases metodológicas en Galiana, M., Mas, Á., Galvañ, V., Lerma, C., Conesa, S., 2012.

capilar en los muros de un edificio. De la ascensión capilar en muros nos interesa averiguar la velocidad y la altura de la columna de agua que asciende por efecto de la capilaridad, ya que el secado por evaporación de los muros controla dicho fenómeno. El secado de los edificios depende de la transferencia de humedad a la atmósfera y se produce en dos fases. La fase 1 depende mucho de la ventilación y la temperatura, pues está relacionado con la cinética del calentamiento. La fase 2 depende de la difusión del vapor de agua a través del medio poroso hacia la superficie. Por este motivo se ha estudiado las condiciones de contorno del edificio, como puedan ser el flujo de aire, la temperatura, la humedad relativa o las lluvias.

La durabilidad de los materiales es la aptitud para resistir la acción de los agentes de la intemperie, lo que permite comprender y cuantificar la modificación de las propiedades de los materiales y el estudio de su deterioro.

La presencia de agua genera reacciones químicas que producen el avance de la degradación de los materiales. Por una parte, esto depende del propio edificio (su orientación, diseño, subsuelo) y, por otra, del material (tipo, propiedades, acabado). Las sales producen al cristalizar daños físicos y químicos y su acción es la causa principal del deterioro de los edificios, por lo que es importante analizar la patología asociada. Si conocemos los mecanismos de alteración y la evolución del proceso, también podemos determinar el estado o la fase del proceso de deterioro en que se encuentra el material. La suciedad, las costras y, en general, el cambio de color que afecta a los edificios nos permiten determinar el envejecimiento. Es importante determinar las zonas afectadas y estudiar no solo el cambio de color sino sobre todo la degradación física y química que puede sufrir el material.

Las plantas y microorganismos producen bioalteración y, en algunos casos, formación biológica del yeso. Los cambios bruscos de temperatura producen choques térmicos que a su vez generan normalmente desprendimientos.

En referencia al apartado que dedicamos a la termografía, debemos indicar que es necesario conocer los conceptos básicos para su empleo, es decir, de qué parámetros varía la energía captada por la cámara.

El estudio de la impedancia térmica, la transformación de calor de un cerramiento en estado dinámico, nos permite el estudio real del cerramiento y el análisis de la variación de temperaturas del cerramiento en ciclos de 24 horas.

El comportamiento de los materiales depende de las condiciones climáticas generales y microclimáticas del entorno del edificio. Para aplicar la termografía es necesario conocer los conceptos básicos, los factores externos que modifican su lectura y considerar un horario de estudio adecuado. Esto nos permitirá generar informes de las tomas de datos y especialmente interpretar adecuadamente los resultados<sup>(6)</sup>.

Para estudiar correctamente los materiales es necesario realizar algunos ensayos de laboratorio, por lo que en primer lugar es necesario determinar los criterios para la elección de las muestras y de la selección de los ensayos que se van a llevar a cabo. En este trabajo los ensayos se van a centrar en el material pétreo.

---

6.- Lerma, C., Más, Á., Gil, E., Working paper 2012c.

Si es posible debemos conocer el origen de los materiales, así como la orientación y situación de las muestras en el edificio.

La caracterización del material pétreo nos aporta información de las propiedades de cada tipo de piedra. El ensayo de densidad permite conocer evidentemente la densidad de cada muestra, y por tanto, intentar determinar el grado de deterioro. El estudio de los residuos insolubles nos puede indicar el grado de pureza (calcita en nuestro caso) del material conociendo el porcentaje de impurezas. La difracción de rayos X (DRX) realiza un análisis de los elementos que contienen las muestras. El microscopio electrónico de barrido (SEM) proporciona un análisis químico detallado, además de una imagen detallada a escala microscópica. El microscopio óptico / petrográfica permite identificar los minerales principales y secundarios. El ensayo de fluorescencia de rayos X nos muestra la composición química de la muestra en función de elementos y óxidos. La porosimetría de mercurio nos permite caracterizar el sistema poroso y, por tanto, nos ayuda a entender el comportamiento hídrico del material.

Este capítulo aborda el estudio de la patología de todos los cerramientos exteriores del Colegio, haciendo referencia a todos los materiales que los componen (ladrillo, tapial, piedra).

Por último, se relacionan algunas de las propiedades más importantes en el estado de deterioro de los materiales con las imágenes infrarrojas que hemos tomamos del edificio. Se analizan zonas en las que se desprenden partes de la roca, se comparan áreas donde hayan cristalizado sales y donde no, se estudian las diferencias de densidad entre materiales diferentes o respecto del mismo tipo, o se consideran las regiones afectadas por suciedad o costras negras.



*Análisis histórico*





## II. ANÁLISIS HISTÓRICO

### II.1. CONTEXTO HISTÓRICO

La construcción del Colegio de Corpus Christi se enmarca en el período histórico del Renacimiento Valenciano (s. XV-XVII). Para poder entender cómo y por qué se tomaron las decisiones que llevaron al levantamiento del edificio es necesario conocer el contexto histórico, político, social, religioso, etc. de la época.

Antes del Renacimiento, en el llamado prerrenacimiento<sup>(7)</sup>, la pintura prima frente a otros géneros artísticos por primera vez en la historia del arte occidental. Se investiga en los campos de la perspectiva y de las proporciones. Con el Renacimiento y el Manierismo la pintura occidental alcanzará su apogeo. En este género se reflejan los cambios obrados en la concepción del mundo por las ciencias naturales y los grandes descubrimientos, por las tensiones religiosas y por las agitaciones políticas y sociales. Esta época llegará a su fin con las visiones religiosas del Greco.

Europa buscaba un nuevo lenguaje. El espíritu universalista que caracteriza la Europa del s. XIII va dislocándose en fragmentos particulares en el s. XIV para desaparecer en el s. XV. Los ideales que proporcionó la Iglesia en el primer gótico son sustituidos por la actitud de pensamiento crítico que se desarrolla en las recientes universidades, en las que se leen los clásicos en griego o latín, se discuten postulados teológicos y se duda de los dogmas. La imprenta permitió la divulgación de la cultura escrita. En el gótico, "las dimensiones del edificio poseen al hombre, pero en el Renacimiento será el hombre quien domine al edificio"<sup>(8)</sup>, pues por primera vez desde la antigüedad se siente centro del universo.

El equilibrio entre las dimensiones de la planta y la altura responden a una exigencia humana según la cuál no deben preponderar las dimensiones verticales sobre las horizontales. Priman la geometría simple y comprensiva empleando proporciones sencillas. Al ser más bajos, los edificios no necesitan de la teoría constructiva gótica y desaparecen los arcos apuntados, volviéndose al arco de medio punto, que denota equilibrio entre el estatismo y el dinamismo. A mediados del s. XVI se ha alcanzado la cumbre del lenguaje renacentista, su punto de madurez, y se teme un declive. Por este motivo existe el empeño de codificar el lenguaje aprendido mediante tratadistas como Serlio (Architettura), Vignola (Degli Ordini) o Palladio.

La sociedad española de 1500 tenía un componente mercantil muy débil en casi todo el territorio peninsular. Por el contrario la nobleza retenía en sus manos un enorme poder económico, aunque políticamente verá recortadas sus prerrogativas por el aparato de un Estado absolutista. Todo esto explica que el Renacimiento español quede circunscrito a los dictados que la Corte, la Iglesia y la nobleza impulsen.

En nuestro caso se subraya de modo especial la continuidad "Edad Media — Renacimiento" por la pervivencia de formas de poder, propiedad y mentalidad medievales en los siglos XV y XVI.

La situación económica española hubiera requerido una gran austeridad, que ni Fe-

7.- Véase Walter, F. 2000.

8.- Véase VV AA, "Historia del Arte", 1999.

lilpe III ni su valido el Duque de Lerma fueron capaces de asumir; solo en la boda real se gastó el 10% de los ingresos de la Hacienda en 1599<sup>(9)</sup>.

### Análisis social

A lo largo del s. XIV Valencia se consolidó como lugar de acogida de inmigrantes del resto de la Corona<sup>(10)</sup>, lo que influyó en el aumento de la población (véase fig. II.1).

Respecto a los moriscos, después de la conquista cristiana la mayor parte de los musulmanes del Reino de Valencia permaneció en sus tierras y el proceso de la repoblación medieval alteró tan solo muy lentamente esta situación<sup>(11)</sup>. Estaban divididos en tres grupos: los valencianos (30 % de la población), los aragoneses (25 % de la población) y los castellanos, muy dispersos por la corona de Castilla, desde el Cantábrico hasta Andalucía<sup>(12)</sup>.

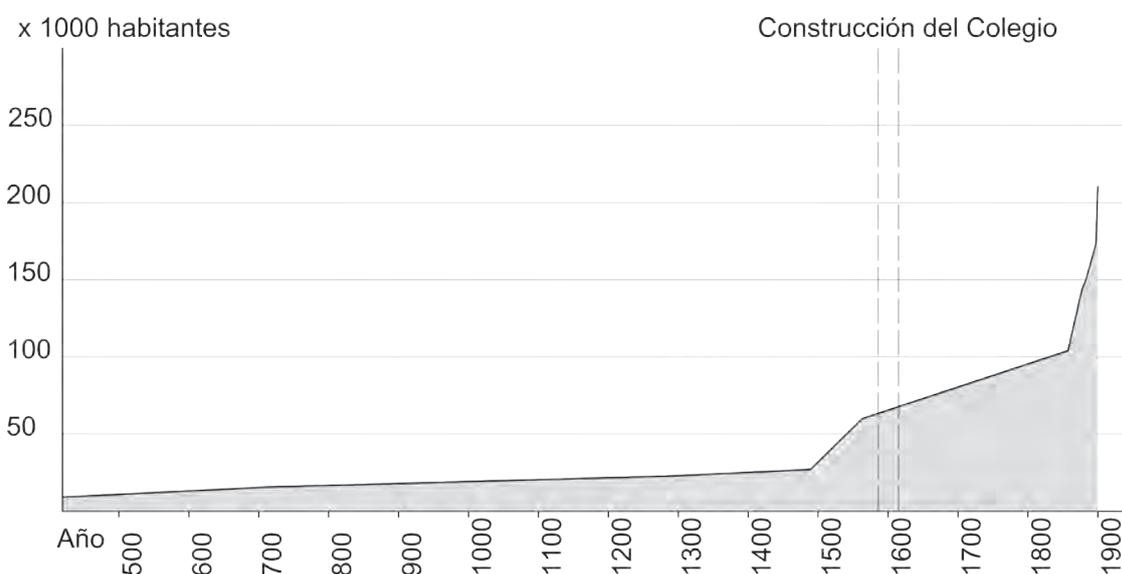


Fig. II.1. Estimación de la población de la ciudad de Valencia.

Se conjugaron varios factores (sociales, religiosos, políticos) que frustraron una política de asimilación finalizando en su expulsión en el año 1609. En efecto, hubo una tradición de intolerancia hacia ellos, la iglesia había fracasado en su proceso evangelizador<sup>(13)</sup> y su expulsión no fue más que un “hecho político oportunista”<sup>(14)</sup>.

La decisión firme de su expulsión se tomaría en 1582, aunque sufrió continuos retrasos hasta 1609, en que se encontraba el Duque de Lerma como valido del Rey Felipe III. En algunos períodos parece muy oportuno y en otros no tiene sentido tomar esta medida<sup>(15)</sup>. Esta época no es fácil, pues el Rey tiene que lidiar varios problemas por distintos frentes; guerras, una epidemia de peste (1597-1602) y la reputación del país muy deteriorada.

Aunque ya tarde, algunos dirigentes se dieron cuenta de que los moriscos tenían un

9.- VV. AA. Dossier “Felipe III, poco Rey para tanto reino”, p. 1.

10.- J. Martí y P. Pascual en Taberner, F. 2005.

11.- M. Ardit en “La conversión forzosa”, VV. AA. “La expulsión de los moriscos del Reino de Valencia”, 1997 p. 17.

12.- B. Vincent en “La expulsión de los moriscos”, mediateca RTVE, 2009.

13.- I. Falcones en “La expulsión de los moriscos”, mediateca RTVE, 2009.

14.- J. M. Perceval en “La expulsión de los moriscos”, mediateca RTVE, 2009.

15.- J. E. Gelabert en “La expulsión de los moriscos”, mediateca RTVE, 2009.

gran acervo de conocimientos y suponían un porcentaje muy elevado de la clase trabajadora que, si se iban, implicarían una merma en la productividad, sobre todo en la Comunidad Valenciana, tal y como posteriormente sucedió. Los había zapateros, curtidores, médicos, inquisidores, etc. incluso ricos, poderosos y respetados aquellos que colaboraron con la monarquía que les concedía privilegios<sup>(16)</sup>. Cuando los cristianos vieron amenazados sus puestos de trabajo se impusieron diversas regulaciones que les impedían desempeñar algunos trabajos acabando, por ejemplo en la construcción o en el campo (donde introdujeron avances como el regadío, los cultivos, la fruta, las acequias, las norias, etc.).

Los moriscos eran fieles a la lengua del Corán, lo que dificultó su evangelización. Aunque se crearon diversas parroquias moriscas, sobre todo en época de Juan de Ribera, los rectores estaban mal pagados, no tenían interés por sus feligreses y se limitaban a dar misa en latín con un corto sermón en castellano o en valenciano (lenguas que no entendían). Los tímidos intentos que se hicieron acabaron cuando Ribera ocupó la mitra valenciana en 1569; su oposición a la predicación en árabe reflejaba la opinión mayoritaria, que era también la de Felipe II<sup>(17)</sup>.

Por otro lado, los virreyes valencianos trataron de erradicar la conexión de los moriscos valencianos (que solían vivir en el interior) con los árabes del norte de África, que continuamente realizaban ataques piratas sobre nuestras costas, pues se temía que los moriscos se aliaran con ellos e iniciaran una sublevación. Por este motivo, en 1563 se inicia un proceso de desarme de los moriscos valencianos. La población cristiana de la época pensaba que era plausible una invasión islámica como en el año 711<sup>(18)</sup>.

No se conoce bien el papel del duque de Lerma en la expulsión, pues él también era señor de moriscos y estaba emparentado con parte de la nobleza valenciana. Podría ser que la decisión se hubiera tomado a sus espaldas, si bien es cierto que en 1602 estaba en contra, en 1608 se declaró a favor de la expulsión. Aunque eran reticentes, se les prometió a los señores que tendrían en propiedad las pertenencias que dejaran los moriscos<sup>(19)</sup>.

Finalmente, se aprobó el decreto de expulsión en abril de 1609 y el bando correspondiente en Valencia en septiembre del mismo año. Tenían tres días para ir a los puertos; podían quedarse el 6 %, los menores de seis años y los que demostraran ser cristianos. En total salieron de la Comunidad Valenciana 111 396 moriscos, a través de los distintos puertos<sup>(20)</sup>.

## Análisis Político

El emplazamiento del Colegio del Patriarca está vinculado, entre otras cuestiones, a la Universidad cuya situación parece responder a una voluntad más o menos explícita de alejar a los estudiantes de los centros de poder y convocatoria; lejos en cualquier caso de la plaza del Mercado, lugar de reunión<sup>(21)</sup>.

16.- E. Soria en "La expulsión de los moriscos", mediateca RTVE, 2009.

17.- M. Ardit en "La conversión forzosa", VV. AA. "La expulsión de los moriscos del Reino de Valencia", 1997 p. 24.

18.- M. Ardit, íbidem, p. 25.

19.- M. Ardit, íbidem, p. 28.

20.- M. Ardit en "La conversión forzosa", VV. AA. "La expulsión de los moriscos del Reino de Valencia", 1997 p. 28.

21.- J. I. Casar en VV. AA. "La Universitat i el seu entorn urbà", 2001, p. 81.

Por otro lado, algunos de los personajes políticos más relevantes en este contexto fueron:

Felipe I de Valencia, Aragón y II de Castilla, nacido en 1556 y muerto enfermo de gota en 1598 en El Escorial.

Felipe II de Valencia y Aragón, III de Castilla nació en 1578 y murió en 1621. Al disminuir el aporte de metal procedente de América buscará subsidios en todas las regiones peninsulares e impondrá nuevos tributos para la Hacienda Real. Manipula, además, el sistema monetario autorizando en 1599 la acuñación de vellón de cobre puro. Temiendo la expulsión de los moriscos que finalmente se produciría en el año 1609 empiezan a cambiar sus bienes y monedas por oro y joyas, abundando gran cantidad de moneda falsa; la huida del oro provocará la caída de la Taula de Canvis en 1613. Se llegó a permitir la libre circulación de los *dineros* falsificados y los jurados de la ciudad firmaban albaranes hasta que se hicieron nuevas monedas<sup>[22]</sup>.



Fig. II.2. Europa política en el año 1600.

Con este último empieza la época de los validos en España, del cuál destacamos la figura del Duque de Lerma, título que impuso en 1599 al entonces Marqués de Denia y Conde de Lerma, D. Francisco Gómez de Sandoval-Rojas y Borja. Además, el Duque de Lerma fue Virrey de Valencia entre 1595 y 1597, cargo que asumiría más adelante el propio arzobispo y patriarca Juan de Ribera (1602-1604). Esto, junto a dos viajes oficiales de los Reyes a Valencia (en 1599<sup>[23]</sup>, cuando visita las obras del Colegio del Patriarca y en 1604 para inaugurarlo), nos muestran una relación afable entre Madrid y Valencia.

En la figura II.2 se muestran las fronteras existentes mientras se construía el colegio de Corpus Christi, con cierta hegemonía de la Corona española.

22.- Petit, R. 1981.

23.- Viaje documentado por Cabrera, L. 1857 pp. 14-25.

## El Colegio en la Guerra Civil española

Declarada la guerra en 1936, la Junta Central del Tesoro Artístico desarrolló en el Colegio y en la iglesia del Patriarca su principal actividad. En él se recibían las obras procedentes del Museo del Prado, se revisaba el estado de conservación y los embalajes, se aplicaban tratamientos preventivos e incluso se restauraron algunas obras. Las naves de la iglesia fueron habilitadas principalmente para albergar los lienzos de grandes dimensiones (Fig. II.3). Las medidas arquitectónicas dispuestas, que reforzaban la estructura de las naves también permitían el control ambiental, la aireación y la accesibilidad preceptiva en los depósitos de obras de arte. En 1937 se dibuja una sección de la iglesia con las medidas de acondicionamiento y refuerzo de una capilla emplazada en una crujía lateral para su uso como depósito<sup>(24)</sup>.

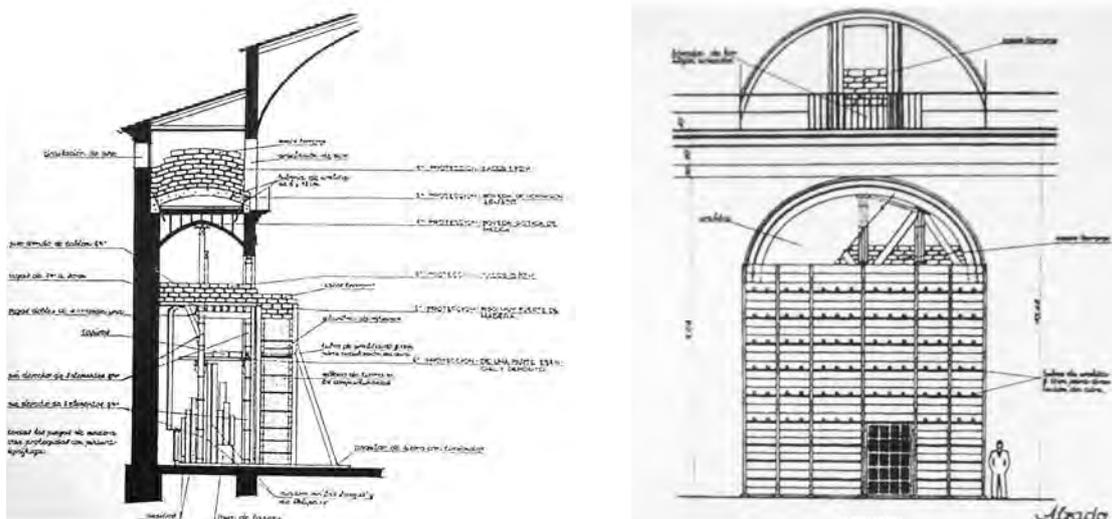


Fig. II.3. Sección y alzado de una de las capillas del Colegio en 1937.

El otro fuerte para resguardar las obras del Prado se situó en las Torres de Serrano, donde Vaamonde<sup>(25)</sup> creó una estructura de hormigón armado que dotaba a la torre de "movilidad" para evitar el impacto. En el Patriarca, una estructura basada en construir todo un entramado que resistiera, además de un posible bombardeo, la acción de la humedad con métodos de presurización. Para ello no se tocaron los frescos de las paredes. Las obras, trasladadas desde Madrid en condiciones precarias, fueron custodiados en Valencia por milicianos hasta octubre de 1937 cuando la ciudad dejó de ser capital de la República<sup>(26)</sup>.

24.- Seacex.com, 2005 p. 38.

25.- José Luis Vaamonde, gallego, era amigo personal de Azaña y asumiría la dirección de las obras de adecuación en el Colegio del Patriarca y en las Torres de Serrano.

26.- Elpais.com 2008.

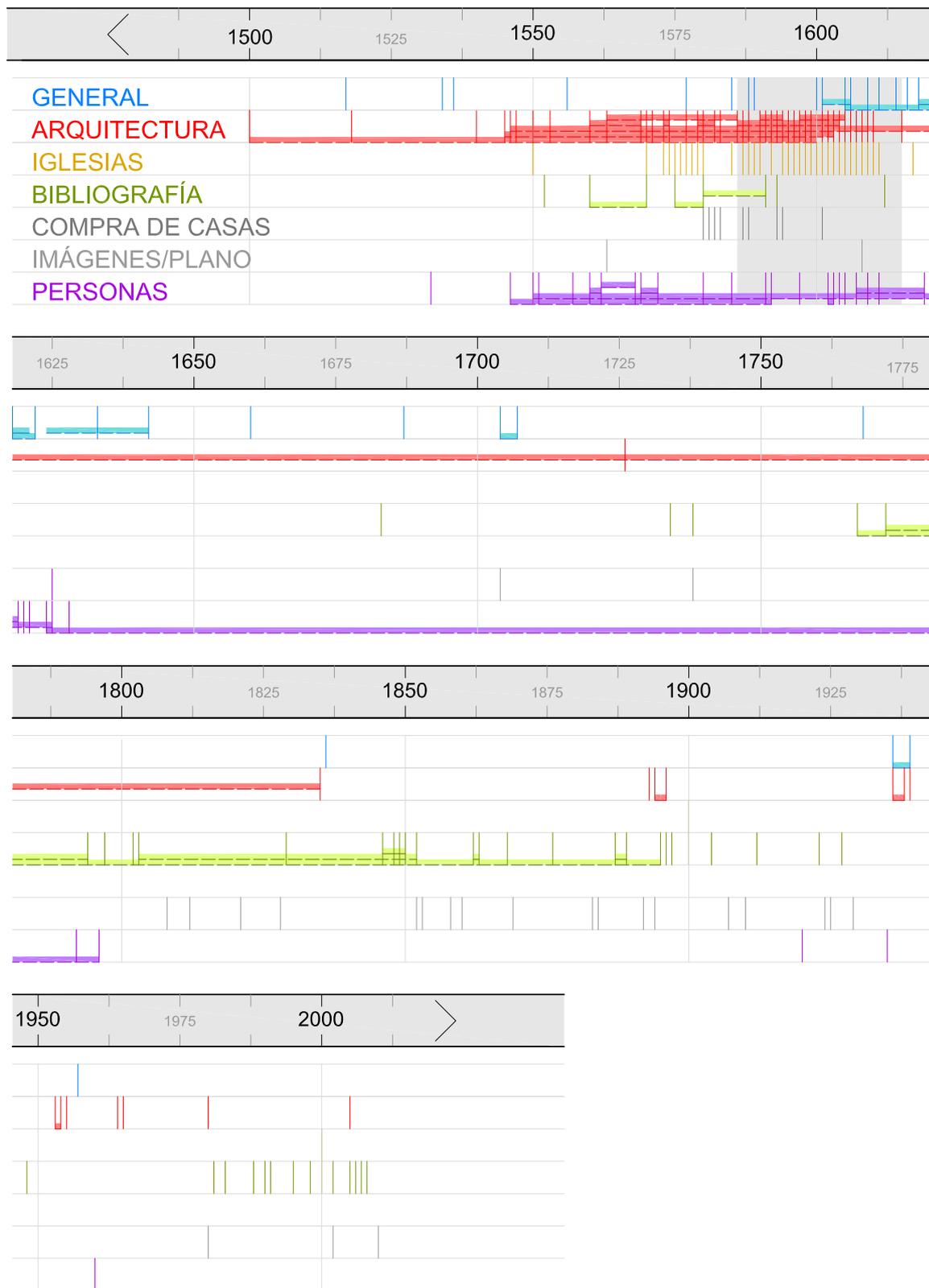


Fig. II.4. Línea del tiempo del Colegio del Patriarca (a).

## II.- Análisis histórico

### ARQUITECTURA

1400-1600: Renacimiento  
 1518: Puente de Serranos  
 1540: Bóvedas de albañilería en España  
 1545-1563: Concilio de Trento  
 1546-1835: Construcción de S.M.Reyes  
 1547: Se decide construir S.M.R.  
 1553: Primera piedra S.M.R.  
 1560-1569: Fábricas de ladrillo visto  
 1563-1586: Construcción El Escorial  
 1571: Tapices para la Capilla  
 1573-1574: Compra casas Plaza Studi  
 1577: C.Bonomio:Insructioen F. et S.E.  
 1578-1582: Cúpula de El Escorial  
 1580: Inicio proceso de compra de casas  
 1580: Se rechaza la traza de Covarrubias  
 1583: Carta de Fundación para el Colegio  
 1586: Primera piedra del Colegio  
 1586-1604: Construcción del Colegio  
 1590-1594: Obras de la capilla  
 1590: Primer concierto Guillem del Rey  
 1590: Gaspar Bruel: mesas y otras piezas  
 1590: Fábrica Nova del Turia  
 1592: J.M.Abril: 2 mesas y 10 bolas jaspe  
 1593-1595: Concierto Rodrigo y Marona  
 1593-1595: Obras ala de la c/Nave  
 1593-1595: CT de la torre campanario  
 1593: Bruel: más piezas de jaspe  
 1594: Patronazgo al Rey Felipe II  
 1594: Finalizan las obras de la Capilla  
 1595: Cúpula albañilería con tambor  
 1596: Concierto con Fco. Figuerola  
 1596: Portada gemela para Capilla  
 1596: Compra de columnas del claustro  
 1596: Pavimento de la capilla  
 1596: Construcción del puente del mar  
 1597-1605: Pinturas de la Capilla  
 1597-1605: Matarana pinta los frescos  
 1597: Chapado de la Capilla  
 1598: Adobos en 2 pias de jaspe  
 1599-1601: G.Rey: concierto ct claustro  
 1599: Contrato escalera  
 1599: Portada capilla S.Mauro, crucero  
 1599: Llegan a VLC las columnas  
 1599: Construcción del puente del Real  
 1599: Carta de pago de las columnas  
 1599: Matarana: contrato  
 1599: Puertas del crucero del templo  
 1600: Diseño del altar mayor  
 1600-1603: Obra y traza balaustada  
 1600: Colocación del calman del hall  
 1601-1605: Diseño del resto de retablos  
 1601: Suprimidas portada claustro-presbi  
 1601: Portada ig.Villacastin (insp.Vignola)

1601: Puertas del crucero  
 1601: Relicarios del crucero (supr.1607)  
 1602: Bóvedas de arista galerías claustro  
 1602: Último tramo escalera hasta biblio.  
 1602: Trazas para enviar a Francia  
 1602: Portada de la biblioteca  
 1603: Portada principal c/Nave  
 1603: CT del chapitel sobre campanario  
 1603: CT de 20 puertas del claustro alto  
 1603: Fuente del claustro  
 1603: Conclusión galería sup. de arquillos  
 1603: Portada entre antecoro y claustro  
 1603: 2 portadas con piedra de Godella  
 1604: Inauguración oficial (Felipe II)  
 1604-1607: Portada sacristía de reliquias  
 1604: Apertura puerta UV a costa del Pat.  
 1604: Fuente en la puerta del refectorio  
 1604-1606: azulejos  
 1605: Aposentos privados del Patriarca  
 1605: Celebración regular de oficios  
 1605: Cruz en águila sobre chapitel  
 1605: Constituciones de la Capilla  
 1606: Pintura de la bóveda de la capilla  
 1606: Sepultura en mármol de Génova  
 1607: G.Rey, capilla reliquias, tras altar  
 1607: Eliminados relicarios 1601  
 1608: Eliminación chapitel, águila, cruz  
 1608: CT pretil de la verja capilla mayor  
 1608: Deshacer última grada  
 1609: Techumbre de cañas celdas c/Nave  
 1610: Nuevas constituciones  
 1615: Finalización obras biblioteca  
 1726: Lavado de los frescos de Matarana  
 1893: Propuesta cubrición claustro  
 1893: Verja metálica M. Cortina  
 1894-1896: Estatua Patriarca (Benlliure)  
 1936-1938: Obras del Prado en VLC  
 1939: Colegiales recuperan la llave  
 1939-1954: Museo del Patriarca  
 1955: Instalaciones Archivo Protocolos  
 1964: Reforma habitaciones y cocinas  
 1965: Claustro empedrado  
 1965: Remodelación del antecoro  
 1980: Enlucido galería alta claustro  
 1980: Enlucido zaguán de la capilla  
 1980: Saneamiento de vigas, cielos rasos  
 2005: Remodelación plaza del Patriarca

### IGLESIAS

1570: Nuestra Sra. del Socorro  
 1570: San Julián  
 1573: San Antonio y San Diego  
 1573: La Concepción  
 1574: Sangre de Cristo  
 1574: San Juan de Ribera  
 1574: San Antonio  
 1574: San Francisco  
 1575: La Concepción  
 1576: San Vicente Ferrer  
 1576: San Antonio  
 1576: San Onofre  
 1576: San Sebastián  
 1577: San Guillermo  
 1577: Nuestra Sra. del Rosario  
 1578: Nuestra Sra. del Castillo  
 1578: San Francisco  
 1579: Nuestra Sra. del Oretó  
 1580: Santa Ana y Ntra. Sra. del ple Cruz  
 1585: Ara Christi  
 1587: San Felipe Apóstol  
 1587: Nuestra Sra. del Rosario  
 1587: Nuestra Sra. del Rosario  
 1588: San José  
 1589: San José  
 1590: Santa Ana  
 1590: San Agustín  
 1590: Santa María Magdalena  
 1590: Santo Domingo  
 1590: Nuestra Sra. del Remedio  
 1592: Nuestra Sra. del Oretó  
 1594: San Telmo  
 1594: San Mateo  
 1595: Santísima Trinidad  
 1595: San Joaquín y Santa Ana  
 1595: San Jacinto  
 1596: Sangre de Cristo  
 1596: Nuestra Sra. de Montesión  
 1597: Santo Sepulcro  
 1597: San Vicente Ferrer  
 1597: San Vicente Ferrer  
 1597: Nuestra Sra. del pie de la Cruz  
 1596: San Agustín  
 1596: San Cristóbal  
 1598: La Concepción  
 1599: Nuestra Sra. del Rosario  
 1599: San Diego  
 1599: San Gregorio  
 1599: San Pedro  
 1600: La Encarnación  
 1600: Santa Bárbara

1600: San Gregorio  
 1601: San Abdón y Sénen  
 1601: San Francisco  
 1602: La Encarnación  
 1602: El Santo Sepulcro  
 1603: Santa Mónica  
 1603: La Concepción  
 1603: San Cosme y San Damián  
 1604: Nuestra Sra. del Oretó  
 1605: Santa Ursula  
 1605: Sna Francisco de Paula  
 1605: San Francisco de Paula  
 1606: Sangre de Cristo  
 1606: Sangre de Cristo  
 1607: San Pedro  
 1607: San Antonio  
 1607: Santa Ana  
 1608: San José  
 1609: Nuestra Sra. de los Ángeles  
 1609: San Antonio  
 1610: Encarnación  
 1610: Nuestra Sra. del Rosario  
 1610: San Francisco de Paula  
 1611: Concepción  
 1611: San Joaquín y Santa Ana  
 1611: Nombre de Jesús  
 1611: San Francisco  
 1611: San Andrés  
 1611: La Concepción  
 1617: Nuestra Sra. de los Dolores

### GENERAL

1517: Luteranismo  
 1534: Anclianismo  
 1536: Calvinismo  
 1556: Batalla de S. Quintín  
 1577: El Greco llega a España  
 1585: Los números decimales  
 1588: Derrota de la Armada Invencible  
 1589: Galileo y la caída de los cuerpos  
 1600: La patata se introduce en Europa  
 1601-1606: La Corte en Valladolid  
 1605: Cervantes publica Don Quijote  
 1605-1622: Sueños de Quevedo  
 1606: Descubrimiento de Australia  
 1609: Galileo el 1º en utilizar telescopios  
 1609: Expulsión de los moriscos  
 1609: Se establece la Liga Católica  
 1611: Estatutos de la UV  
 1614: John Napier introduce logaritmos  
 1616: Últimos moriscos expulsados  
 1618-1621: Kepler: órbitas planetarias  
 1624-1642: Francia centraliza el poder  
 1633: Galileo: juicio con la Inquisición  
 1633: Galileo renuncia a sus ideas  
 1660: Real Sociedad de Londres  
 1687: Newton publica Principios Mate...  
 1704-1707: Guerra de sucesión  
 1707: Llegan los Borbones a España  
 1768: Creación Real Academia de BBAA  
 1836: Desamortizaciones  
 1936-1939: Guerra Civil española  
 1957: Gran Riada en Valencia

### BIBLIOGRAFÍA

1552: 3º y 4º libro de Serllo  
 1560: Tratado Hernán Ruiz  
 1560-1570: Tratado R.Gil de Hontañón  
 1575-1580: Manuscrito cantería Vandielv.  
 1575-1591: Tratado escaleras Vandielv.  
 1593: Publicación de Vignola  
 1612: Francisco Escrivá  
 1683: Jacinto Busquets Matoses  
 1734: Juan Jiménez  
 1738: Pascual Esclapes de Gullfo  
 1767-1895: Joseph Teixidor  
 1772-1794: Antonio Ponz  
 1797: Vicente Castrillo Ribes  
 1802: Juan Belda  
 1803-1852: Jaime Villanueva  
 1829: E. Llaguno, J.A.Cean-Bermúdez  
 1846-1850: Pascual Madoz  
 1848: Elementos de arquitectura  
 1849: Vicente Boix: Manual del viajero...  
 1852: J. Garulo  
 1862-1863: Vicente Boix: VLC hº y topog.  
 1868: Franco Sena Chocomeli y Llobell  
 1876: Marqués de Cruillas  
 1887-1889: Teodoro Llorente  
 1887: Teodoro Llorente  
 1896: Jose Mestre  
 1897: Barón de Alcahalí  
 1904: Pascual Boronat y Barrachina  
 1912: Manuel Cubi  
 1923: Elias Tormo  
 1923: Marcos Antonio de Orellana  
 1927: Carlos Santhou Carreres  
 1948: Vicente González Clemente  
 1981: Fernando Benito Doménech  
 1983: Felipe Mº Garín Ortiz de Taranco  
 1988: Levante-EMV  
 1990: Alicia Cámara Muñoz  
 1991: Anadlet Pons  
 1991: Fernando Benito  
 1995: GVA  
 1998: Fernando Pingarrón  
 2000: V.M. Roselló; J.E. Chapapria  
 2002: M. Fca. Olmedo de Cerdá et. al.  
 2005: seacex.com  
 2005: CTAV-COACV  
 2006: Valentina Cristini  
 2006: Lucila Talens  
 2006: UV  
 2006: GVA  
 2007: J. E. Chapapria  
 2008: elpais.com

### COMPRA DE CASAS

1580: Compra de 13 casas  
 1591: Compra de 3 casas  
 1582: Compra de 1 casa  
 1583: Compra de 2 casas  
 1587: Compra de 4 casas  
 1588: Compra de 1 casa  
 1593: Compra de 1 casa  
 1594: Compra de 1 casa  
 1601: Compra de la última casa

### PERSONAS

1532: Nace el Patriarca Juan de Ribera  
 1546-1592: Gaspar Gregori en activo  
 1546: Covarrubias: trazas de S.M. Reyes  
 1560-1625: Bartolomé Matarana  
 1551: Patriarca inicia estudios Teología  
 1560-1562: P: Cátedra de Teología  
 1560: P: presbítero  
 1562-1568: P: Obispo de Badajoz  
 1568: Muere fra Ferrán de Loaces  
 1569: P: Obispo de Valencia  
 1569-1572: Control de mejora de la UV  
 1580: B. Abril: Torre, claustro S.M.Reyes  
 1580: Juan Mº Abril en S. M. Reyes  
 1585: Posible viaje del Patriarca a Roma  
 1591: Portada del salón de Cortes GVA  
 1597: Matarana viene desde Sevilla  
 1602-1603: P: Virrey de Valencia  
 1602: El Patriarca firma su testamento  
 1603: Cimientos portal S.M.Reyes  
 1604: Muere D. Miguel de Espinosa  
 1604: Posible muerte de Gondí  
 1605: Facistol de nogal para Burjassot  
 1607: B.Abril y J.B.Semería en Toledo  
 1609-1619: Toledo:Monast.de Guadalupe  
 1611: Muere el Patriarca  
 1620: B.Abril y J.B.Semería en Madrid  
 1620: Panteón de los Reyes El Escorial  
 1621: Campanario Iglesia S.Martin  
 1624-1796: P: enterrado en el Panteón  
 1628: Muerte de Bartolomé Abril  
 1792: P: Benet XIV impulsa beatificación  
 1796: Beatificación del Patriarca  
 1796: Patriarca enterrado en la Capilla  
 1920: P: Primeros trámites de canonización.  
 1935: Búsqueda de los 2 milagros  
 1960: P: Canonización por Juan XXIII  
 1960: P: Declarado Santo por Juan XXIII

### IMÁGENES/PLANO

1563: Wllingaerde  
 1608: Antonio Mancelli  
 1704: Vicente Tosca  
 1738: Fortea  
 1808: Plano de la ciudad de Valencia  
 1812: Dumolin  
 1821: Sales  
 1828:  
 1852: Espinosa  
 1853: Montero  
 1858: Guedson  
 1858: Monleón, Sancho y Calvo  
 1860: Ximénez  
 1869: Plano de Valencia  
 1863: Plano de Valencia y alrededores  
 1883: Plano topográfico de Valencia  
 1884: Valencia y su ensanche  
 1892: Plano geométrico de Valencia  
 1894: Plano general de VLC y ensanches  
 1907: Mora  
 1910: Aymami  
 1924: Mora  
 1925: Plano de ensanche  
 1929: Goerlich  
 1980: Ortofoto  
 2002: Ortofoto  
 2010: Ortofoto

Fig. II.5. Línea del tiempo del Colegio del Patriarca (b).

## La desamortización en el Colegio del Patriarca

La desamortización, proceso iniciado por Manuel Godoy en el siglo XVIII pretendía poner freno a la acumulación de propiedades en manos del estamento religioso.

En primer lugar (1795), Godoy grava las adquisiciones eclesiásticas, pues era más rentable que prohibirlas. Más adelante, en 1798 se publican Reales Órdenes que obligan a vender Colegios Mayores de *temporalidades de los Jesuitas* recibiendo el 3% del valor de venta de su patrimonio. En 1805 con la invasión francesa en la región valenciana, las comunidades religiosas fueron en su mayoría exclaustradas y sus propiedades confiscadas durante la ocupación. En 1809 se produce la venta de conventos exclaustrados y arruinados. En 1820 se publica la ley que obliga a suprimir conventos y colegios de órdenes militares de Santiago, Calatrava, Montesa y Alcántara, lo cual afectó a 836 conventos y 219 monasterios en toda España. En la Comunidad Valenciana se suprimieron once monasterios y conventos, dos hospitales y la Orden de Montesa, 51 propiedades urbanas y agrícolas de S. Miguel de los Reyes. En 1860 se produce un convenio que puso fin a toda la legislación desamortizadora. La ciudad de Valencia había vaciado de todo contenido o significado conventual el trazado de sus calles, sus huertos y los grandes contenedores afrontaban un proceso de total remodelación<sup>(27)</sup>.

## Estudio crono-bibliográfico

En las figuras II.4 y II.5 que se muestran en las páginas anteriores se puede apreciar la bibliografía que se ha escrito sobre el Colegio de Corpus Christi, que ha sido a lo largo de sus cuatro siglos de historia. Se concentra un mayor número de volúmenes a partir del siglo XVIII y, especialmente, en los últimos cincuenta años.

## Línea del tiempo

En las figuras II.4 y II.5 también se indican sobre una línea del tiempo otros aspectos relacionados con el Colegio, como los constructivos o arquitectónicos, las iglesias que se construyeron contemporáneas al mismo, la compra de las casas de su ámbito, las imágenes de la ciudad de Valencia (Mancelli, Tosca, etc.) y algunas otras cuestiones más generales o de contexto histórico.

---

27.- El Centro histórico de Valencia como modelo de ciudad conventual. Noguera, F. y Bérchez, J. en Taberner, F. 2000.

## II.2. EVOLUCIÓN URBANA DEL ENTORNO

### Breve reseña histórica

Valencia es una ciudad romana, asentada estratégicamente en una isla fluvial del río Turia, antes llamado *Guadalaviar*.

Los musulmanes entraron en la ciudad en el año 718 produciendo un desarrollo económico de base agrícola. En esta época se amplía la extensión de la ciudad hasta 47 Ha y 15 000 habitantes.

En la Valencia medieval, conquistada por Jaume I en el año 1238, se produce un *repartiment* o distribución de las propiedades de los vencidos generando los distintos barrios. La ciudad se repuebla con habitantes de otros lugares, situándose la comunidad judía (6,5 % de la población) en la parte oriental y la musulmana en el exterior de la ciudad, en la parte de poniente (en el barrio de la morería). Al construirse las nuevas iglesias cristianas –muchas sobre antiguas mezquitas– la ciudad se estructura en torno a las juntas parroquiales. Desde el punto de vista urbanístico, a los cristianos no les gustaba el trazado de las calles y trataron de enderezar su alineación. A finales del siglo XV se goza de una época de auge y esplendor, creándose la Universidad (1498) en el ángulo sudeste de la antigua judería, la Lonja (1482-1548) o el Palau de la Generalitat (1422-1480<sup>(28)</sup>).

En el Renacimiento se construyen multitud de edificios religiosos, dentro y fuera del recinto amurallado. A las primitivas parroquias y órdenes mendicantes se suman ahora edificios monásticos (S. Sebastián 1536, S. Fulgencio y la Corona 1563, S. Joaquín y Sta. Ana 1564, S. Juan de Ribera 1587, la Sangre 1596, Pie de la Cruz 1597, S. Gregorio 1600, Sta. Mónica 1603...) alterando la morfología urbana en favor de una ciudad conventual<sup>(29)</sup>. El Gótico deja paso al Renacimiento con ejemplos representativos: el remate de la Torre de la Generalitat (1516-1600), la logia añadida a la Seo, el Palacio del Embajador Vich (1521), el Convento de S. Miguel de los Reyes (1546-1835) o el Colegio de Corpus Christi (1586-1615).

Tras la expulsión de los moriscos en 1609 se producirá una crisis económica, que fue más acentuada en la ciudad de Valencia donde suponían el 30 % de la población. Pese a todo, se siguen construyendo más edificios religiosos, hasta un sexto de la superficie intramuros.

En el siglo XVIII de la Ilustración, se genera una incipiente preocupación higienista que pretendía erradicar los cementerios del interior de las poblaciones, espacios urbanos que se aprovechan para resolver algunas ampliaciones y ensanches de las calles.

En el siglo XIX la ciudad adecuará su estructura a los requerimientos y funcionalidades de la nueva burguesía. Comienzan los procesos desamortizadores iniciados por Mendizábal, que hizo cambiar de propiedad a 16 conventos intramuros y más del 6 % de los edificios urbanos<sup>(30)</sup>.

---

28.- El edificio primitivo se construye entre 1422 y 1480, aunque existieron posteriores reformas: 1481-1511, 1511-1515, 1516-1600, 1600-1700.

29.- Véase Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F. 2005.

30.- Véase Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F. 2005.

## Calles y plazas del entorno del Colegio

Conocer la evolución de los espacios públicos y, sobre todo, de los nombres que han tomado las calles y plazas que bordean la manzana en la que se inserta el Colegio de Corpus Christi nos puede ofrecer una buena idea de la importancia del edificio. Para ello, además de emplear la bibliografía existente hemos analizado el *Libro de Compras de Casas incorporadas al Coll<sup>o</sup>-Seminario*, documento que recoge diversos contratos de los años comprendidos entre 1580 y 1601, que completan y a la vez ratifican la mayoría de las fuentes citadas por V. Boix y otros autores para las calles que nos ocupan<sup>(31)</sup>. También se ha estudiado el *Libro de los Gastos de la Construcción del Colegio*<sup>(32)</sup>.

El Colegio del Patriarca contribuyó, junto con la Universidad, a la transformación urbana de este barrio. Hasta entonces la ciudad apenas había cambiado, se reformaron y ampliaron grandes edificios civiles y religiosos, se iniciaron algunos nuevos, pero la mayoría de los edificios se levantaban, se deterioraban, se derrumbaban o derribaban y se volvían a levantar dentro de los límites impuestos por sus muros medianeros<sup>(33)</sup>. Al ocupar toda una manzana absorbió los dos callejones que en ella se situaban (el más importante se llamaba calle de la *Alguaziria*) y parte de la plaza *dels Cabrerots*.

En la carta de fundación del Colegio se expone:

*Mandamos y es nuestra voluntad sea construido y edificado en esta ciudad de Valencia en la parrochia del glorioso apóstol Sant Andres en la calle vulgarmente dicha la Calle de la Nao ante la plaza de las Esquelas y estudio general de la dicha ciudad que terna y ha de tener de ámbito de una parte dentro del cabo de la calle que baxa de la dicha plaça de las Esquelas hasta la plaza de la Cruz Nueva prosigue hasta otra calle que de las espaldas de la dicha Cruz Nueva sube a la plaza de las dichas Esquelas, la plaza dicha de los Cabrerots y de dicha plaça a la dicha calle de la Nao delante del horno vulgarmente dicho de Na Plana o del estudio general y de allí vuelve a mano derecha a la misma plaza de las dichas Esquelas.*

En cierta manera era lo que se pretendía, pues aquí se encontraba la judería y la ciudad aspiraba a borrar sus huellas modificando las casas, el viario, la toponimia y los usos del suelo. La construcción de la Universitat implicó la instalación de colegios, centros de acogida de estudiantes sin recursos, así como establecimientos vinculados a la vida académica, imprentas, librerías...<sup>(34)</sup>.

La evolución que ha experimentado el entorno geográfico del barrio de la Universidad refleja, simultáneamente, un cambio social, urbanístico y cultural<sup>(35)</sup>. Así es como un barrio sin gran interés por parte de los ciudadanos adquirió una gran importancia en el ámbito cultural y educativo. Posteriormente se potenciaría el comercial con la apertura de la calle de la Paz, aunque el barrio siempre tuvo actividad financiera ya que entre 1408 y 1719 consta la ubicación de la *Taula de Canvis* y las bancas particulares o personales<sup>(36)</sup>.

---

31.- Otros autores citan referencias anteriores o posteriores a la construcción del Colegio del Patriarca. Sirvan como ejemplo la plaza *dels Cabrerots* o la calle de la Cruz Nueva cuyas fuentes en Boix (1862) se remontan a mediados del s. XVII o al s. XV, pero no se sitúan en rededor de la construcción del Colegio.

32.- Véase apartado IV.2 "Libro de gastos de la construcción del Colegio".

33.- Martí, J. y Pascual, P. en Taberner, F. 2005.

34.- Teixidor, M. J. en VV. AA., 2001 p. 19.

35.- Teixidor, M. J. en VV. AA. "La Universitat i el seu Entorn Urbà", 2001 p. 42.

36.- V. M. Roselló en VV. AA. "La Universitat i el seu Entorn Urbà", 2001 p. 227.

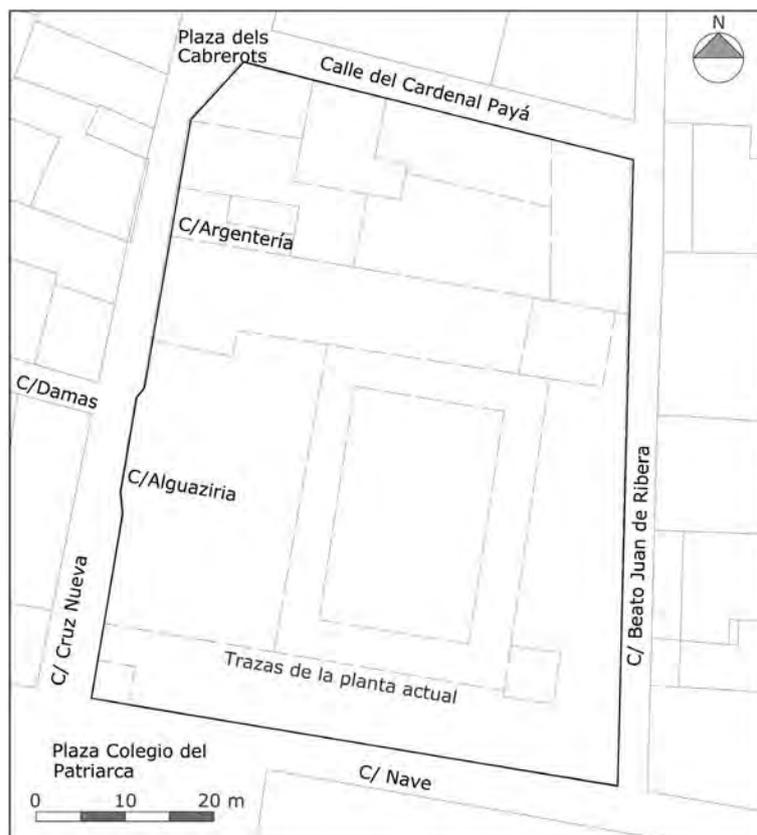


Fig. II.6. Situación de las calles y plazas en el entorno del Colegio.

#### *Calle de la Nave*

Se encuentra situada al sur del Colegio del Patriarca. En primer lugar se le conoció como calle del Hostal de la Nave (un mesón) y mediante la supresión de voces finalmente se quedó en calle de la Nave<sup>(37)</sup>. También se le había conocido por el nombre de *Jacme March* o del *Bany de Na Palaua*, por los baños públicos que allí se situaban antes del hostal y que ocupaban parte de la actual plaza del Patriarca<sup>(38)(39)</sup>. O incluso como calle de la Aduana, tal y como la citaba el *Almotaceu* en 1700<sup>(40)</sup>.

Esta calle, situada al sur de la manzana, ha mantenido su nombre a lo largo de los siglos; ya se llamaba así en tiempos del Patriarca Ribera. En el *Libro de Compras de las Casas del ámbito del Seminario* se cita a esta calle como calle de la *Nau* o del *horno de Na Palaua*, situado en la esquina sudeste de la parcela.

#### *Plaza Colegio del Patriarca*

En cuanto se edificó el edificio la plaza tomó su nombre. Anteriormente fue conocida en valenciano como Plaza del *Studi* o del *Estudi General* en relación a la universidad.

En 1573 la ciudad compró varias casas para ampliar la plaza aunque, por otro lado,

37.- Gil, R. y Palacios, C. 1999, p. 268.

38.- Carboneres, M, 1873.

39.- Calle documentada por Boix, 1573 y Teixidor, 1443. Citados en Azulay, M. 2009 p. 340.

40.- Boix, V. 1862, p. 52.

cierta superficie de la misma formaba parte de las 49 propiedades que el Patriarca compró<sup>(41)</sup> y que, a continuación cedió a la ciudad para conseguir la regularidad del edificio<sup>(42)</sup>. La antigua puerta de la universidad se hallaba en la misma plaza, pero el Patriarca para evitar el bullicio de los estudiantes consiguió de la ciudad que se practicara otra puerta junto a la casa donde habitaban los rectores, aunque más adelante se construyó otra puerta en la calle de la Nave<sup>(43)</sup>.

En el *Libro de Compras de las Casas* se le nombra con mayor frecuencia como *plaçuela de las Escuelas de esta ciudad*. En el *Libro de Construcción del Colegio* se le cita en 1608 como *plaza de la Iglesia del Colegio: A Miguel Campos carpintero por armarios con sus puertas guarnecidas que ha hecho para la plaza de la iglesia del Colegio (10/04/1608)*.

En esta plaza se situaba en 1937 uno de los refugios antiaéreos de la Guerra Civil española, con capacidad para 330 personas<sup>(44)</sup>. Actualmente es una plaza peatonal tras remodelarse en 2005.

#### *Calle del Beato Juan de Ribera*

Antiguamente conocida como calle de *Carn y Col*, *Carnicol* o *Carnicòls*, se sitúa al este del Colegio.

Según Boix, se le atribuye al juego que se llamó de *chòca* en valenciano antiguo, *tobes* en el moderno y *chueca* en castellano, buscándose la derivación por la voz de carne y col de que se valen los muchachos cuando tiran al aire las piezas. Puede ser también por la carne que se vendía en sus inmediaciones y de col o coles en representación de las hortalizas que se vendían en la plaza dels Cabrerots o de San Mauro<sup>(45)</sup>. Calle también conocida como *Avellona* o *Na Abellona*, según mención en una escritura del año 1467. Su denominación proviene de alguna viuda llamada *Abelló*, apellido establecido en Valencia desde la conquista. El *Na* suele proceder a nombre de mujer<sup>(46)</sup>.

En el *Libro de Compras de las Casas* se hace referencia a esta calle como la *que va del horno dicho de Na Palaua a la plaçuela dicha de los Cabrerots*<sup>(47)</sup>.

#### *Calle Cruz Nueva*

Se encuentra al oeste del Colegio. En valenciano dicha *Creu Nova*, debe el nombre a la existencia antigua de una ermita en su recorrido, que lleva su misma denominación, sin que existan datos ciertos sobre la construcción o iniciación de la misma<sup>(48)</sup>. También conocida como calle de San Carlos o del Colegio. Esta última denominación es fácil de identificar aunque extrañamente cayó en desuso en favor de la de Cruz Nueva<sup>(49)</sup>.

---

41.- Confróntese con el apartado IV.1 "Proceso de Compra de las Casas".

42.- Cruilles, 1876, p. 186.

43.- Boix, V. 1862, p. 214.

44.- Levante-EMV, 2007.

45.- Boix, V. 1862 p. 172.

46.- Boix, V. 1862 p. 26.

47.- Véase descripción de la propiedad C25 (año 1586). Anejo Documental.

48.- Orellana, M.A., 1923, vol. I, p. 505. Citado en Gil, R. y Palacios, C. 1999, p. 268.

49.- Boix, V. 1862, p. 211.

Citada hasta quince veces en los procesos de compra-venta de las casas del ámbito del Seminario como *Cruz Nueva*<sup>(50)</sup>.

#### *Plaza dels Cabrerots*

Situada en la esquina noroeste de la manzana. En valenciano se dice de aquellas uvas tardías, pequeñas y desmembradas; en castellano, *rebusca*. Esta plaza se empleó para la venta de la uva para los judíos. Fue una plazuela comprendida en su mayor parte en el edificio del Colegio del Patriarca que se erigió y en menor proporción en construcciones particulares<sup>(51)</sup>.

No obstante es mencionada por el padre Tosca en 1704. Aparece documentada en una proposición del Consejo General de la Ciudad en el año 1390<sup>(52)</sup> y en el *Libro de Compras de las Casas* se cita múltiples veces, hasta en veinte ocasiones. Comúnmente, aparece nombrada como *plaçuela dels Cabrerots* o de la *Cruz Nueva*<sup>(53)</sup>.

Hoy desaparecida bajo la presencia del Colegio, en la confluencia entre las calles de la Cruz Nueva y del Cardenal Payá.

#### *Calle del Cardenal Payá*

Miguel Payá Rico (1811-1891) fue un eclesiástico importante de la iglesia católica que obtuvo una beca en el Colegio del Corpus Christi, graduado en Bachiller y con las licenciaturas de Filosofía y Teología por la Universidad de Valencia. Sacerdote (1836), párroco de Benjama (1841), profesor de la Universidad de Valencia, obispo de Cuenca y arzobispo de Santiago (1874)<sup>(54)</sup>.

Antiguamente dicha de la Judería, tal y como podemos deducir de los procesos de compra-venta de las casas del Colegio del Patriarca<sup>(55)</sup>.

#### *Calle Damas*

Calle perpendicular a la de la Cruz Nueva que comunica esta con la calle *En Sala*, que a su vez desemboca en la Plaza Colegio del Patriarca.

El nombre de esta calle ya se referencia en 1712. El origen del mismo pudiera corresponder a la existencia de una familia cuyo apellido era *Damas* (seguramente una voz corrompida del apellido *Daunas*, del valenciano *Daunes*<sup>(56)</sup>), especialmente un clérigo de la parroquia de Santo Tomás llamado Luis de las Daunas, archivero del Colegio del Patriarca (1661-1673) y catedrático de matemáticas de la Universidad; pudo vivir en esta calle

---

50.- En ese momento eran frecuentes las variaciones entre los fonemas b y v; en los escritos de la época aparece normalmente como *Creu Noba* o *Cruz Nueva*.

51.- Boix, V. 1862 p. 145.

52.- Azulay, M e Israel, E. 2009 p. 340.

53.- Véase Anejo Documental.

54.- Añón V., 1973, vol. I, p. 44.

55.- Véase Anejo Documental, casa C12.

56.- Boix, V. 1862 p. 250.

próxima a sus lugares de trabajo<sup>(57)</sup>.

#### *Calle del Alguaziria*

'Calle incierta' situada en la Parroquia de San Andrés según documentos de 1651<sup>(58)</sup>.

Posiblemente se denotaría *Alguaziria* en valenciano y *Alguacería* en castellano. Del estudio del *Libro de Compras de las Casas*, pensamos que en el ámbito del Colegio había dos callejones sin salida que desaparecieron al adquirirse todas las propiedades a las que servía. El más importante era conocido como calle del Alguaziria o de los Alguaziles. También aparece reflejada en el *Libro de Compras de las Casas*, hasta en once ocasiones. A ambas callejuelas sin salida se accedía a través de la calle de la Cruz Nueva<sup>(59)</sup>.

#### *Calle Argentería*

Algunos autores<sup>(60)</sup> afirman que era una calle que desembocaba en la plaza *dels Cabrerots* y desapareció con la construcción del Colegio de Corpus Christi. En concreto, sería un callejón sin salida en ángulo. Boix<sup>(61)</sup> hace referencia a la Calle de la *Argentería*, pero se entiende que es otra calle que ahora se llama de la *Platería*, y no está situada en nuestro entorno.

En el *Libro de Compras de las Casas* se hace una constante alusión al otro callejón, el del *Alguaziria*, pero en ningún momento se nombra este de la *Argentería*. Por lo tanto, debemos pensar que este callejón se llamaba así.

#### *Calle Cristianos Nuevos*

Según Carboneres<sup>(62)</sup> esta calle existía en 1440 y habría sido suprimida al construirse el Colegio del Patriarca.

En el *Libro de Compras de las Casas* no se hace ninguna referencia a esta calle, por lo que bien pudo desaparecer entre esta fecha y mediados del siglo XVI.

#### *Calle En Maçana*

M. J. Teixidor<sup>(63)</sup> comenta que la calle *Carn i Col* la hizo desaparecer y Boix<sup>(64)</sup> la nombra como *En Masana* e indica que no está clara su ubicación, aunque estaría en el entorno de la plaza de la Congregación, donde se situaría el convento de monjas de San Cristóbal. Según una deliberación del Consejo general de la ciudad, en 1390, se situaría dentro del

57.- Orellana, M. A. 1923, vol. I, pp. 515-520. Citado en Gil, R. y Palacios, C. 1999, p. 268.

58.- Documentos descritos en Boix, V. 1862 p. 38.

59.- Véase Anejo Documental.

60.- Teixidor, M. J. en VV. AA. "La Universitat i el seu Entorn Urbà", 2001 p. 30 y Benito, D. en "Sapientia aedificavit", 1999 p. 166 citan a su vez a Rodrigo Pertegás (1913). Nótese que Benito intercambia el nombre de los callejones, Argentería por Alguaziria.

61.- Boix, V. 1862 p. 104.

62.- Carboneres, 1873 citado por D. Benito en "Sapientia aedificavit", 1999 p. 166-167.

63.- Teixidor, M. J. en VV. AA. "La Universitat i el seu Entorn Urbà", 2001 p. 30.

64.- Boix, V. 1862 p. 277.

portal de la Xarea, por la calle que se iba a la plaza dels Cabreròts.

### *El proyecto de la Calle de la Paz*

Tanto el proyecto de apertura de la Calle de la Paz como el posterior y más ambicioso proyecto frustrado de Luis Ferreres deben entenderse en el contexto internacional de una época en que se plantea la necesidad de adaptar las viejas ciudades a las nuevas necesidades funcionales, fundamentalmente siguiendo el modelo de Haussman. Algunos ejemplos<sup>(65)</sup> son la apertura de la calle Molina Larios en Málaga (1878), el proyecto de apertura de la Gran Vía de Colón en Granada (1891), la Gran Vía de Madrid (1901-1950) o la Vía Laietana en Barcelona (1908-1958). Para Valencia, Ferreres y Arnau justificarían la apertura alegando un aumento de la población y del movimiento comercial sin haberse producido las reformas urbanas oportunas<sup>(66)</sup>.

Proyectada como alternativa a la calle del Mar era la tradicional entrada del tráfico portuario y tenía la intención de llegar hasta el Mercado, incluso con algunas propuestas de llegar hasta las torres de Quart. El trazado previsto era rectilíneo, tomando como eje la recta que unía el centro de la torre de Santa Catalina con la esquina de la casa nº 5 de la plaza de Mendizábal (hoy de Alfonso el Magnánimo), tomando 7 metros a cada lado del eje<sup>(67)</sup>.



Fig. II.7. Alineaciones actuales y anteriores (línea discontinua) al proyecto de la Calle de la Paz.

Todos aquellos edificios considerados ahora en situación de *fuera de alineación* fueron expropiados y derribados, salvo los conventos de Santa Tecla y San Cristóbal, que serían cedidos por el Gobierno provenientes del proceso desamortizador. Hemos de decir en este sentido que se eliminó la manzana anexa al Colegio del Patriarca, la situada al norte, pero no eran necesarios más terrenos hacia el sur, por lo que el Colegio no se vio involucrado en este proyecto. No obstante, sí que fue modificado el trazado de las calles Cruz Nueva y Beato Juan de Ribera.

La primitiva calle de la Paz se le conoció entre los años 1537 y 1700 como calle *dels Capllevats* alternada en ocasiones con el de calle del *Forn de la Ceca* (la casa Real de la Ceca acuñaba moneda)<sup>(68)</sup>.

65.- Tomados de Taberner, F. 2004.

66.- Boira, J. V. en VV. AA. "La Universitat i el seu entorn urbà", 2001, p. 162.

67.- Íbidem, Taberner, F. 2004.

68.- Teixidor, M., 1976.

### El proyecto de Luis Ferreres

El proyecto de Grandes Vías de Luis Ferreres<sup>(69)</sup> (1891-1893) no se llegó a ejecutar<sup>(70)</sup>, pero suponía una importante modificación de la trama urbana de la ciudad histórica. Dos grandes vías, desde Russafa hasta el puente de San José y desde el puente del Real a Guillermo de Castro, que se cruzarían en la plaza del Collado.

Para ello hubo que reformar la legislación, aprobándose en 1879 una nueva Ley de Expropiaciones que permitía al ayuntamiento adquirir no solo las propiedades directamente afectadas por las nuevas vías, sino también aquellas comprendidas en una franja de 20 metros de ancho a cada lado. Llegados a este punto, ya se habían producido pequeñas modificaciones, como por ejemplo observamos en el plano geométrico de la calle de la Universidad, aprobado en 1832, donde se indica un cambio de alineaciones de tal forma que parte de una propiedad privada pasará a ser pública<sup>(71)</sup>.



Fig. II.8. Detalle del Proyecto de Luis Ferreres (1892).

Por suerte, el Colegio del Patriarca tampoco se encontraba en el ámbito de actuación de este plan de reforma interior, pero estaban llamados a desaparecer manzanas como la Plaza del Cid (plaza Redonda), mientras que voluntariamente se mantenían monumentos como la Lonja o Santa Catalina.

69.- Hallado en 2006 en los fondos del Archivo Histórico Municipal.

70.- El presupuesto era de 67 mill. de pts., importe que el Ayto. no concedió. El Mundo, 2009-07-03.

71.- García M. y Casao, R. 2009. Exposición sobre Luis Ferreres. Museo de Historia de Valencia.

### II.3. EL COLEGIO EN LA PLANIMETRÍA HISTÓRICA

#### Introducción

En la primera mitad del siglo XVI comenzaron a confeccionarse mapas impresos de diferentes territorios europeos y las primeras representaciones exentas del conjunto de la Península Ibérica. Muchas de estas imágenes estaban realizadas por artistas italianos<sup>(72)</sup>.

La mayoría de ciudades españolas y también europeas se han representado resaltando sus elementos destacados que la han diferenciado de otras. Podía ser un río, el mar o simplemente el acceso principal por encima de un foso. Se solían situar en primer plano y, en cualquier caso, por delante de la ciudad; además, es independiente de la orientación en la que se encuentre el hito en cuestión. Seguramente se barajaron varios motivos para justificar este tipo de imágenes. Por un lado tenemos el aspecto defensivo: las ciudades se debían mostrar protegidas frente al enemigo, mostrando en primer lugar ese tramo insalvable. Por otro, todas las vistas de las ciudades pretendían ser bellas y se intentaba figurar un paisaje, y para ello la ciudad no debía ocultar sus atractivos.

Algunas de las ciudades<sup>(73)</sup> que se han grafiado con el río por delante de la ciudad son las siguientes: (Entre paréntesis la orientación por la que circula junto a la ciudad) Valencia (N) 1563, 1608; Toledo (S) 1572, 1598; Bilbao (W) 1575; Sevilla (W) 1588; Lisboa (S) 1572, 1598; Coimbra (W) 1578; Lyon (E, W) 1572; Nantes (S) 1725; Schaffhausen (Suiza) (S) 1572; Linz (Austria) (N) 1598; Nimega (Holanda) (N) 1575. Junto al mar encontramos: Cascais (Portugal) (S) 1572, Barcelona (E) 1706, 1764, 1810; Palermo (E) 1572; Marsella (W) 1575; Nápoles (S) 1572, 1615. Con menos frecuencia ciudades con foso de acceso: Nimes 1572, 1575.

En el caso concreto de Valencia, Roselló y Chapapría<sup>(74)</sup> razonan algunas cuestiones por la que la ciudad no se ha representado históricamente desde otros puntos de vista que no fueran el norte, es decir, situando el río en primer plano, por delante de la ciudad. Por el sur habían *huertanos* y *marjalers* que difícilmente subsistirían y no solían dedicar tiempo a la contemplación del paisaje y de la ciudad. Desde el este no se suele acceder a la ciudad hasta el siglo XIX. En el oeste sí existen los caminos propios para llegar a la huerta, pero los lejanos no fueron transitados hasta el siglo XVIII o XIX. Por el norte, el río deja una buena franja de territorio sin edificar y con cierta perspectiva sobre la ciudad, unos doscientos metros aproximadamente que confieren una vista global en la que se aprecia la entrada principal a la ciudad por esa orientación, a través de la puerta de Serranos.

Debemos tener en cuenta que un dibujo, una imagen o un plano, no son más que representaciones de la realidad, lo que significa que no son la realidad misma. En ese proceso por el que reflejamos lo que observamos necesariamente estamos obligados a abstraer, a simplificar y a tomar algunas licencias. A cambio, tenemos la libertad de representar lo que el autor quiere mostrar, omitiendo, mejorando lo presente. Hoy en día podemos obtener una fotografía que refleje la realidad tal y como es, sin sustraer ningún detalle, pero perdemos las cualidades antes comentadas que pueden ser muy útiles en función del objetivo del dibujo. A lo largo de este apartado veremos cómo han representado la ciudad

72.- García, V. y Ventura, A. 2007.

73.- Consúltense estos mapas en Historic Cities Research Project, 2010.

74.- Roselló, V. M. y Esteban Chapapría, J., 2000.

de Valencia los distintos artistas y, concretamente, cómo han caracterizado el conjunto del Colegio-Seminario de Corpus Christi.

### Wijngaerde, 1563

*Vista aérea de Anthonie van der Wijngaerde (1563)*



Fig. II.9. Panorámica elevada de Anthonie van der Wijngaerde, 1563.

Esta panorámica elevada es una vista oblicua de la ciudad de Valencia perteneciente a *Anthonie van der Wijngaerde* (Amberes 1520 – 1571). La realizó en el año 1563 y, por tanto, es anterior a la construcción del Colegio del Patriarca. Sin embargo, nos muestra la ciudad de Valencia a mediados del siglo XVI, tal y como se la encuentra Juan de Ribera cuando llega procedente de Badajoz<sup>(75)</sup> para tomar posesión del cargo de obispo de Valencia en 1569.

Esta pintura forma parte de una serie de 62 ciudades que fueron retratadas por el autor<sup>(76)</sup> por encargo del monarca Felipe II, que le encomendó realizar un inventario gráfico de las grandes ciudades españolas con el objetivo de decorar El Escorial. Destacan Madrid (1562), Segovia (1562), Barcelona (1563), Valencia (1563), Zaragoza (1563), Alcalá de Henares (1565), Cuenca (1565), Guadalajara (1565), Córdoba (1567), Granada (1567), Cádiz (1567) o Ávila (1570).

La imagen, cuyas medidas originales son 1412 x 425 mm<sup>2</sup>, posee una cuadrícula superpuesta que serviría al editor (Christopher Plantin) para la reducción a escala 1/236<sup>(77)</sup>.

### Mancelli, 1608

*Nobilis ac Regia Civitas Valentie in Hispania (1608)*

este plano de Valencia fue realizado por Antonio Mancelli (de origen italiano), firmándolo en febrero de 1608. No obstante ha permanecido inédito hasta 1985. Es, entonces, el plano conocido más antiguo de la ciudad. Se realizó a una escala gráfica de 300 pasos

75.- Antes de acudir a Valencia, situamos a Ribera en Salamanca (1562) y en Badajoz (1568).

76.- En 1563 figuraba como pintor de cámara del monarca y estaba afincado en la corte. Pérez Belmonte, J. 2008.

77.- Roselló, M y Esteban, J. 2000, p. 17.

geométricos (aproximadamente una escala de 1/4470). Se trata de una perspectiva isométrica en la que se aprecian bien las fachadas de los edificios situados en el norte de la ciudad<sup>(78)</sup>, pues el resto quedan difuminadas. Muestra la ciudad justo antes de la expulsión de los moriscos en 1609, fecha clave a partir de la cual se producirá una depresión a nivel económico y social como consecuencia de esta.

En ese proceso de abstracción que supone el dibujo, se ha observado numerosas imprecisiones<sup>(79)</sup> y distorsiones geométricas<sup>(80)</sup> respecto a la realidad, igual que en los sucesivos, pero en este caso mucho más acusadas que en Fortea ca. 1738.

Se ha especulado con la datación del plano por si pudiera ser posterior a Tosca 1704, ya que ambos planos son similares. Si suponemos que Mancelli lo realizó en la fecha indicada de 1608 sería lógico buscar qué influencias pudo tener, qué artistas se dedicaban a representar ciudades en el territorio europeo. Antonio Lafreri<sup>(81)</sup> dibujaba Nápoles en 1572; Sebastian Münster se encontraba delineando París ese mismo año; Joris Hoefnagel hacía lo propio en Amberes y Calais en 1598; fueron personajes que iniciaron la figuración pseudo-perspectiva. De hecho, si nos fijamos en el detalle del plano de París (fig. II.10), podríamos pensar que el plano de Valencia y este han sido realizado por el mismo autor. Es asombroso el parecido del grafismo, cómo se representan los edificios, las calles, el río, la numeración de los distintos inmuebles y plazas representativos, las iglesias, etc.



Fig. II.10. Plano de Münster. París, vista general (1572) y detalle de F. Belleforest (1575).

Centrándonos en el plano de Mancelli, existe una leyenda en la que se indica los *Lugares mas señalados* (puertas y portales de la ciudad, parroquias, conventos de frailes y de monjas, hospitales, cofradías, casas natalicias de santos, sedes de órdenes militares, centros de enseñanza, palacios, lonjas, siete plazas y tres calles. A este respecto, con el número 29 señala Mancelli el Colegio de Corpus Christi. Extrañamente no indica la presencia de la Universidad, además de no destacar ninguna calle o plaza del contorno inmediato que nos ocupa.

78.- El plano de 1608 da la impresión de haber sido más concienzudo en la parte septentrional, donde se halla la fachada representativa de la ciudad. Roselló, V. M.; Esteban Chaparría, J., 2000 p. 25.

79.- Galiana Agulló, M., 2009 p. 25.

80.- Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004.

81.- Estos nombres de los artistas europeos se han tomado de VV AA. Ería, 1980 p. 167.

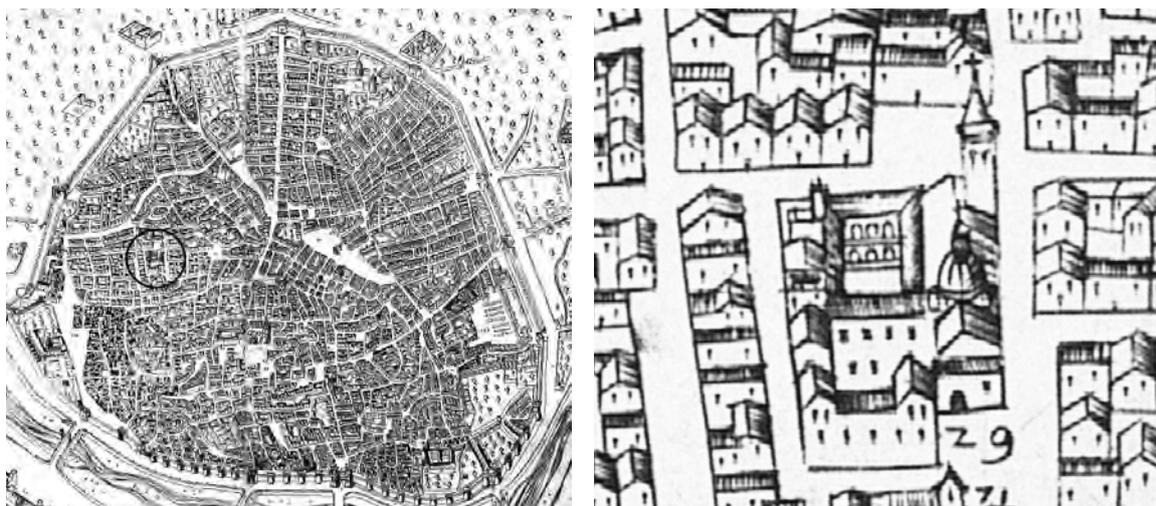


Fig. II.11. Vista general y detalle del plano de Mancelli 1608.

En este plano que representa la ciudad de Valencia vista desde el norte<sup>(82)</sup>, el Colegio del Patriarca muestra sus distintas fachadas que miran hacia esta orientación. Tanto la fachada este como la oeste son paralelas a la dirección desde la que mira el observador y, por lo tanto, no se aprecian. La fachada sur obviamente tampoco aparecen grafadas, pues dan la espalda al punto de mira. En un primer plano se muestran las edificaciones de las zonas de servicio del Colegio en las que vemos los huecos de las ventanas que dan a la calle de la Judería (hoy calle del Cardenal Payá); en la parte más alta de este alzado, por debajo de la cubierta inclinada a dos aguas, Mancelli dibuja dos huecos cuando hoy en día solo observamos uno (tapiado). En esta fachada no se ha dibujado ninguna puerta aunque hoy en día sí existe una en la parte central, pero las huellas que apreciamos delatan que se abrió posteriormente. La única que vemos en la imagen conecta con la plaza *dels Cabrerots* y todavía existe. Con fecha del mes de mayo de 1593 hay un registro en el *Libro de Construcción* que hace referencia a un pago a Pedro de Gracia para 'los obreros que hacen la puerta trasera', que bien pudiera ser esta. En un segundo plano vemos los huecos que dan al patio de servicio; serían huecos de mayor tamaño según el grafismo del autor. En un tercer y más relegado plano se observa el alzado norte del claustro, en el cual solo se intuyen dos arcadas superpuestas, aunque sitúa una balaustrada o peto tanto en el primer piso como en planta baja. En la realidad, en planta baja las columnas apoyan sobre un pedestal, pero no hay ningún elemento continuo que cierre la arcada.

Las cubiertas que observamos son inclinadas y a dos aguas, excepto la cubierta plana del torreón de escaleras situado al este, entre el Seminario y la zona de servicio. Sorprende que la cúpula de la iglesia se haya dibujado más al norte de lo que está hoy en día, pues Mancelli la sitúa en la intersección del cuerpo de la iglesia y la zona de servicio. Representa una cúpula que no coincide exactamente con la que ha llegado hasta nuestros días, pues no observamos prácticamente el tambor. Sí vemos claramente la cúpula, la linterna y sobre esta, una cruz.

El Colegio de Corpus Christi, que se hallaba recién construido, es el único edificio del plano que presenta una cúpula vistosa, pues un cupulino que se distingue en una crujía del

82.- Orientación exacta: N 170° S. Roselló, M. y Estaban, J. 2000, p. 24.

palacio Real es de menor entidad. En el plano de Tosca (1704), en cambio, las cúpulas son ya un elemento frecuente<sup>(83)</sup>.

Tal y como está representada la torre-campanario no da la sensación de estar situada justo en la esquina sudoeste del edificio, sino más bien ligeramente desplazada hacia el norte de tal forma que la cubierta de la iglesia llega hasta la fachada de la plaza Colegio del Patriarca. En lo alto de la torre, grafía dos huecos cuando en la realidad tan solo tiene uno en el que permanecen las campanas. Sobre el campanario ha dibujado el chapitel que lo coronaba hasta que fue eliminado ese mismo año de 1608<sup>(84)</sup> por orden del Patriarca Ribera, junto con la cruz y el águila que sobre él se hallaban.

Al parecer, las torres con chapitel fueron más frecuentes de lo que hasta ahora se creía, pues algunos conventos de Valencia también las tenían (San Francisco, Santo Domingo, San Fulgencio, el Carmen, el hospital de En Bou, la cofradía de Monserrat o el palacio Arzobispal). Quizá estos remates apiramidados fueran el eco de los chapiteles a la flamenca que Covarrubias proyectó en 1546 para el monasterio de San Miguel de los Reyes<sup>(85)</sup> y que también podemos observar en las torres del monasterio de El Escorial. A este respecto, es interesante estudiar la figura de Juan Gómez de Mora (1586-1648)<sup>(86)</sup>. En cualquier caso, no sabemos los motivos por los que el Patriarca Ribera decidió suprimir el remate de la torre-campanario.

F. Benito considera que se trata de una prueba previa a su edición, pues la imagen de la ciudad aparece grabada, con línea limpia, bajo el rótulo *Nobilis ac Regia Civitas Valentie in Hispania*, pero no así los demás rótulos que aparecen manuscritos, con tachaduras y equivocaciones que denotan su carácter provisional. Mancelli llega a Madrid tras estar en Valencia para confeccionar un plano de la Villa y la Corte. Quizá los motivos que frenaron la edición del plano de Valencia pudieron estar relacionados con los graves problemas de gobierno que por esos momentos tuvo que afrontar el marqués de Caracena, virrey en Valencia de Felipe III<sup>(87)</sup>.

## Tosca, 1704

*Valentia Edetanorum aliis Contestanorum / vulgo del Cid. Ichnographice delineata / a Dre Thoma Vincentio Tofca Congeg. Oratorij Pre-fbytero. Anno 1704 (1704)*

Plano realizado por Vicente Tosca Mascó (1651–1723) hasta abril del año 1704 como encargo oficial del ayuntamiento de Valencia. Invirtió cuatro años<sup>(88)</sup> y cobró ciento cincuenta libras valencianas en concepto de honorarios, una cantidad muy elevada para la época<sup>(89)</sup>. Técnicamente se trata de un plano parcelario en el que se conjuga el trazado cartográfico con la perspectiva caballera<sup>(90)</sup>, lo que implica la distorsión de los edificios, en-

83.- Benito Doménech, F., 1994, p. 36.

84.- En el *Libro de Construcción del Colegio* constan cuatro partidas entre noviembre y diciembre de 1608 por deshacer la pirámide y el capitel del campanario de la iglesia; trabajo que se encargó a Guillem Roca.

85.- Benito Doménech, F., 1994, p. 36.

86.- Véase el apartado III.3. "Influencias nacionales e internacionales.

87.- Benito Doménech, F., 1994, p. 29.

88.- Durante este tiempo se ganó el apodo popular de *el capellà de les ratlletes*.

89.- Faus Prieto, A., 1995, p. 20.

90.- El plano de Tosca tiene una visión perspectiva desde la orilla fluvial con una ligera divergencia

cuadrados en el trazado irregular de las manzanas. Tan solo se salvan aquellos inmuebles que son utilizados como referentes simbólicos de una ciudad jerarquizada por la arquitectura<sup>(91)</sup>. La escala aproximada es 1/810. No solo se representa el trazado de las calles sino también el interior de las manzanas, distinguiéndose patios, claustros o jardines. Incluye un listado con la localización en el plano de iglesias, parroquias, conventos, colegios, hospitales, cofradías y edificios públicos<sup>(92)</sup>. En el caso que nos ocupa, con el número 55 identifica al Colegio del Corpus Christi, con el número 62 a *La Universitat eo Estudi General*.

Tosca representa la ciudad de Valencia en el período barroco, antes del Decreto de Nueva Planta de 1707, que supondrá importantes cambios en la ciudad<sup>(93)</sup>. En efecto, la llegada de la dinastía de los Borbones en 1707, tras la Guerra de Sucesión (1704–1707), supone en ciertos casos la ruptura con las tendencias dinamizadoras del periodo anterior. La obra que producirá Tosca y su grupo novator<sup>(94)</sup> es más bien el resultado del siglo barroco que el principio del siglo ilustrado<sup>(95)</sup>.



Fig. II.12. Vista general del plano de Vicente Tosca 1704 y detalle.

La figura de Tomas Vicente Tosca es, sin duda, sobradamente conocida por su vertiente cartográfica. Sin embargo, realizó estudios en la Universidad de Valencia de Gramática, Filosofía, Teología, Latín, Griego, Hebreo, Italiano y Francés, obteniendo los grados de Bachiller en Artes y Doctor en Teología. Consagrado sacerdote en 1678, ingresó en la Congregación del Oratorio de San Felipe Neri<sup>(96)</sup>. Por lo tanto, si estudió y asumió cargos de responsabilidad<sup>(97)</sup> en la Universidad de Valencia debía conocer el edificio del Colegio del Patriarca, su geometría, sus proporciones, etc.

Sobre el plano manuscrito de Tosca, realizado un siglo después de la construcción del Colegio, procedemos a comentar algunas cuestiones de interés. Las proporciones generales del Colegio y los edificios de servicio son adecuados. La proporción entre las dimensiones del claustro y las del patio de servicio también. La relación con el edificio de la Universidad también es correcta en el sentido que las fachadas de ambos edificios se hallan

de azimut, unos 20°. VV AA. Eria, 1980, p. 164.

91.- Gavara Prior, J. J., véase VV AA, Generalitat Valenciana, 2003.

92.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

93.- Galiana Agulló, M., 2009, p. 26.

94.- Grupo que encarnó lo más granado de la intelectualidad progresista de la primera mitad del setecientos valenciano. Catalá Gorgues, M., véase VV AA, Generalitat Valenciana, 2003.

95.- Gavara Prior, J. J., véase VV AA, Generalitat Valenciana, 2003.

96.- Fernández Gómez, M., 2000.

97.- Benito, D. en VV. AA. "La Universitat i el seu Entorn Urbà", 2001 p. 286.

enfrentadas en un gran porcentaje. Con mayor claridad que en Guesdon 1858 se aprecia la configuración anterior la de la actual plaza del Colegio del Patriarca.

Respecto a Mancelli, el punto de vista a variado ligeramente hacia el NNE<sup>(98)</sup>. Por esto, además de las fachadas que miran al norte, Tosca fuerza la perspectiva y nos muestra la fachada este. La fachada que da a la calle de la Judería (norte) se representa con muy pocos huecos de ventana (muchos menos de los que vemos hoy en día), pero se muestra una puerta en el centro que no veíamos en Mancelli. También tiene muy pocos huecos de ventana el alzado del patio de servicio. En el claustro se ha representado las dos arcadas superpuestas, sin ningún tipo de balaustrada o antepecho, ni en planta baja ni en la superior. Las arcadas del claustro no tienen profundidad, tal y como ocurre en la realidad, las ha dibujado prácticamente junto al cerramiento. En el centro del claustro Tosca sitúa la estatua de la *Palletera*.

Llama poderosamente la atención la cúpula, que nuevamente está mal situada. Si que está sobre el eje de la nave de la iglesia, pero en vez de situarla sobre el crucero la ha situado sobre la cabecera, prácticamente invadiendo el edificio de servicio que está a continuación. La cúpula no está bien grafiada sobre el eje de la nave y, en el plano perpendicular, tan solo está ligeramente descentrada hacia el norte, es decir, no tanto como Mancelli. El tamaño de la cúpula está exagerado aunque no excede las dimensiones de la cubierta. En esta ocasión sí queda patente el tambor sobre el que se apoya la cúpula y su correspondiente linterna. Uno de los fallos comunes al representar el Colegio ha sido que la cubierta de la iglesia cubría a su vez al claustro, cuando en realidad son dos cubiertas distintas. La de la iglesia es una cubierta inclinada a dos aguas y la del claustro es plana, ligeramente situada a una cota más baja. Y esto es así porque en primer lugar se construyó la iglesia (1590-1598) y posteriormente el claustro (1599-1604).

La torre campanario se ha dibujado con mayor esbeltez que la real, es decir, con mayor altura. A diferencia de Mancelli, Tosca representa correctamente un solo hueco donde se sitúan las campanas. El chapitel no se dibuja porque casi un siglo después ya no se encontraba en pie. Sí dibuja los dos casetones de las escaleras. Las arcadas de la fachada este se han dibujado, pero al estar en un escorzo pronunciado no las vemos con mucho detalle. En el resto de la fachada se han situado los huecos de los balcones y ventanas.

Aún no está instalado el reloj de sol que el propio Tosca diseñaría para el Colegio años más tarde. Aparece rotulada la calle de *Carn y Cols* con su antigua denominación (hoy calle de San Juan de Ribera).

### **Fortea, 1738**

*Valentia Edetanorum vulgo del Cid, Delineata a Dre. Thoma uin-centio Tosca congr. oratorij presbytero (1738 ca.)*

Grabado realizado por José Fortea en 1738<sup>(99)</sup>, en proyección vertical del callejero con representación isométrica de los edificios de la ciudad de Valencia, basado en el

98.- Orientación exacta: N 153° S. Roselló, M. y Estaban, J. 2000, p. 31.

99.- Los ejemplares más difundidos corresponden a la edición realizada por el impresor Benito Monfort en 1769. Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

plano del padre Tosca de 1704. Este plano posee añadidos y rectificaciones que fueron realizadas, tras la muerte de Tosca, por Antonio Bodázar de Artazu y Cristóbal J. Belda entre 1735 y 1736. La escala aproximada es 1/1770<sup>(100)</sup>.

La traza del plano responde fundamentalmente al de Tosca 1704, pero se ha reducido la escala y se ha eliminado gran parte del arbolado dentro del casco urbano, sustituyéndolo por arbitrarios y geométricos jardines.

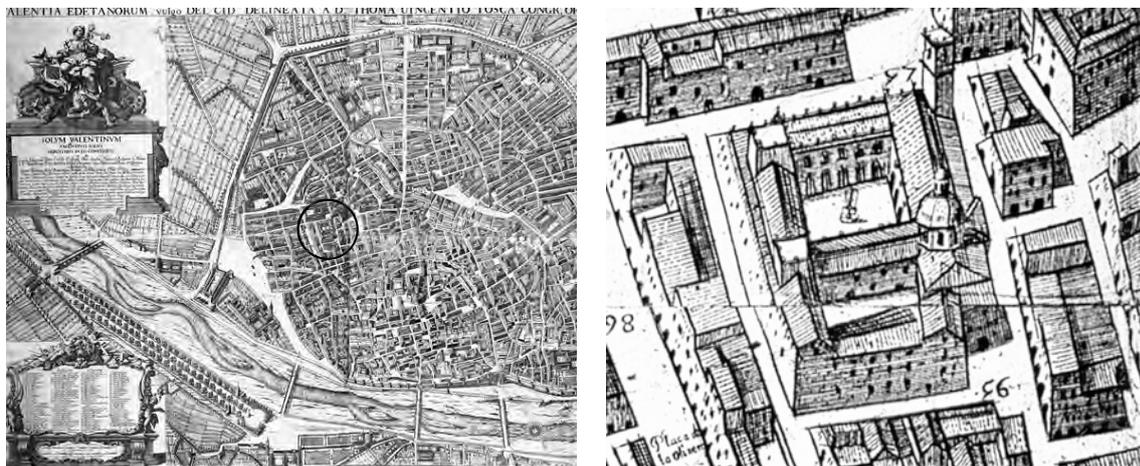


Fig. II.13. Vista general del plano de Fortea 1738 y detalle.

Del Colegio del Patriarca podemos destacar que se aprecia con mayor detalle que en Tosca 1704 las fachadas norte, tanto del claustro, como del Seminario y de los edificios de servicio. Respecto a las fachadas norte, comenzando por la que recae a la calle de la Judería, podemos afirmar que la disposición de huecos responde más a la realidad que en los planos predecesores. Sin embargo, la puerta en vez de situarla centrada, la vemos desplazada hacia el oeste, llegando a la plaza *dels Cabrerots*. Extrañamente, la fachada norte del claustro se ha grafiado como una serie de huecos en un muro y no como superposición de dos arcadas. También vemos en el centro del claustro la estatua de la *Palletera*. En la fachada este, en un escorzo pronunciado, Fortea sitúa una serie de huecos esquemáticos distribuidos en el alzado del muro; de hecho, no vemos la arcada superior que caracteriza esta fachada.

Lejos de corregir el ligero error de Tosca, en este plano se falsea aún más la posición de la cúpula, desplazándola hacia el norte y situándola en la esquina del Seminario, tal y como veíamos en Mancelli 1608. Mantiene el tambor, la cúpula remarcando sus distintos gajos y la linterna. También mantiene las dos cajas de escaleras. Continúa el error de la cubierta de la iglesia que cubre la arcada del claustro. Como hemos comentado, el claustro posee su propia cubierta y no se encuentra al resguardo de la cubierta de la iglesia.

### Palomino, 1784

#### *Vista del Atlante de B. Espinalt*

En esta imagen no aparece el Colegio de Corpus Christi. Al estar tomada la vista de frente a la ciudad, entre los puentes de Serranos y el de la Trinidad no aparece en el ángulo

100.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

de visión del observador.



Fig. II.14. Vista de Palomino, 1784.

1808 r.

*Plano de la ciudad de Valencia / al ser atacada por el Mariscal Moncey en 1808*

Plano que intenta reconstruir la realidad física e histórica de la ciudad de Valencia al ser atacada, en 1808, por las tropas francesas<sup>(101)</sup>. Se realizó con dudosa rigurosidad pues se aprecia una forma de la manzana que nos ocupa que no responde a la realidad.



Fig. II.15. Vista general del plano de 1808 y detalle.

1811

*Plano Geométrico de la plaza de Valencia y sus Contornos con las Obras de Fortificación / construidas en la actual época, levantado y dibujado por el Capitán del RI. Cuerpo de Ingenieros Dn. Franco. Cortés y Chacón, en virtud de Orden del Excmo. Sor. Dn. Luis Alexandro de Bassecóurt Comandante Gral de este Ejército y Reyno (1811).*

<sup>101</sup>.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

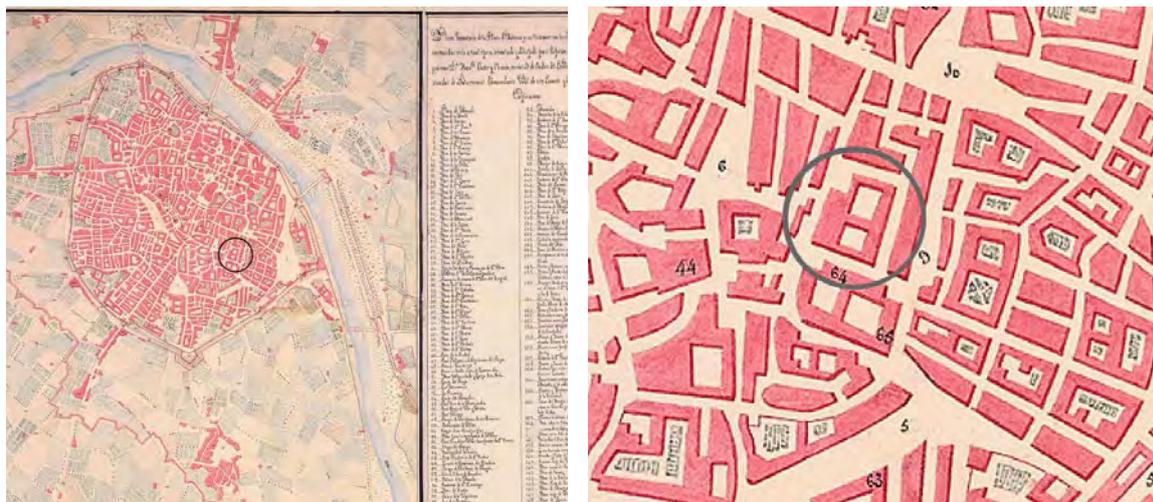


Fig. II.16. Vista general del plano de 1811 y detalle.

Realizado a escala 1/4000<sup>(102)</sup>. La manzana se ha grafiado en esta ocasión cuidando las proporciones más que en el caso anterior, aunque la dimensión del claustro y del patio de servicio no es la adecuada, este último se ha representado de mayor tamaño que en la realidad.

### Dumolin, 1812

*Plan de Valence / Asfiegée et prise le 9 janvier 1812 par l'Armée Fra-nçaise d'Aragon / Aux Ordres de S.E. le marechal Suchet, Duc d'Albufera (1812 r.)*



Fig. II.17. Vista general del plano de 1812 y detalle.

Se representa la ciudad en 1812, aunque el plano está incluido en el *Atlas de las Memoires du Maréchal Suchet* que fue publicado en París en 1828. Realizado por Dumolin, capitán de artillería a escala 1/20 000 aproximadamente. Indica el emplazamiento de las tropas defensoras españolas y atacantes francesas durante el asalto final a Valencia. Se muestra la planta de la ciudad de acuerdo con otros planos levantados por militares españoles y franceses<sup>(103)</sup>.

102.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

103.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

Debido al interés estratégico y militar del plano se grafía la ciudad de Valencia como una mancha granate en la cual podemos apreciar vagamente las calles y espacios públicos de la misma. Podemos observar que el Colegio de Corpus Christi se grafía con el claustro y con el patio de servicio, pero a esta escala no podemos analizar mucho más.

### Sales, 1821

*Mapa que contiene la Descripción Topográfica de la Ciudad de Valencia del Cid, antes de los Edetanos, y de los Pueblos, Huertas, Río, Presas en el, y Canales de riego hasta una legua en con-torno de ella; con las noticias de los particulares de mayor atención, que se contienen dentro y fuera de sus muros (1821)*



Fig. II.18. Vista general del plano de 1821 y detalle.

Realizado por Crsitóbal Sales a escala 1/11 000 aproximadamente. Hace especial hincapié en la singular red de caminos, sendas vecinales y sistemas de riego. Se señalan las 10 000 casas y 100 000 personas que habitaban la ciudad. Es un trazado que se realiza para un concurso convocado por la R. Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia con la finalidad de rectificar la red de caminos próxima a la ciudad<sup>(104)</sup>.

En este plano a escala territorial difícilmente se puede apreciar sobre la ciudad de Valencia más que el trazado de sus calles y espacios públicos.

### 1828

*Plano geométrico de la ciudad de Valencia llamada del Cid, / Dedicado a la Real Sociedad Económica de la misma por D. Francisco Ferrer Académico de merito en la clase de Arquitectura de la Real de Nobles Artes de S. Carlos. Año 1831 (1828)*

Editado en 1831 a escala 1/3200 aproximadamente. Se delimitan la totalidad de las 411 manzanas de la ciudad, numeradas según el Padrón municipal de 1769, señalándose los treinta y dos barrios en los que se dividían los cuatro cuarteles que constaba el recinto amurallado. La ciudad intramuros constaba con 65 036 almas. También posee un completísimo listado de calles y plazas<sup>(105)</sup>.

En este plano se aprecia con suficiente claridad la manzana del Colegio. Se ha gra-

104.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

105.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

fiado sobre la parcela la planta de la iglesia ligeramente sobredimensionada, de tal forma que a la hora de dibujar el claustro y el patio de servicio se materializan como pequeños vacíos que no responden a su configuración real. También vemos, con menos detalle, el espacio que ocupa la capilla.

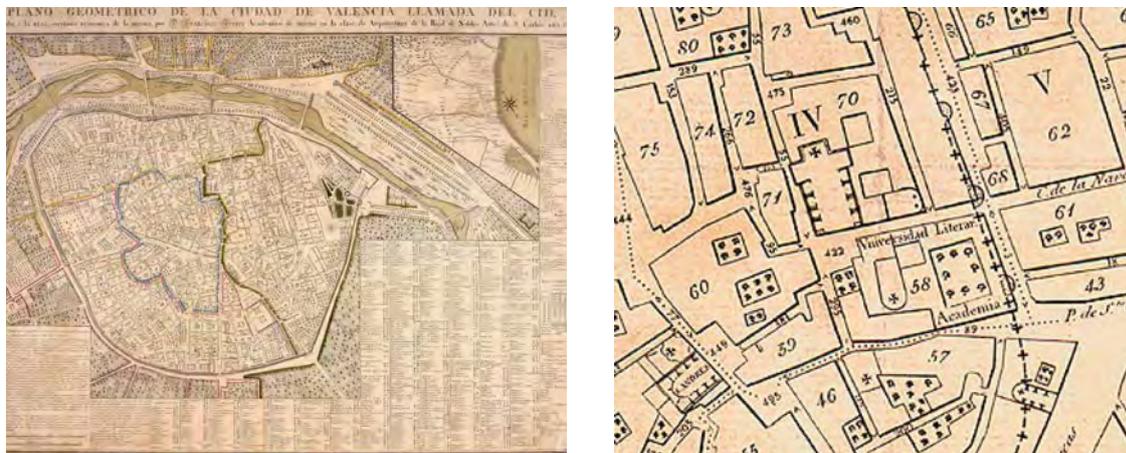


Fig. II.19. Vista general del plano de 1828 y detalle.

### Montero, 1853

*Plano geométrico y topográfico de la ciudad de Valencia del Cid / Levantado y lavado por el Coronel Montero de Espinosa (1853)*

Realizado por Vicente Montero Espinosa, coronel de ingenieros, a escala 1/1250. Las manzanas se representan en volumen por medio de una fina línea de sombra<sup>(106)</sup>.



Fig. II.20. Vista general del plano de 1853 y detalle.

A grandes rasgos es un plano similar al anterior de 1828, aunque con algunas diferencias sustanciales en el ámbito del Colegio del Patriarca. Ahora también se grafía la planta de la iglesia aunque no por ello se deforman las proporciones del claustro, aunque aparece sobredimensionado. Podríamos entender que en vez de representar el claustro grafía el espacio vacío que incluye el claustro y la cubierta de la arcada que se encuentra a menor cota que la de la iglesia.

106.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

### Vista aérea de Alfred Guedson (1858)

Alfred Guesdon fue un litógrafo, viajero y arquitecto francés (Nantes, 1808–1876) autor de una serie de vistas aéreas de ciudades europeas a mediados del siglo XIX. Publicó sus litografías en la revista parisina *La Illustration, Journal Universel de Paris*. Son trabajos muy minuciosos que reconstruyen al detalle edificios y entramados callejeros con una precisión fotográfica. Quizá siguiendo los pasos de Anthoine van den Wijngaerde, otro gran pintor de ciudades, estos dibujos desafían a los mejores mapas de la época. Entre ellas, al menos once ciudades españolas formaron parte de *L'Espagne a vol d'oiseau*, una colección de litografías en color que conforman un documento histórico de excepcional precisión: Toledo, Cádiz, Sevilla, San Sebastián, Barcelona, Madrid, Valencia, Alicante, Valladolid, Burgos y Segovia. Con ayuda de un globo aerostático y de un fotógrafo, Guesdon conseguía sus vistas desde cien o doscientos metros de altura<sup>(107)</sup>.

La vista desde el Noroeste de la ciudad de Valencia por Alfred Guesdon, realizada por encima del puente de San José, no nos aporta gran información. No obstante, el Colegio del Patriarca tenía importancia dentro de la ciudad y era punto de referencia para los ciudadanos. Por este motivo, de entre la trama urbana de edificios anónimos los autores siempre han hecho sobresalir aquellos edificios que tenían relevancia en la ciudad<sup>(108)</sup>. Guesdon tan solo destaca la cúpula y el campanario como elementos singulares del edificio. Con los casetones de las escaleras situados al este del Colegio debió entender que eran meros elementos auxiliares y en una panorámica general de la ciudad no aportaban ese carácter representativo. En esta vista panorámica, el Colegio queda por detrás del Miguelete, en último término. A la derecha del Colegio se aprecia claramente la cúpula y el campanario de la iglesia de San Juan de la Cruz. Los edificios más cercanos (la Catedral, la Basílica, etc.) se han grafiado con mayor detalle.



Fig. II.21. Vista aérea desde el noroeste de A. Guesdon (1858) y detalle.

La vista aérea que nos ofrece Guesdon desde el Nordeste se ha realizado desde el paseo de la Alameda, aproximadamente donde hoy se sitúa el puente de Calatrava, aguas abajo del puente del Real. Por su situación, el Colegio de Corpus Christi se halla en los primeros planos de la imagen y, por tanto, se ha grafiado con mayor detalle. Se observa la puerta del mar que comunica con lo que hoy son los jardines de la Glorieta, que han sido

107.- Pérez Belmonte, J. 2009.

108.- Las torres de las iglesias eran frecuentemente exageradas para romper la monotonía de ciudades predominantemente bajas. Roselló, M. y Esteban, J. 2000, p. 22.

modificados con respecto a la imagen de finales del siglo XIX. Estos jardines respetaban el eje vertebrador que suponía la conexión de la puerta del Mar con la calle del Mar. El trazado de dicha calle se aprecia con claridad, con sus quiebros característicos. Todavía no hay indicios de la futura apertura de la calle de la Paz, pues se plantearía en el año 1869, posterior a esta imagen. Junto al Colegio también vemos el edificio de la Universidad, cuyas proporciones corresponden aproximadamente a la realidad. Sin embargo, hemos de hacer notar que la situación relativa de ambos edificios no es la correcta, pues más del cincuenta por ciento de sus fachadas están enfrentadas, quedando el edificio de la Universidad desplazado hacia el este y el Colegio del Patriarca hacia el oeste, quedando su campanario sobre la plaza que lleva su nombre. En la litografía, los edificios parecen coincidir tan solo unos pocos metros en sus esquinas. Entre estos dos edificios se vislumbra otro edificio que bordeaba la plaza. Parece que las dimensiones de la misma eran muy inferiores a las actuales. En el plano posterior emerge la iglesia de San Juan de la Cruz. Guesdon remarca el campanario, la cúpula (que no coincide con la actual) y la portada (que también ha sido modificada).



Fig. II.22. Vista aérea desde el nordeste de A. Guesdon (1858) y detalle.

Centrándonos en el edificio que nos ocupa, el Colegio de Corpus Christi, se ha dibujado todo el conjunto, tanto el Colegio-Seminario como los edificios posteriores de servicio. Se destacan los dos elementos más representativos, que son el campanario y la cúpula. En cuanto al campanario nos llama la atención el chapitel que se sitúa sobre la cubierta plana del mismo. Este elemento fue eliminado en 1608 por orden del Patriarca Ribera, junto con la cruz y el águila que sobre él se hallaban. En la esquina sudeste del edificio se encuentra actualmente una torre, una caja de escaleras, que sin embargo no apreciamos en el dibujo de Guesdon. Debería aparecer tras la limatesa que resuelve el encuentro de la cubierta en esa esquina, pero no se ha dibujado. El torreón que articula los espacios en el ángulo noreste del colegio tampoco aparece, aun siendo de mayor envergadura que el anterior. No obstante, en ese punto sobresale un elemento vertical, una pieza que podría cumplir la misma función, pero cuyas dimensiones no se corresponden con las que hoy observamos. La cúpula aparece sobredimensionada, es decir, más grande de lo que le correspondería. Aunque era práctica habitual dibujar de mayores dimensiones los elementos representativos de cada edificio, en este caso la cúpula abarca prácticamente todo el claustro y observamos que parece centrada en él, en vez de estar situada sobre la

cubierta de la iglesia. Esta licencia, sin embargo, no la percibimos en las otras construcciones que sobresalen de la trama urbana de esta imagen. Tal vez pudo pensar que el crucero de la iglesia se encontraba en el cuerpo y por eso no dibujaría la caja de escaleras antes comentada con las dimensiones oportunas. La cúpula que vemos es octogonal, coincidiendo con la construida.

Respecto a las fachadas, claramente aparece reflejada la arcada superior de la fachada este, que es la que se observa desde este punto de vista. Además de estos huecos, bajo la arcada se grafían algunos otros, pero coinciden ya con el nivel de las cubiertas de los edificios situados enfrente. En la arcada superior, dispone el primer hueco de ventana junto a la esquina, cuando en la realidad hay una separación evidente, pues la esquina es un elemento resistente de la obra de fábrica.

Llegado a este punto, hemos de recordar que la mayoría de las imágenes o vistas aéreas están tomadas desde la vertiente norte y, por este motivo, en ninguna aparece la fachada principal del edificio. Se suma, además, que esta fachada no posee ningún alarde artístico de importancia y lo que potenciaron los distintos autores son la cúpula y la torre-campanario.

### Monleón, Sancho y Calvo, 1858

*Proyecto General del Ensanche de la ciudad de Valencia / formado de orden de su Exmo Ayuntamiento por los Arquitectos D. Sebastián Monleón D. Antonimo Sancho y D. Timoteo Calvo*



Fig. II.23. Vista general del plano de 1858, vista general y detalle.

Plano a escala 1/1250. Es la época en que se redacta y promueve el primer *Proyecto General de Ensanche*. En el recinto intramuros, en el que se dibujan las modificaciones llevadas a cabo tras el proceso desamortizador incluye las 421 manzanas. La parte correspondiente al recinto urbano es una excelente copia del de Montero<sup>(109)</sup>.

Se ha dibujado el perímetro de la iglesia y en su interior se ha escrito *Colegio del Patriarca*.

109.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

**Ximénez, 1860**

Plano topográfico de la ciudad de Valencia del Cid. Levantado en 1852 por el Ingeniero D. Vte. Montero de Espinosa, reducido a escala de 1 pr. 2.500 y ampliado con las construcciones y alineaciones verificadas desde aquella fecha por el Arquitecto profesor y académico de Sn. Carlos D. Ramon Ma. Ximenez Grabado por Anto. Pascual y Abad, editor



Fig. II.24. Vista general del plano de 1860, vista general y detalle.

Firmado por Ramón Ma. Ximénez y realizado a escala 1/1250, pone de manifiesto el grado de compactación alcanzado en la ciudad. El recinto intramuros está dividido por una cuadrícula de 68 celdas para localizar las calles y plazas. Recoge tanto las repercusiones iniciales del proceso desamortizador como las dos propuestas de Ensanche de la ciudad<sup>(110)</sup>.

Se grafía el perímetro de la iglesia y el número de la manzana, que es el setenta.

**Plano / de / Valencia (1869)**



Fig. II.25. Vista general del plano de 1869, vista general y detalle.

El dibujo a escala 1/2500 simplifica el original del que procede (1864). Aunque fechado en 1869, el plano muestra la ciudad antes del derribo de las murallas medievales<sup>(111)</sup>.

110.- Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004.  
 111.- Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004.

También en este caso el norte se ha situado hacia el NNO, por lo que el Colegio del Patriarca se encuentra arriba y hacia la izquierda respecto del edificio de la Universidad. Tan solo se ha dibujado el perímetro de la iglesia.

**1883**

*Plano de Valencia / y sus alrededores (1883)*



Fig. II.26. Vista general del plano de 1883, vista general y detalle.

Se trata de una proyección cónica a escala 1/10 000 con altimetría resuelta mediante curvas de nivel cada 10 metros. El plano incluye un área extensa entre 9 y 14 Km alrededor de la ciudad<sup>(112)</sup>.

Se han sombreado las manzanas en color granate, pero a la escala en la que está representado el plano no se ha podido detallar el ámbito del Colegio de Corpus Christi que es el que nos ocupa; tan solo vemos someramente la manzana completa.

**1883**

*Plano topográfico de la ciudad de Valencia (1883)*



Fig. II.27. Plano topográfico de 1883, vista general y detalle.

112.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

Realizado a escala 1/2000, este plano contiene datos imprescindibles para el conocimiento de las transformaciones llevadas a cabo en el interior del antiguo recinto amurallado<sup>(113)</sup>.

El norte se encuentra hacia el NNO y por ello observamos el Colegio del Patriarca encima y hacia la izquierda respecto de la Universidad. También se ha dibujado el perímetro de la iglesia.

**1884**

*Plano general de Valencia y Proyecto de Ensanche año 1884 (1884)*

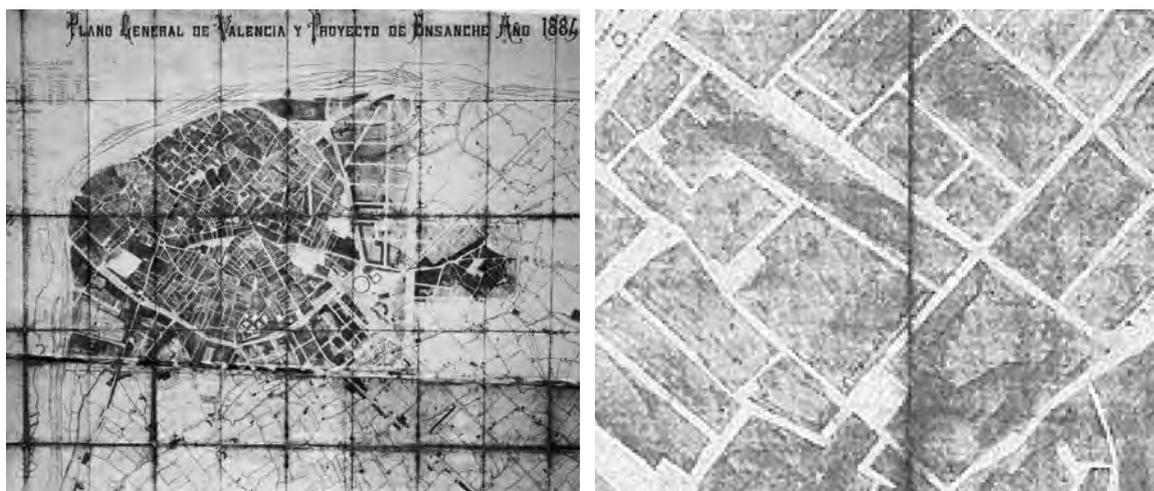


Fig. II.28. Plano de 1884, vista general y detalle.

A escala 1/2000, muestra el estado de la ciudad diecinueve años después del derribo de las murallas medievales<sup>(114)</sup>.

El norte se halla girado hacia el NNO de tal forma que el Colegio de Corpus Christi se sitúa a la izquierda del edificio de la Universidad.

**1892**

*Plano geométrico de Valencia (1892)*

este plano de autoría anónima y a escala 1/300 está dividido en catorce secciones. Representa con alto grado de detalle las calles y los edificios. Se grafían las medianeras de los edificios, así como el número de policía y la fecha en que se edificaron<sup>(115)</sup>.

Aparece dibujada la planta baja íntegra del Colegio (el claustro, la iglesia, la capilla, zonas de servicio, etc.) con mucho nivel de detalle.

Sobre este plano se grafiarán posteriores modificaciones y ensanches hasta 1945. Podemos comentar cuestiones muy interesantes en este plano. En primer lugar se ha marcado en color rojo las nuevas alineaciones<sup>(116)</sup>. En el caso del Colegio del Patriarca, la única

113.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

114.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

115.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

116.- Líneas aprobadas por el Ayuntamiento en sesión de 1942-02-23.

modificación que tiene es la incorporación de parte de la antigua plaza *dels Cabrerots* al conjunto del Colegio. Físicamente se ha materializado con una valla con reja realizada en 1914 por el arquitecto municipal José Manuel Cortina Pérez<sup>(117)</sup>. De esta forma, prácticamente desaparecía el espacio público como plaza. La plaza de las Escuelas ya se denota con su actual nombre de Plaza del Colegio del Patriarca. En la propia calle de la Cruz Nueva, el primer edificio junto a dicha plaza sufre un cambio de alineación y una disminución del perímetro de la parcela.

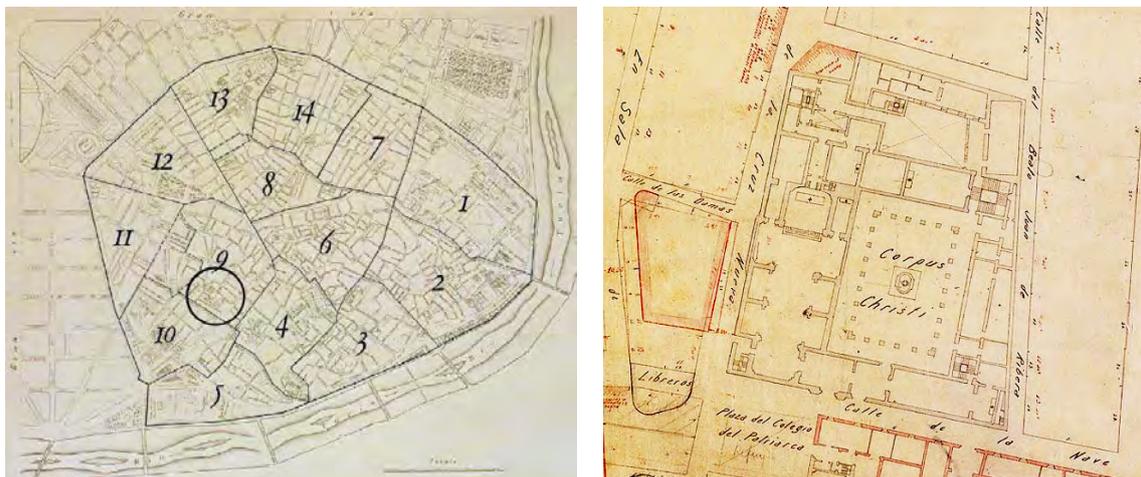


Fig. II.29. Plano geométrico de 1892, vista general y detalle.

1894 ca.

Plano General de Valencia / y sus Ensanches (1894 ca.)



Fig. II.30. Plano geométrico de 1894, vista general y detalle.

Plano confeccionado a escala 1/2000 que incluye las alineaciones del ensanche recién aprobado y las propuestas de Reforma Interior que se conocían. Curvas de nivel del antiguo recinto urbano. Su importancia radica en la incorporación de la altimetría. Incluye las alineaciones de la calle de la Paz, iniciada en 1878<sup>(118)</sup>.

117.- J. M. Cortina (1868 - 1950) desempeñó el cargo de arquitecto municipal de Valencia desde 1892 hasta 1920. VV. AA. "Gran Enciclopedia de la Comunidad Valenciana". Tomo 5, p. 152-153.

118.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

Aparece dibujada la manzana del Colegio del Patriarca, sin mucho rigor, pues la fachada norte no responde a la realidad, no está bien trazada. No se ha dibujado ni el claustro ni el patio de servicio, a diferencia de la Universidad, y aparece grafiado el nombre de Colegio de corpus Christi.

### Mora, 1907

#### *Proyecto de Ensanche de Valencia / y / ampliación del actual*

La fecha corresponde con la finalización de la redacción del Proyecto de Ensanche. Su autor fue Francisco Mora Berenguer. El plano consiste en dos piezas independientes a escala 1/2000. Se trata de un plano grande (6 m<sup>2</sup>). Las manzanas del casco antiguo se somborean para resaltarlas respecto del trazado de las calles. Dibujado sobre un correcto levantamiento de curvas de nivel<sup>(119)</sup>.

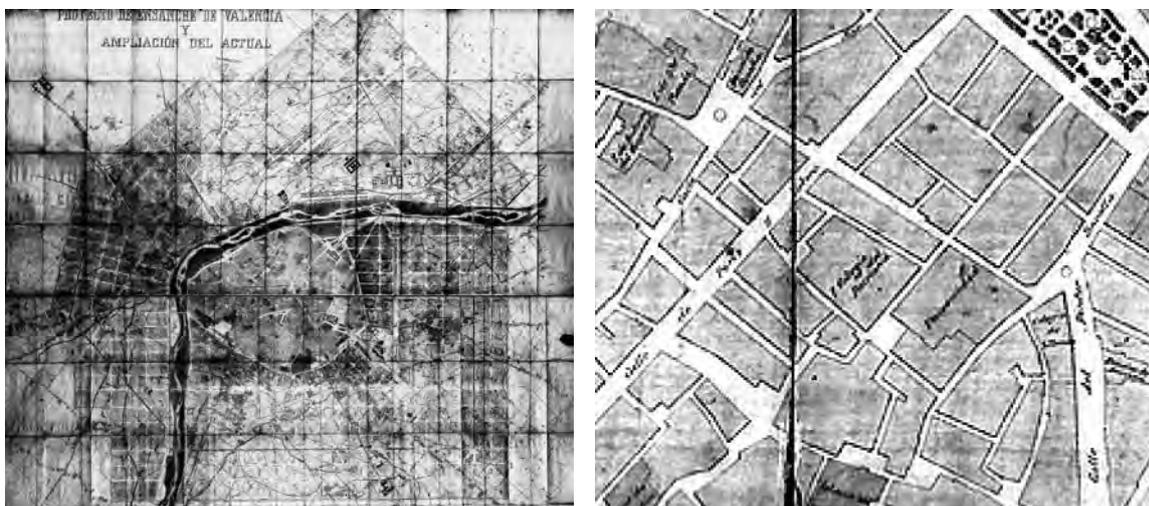


Fig. II.31. Plano de 1907, vista general y detalle.

Tan solo se representa la manzana sobre la cuál se grafiá el texto “Colegio del Patriarca”. El norte está situado más bien hacia el NO, por lo que el Colegio se encuentra a la izquierda del edificio de la Universidad. Ahora aparece totalmente trazada la calle de la Paz.

### Mora, 1907

#### *Plano general de las alineaciones del nuevo Ensanche de Valencia*

Respecto al anterior, se ha modificado el norte de tal manera que en este caso el Colegio del Patriarca se sitúa por encima de la Universidad. La calle de la Paz aparece rotulada bajo el nombre de Calle de Peris y Valero.

119.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

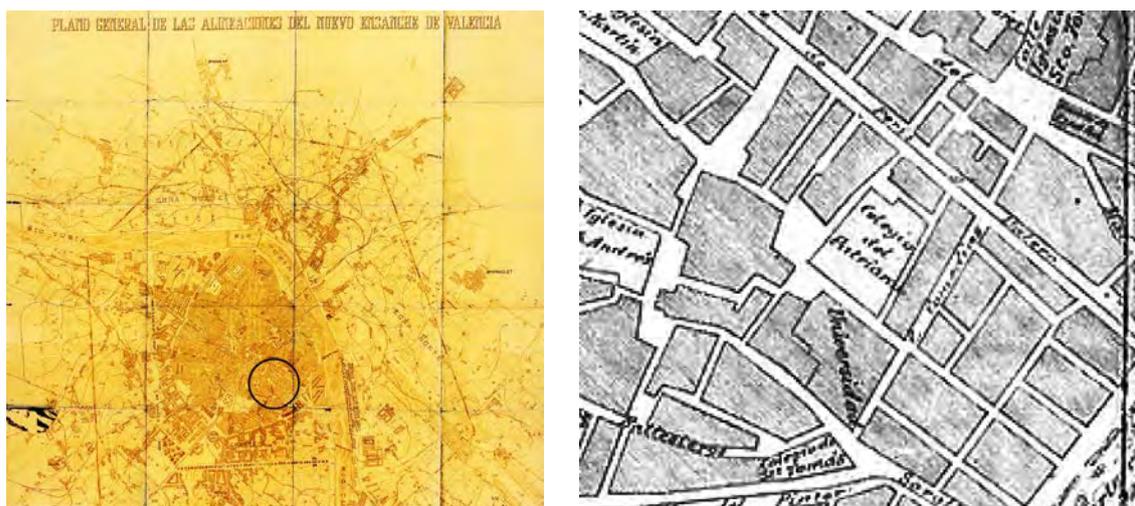


Fig. II.32. Plano de 1907, vista general y detalle.

### Aymamí, 1910

#### *Reforma interior / de Valencia*

Plano llevado a cabo por Federico Aymamí Faura a escala 1/2000. Su interés consiste en contener la reelaboración de las propuestas de la reforma interior de Federico Aymamí que propugnaba una severa modificación de la trama del antiguo casco mediante el trazado de nuevas vías anchas y rectas que cruzasen la ciudad en todas direcciones: el trazado de las avenidas del Real y del oeste, y la ampliación de la plaza de la Reina<sup>(120)</sup>.

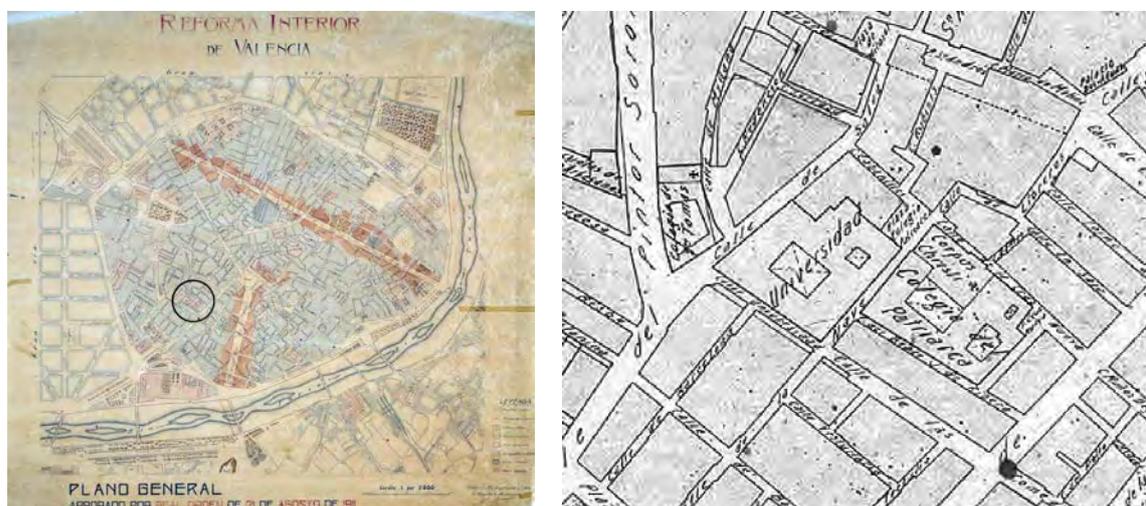


Fig. II.33. Plano de 1910, vista general y detalle.

En este plano observamos una aportación hasta ahora no vista. El autor diferencia la iglesia, que denota como "Corpus Christi" del resto del Colegio-Seminario y zonas de servicio, que sombrea con la misma tonalidad y en la que gráfica Colegio del Patriarca. Aunque no dibuja los elementos singulares (campanario, cúpula, cajas de escaleras, etc.), sí aparece el claustro y el patio de servicio.

En este caso, el norte mira un poco más allá del este, de tal manera que el edificio

120.- Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004.

del Colegio queda a la derecha del de la Universidad.

### Mora, 1924

#### Plano del Ensanche de la ciudad de Valencia

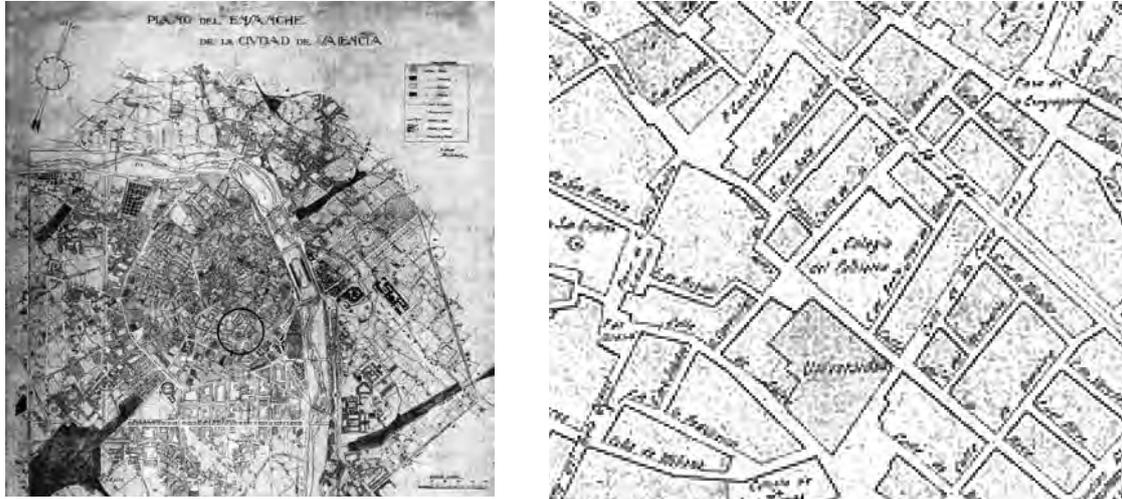


Fig. II.34. Plano de 1924, vista general y detalle.

El plano recoge la ordenación proyectada por Francisco Mora, arquitecto jefe del Ensanche, quien lo dibuja a escala 1/4000<sup>(121)</sup>. El norte se sitúa más bien hacia el NNE, de tal forma que el Colegio del Patriarca se sitúa por encima de la Universidad. Sobre la manzana del Colegio se ha grafiado "Colegio del Patriarca" y la "Calle del Beato San Juan de Ribera".

### 1925

#### Plano General de Valencia (1925)

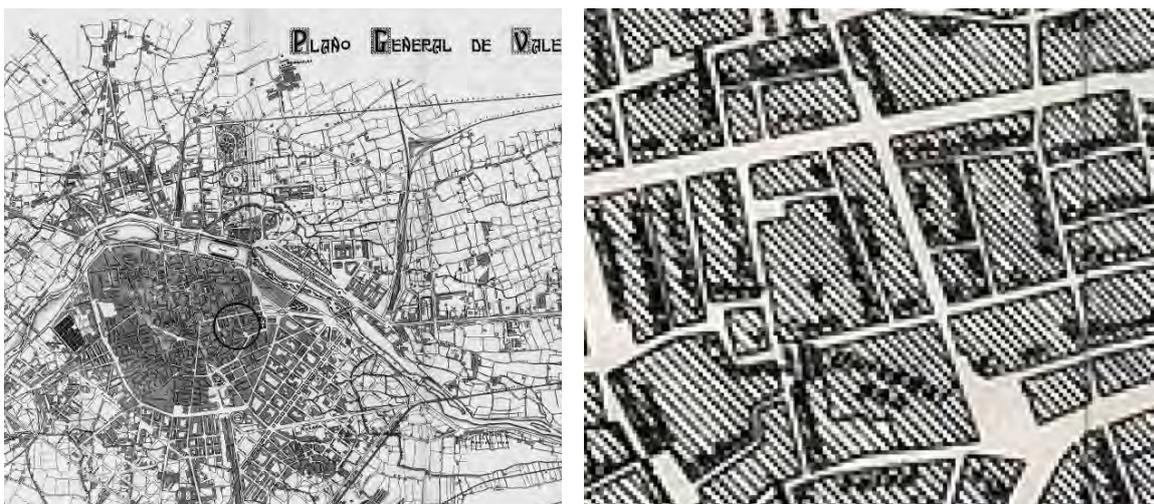


Fig. II.35. Plano de 1925, vista general y detalle.

Plano de autoría anónima y a escala 1/7500 que muestra un amplio territorio que

121.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F., 2004.

circunda la ciudad de Valencia<sup>(122)</sup>. El norte se sitúa arriba en este plano, de tal forma que aparece representado el Colegio del Patriarca por encima del edificio de la Universidad. Debido a la escala del mapa no podemos apreciar más que la manzana que nos ocupa.

### Goerlich, 1929

*Plano de Nuevas Líneas para la Reforma / del Interior de Valencia*



Fig. II.36. Plano de 1929, vista general y detalle.

Lo realizó Javier Goerlich Lleó a escala 1/2000. El plano recoge las reformas urbanas aprobadas por el Ayuntamiento de Valencia en 1929. Las modificaciones principales graficadas en el plano son: el trazado de la avenida del oeste; la prolongación de la calle de la Paz; el ensanche de la calle de San Vicente entre la antigua plaza de Cajeros y la Ronda; el ensanche de la calle Ribera; la apertura de la avenida de María Cristina; el ensanche de la plaza la Reina y la remodelación de la plaza del Ayuntamiento<sup>(123)</sup>.

### Ortofoto, 1980



Fig. II.37. Ortofoto de 1980, vista general y detalle.

122.- Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004.

123.- Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004.

Tras la ejecución del Plan sur después de la riada de 1957 vemos que aún no se han ejecutado las obras de mejora en el antiguo cauce del río Turia. Respecto al Colegio del Patriarca, observamos que el entorno inmediato se encuentra asfaltado, incluida la plaza.

#### Ortofoto, 2002



Fig. II.38. Ortofoto de 2002, vista general y detalle.

En esta fotografía apreciamos que no se ha modificado sustancialmente el entorno del Colegio. Vemos cómo la plaza sirve de aparcamiento de vehículos.

#### Ortofoto, 2007



Fig. II.39. Ortofoto de 2007, vista general y detalle.

En esta fotografía reciente de la ciudad observamos cambios significativos en el entorno del colegio, como son la peatonalización de todas las calles adyacentes y la plaza Colegio del Patriarca, así como la incorporación en la misma de árboles situados en reficula. Tal y como invoca el monolito que se encuentra en la plaza, *los árboles fueron plantados en homenaje de la ciudad de Valencia a los Premios Nobel miembros del jurado de los Premios Rey Jaume I. Junio, 2005.*

## Vista tridimensional, 2010



Fig. II.40. Vistas tridimensionales desde el SW y NW respectivamente.

Estas vistas han sido generadas<sup>(124)</sup> a partir de fotos aéreas y nos dan una idea bastante próxima a la volumetría real del edificio, no exentas de algunos errores.

### Síntesis

A lo largo de los siglos la ciudad de Valencia se ha representado desde la zona norte de la ciudad, por lo que en relación al Colegio de Corpus Christi ha supuesto que no se haya grafiado ni la fachada principal ni la oeste. Los distintos artistas han potenciado aquellos elementos más representativos, como son la cúpula con su linterna, la torre-campanario o los casetones de escaleras. Para conseguir su objetivo han empleado distintas licencias que han supuesto grafiar estos elementos con otra proporción o en una situación que no corresponde a la realidad.

De donde más información hemos podido extraer es, sin duda, de las imágenes aéreas. De los planos, podemos destacar la excepción del mapa de 1892 en que aparece dibujada la planta del Colegio. El resto se ha limitado a delimitar el ámbito de la iglesia sin detallar nada más y habitualmente se ha grafiado desproporcionada. Con las últimas tecnologías es fácil obtener una buena representación del Colegio, ya sea a través de la fotografía aérea o mediante las vistas tridimensionales generadas con ellas, lo que nos permite comparar fácilmente con los planos anteriores. Con los datos que hemos podido extraer de las figuras anteriores, hemos elaborado una tabla resumen con la posición y escala de estos elementos representativos para poder hacernos una idea de cómo se ha representado el Colegio a lo largo de los años.

Podemos concluir que las distintas imágenes y planos (fig. II. 41) son interpretaciones de los artistas, pero no son modificaciones reales, pues en el caso del Colegio su construcción finalizó en 1615 y no ha sufrido reformas posteriores de importancia. Entendemos que esta información gráfica no se realizó con el rigor técnico ni con la precisión adecuadas para que actualmente las consideremos fuentes fiables en cuanto a proporción, dimensión o posición de algunos elementos arquitectónicos.

<sup>124.-</sup> Para más información acerca de las texturas foto-realísticas en los modelos 3D véase TeleAtlas 2010.

**Tabla comparativa**

A continuación se muestra una tabla resumen de la planimetría vista con las distintas interpretaciones observadas en los elementos más representativos del Colegio.

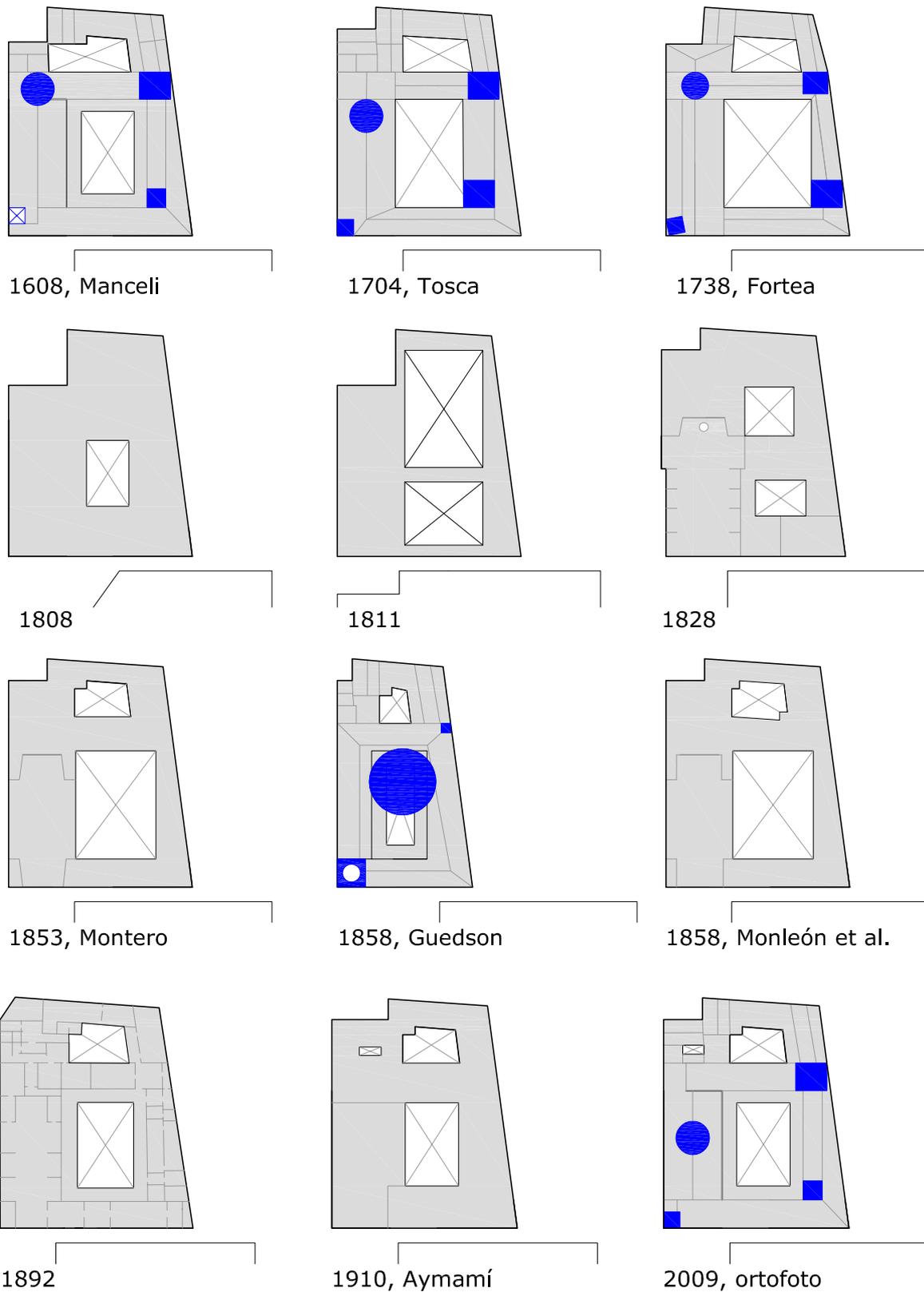


Fig. II.41. Tabla comparativa de la planimetría más representativa.

## II.4. LA HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL RENACIMIENTO

### El proyecto renacentista

En Valencia se desarrolló plenamente un Renacimiento arquitectónico y fue en consonancia con el resto de la península aunque con algunas diferencias<sup>(125)</sup>. El concepto renacentista del arquitecto como un hombre ilustrado, formado en multitud de materias ligadas más o menos directamente con su profesión, es decir, el arquitecto humanista propio de la cultura renacentista, es una figura directamente derivada de la concepción que el mismo se desprende del texto de Vitruvio<sup>(126)</sup>. El proceso concluye con la figura de Juan de Herrera y la estructura profesional arquitectónica de la corte de Felipe II, si bien en Valencia la figura más representativa debió ser Gaspar Gregori que, entre otros edificios, trabajó en el Colegio de Corpus Christi<sup>(127)</sup>.

Los tratados son una figura básica del proceso de desarrollo de la arquitectura renacentista en Europa. Por una parte aseguran la divulgación de los principios teóricos del clasicismo desarrollado en Italia, permitiendo su rápida difusión y, por otra, son un eficaz instrumento de divulgación formal y de canonización de los sistemas dimensionales<sup>(128)</sup>.

Se establece una planta según unos modelos en los que prima el aspecto simbólico del edificio más que su utilidad, que se da por supuesta si se respetan los criterios básicos de cada tipo arquitectónico, y se describen las secciones de los elementos resistentes como parte de la forma<sup>(129)</sup>.

### Características de la construcción

En el Renacimiento, la estructura ocupa un segundo lugar al servicio de los aspectos compositivos. Para garantizar la estabilidad se usan una serie de normas dispersas y de base poco científica. En el Colegio del Patriarca, la estructura no se hace evidente más que en el claustro al aparecer las columnas y en las ventanas con arquillos en la fachada sur y este; en el resto del conjunto, al emplear muros de carga y huecos rectangulares no se evidencia el sistema estructural.

Al aumentar la demanda de la construcción en esta época, se requieren sistemas más sencillos y onerosos, por lo que se sustituirá la cantería por la albañilería. En el edificio que nos ocupa, el gasto en materiales cerámicos es mucho mayor que la partida de piedra (hasta un 10% más del gasto total de la obra)<sup>(130)</sup>.

Durante la ejecución de las obras, el principal problema sería definir en qué momento se produce el fraguado del mortero para poder cargar sobre lo construido. Hasta finales del siglo XVIII no tienen conocimientos químicos suficientes y se trabaja sobre datos basados en la experiencia de cada maestro. Si continuaban la fábrica antes de que el mortero tenga cierta resistencia es probable que se les desmoronara. Los tratadistas aconsejan ir levantando el edificio por tongadas horizontales para que se produzca un reparto uniforme

125.- Llopis Verdú, J. 2002, p. 48.

126.- Llopis Verdú, J. 1997, p. 11.

127.- Llopis Verdú, J. 2002, pp. 48-51.

128.- Llopis Verdú, J. 1997, p. 19.

129.- Castro Villalba, A., 1999 p. 250.

130.- Véase apartado IV.2. "Libro de gastos de la construcción del Colegio".

y progresivo de las cargas. De esta manera, se consigue tiempo suficiente para que fragüe el mortero y se puedan poner zunchos horizontales<sup>(131)</sup>.

Los zócalos y las coronaciones deben organizarse mejor para evitar la vulnerabilidad al agua de lluvia, por lo que los zócalos se construyen de grandes sillares, normalmente enterizos. La coronación de los muros se resuelve con una cornisa de grandes dimensiones, que debido a su peso y a que su vuelo solo se puede construir con sillares muy trabados y grandes, actúa de zuncho, abrazando y protegiendo la fábrica. En los huecos se siguen las recomendaciones vitruvianas fabricándose sistemáticamente arcos de descarga sobre los dinteles. Los muros no se dejan vistos, se revisten con revocos o con morteros de cal en las paredes gruesas, pues si está bien ejecutado es muy duradero y su escasa rigidez le permite adaptarse a los movimientos de la fábrica. Sin embargo, empezó a valorarse la obra vista de ladrillo como acabado noble hacia la década de 1560<sup>(132)</sup>. La novedad provendría de Italia (Juan Bautista de Toledo y Francesco Paciotto). Fue empleado por Juan Herrera en el Alcázar de Toledo (1570)<sup>(133)</sup>.

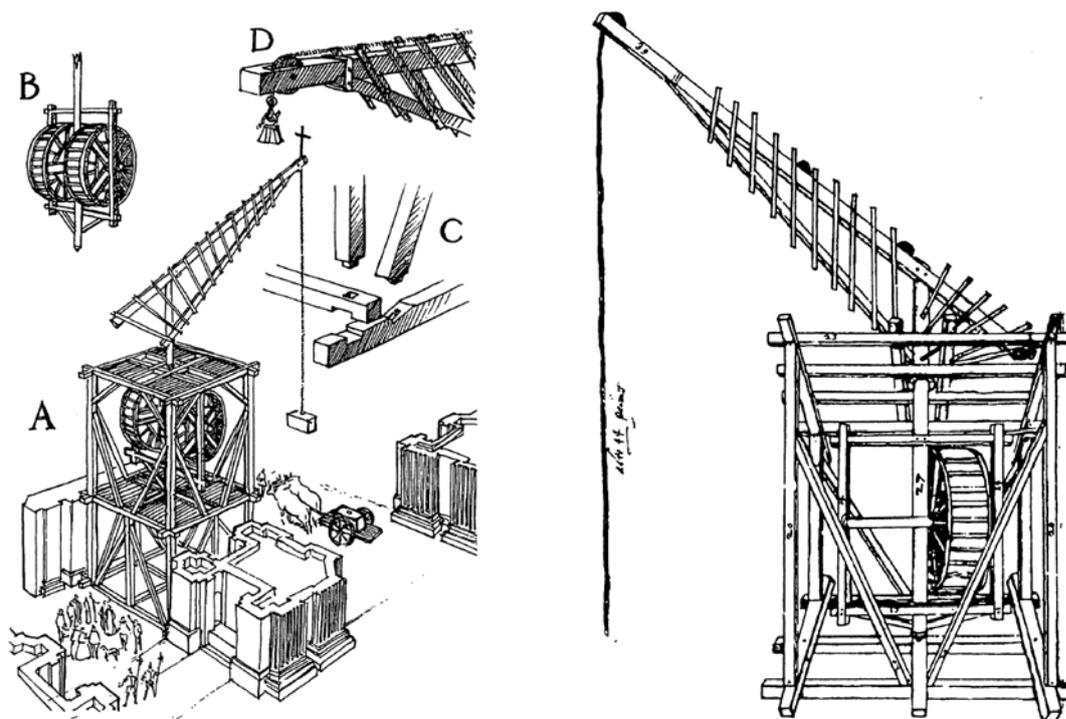


Fig. II.42. Grúa de la basílica de El Escorial (izq) y grúa pequeña (dcha).

La albañilería aporta muchas ventajas para la construcción de bóvedas, encontrándose en España desde 1540. Tienen un peso ligero y con mortero de cal cogen rápidamente. Este sistema permite cubrir luces irregulares, resolver de forma más simple el problema de los entrepisos, aligerando los empujes sobre los muros y aumentando el espacio útil del espacio construido<sup>(134)</sup>.

A los arquitectos del Renacimiento, especialmente en Italia y España, les producían una enorme impresión las obras de los romanos, los bizantinos o los árabes y quisieron imitar

131.- Castro Villalba, A., 1999 p. 252.

132.- Marías, F. 1989, citado por Castro Villalba, A. 1999.

133.- Castro Villalba, A., 1999 p. 256.

134.- Castro Villalba, A., 1999 p. 260.

su construcción, pero no disponían ni del material ni de una mano de obra experimentada. Por eso, emplearon yeso y, a partir de entonces, la bóveda tabicada se difundió a lo largo de las costas del Mediterráneo<sup>(135)</sup>.

En torno al Renacimiento se emplean dos grandes tipos de oficios para confeccionar la obra gruesa: la cantería y la albañilería. Una característica destacable que las diferencia consiste en que con albañilería puedes construir cualquier superficie sin requerir de un diseño especial de las piezas, sin embargo, en cantería se debe diseñar previamente cada una de las piezas para su correcto encaje mediante la estereotomía<sup>(136)(137)</sup>.

Frabicio Castello y Juan de Herrera se preocuparon por difundir la obra de El Escorial. En 1583 Castello finaliza un lienzo de toda la máquina de dicha obra y Herrera publica las Estampas en 1589.

---

135.- Guastavino, R. 2000 p. 15.

136.- estereotomía: Técnica para cortar piedras, madera o metal para su aplicación en la construcción.

137.- Palacios, J. C. 1990 p. 12.





*Análisis morfológico*





### III. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

#### III.1. ELEMENTOS PROTAGONISTAS DE LA ARQUITECTURA

##### Las cúpulas de la Comunidad Valenciana

Si en un primer momento las cúpulas no tenían presencia en el exterior del edificio, como es el caso del Panteón romano, posteriormente se introducirá el tambor en la cúpula de San Pedro de Roma sirviendo de inspiración para la construcción de la cúpula de El Escorial. El Colegio del Patriarca supone la primera réplica del modelo escorialense, pero adaptándose a los condicionantes técnicos y climáticos<sup>(138)</sup>.

La construcción de la cúpula del Colegio de Corpus Christi supone el inicio de una nueva etapa en la historia de este elemento arquitectónico. El tipo que posteriormente reproducirán otros edificios es el de media naranja, elevada sobre un tambor esbelto, apeado generalmente por los arcos torales del crucero, con extradós esférico y cubrición de teja curva vidriada<sup>(139)</sup>.

En el período comprendido entre los siglos XVI a XVIII se impone la albañilería sobre la cantería y la carpintería de armar, tanto por razones técnicas como constructivas y socioeconómicas<sup>(140)</sup>. En esta época, generalmente se construían cúpulas con una sola hoja o *calota* resistente, aunque también podrían ser dos.

Frente a las acciones exteriores, las cúpulas se oponen a reducir su doble curvatura, lo que las hace más resistentes. Si bien las acciones de viento no generan grandes tensiones, sí pueden generarlas las reológicas y las gravitatorias, además de las térmicas que producen variaciones dimensionales por efecto del soleamiento<sup>(141)</sup>.

La inclinación de las cúpulas se halla limitada por dos condiciones: el agua de lluvia debe deslizarse por ella, pero se ha de garantizar que las tejas no se desprendan. Incluso, el solape de las distintas piezas es variable en función de en qué tramo de la cúpula se encuentren<sup>(142)</sup>.

La superficie se despieza mediante limatesas, lo que en el Colegio del Patriarca divide la cúpula en ocho partes.

La construcción en albañilería exigía un sistema para evitar las humedades, razón por la cuál seguramente se extendió el uso de la cerámica vidriada en las cúpulas<sup>(143)</sup>.

En la nueva cúpula vidriada en azul y blanco encuentra la Iglesia las posibilidades expresivas adecuadas a las pretensiones contrarreformistas, simbolizando el poder renovado de la iglesia<sup>(144)</sup>.

En el Colegio del Patriarca se preparan las tejas en diciembre de 1596, tal y como

138.- Gil, Y. en VV. AA. 2006: "Las cúpulas azules...".

139.- Soler, R. 1996.

140.- Soler, R. 1996.

141.- Soler, R. 1996.

142.- Choisy, A. citado por Soler, R. 1996.

143.- Gil Saura, Y. "Recorrido histórico por las cúpulas valencianas ss. XVI-XVIII" en VV. AA. 2006: "Las cúpulas azules...".

144.- Puyuelo, M. "Los edificios religiosos de la ciudad de Valencia y el origen de la tradición de las cúpulas de teja vidriada" en VV. AA. 2006: "Las cúpulas azules...".

consta en el *Libro de Construcción* en una partida a Jerónimo Guerrero y Juan de Limani *por dar de blanco y azul a 3183 tejas para el cimborrio*. En febrero de 1597 observamos otra partida de tejas para el cimborrio. Podemos añadir que, antes de la colocación de las tejas, en junio de 1596 se colocan *28 piezas de plomo para cubrir el cimborrio de la iglesia* con la intención de impermeabilizar. La cruz se dispuso en noviembre de ese mismo año.

El color blanco opaco aplicado sobre las tejas provendría del empleo de estaño. El color azul procede del óxido de cobalto<sup>(145)</sup>.

La estela de la cúpula del Colegio del Patriarca puede verse en otros muchos edificios como la capilla de la Comunión del convento del Carmen, la iglesia de la Compañía, la iglesia del convento de Ara Christi (El Puig, Valencia) o la basílica de los Desamparados, etc. pudiendo incluso llegar a otras ciudades españolas como Sevilla a través de Leonardo de Figueroa, Puebla o Nueva España<sup>(146)</sup>.

En cuanto a la cúpula de San Miguel de los Reyes, decir que se fija directamente en la de El Escorial. Construida también en cantería.

### Los claustros

El análisis comparado de los claustros del Colegio del Patriarca y de San Miguel de los Reyes evidencia que en Valencia era común a finales del siglo XVI el manejo de los órdenes clásicos y el uso de modelos proporcionales y formales que sobre dicho tema se contenían en los tratados renacentistas<sup>(147)</sup>.

En el Colegio del Patriarca se puede apreciar un esquema compositivo tradicional, con múltiples distorsiones dimensionales al emplear materiales diversos, así como muestra la adaptabilidad del sistema, la capacidad de manipulación obteniendo resultados clásicos a partir de condicionantes heterogéneos. Por otro lado, San Miguel de los Reyes seguía la ortodoxia pura, la aplicación rigurosa de las directrices teóricas del sistema de órdenes sobre un esquema compositivo contemporáneo, es decir, con cierta capacidad de normalización y dogmatismo teórico<sup>(148)</sup>.

### Las fábricas de ladrillo

El ladrillo se empleó cara vista desde época del imperio Romano y no desapareció tras su decadencia<sup>(149)</sup> y, en cuanto a la técnica de tapia valenciana, se empleó el ladrillo como refuerzo estructural añadido en los muros de tierra apisonada<sup>(150)</sup>. El material básico para los morteros ha sido la cal.

Como podemos observar en la tabla III.1, el tizón y el grueso disminuyen del más antiguo al más moderno, consiguiendo así mayores posibilidades de aparejos, moldaduración

---

145.- Puyuelo, M. "Las tejas vidriadas en la arquitectura religiosa valenciana: tradición y modernidad" en VV. AA. 2006: "Las cúpulas azules...".

146.- Bérchez Gómez, J. en VV. AA. 1995 "Monumentos de la Comunidad Valenciana: Catálogo de monumentos y conjuntos declarados e incoados", p. 164.

147.- Llopis, J. 2002.

148.- Llopis, J. 2002.

149.- García Muñoz, J., 2005, p. 2.

150.- Bauluz del Río y Bárcena, P. 1992 citados por Cristini, V. 2008, p.1.

y ornamentación del muro. Las Atarazanas, el Palacio de Justicia, la Plaza de Toros y la Universidad emplean un aparejo gótico o flamenco. En la columna de la derecha se muestra la superficie de mortero, en porcentaje del total de la fábrica<sup>(151)</sup>.

EDIFICIO	SOGA	TIZÓN	GRUESO	SIGLO	TOLERA.	MORTERO
San Vicente	0,245 (1,08)	0,12 (0,53)	0,05 (0,22)	XX	10 mm	19 %
Casa Lactancia	0,24 (1,05)	0,12 (0,53)	0,053 (0,23)	XX	10 mm	19 %
Tabacalera	0,25 (1,10)	0,115 (0,51)	0,05 (0,22)	XX	15 mm	22 %
Plaza de Toros	0,278 (1,22)	0,13 (0,57)	0,037 (0,16)	XIX	32 mm	30 %
Universidad	0,305 (1,34)	0,14 (0,62)	0,045 (0,20)	XVII	10 mm	32 %
Placio de Justicia	0,30 (1,32)	0,145 (0,64)	0,045 (0,20)	XVIII	15 mm	40 %
Col. del Patriarca	0,455 (2,00)	0,2231 (0,98)	0,0568 (0,25)	XVII	10 mm	44 %
Atarazanas	0,30 (1,32)	0,137 (0,60)	0,035 (0,15)	XIV	20 mm	54 %

[Tabla III.1] Dimensiones de los ladrillos en Valencia. Cotas en metros (cotas en palmos).

En el siglo XVII se incrementa la uniformidad dimensional por la presencia de un fuerte control eclesiástico en la figura de Isidoro Aliaga (1612-1648), promotor de las fábricas religiosas uniformadas según las reglas de la Contrarreforma, que prosigue la realización del proyecto iniciado por su predecesor, Juan de Ribera<sup>(152)</sup>.

Los ladrillos ligeros y porosos eran poco idóneos para dejar vistos, pero adecuados para las fábricas de tapia valenciana. Los ladrillos fabricados para dejar vistos poseían mayores dimensiones y un alto contenido en arcillas que le confería mejor impermeabilidad a los muros. Los ladrillos vistos de unos 40 mm de grosor no necesitaban tendeles superiores a los 22-34 mm y llagas de 15-22 mm. Por este motivo, en el Colegio del Patriarca observamos las fábricas de ladrillo cara vista con dimensiones sensiblemente mayores que las piezas empleadas en las tapias. En el siglo XVII las fábricas son pobres y se caracterizan por sus espesos tendeles que protegían frente a la penetración del agua mediante la aplicación de sucesivas capas de enlucido. Estos tendeles no se pueden dejar expuestos a la intemperie por el riesgo de erosión y alteración del mortero empleado<sup>(153)</sup>.

La tapia valenciana está compuesta, como se ha dicho, de ladrillos sobre una base de tierra compactada. Se incorporaron a la construcción del muro aquellos elementos que pudieran mejorar la resistencia y, a la vez, el aspecto exterior, sin descuidar el rendimiento de la mano de obra. La sección transversal del muro de tapia valenciana adquiere la apariencia del muro de doble hoja romano con la sustitución de la piedra o sillar de las caras por ladrillo y costra, y el relleno interior de hormigón por tierra apisonada. Su aspecto superficial es el de un acabado que no necesita ningún tratamiento protector<sup>(154)</sup>.

### La azulejería

El empleo de azulejos es de gran limpieza y utilidad en zonas donde la humedad se manifiesta frecuentemente adherida a la parta baja de las paredes y destruye lo que se pretende fijar en ella<sup>(155)</sup>.

151.- Almeida Pardo, J. 1991.

152.- Cristini, V. en VV. AA. "Asimetrías nº9", 2006.

153.- Cristini, V. en VV. AA. "Asimetrías nº9", 2006.

154.- Galarza Tortajada, M., 1996. p. 212.

155.- Vizcaíno Martí, M<sup>a</sup> E. 1999, p. 98.

La azulejería como mural en zócalos, arriaderos o paneles llegó a España desde Italia en un Renacimiento tardío. A finales del siglo XVI llegaron a Sevilla algunos artistas desde este país. La policromía pasará a Talavera de la Reina donde se realizará una rica cerámica hispano-morisca o gótico-mudéjar, muy solicitada por los ricos estamentos: la Iglesia, la Nobleza y la Burguesía. Durante dos siglos se fabricaron en Valencia heredándose la técnica de padres a hijos hasta mediados del siglo XVI donde ya no se solicitan los azulejos de Manises debido a los nuevos gustos renacentistas<sup>(156)</sup>.

El color verde proviene del empleo de óxidos de cobre, el azul de los de cobalto, el morado o violeta de los de magnesio, el amarillo o anaranjado de los de antimonio y los tonos ocre de los de hierro.

Anterior al Colegio de Corpus Christi, encontramos el empleo de azulejos en zócalos en el Palacio de la Generalitat Valenciana (1482 - 1585). Desde 1568 a 1572 se estuvieron fabricando azulejos polícromos aunque finalmente no se colocaron en este edificio y se vendieron para otros zócalos<sup>(157)</sup>.

San Juan de Ribera es nombrado arzobispo de Valencia en 1569 y, como sabemos, impulsará numerosos edificios religiosos en su congregación. Para lo cual organiza en Burjassot hornos y medios para fabricar azulejos pequeños (13,5 x 13,5 cm<sup>2</sup>, tamaño poco usado en Valencia pues el habitual era 15 x 15 cm<sup>2</sup>) y polícromos imitando a los sevillanos. Los zócalos del claustro del Colegio de Corpus Christi todavía están realizados con la técnica de arista que se hacía en Sevilla antes de la llegada de los italianos. En Burjassot trabajaron artistas tanto sevillanos como de Talavera de la Reina<sup>(158)</sup>.

Toda la iglesia del Colegio y en general el edificio está revestido con un zócalo de doce palmos de alto con dieciséis azulejos a modo de algunos departamentos de El Escorial y del Alcázar de Sevilla<sup>(159)</sup>.



[Fig. III.1] Azulejos del claustro, vista general y detalle.

En 1606 se fabricaban tres tipos de azulejos: diamantes pequeños, grandes y tarjas. Son diseños sevillanos que se copiaron y que el Patriarca Ribera mandó fabricar en exceso para sustituir en caso de rotura<sup>(160)</sup>.

En el Colegio del Patriarca, los encargados de cortar los azulejos serán Antonio Cor-

156.- Vizcaíno Martí, M<sup>o</sup> E. 1999.

157.- Vizcaíno Martí, M<sup>o</sup> E. 1999.

158.- Vizcaíno Martí, M<sup>o</sup> E. 1999, p. 23.

159.- Vizcaíno Martí, M<sup>o</sup> E. 1999, p. 98.

160.- Vizcaíno Martí, M<sup>o</sup> E. 1999, pp. 99-100.

barán, del que hay partidas en el *Libro de Construcción* desde diciembre de 1596 y Diego Castellón que se incorporará en enero de 1604 y ambos trabajarán hasta febrero de 1608. Por otro lado, en el Colegio hay diez partidas en el *Libro de Construcción* que hacen referencia al chapado de distintos elementos con azulejos (claustro, iglesia, escaleras). En total, se invirtieron 2976,96 libras valencianas en concepto de azulejos.

### La madera

La conducción de maderas por los ríos era una práctica realizada desde los árabes. En Valencia, la madera se subía por las rampas situadas entre los puentes de San José y Seranos gracias a los animales y después se transportaba en carretas, como consta en varios gastos registrados en el *Libro de Gastos* del Colegio del Patriarca:

*A Francisco Catalan por 42 cargas de madera tiradas de la rambla al Colegio (25/10/1602).*

*A Francisco Perez entretallador de tirar de la rambla al colegio madera para asentar y desasentar los ratabllos de las capillas (15/10/1604).*

*A Pedro de Gracia carpintero por el porte de tres cargas de madera de la rambla al colegio y por cerrar dicha madera (9/11/1591).*

La madera más empleada era el Pino Negral (sierras de Cuenca, Teruel y el Rincón de Ademuz), el Pino Albar y el Pino Carrasco (aunque este último solo servía para leña, no para construcción)<sup>(161)</sup>. La procedencia era el antiguo Marquesado de Moya, tal y como consta en el *Libro de Gastos* del Colegio, con fecha 2 de agosto de 1599: *100 cargas de madera que compre de la peaña del Marques de Moya a Perez de Llovigro enrador [¿se-rrador?] del Marques a 13,5 libras la carga.*

En el Colegio del Patriarca se empleó gran cantidad de madera de Nogal, pues así se recoge en 22 ocasiones en el *Libro de Gastos*:

*A Don Melchor Sanchis por la media anualidad de lo tasado de esta madera de nogal (10/02/1597).*

*A José Roig y a Juan Abaes por el porte de tanta madera de nogal para las sillas del coro de la iglesia (1/03/1608).*

En cuanto a la madera de carrasca también se empleó para andamios y grúas:

*A Francisco Donderis? Por dos pedazos de carrasca para hacer una trucha para la lampara de S. Mauro (31/12/1605).*

También se hace referencia en una ocasión a madera de pino:

*A Miguel Ochoa, tabla de pino, para bufete (7/03/1606).*

### La presencia de la proporción áurea

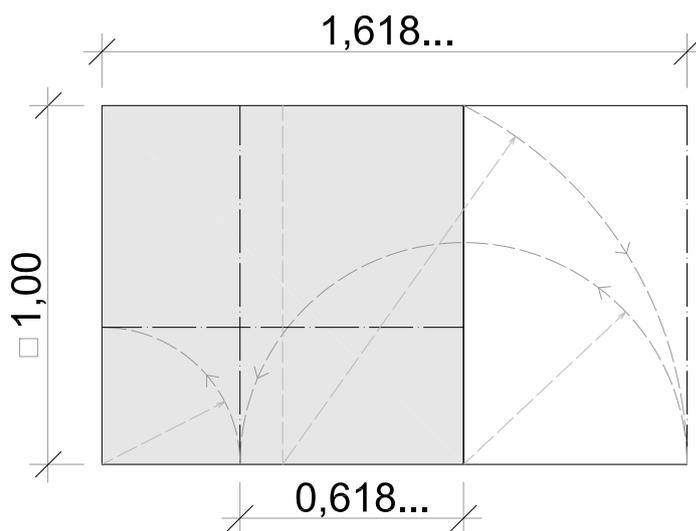
La sección áurea fue conocida por artistas y arquitectos de todas las épocas con distintos nombres: Phi, número de oro, número áureo, sección áurea o divina, proporción

---

<sup>161</sup>.- Diodato, M., 2009 p. 1-6.

áurea o divina, etc. Tiene diferentes expresiones matemáticas para representarla, como pueden ser:

1,61803398874989...	(número decimal)
$(1 \pm \sqrt{5})/2$	(fracción)
$-2 \operatorname{sen}(666^\circ)^{(162)}$	(trigonométrico)
$2 \cos(\pi/5)$	(trigonométrico)
$a:b = a + b:a$	(relación de proporcionalidad)
1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21...	(serie de Fibonacci)



[Fig. III.2] Algunos procedimientos para la obtención de la Sección Áurea.

La influencia en la belleza y en la perfección del arte se encuentra en la Grecia clásica, pero la relación con el arte debió comenzar en el Renacimiento<sup>(163)</sup>. Existen numerosos ejemplos a lo largo de la historia de la arquitectura donde la presencia de la proporción áurea se hace más o menos patente; a saber: la pirámide de Keops, los arcos de triunfo de la Roma clásica, las tumbas licias, las iglesias de la antigua ciudad de Mira (actual Demre turca), la puerta del Sol de Tiwanaku (Bolivia) o el Partenón de Atenas<sup>(164)(165)</sup>. Los constructores medievales buscaron como los griegos crear estructuras armoniosas y elegantes. En la arquitectura gótica, en las catedrales, la armonía de la proporción áurea se integró visiblemente<sup>(166)</sup>.

El Renacimiento fue una época clave para el conocimiento y difusión de la proporción áurea. No en vano, se produjeron importantes aportaciones en los campos de la ingeniería, la matemática, la ciencia y la arquitectura liderados por artistas como Leon Battista Alberti (1404-1472), Piero della Francesca (~1422-1492) o Leonardo da Vinci (1452-1519)<sup>(167)</sup>. Los tres conocieron, hicieron amistad e inspiraron a Luca Pacioli (1445-1517?), franciscano y matemático italiano que, entre otras obras, publicó *La divina proporción* (Venecia, 1509). Por otro lado, recordemos que la invención de la imprenta se produjo alrededor del año 1440, lo que permitió la propagación internacional de las ideas del momento.

162.- Tomado de wolframalpha.com

163.- Corbalán, F. 2010, p 95.

164.- El nombre del constructor del Partenón, Phidias, pudo dar nombre a esta proporción.

165.- Corbalán, F. 2010, Ibídem, p 113.

166.- Hemenway, P. 2008, p 90 y 101.

167.- Hemenway, P. 2008, p 109.

En general, todo el discurso de la obra de Pacioli podría resumirse en la propuesta de que la arquitectura debe reflejar la estructura matemática del universo. De las distintas ediciones del libro, la veneciana incluía una parte específica dedicada a la arquitectura, que no aparece en los manuscritos, aunque en el proemio y en el primer capítulo sí que hace referencias a las concepciones antropomórficas y antropocéntricas de las proporciones y de la arquitectura. Afirma que todas las medidas se derivan del cuerpo humano y en él están señaladas por el dedo del Altísimo diversas proporciones. Pacioli intenta justificar la denominación de *divina* que le otorga a la proporción áurea, afirmando estas cinco cuestiones: i) La proporción es *una sola y no más*; ii) La santa Trinidad está formada por el Padre, el Hijo y el Espíritu Santo al igual que en la proporción áurea hablamos de tres longitudes (en dos segmentos contiguos a-b-c, las distancias ac, cb y ab); iii) esta proporción es un número irracional, que es igual que la incomprendibilidad de Dios; iv) Dios no puede cambiar y está en todas partes y nuestra proporción es continua y discreta, grande o pequeña y no puede cambiar; v) Dios creó el cosmos a partir de la quinta esencia representada por el Dodecaedro y la proporción áurea crea esta figura porque no puede construirse sin ella<sup>(168)</sup>.

Las propiedades irracionales de la sección áurea son difíciles de conciliar con una anotación fidedigna y conmensurable de las dimensiones, objetivo fundamental de los arquitectos renacentistas<sup>(169)</sup>. En el Renacimiento, el atractivo de la Divina Proporción consistía en que sus propiedades constituyeron una fuente de *ebriedad intelectual* más que de una satisfacción visual<sup>(170)</sup>.

En algunas ocasiones, cuando se intenta verificar que las proporciones áureas se hallan en la geometría de un edificio la realidad presenta ciertas divergencias con la teoría. Es cierto que, por un lado, *Phi* es un número irracional (1,618033...) y, por otro, la tecnología constructiva y la precisión de antaño no estaba muy desarrollada en la mayoría de los casos. El problema es la interpretación que se hace cuando los resultados son ambiguos, pues tomando las medidas adecuadas siempre se puede encontrar la proporción áurea como cociente aunque el arquitecto no pensara en ella en su construcción. Sin embargo, en la Edad Media ya están habitualmente documentadas<sup>(171)</sup>.

Como conclusión, podemos decir que en el período histórico en que se construyó el Colegio del Patriarca era habitual el uso de la proporción áurea, como por ejemplo en el monasterio de El Escorial<sup>(172)</sup>, aunque su aplicación a las trazas de los edificios no fuera visualmente explícita. Véase III.4 Trazados reguladores para observar la sección áurea en el Colegio de Corpus Christi.

### Sistemas de medidas aplicadas al edificio

El sistema metrológico valenciano fue instaurado por Jaime I, cuyas medidas de longitud tienen como base la vara o *alna* valenciana dividida en tres pies o cuatro palmos.

168.- Pacioli, Luca; González Rodríguez, A. M. 2008, p 25, 41.

169.- Witkower, R. 1978, p 535 y ss. Citado en Pacioli, Luca; González Rodríguez, A. M. 2008, p 26.

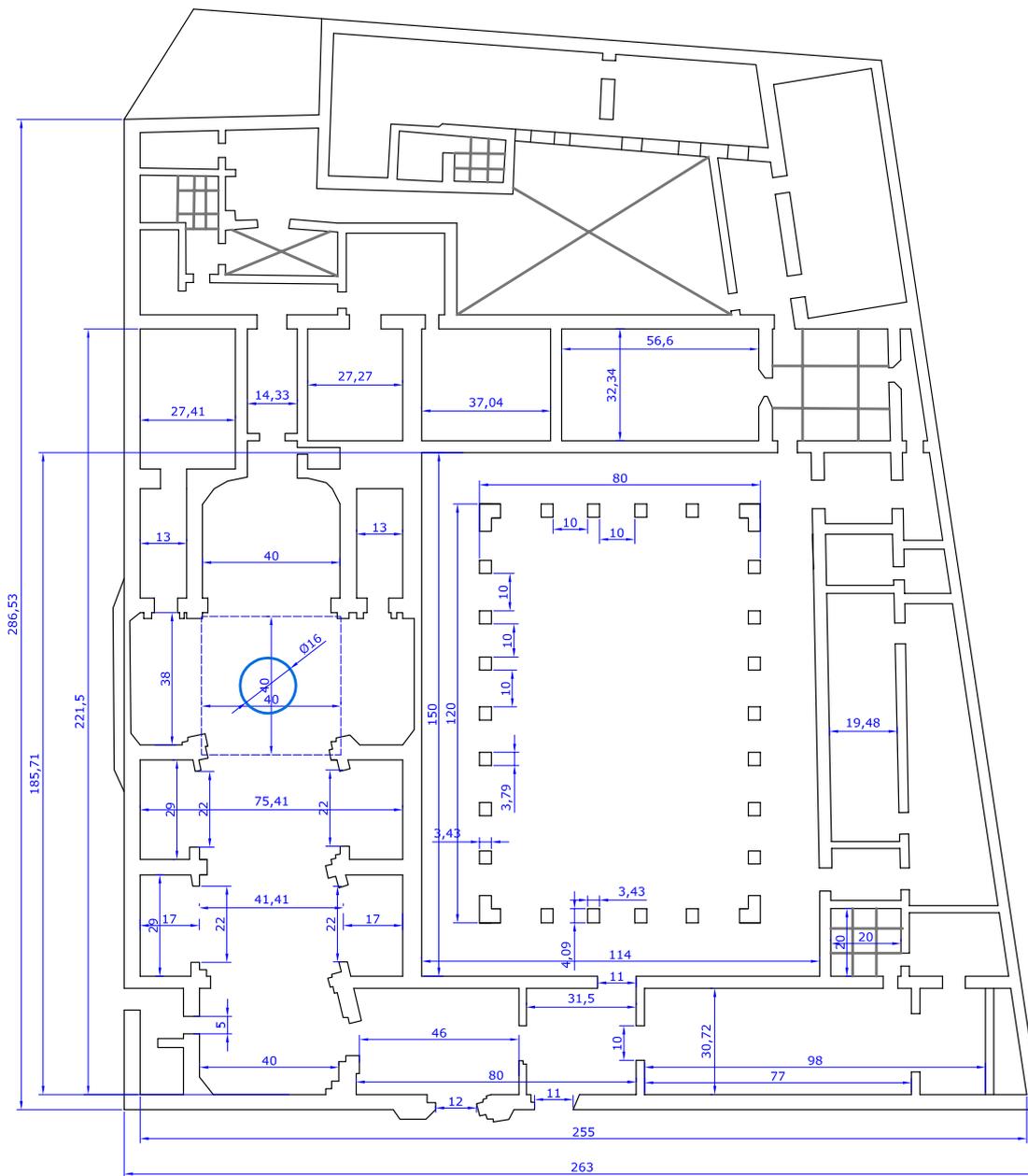
170.- Pacioli, Luca; González Rodríguez, A. M. 2008, p 26.

171.- Corbalán, F. 2010, p 113 a 115.

172.- Para un estudio detallado sobre El Escorial y la Divina Proporción confróntese con Aubensón Marrón, L. M. en VV. AA. El Escorial 1563-1963, 1963. p 253 y ss.

Estas unidades están definidas en *els Furs*<sup>(173)</sup>.

En la Valencia de finales del siglo XVI se empleaban varios sistemas de medidas. La Vara, que equivalía a 0,91 metros; el Pie, que correspondía a un tercio de la Vara; y el Palmo, que equivale a la cuarta parte de la Vara. La medida habitual era la de 0,91 m, aunque se han dado casos donde el factor de conversión es 0,906 y 0,92.



[Fig. III.3] Medidas del Colegio. Cotas en palmos valencianos (0,91).

Por poner algunos ejemplos, la anchura de las aulas del primer piso es de 28 pies, 22 varas es la altura máxima del alzado norte, o 100 pies es la altura de la torre-campanario.

173.- López, C. y García, J. s/f, p. 1 y 2.

### III.- Análisis morfológico



[Fig. III.4] Superposición de la refícula en pies valencianos (0,91).

En la figura III.4 se muestra la planta del conjunto a la que hemos superpuesto una refícula cuyo módulo es un palmo valenciano para poder visualizar las medidas y las proporciones. Nótese que en cada estancia hay una malla distinta porque en esta época las medidas hacían referencia a los espacios interiores y no tenían en cuenta el espesor de los muros.

### III.2. LA ARQUITECTURA DE LA CONTRARREFORMA

este apartado estudia cuáles fueron los aspectos arquitectónicos y constructivos impulsados por la Contrarreforma y que se reflejan en la obra que nos ocupa, el Colegio del Patriarca. Por ello, es fundamental analizar la figura de Carlos Borromeo y, concretamente, su obra *Instructiones Fabricae et Supellectilis Ecclesisticae*, publicada en 1577, seis años antes de la fundación del Colegio del Corpus Christi y nueve antes del comienzo de las obras.

San Carlos Borromeo (1538-1584) fue cardenal y arzobispo de Milán. De su figura, destacaremos su papel en el Concilio de Trento (1545-1563) en el que, como secretario de Estado, dirigió la negociación previa y la correspondencia entre Roma y Trento. Cuando se relajaron las tensiones entre ambas ciudades concentraría sus esfuerzos en la terminación del concilio, de los que se promulgaron los decretos con la bula de 1564 en la que figuraba su firma. Además, como arzobispo de Milán quiso implantar cuanto antes en su diócesis las reformas tridentinas.

Los decretos tridentinos especificaban pocos aspectos del diseño de las iglesias católicas. Sin embargo, Borromeo tenía un amplio conocimiento de los aspectos tratados en el Concilio y decidió publicar, catorce años después de su finalización, un resumen de las tradiciones católicas con respecto al diseño de las iglesias. Oficialmente las *Instructiones* eran para Milán, pero su intención era que tuvieran un uso más extendido<sup>(174)</sup>.

Prueba de la referencia al Concilio de Trento por parte de la Institución del Colegio la encontramos en sus Constituciones:

*Lo que nos movió a escoger esta obra, entre otras muchas que pudiéramos emprender -pías y religiosas- fue considerar lo que el Santo Concilio de Trento dice en la Sesión 23, cap. 18. A lo cual, por ser ordenado por el Espíritu Santo, que asiste a los Concilios Generales recte et rite congregados, se le debe humilde, y prompta observancia (...) De todo lo cual se colige que esta nuestra casa se llama, y ha de llamar Colegio o Seminario; por ser estos los términos con que el dicho Concilio la nombra; y por fundarse para el mismo y principal fin que el Santo Concilio pretendió, que es criarse sujetos tales, que con virtud y letras ministren en la Casa de Dios<sup>(175)</sup>.*

En el siglo XV, Valencia era un foco cultural y con prosperidad económica. Se introduce la imprenta y se funda la Universidad, elementos que facilitaron la incorporación de las corrientes ideológicas y científicas, incluyendo la imposición de la mentalidad contrarreformista del Concilio de Trento<sup>(176)</sup>.

A continuación procedemos a analizar el texto completo de las *Instructiones Fabricae et Supellectilis Ecclesisticae*<sup>(177)</sup> y trataremos de comentar qué aspectos se adoptaron en el Colegio del Patriarca y cuáles no.

#### El emplazamiento de la iglesia

Se indica que para el emplazamiento de la iglesia hay que elegir un lugar adecuado

174.- Gallegos, M. E. 2004.

175.- VV. AA. "Constituciones del Colegio" cap. I, p. 2. Véase Vilaplana Molina, A. 2006 en VV. AA. "Domus Speciosa..." p. 23.

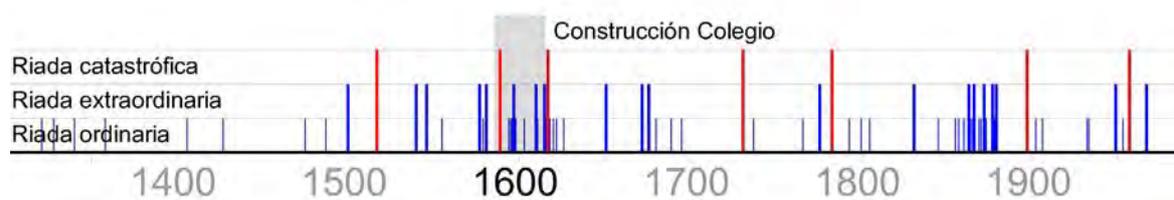
176.- Felipe Orts, A. 1988 en VV. AA. "Historia del pueblo valenciano", p. 413 y ss.

177.- Traducción al inglés de Voelker, E. 2008.

y este debe ser elevado<sup>(178)</sup>. De tratarse de una zona plana, debería estar en un lugar suficientemente prominente para que su acceso se produjera con entre tres y cinco escalones. En caso de que en la topografía no haya una parte más alta, deberá construirse una base o zócalo.

En la elección del emplazamiento debe tenerse en cuenta que no hayan en las proximidades zonas sucias, establos, corrales, tabernas, herrerías, tiendas o mercados. Además, hay que separarse de cualquier otro edificio varios pasos.

En el caso que nos ocupa, el Patriarca Ribera compró todas las propiedades pertenecientes a una manzana entera<sup>(179)</sup>, limitada por cuatro calles que mantendrían la distancia adecuada al resto de edificios que comentábamos antes. Como se explica en las *Instrucciones* esto es más sencillo de conseguir en las ciudades, debido a su propio trazado, más que en las zonas rurales. Como es sabido, la ciudad de Valencia es fundamentalmente plana, pero el Colegio se situó en una zona de ligero desnivel, lo que le beneficiaría a la hora de sortear las escorrentías pluviales y los desbordamientos del entonces llamado río Guadalaviar (ahora Turia). En su caso, el mayor problema está derivado por las sucesivas riadas del río que condicionaría su construcción, desde la situación de los accesos hasta la elección de los materiales de fachada.



[Fig. III.5] Riadas documentadas y período de construcción del Colegio.

En la figura III.5 podemos observar las distintas inundaciones documentadas<sup>(180)</sup> a lo largo de la historia en la ciudad de Valencia según la gravedad de las mismas. Sombreado en gris apreciamos, entre los años 1586 y 1615, el período de construcción del Colegio del Patriarca. Se evidencia que previamente, en el transcurso de adquisición de los terrenos, el río sufre dos desbordamientos importantes. Por lo tanto, en el momento de iniciar las obras se tendría muy en cuenta su situación respecto del nivel de la calle para evitar en el futuro que el agua pudiera acceder al interior. Esta conciencia del problema que suponía las sucesivas inundaciones se evidencia en el contexto histórico en el cual se están llevando a cabo numerosas mejoras y obra nueva en los prefiles del río (véase Fig. III.6).

En julio del año 1589 se produjo una gran crecida del río que destruiría el puente del Mar (de madera), el del Real (de piedra) en el mes de octubre y parte de la muralla<sup>(181)(182)</sup>. Confrontando con el *Libro de Construcción del Colegio*, observamos que este año se produce una reducción considerable de la actividad constructora, aunque fue a lo largo de

178.- Vitruvio lo aconseja para divisar la mayor parte de la ciudad. Vitruvio, M. L. 2007, libro I, cap. VII, p 31.

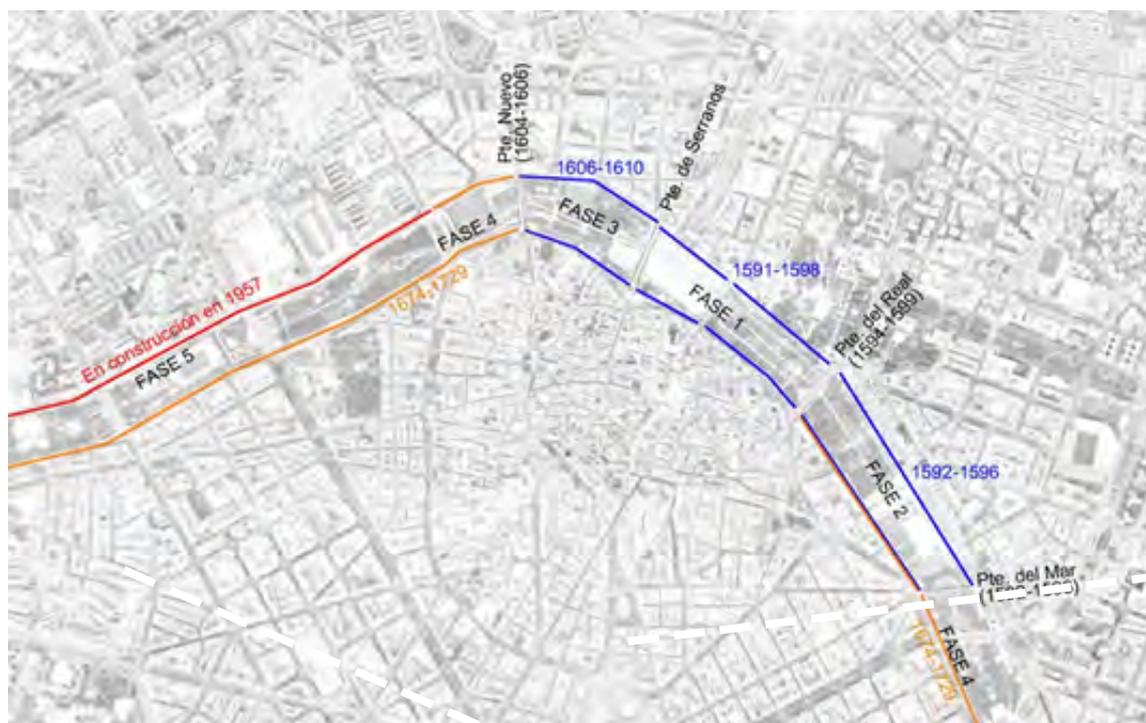
179.- Véase el estudio detallado en la sección "Análisis Constructivo".

180.- VV. AA. "Plan sur", 1972 p. 13-14, Meliό Uribe, V. 1991, p. 36.

181.- Meliό Uribe, V., 1991, p. 69

182.- Los materiales que arrastraban las aguas y los troncos no sujetos se amontonaban en los ojos de los puentes hasta que el agua se desbordaba. Faus, A., 1999.

todo el año<sup>(183)</sup>; en todo caso, sí podemos afirmar que el 70 % del gasto de octubre fue para una hornada (en Moncada) y comida para animales.



[Fig. III.6] Fases de ejecución del pretil del Turia.

Debido a dos riadas previas, la de 1577 y la de 1589, a partir de 1590 comienza la construcción de la *Fábrica Nova del Riu*, que consistiría en la construcción de los pretils laterales con el objetivo de contener las aguas del Turia. También se levantarán en esta época los principales puentes<sup>(184)</sup>. Las primeras actuaciones son contemporáneas a la construcción del Colegio del Patriarca. El primer tramo, comprendido entre los puentes de Serranos y el del Real (1594-1599), se ejecuta entre los años 1591 y 1598. El segundo tramo, entre este último puente y el del Mar (1592-1596), se realizará prácticamente a la vez, entre los años 1592 y 1596. Coincidiendo con la terminación del grueso de las obras del Colegio, comienza una tercera fase, entre el puente de Serranos y el *puente nuevo* (1604-1606), cuyas obras abarcarán los años comprendidos entre 1606 y 1610. A finales del siglo XVII se retomará las obras de refuerzo de los márgenes del río, iniciando una cuarta fase que comprende la margen derecha de la zona noroeste de la ciudad. Las obras se extenderán a lo largo de cincuenta y cinco años (1674-1729). Es precisamente por el norte de la ciudad por donde se aproxima el *Barranc d'En Dolça*. Por último, la margen izquierda del río se encontraba en construcción cuando se produjo la riada de 1957.

Algunos datos sobre las riadas más próximas a nosotros, pero representativas de las más destructivas, se resumen en la siguiente tabla.

183.- El descenso de la actividad constructora en 1589 pudo deberse a una reestructuración del proyecto. Véase apartado IV.4.

184.- La piedra empleada en el Colegio del Patriarca y en los puentes reconstruidos en esta época se extrajo de la misma cantera de Godella. Véase el estudio realizado en los puentes de Serranos y de la Trinidad por Bosch, L. et. al. y Navarro, A. et. al. 2009.

	Normalmente	1948	1957	1967
<b>Caudal Máximo Instantáneo (m<sup>3</sup>/s)</b>	150	2300	3700	1630
<b>Caudal Medio diario (m<sup>3</sup>/s)</b>	20-200	310	2074	212
<b>Caudal medio anual (Hm<sup>3</sup>)</b>	480 *	640	1000	650

[Tabla III.2] Caudales del río Turia. (\*) Media entre los datos registrados entre 1911 y 1971.

El caudal que se registró fue de 850 l/m<sup>2</sup>, que es el equivalente a la lluvia acumulada durante tres años.

En el Patriarca, la previsión del Beato Juan de Ribera hizo construirlo más alto que las calles circundantes; así, la vecina Universidad sufrió muchos daños y el Colegio apenas unos centímetros de agua en la riada del año 1957<sup>(185)</sup>. En la calle Universidad, por ejemplo, la cota del agua ascendió hasta los 1,60 m, en el Colegio del Patriarca tan solo alcanzó unos cuantos centímetros como decíamos al encontrarse cegados los tramos cercanos al lado este, en donde la topografía sufre un rehundido y se podía acumular mayor cantidad de agua. Hemos de fijarnos que el acceso en la fachada principal, tanto a la Iglesia como al Colegio, se realiza en el primer tercio, en el tramo oeste, donde la cota del terreno es más elevada y en las sucesivas riadas se dificulta la entrada al agua.

Creemos que las sucesivas inundaciones y daños que se produjeron en Valencia en los años previos a la construcción del Colegio (véase Fig. III.5) debieron influir en el Patriarca Ribera y este, cuyo objetivo era que su obra perdurara durante siglos, hizo que se estudiara tanto la posición de los principales elementos del conjunto (la iglesia, la capilla, el claustro, etc.) y sus accesos.



[Fig. III.7] La Universidad en 1957 y en la actualidad. Nivel alcanzado por las aguas en la riada de 1957.

Poco se ha comentado sobre las consecuencias que las sucesivas riadas del río Turia

185.- Las Provincias, 2000, Tomo 2, p. 15.

podieron ejercer sobre el Patriarca Ribera. Nos referimos a si pudieron influir en el diseño del edificio. No es casualidad, *per se*, que el acceso principal al edificio se encuentre en el primer tercio, a la izquierda, en la fachada sur, en uno de los puntos más altos del conjunto y, por tanto, con menos probabilidades de que el agua penetre en su interior. En cuanto a los accesos secundarios, existe una pequeña puerta en la fachada oeste, bajo la torre campanario cuya cota es similar al acceso principal. En la fachada norte tenemos otros dos accesos a las zonas de servicio; aunque la cota es inferior a los anteriores y el agua podría entrar con mayor facilidad a través de ellos, no es esta parte del edificio la más singular e importante. Por último, la fachada este, la que tiene la cota más baja de la manzana, donde podría acumularse el agua en caso de inundación, no posee ningún acceso y los huecos de las ventanas se encuentran a una altura considerable. El edificio de la Universidad de Valencia también tiene huecos de ventana a bastante altura en su alzado este, pero su acceso principal también se encuentra en esta fachada y a través del cual penetró el agua en la riada del año 1957 causando cuantiosos daños (véase Fig. III.7).

El acceso a la Iglesia no se realiza directamente desde la calle, sino tangencialmente a través de un zaguán intermedio. No habría que descartar la posibilidad de que el patriarca Ribera, entre otros motivos, hubiera tomado esta decisión en función de las últimas riadas del río.

Más adelante, se indica en la obra de Borromeo que el tamaño de la iglesia tendrá que atender no solo a las personas que vivan en el edificio sino que deberá poder acoger a otros fieles que acudan en fechas señaladas, descontando para ello el espacio ocupado por columnas, pilares y muros. Las premisas del Concilio de Trento en este sentido son que los fieles deben acudir a la iglesia para la misa y la predicación<sup>(186)</sup>.

Palladio comenta que la situación de la iglesia debe estar en el sitio más noble y célebre de la ciudad, lejos de lugares deshonrados, y en plazas hermosas donde confluyan muchas calles<sup>(187)</sup>. En efecto, la situación del Colegio de Corpus Christi no es baladí; Juan de Ribera adquiere solares de la antigua judería para la construcción de su Colegio. Tanto el edificio de la Universidad como el del Colegio supusieron la apropiación de terrenos y casas de conversos y un cambio urbano que eliminaba recuerdos no gratos y daba prestigio y categoría a la zona<sup>(188)</sup>. De hecho, en el Renacimiento será la zona urbana de la ciudad que sufrirá una mayor transformación debido a que se abandonarán muchos solares y edificios tras la expulsión de sus moradores y pronto adquirirá una función docente (la Universidad, el Colegio del Corpus Christi, el colegio para pobres estudiantes, el colegio de Santo Tomás de Villanueva y el de Na Monforte<sup>(189)</sup>).

Respecto al espacio que confieren las plazas hemos de comentar que ha tenido una gran relevancia en la formación conventual de la ciudad, que se convirtió con las artísticas portadas religiosas y los palacios en lugar de conmemoración, en símbolo y expresión material de poder. La plaza tuvo en esta época un carácter orgánico e irregular que formaba parte del itinerario interior de la ciudad, de tal forma que calles y plazas formaban parte de

186.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. I, p. 4.

187.- Voelker, E. 2008. *Ibidem*.

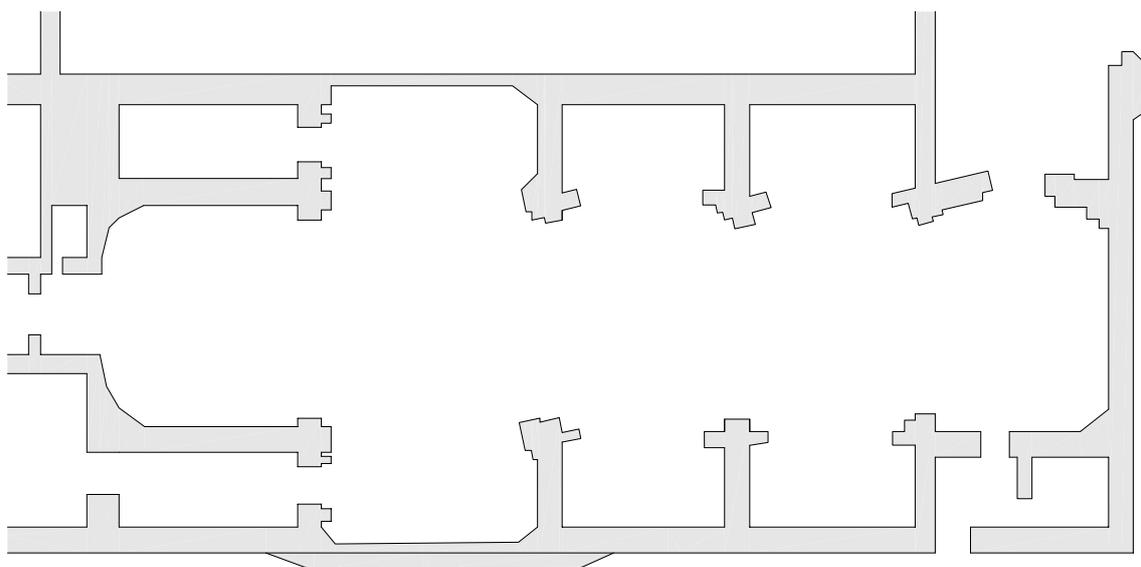
188.- Teixidor y Boira, 1999, en Benito Goerlich, D. 1999, p. 167.

189.- Llopis, A., Perdigón, L., Taberner, F. 2004. p. 6 y 7.

los tradicionales recorridos procesionales<sup>(190)</sup>.

### La planta de la iglesia

Para el diseño de la planta de la iglesia, Borromeo recomienda que se consulte con un arquitecto experto, ya que intervienen la naturaleza del lugar y la envergadura de la obra. Según él, la planta cruciforme es la opción preferente, pues es la que mayor tradición tiene. Existen varios tipos aunque el más utilizado es la rectangular, para lo cual propone una serie de criterios: Las iglesias cruciformes pueden tener una única nave central o una central y dos o cuatro laterales. En cualquier caso, puede tener dos capillas laterales, a ambos lados de la nave central.



[Fig. III.8] Planta de la Iglesia del Colegio del Patriarca.

Efectivamente, el Colegio de Corpus Christi se edificó con una planta rectangular de 170 x 74 palmos<sup>2</sup> con una sola nave central y dos capillas laterales a ambos lados<sup>(191)</sup> y un crucero, que le confiere una forma de cruz latina.

La tesis doctoral de Lewine estudia las iglesias fundadas o totalmente acabadas en Roma entre 1527 y 1580 y su conclusión es que *las misas frecuentes, la predicación regular y el manifiesto de la piedad creó una demanda en la estructuración de las iglesias; las respuestas de estilo fueron inmediatas por parte de los arquitectos romanos y sus soluciones duraderas*<sup>(192)</sup>.

Carlos Borromeo estaba familiarizado con las antiguas basílicas romanas, de tal forma que el movimiento reformista suponía un regreso al origen, a las iglesias medievales<sup>(193)</sup>.

### Los muros exteriores y la fachada

Las cuestiones referentes al tipo de estructura, a los materiales de construcción, la

190.- Noguera, F. y Bérchez, J. 2000 en Taberner, F. 2000, p. 90 y ss.

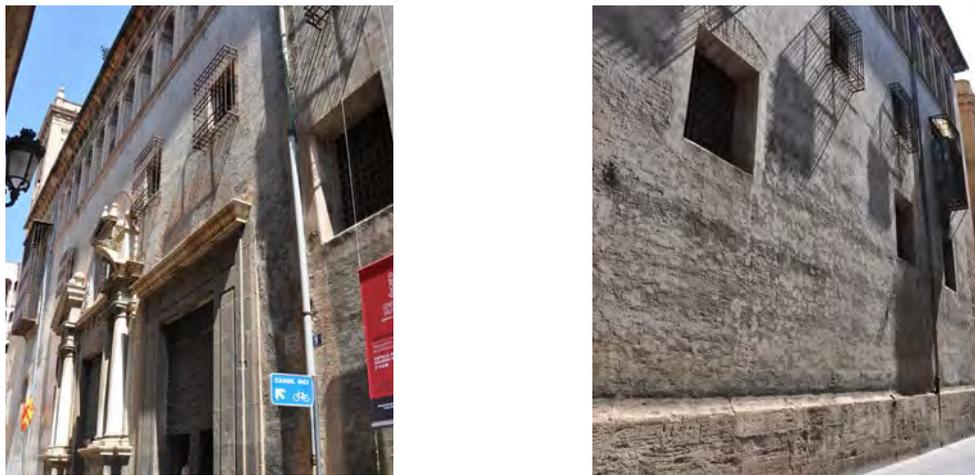
191.- Véase Concierto entre D. Miguel de Espinosa y Guillem del Rey para la construcción de la Iglesia del Colegio, 1590.

192.- Lewine, M. J., 1960.

193.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. II, p.. 8.

solidez de los muros, el revestimiento, etc. dependen del tipo de iglesia que se vaya a construir, las características de la región y su ubicación. En general, los muros laterales y el trasero no deben decorarse con imágenes; no así la fachada principal que será *más agradable y solemne* cuanto más se decore con imágenes sagradas o pinturas que narren la historia sagrada.

En el caso del Colegio del Patriarca, todos los muros exteriores se encuentran ausentes de decoración, salvo la puerta de acceso al zaguán de la iglesia, los arcos superiores de la fachada sur y el cuerpo de campanas (con arcos flanqueados por pilastras dóricas, cornisa superior con modillones y antepecho con bolas).



[Fig. III.9] Escasa decoración en las fachadas del Colegio del Patriarca.

F. Benito entiende que la austeridad exterior del Colegio es más bien el fruto de su posición en el entramado urbanístico que de una concepción estética a priori<sup>(194)</sup>.

### Atrio, pórtico y porche

Delante del edificio sagrado habrá un *atrium* en función del tipo de edificio eclesiástico, rodeado de pórticos en todos sus lados y convenientemente ornamentado con elementos arquitectónicos. El pórtico, compuesto de columnas de mármol, piedra o pilares de ladrillo será tan largo como la fachada de la iglesia, y el resto de dimensiones estarán condicionadas a la primera. Si por falta de fondos lo anteriormente indicado no se pudiese llevar a cabo, al menos habrá que construir un pórtico cuadrado delante de la puerta principal, con solo dos columnas o pilares lejos de la puerta siendo un poco más ancho que la entrada de la iglesia.

Borromeo acepta que en las ciudades se están construyendo nuevas carreteras, edificios, desarrollo urbano en general que no dejan sitio para la disposición de un atrio en la planta de la iglesia, por lo que permite la construcción de varias posibilidades: un atrio, un pórtico o un porche<sup>(195)</sup>.

En la bibliografía sobre el Colegio de Corpus Christi se ha sancionado que la decisión del Patriarca de crear un vestíbulo entre la iglesia y la calle era debido a que se pretendía crear un filtro de privacidad, pues la Iglesia era para un uso interno y no como parroquial,

194.- Benito, F. 1982.

195.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. IV, p. 14.

pero puede que no sea tan simple. Es factible pensar que el término *atrio* empezara a usarse en la época como lo que hoy conocemos por *zaguán*, que no necesariamente tiene que contener columnas, una fuente, etc. De hecho, la palabra *zaguán* (que proviene de la voz árabe *istawán*<sup>(196)</sup>) comenzaría a usarse a finales del siglo XVI, siendo ya citado en 1551 por Cristóbal de las Casas<sup>(197)</sup>. Así lo entiende también F. Benito al comentar que es un *atrio a modo de amplio vestíbulo con bóveda rebajada decorada con un fresco de Bartolomé Matarana representando el escudo del Colegio*<sup>(198)</sup>.

En el *Libro de Gastos de la Construcción del Colegio* se le denomina como *portico*:

*Puerta que se ha mudado del portico de la Iglesia y se ha puesto en la aula del portico del Colegio (18/01/1603).*

En la arquitectura doméstica andalusí, el *zaguán* se concebía como un espacio abierto al patio, aunque protegido, que permitía el paso desde la puerta de la calle a aquél. Para proteger la privacidad, las casas moriscas solían tener ausencia de huecos abiertos en las fachadas exteriores y de ventanas en planta baja. También era habitual el uso del *zaguán* en recodo para que no se pudiera observar desde la calle lo que se hacía en el interior<sup>(199)</sup>. Haciendo referencia al apartado anterior de los muros exteriores, podemos decir que el Colegio del Patriarca tiene pocos accesos al mismo, pocos huecos de ventana en plantas bajas, y donde existen se encuentran a suficiente altura como para no poder ver lo que ocurre en el interior.



[Fig. III.10] Las dos puertas del zaguán que comunica la calle con la Iglesia.

Con el mismo objetivo que en las casas moriscas, proteger la privacidad, el Patriarca Ribera diseñaría una iglesia sin acceso directo desde la calle, sino a través de un *zaguán*, que en primera instancia podría comunicar la calle, la iglesia, la capilla y el claustro (véase apartado IV.4 "Hipótesis de construcción alternativa"), pero que actualmente consta de un *zaguán* doble, con un espacio que relaciona la iglesia con la calle y otro la capilla y el claustro con el exterior. Además, la situación de las puertas en el *zaguán* no permite, precisamente, observar lo que ocurre en el interior del edificio desde la calle.

Proveniente del atrio de las basílicas romanas que a su vez procedían de las antiguas

196.- RAE, 2010.

197.- Casas, C. 1551.

198.- Benito, F. 1991, p. 25.

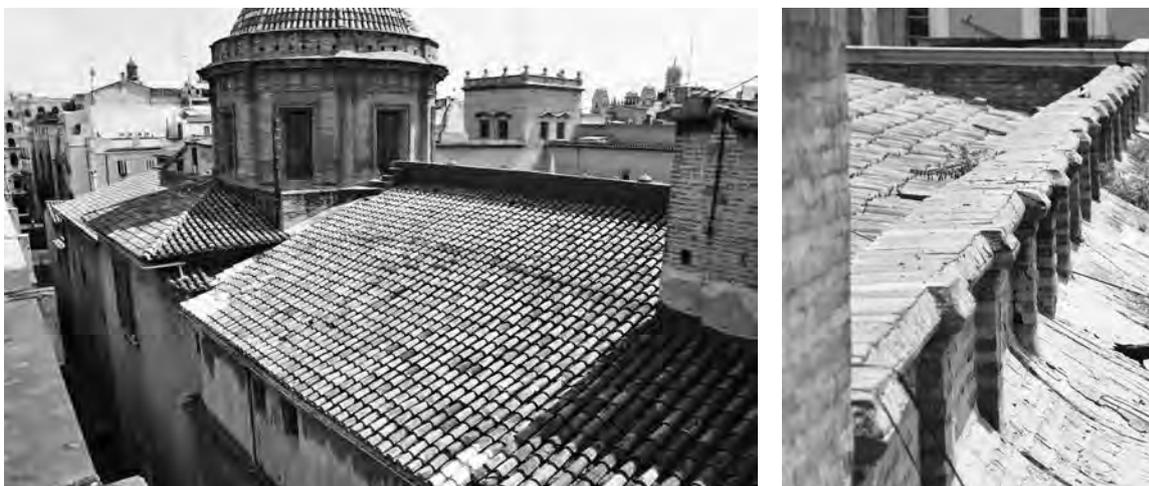
199.- Orihuela Uzal, A. en VV. AA. "La casa morisca granadina..." 2002 p. 753.

basílicas paleocristianas, era posible situar un nártex en el interior del cuerpo de la iglesia, denominándose en este caso *esonártex*.

También hay autores que ven en este acceso indirecto a la Iglesia una rotura de organizaciones axiales de los ejes de circulación, lo que conferiría al edificio un cierto carácter manierista<sup>(200)</sup>.

### La cubierta

Carlos Borromeo advierte que hay que tener especial cuidado en la construcción de la cubierta que protege a todo el edificio, ya que si está mal diseñada o ejecutada se arruinará. En principio la cubrición de la cubierta se hará de acuerdo a las costumbres locales y, en caso de que esto no fuera así o la forma no coincida con la del edificio, entonces el arquitecto tendrá que tomar una decisión. En función de los recursos financieros hay que cubrir la cubierta con placas de bronce o de plomo. Aunque la tradición se inclina más por los interiores de techos de artesonados, no hay inconveniente en realizarlos con bóvedas de acuerdo con las costumbres locales para hacer las estructuras más resistentes al fuego. Sin embargo, el arquitecto tomará las medidas adecuadas para evitar la humedad en la parte inferior de las paredes que sostienen la cubierta, dando una pendiente adecuada, cuidando el diseño de los aleros para que no goteen; las cimentaciones, que en cuanto ascienden a la superficie deben ser protegidas con un pavimento eliminando la tierra en una distancia mayor que los aleros. Además, para que el alero no esté sujeto a la infiltración del agua de lluvia, si las tejas curvas o planas no son impermeables en la cumbrera, emplearemos una estructura o peto de ladrillo cuya proyección superior descansa sobre las vigas de la cubierta.



[Fig. III.11] Vista general de la cubierta desde la fachada oeste y antepecho de la sur.

Si analizamos la cubierta del conjunto del edificio observaremos rápidamente que no es unitaria. Evidencia las distintas partes del edificio (iglesia, claustro, zona de servicio, celdas, etc.), así como distintas fases de su construcción<sup>(201)</sup>. El muro perimetral del conjunto ya hemos comentado que se cimenta y sobresale del pavimento en forma de zócalo de piedra sobre el que posteriormente se levanta un muro con tapia valenciana. De este modo

200.- Aldana, S. 1965.

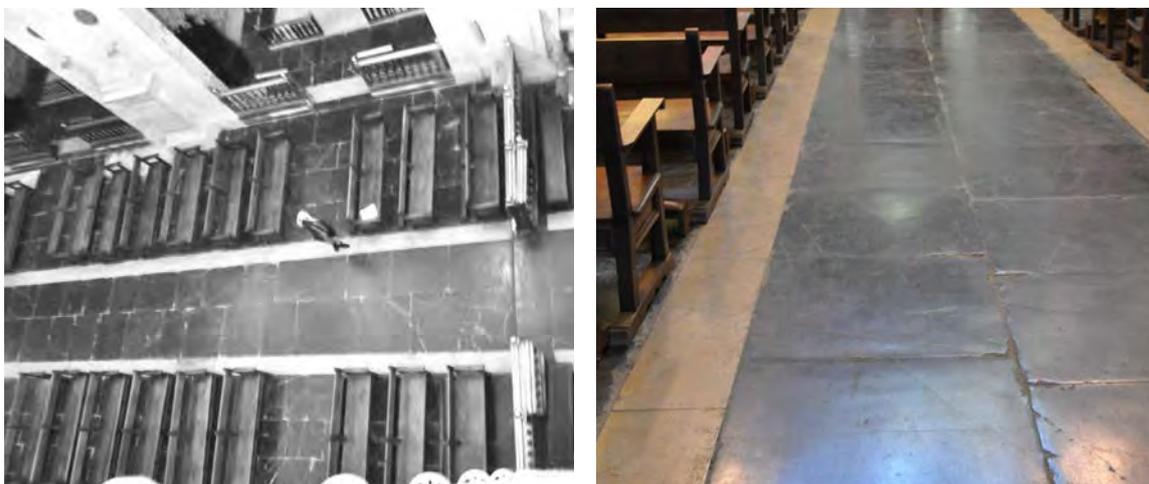
201.- Véase el capítulo IV: "Análisis Constructivo".

se cumplía la exigencia de Borromeo (y con la práctica constructiva habitual) de que el arquitecto tomará las medidas adecuadas para evitar la humedad en la parte inferior de las paredes que sostienen la cubierta. En cuanto a que los aleros deben sobresalir, efectivamente vemos como el plano de la cubierta vuela más allá del plano de la fachada con el objetivo de que el agua no discurra por el paramento. Lo que no podemos saber, porque no hay evidencias documentales, es si existía una acera o pavimento junto al muro para que el agua de lluvia salpicara la arena del suelo y los manchara, pero es evidente que así sería.

En las zonas donde no se ha querido que las tejas sean evidentes en la fachada, se ha empleado un pequeño muro de ladrillo o peto que oculta el final de la cubierta. En ese caso, el murete está perforado para posibilitar la salida del agua. Lo podemos observar en las fachadas con arcos en su parte superior o en la cúpula de la Iglesia, de tal modo que este murete está integrado en la composición global de la fachada.

### El solado

Respecto al pavimento de la iglesia se comenta que nunca debe emplearse el patrón de espina de pez o ladrillos cocidos u otros enladrillados a menos que se esmalten, pues en las iglesias más importantes y en las capillas principales se debe colocar mármol u otra piedra resistente, ya sea en mosaico o con piezas en forma de diamante, perfectamente liso o en mosaico. En el resto de iglesias y capillas, cuando lo anterior no sea posible, el suelo será de losas pulidas de piedra o ladrillo. Independientemente del material, no deben ser pintados ni se debe situar en relieve ninguna cruz, ninguna imagen sagrada o ninguna historia o figura que simbolice el misterio sagrado.



[Fig. III.12] Vista general y detalle del pavimento de la Iglesia.

Borromeo hace hincapié en el pavimento porque ya conocía que las piezas de tierra prensada no eran aptas para el uso constante que el espíritu de la Reforma suponía. Una superficie de un material resistente, ya sea de ladrillo vidriado o mármol, será más funcional y menos propenso a los desperfectos e irregularidades, problemas que limitaban una afluencia ordenada e ininterrumpida de personas<sup>(202)</sup>.

202.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. VI, p.. 17.

En la figura III.12 observamos una vista general y un detalle del pavimento de la Iglesia. Existen dos tipos de piedra que cubren esta superficie. Una es de color oscuro y la otra es de una tonalidad cercana al beis. Apreciamos cómo la nave central está dividida en tres por dos franjas longitudinales de esta piedra beis que surcan toda la longitud de la iglesia, hasta el crucero, puesto que no continúan en el altar.

Cada una de las hileras longitudinales de piedra está situada a rompejuntas respecto de las colocadas en sus laterales, es decir, que las juntas longitudinales de todas las piedras sí que coinciden, pero las transversales no. Nótese que todas las hileras de piedra no tienen las mismas dimensiones. Las dos hileras más anchas son, precisamente, las de la Fig. III.12b en que vemos el pasillo central; donde están situados los bancos hay cuatro hileras de piedra cuyo ancho es menor que las centrales.

### Las puertas

Según las disposiciones tridentinas, los huecos de las puertas no deben tener forma de arco para no confundirlas con las puertas de la ciudad, debiendo ser adinteladas. El primer caso responde a un diseño pagano mientras que el segundo ya se observa en las primeras basílicas cristianas<sup>(203)</sup>. Los huecos no deberán ser bajos en una construcción humilde, pero en base a un criterio fundamental de la arquitectura, al menos su altura será dos veces su anchura. Se puede añadir una cornisa convenientemente decorada en la parte superior, en la que en una luneta semicircular o en forma de *casco volcado* se puedan pintar o esculpir imágenes sagradas. Las puertas que conducen a la iglesia estarán en la fachada, serán impares en número, y exactamente tantas como naves central y laterales haya siempre que la anchura lo permita.

Una de las razones para que hubiera varias puertas en la fachada era la distinción medieval entre hombres y mujeres<sup>(204)</sup>, cuestión que en principio no afecta a la iglesia del Colegio del Patriarca por ser fundamentalmente para uso interno, además de que solo consta de una nave.

La puerta central debe distinguirse de las demás por su anchura y ornamento (Véase Fig. III.13). Las hojas de las puertas de la iglesia no deben parecer tan decoradas como fuertes, por lo que lo adecuado sería realizarlas en madera de ciprés o de cedro, o al menos en nogal, decorándola en relieve que no imite la delicadeza de la pintura sino más bien como una escultura que va a durar un tiempo. Las puertas de las iglesias más importantes deberían revestirse con planchas de bronce decoradas con temas sagrados, aunque algunas basílicas romanas no fueran solo de bronce sino también de plata.

En el *Libro de Construcción del Colegio del Patriarca* constan registros de madera de nogal, tanto para las sillas del coro como para otros usos, pero no hay rastro de madera de cedro o de ciprés.

Por el interior, las puertas deben estar bien equipadas con cerrojos, candados y llaves más grandes; no así por el exterior. Si es necesario, se colocará una pequeña puerta, aunque sólida y compacta, en una de las puertas, a un lado de la puerta principal. El objetivo

---

203.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. VII, p.. 20.

204.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. VII, p.. 20

es, evidentemente, no abrir las grandes y pesadas puertas para un uso habitual. En la Fig. III.13a vemos las puertas pequeñas a las que se hace referencia.



[Fig. III.13] Portada de la Iglesia del Colegio del Patriarca y puerta que divide el zaguán.

No se colocarán puertas en las partes trasera o laterales de la iglesia, salvo para la sacristía, la torre campanario, el cementerio (en el caso que nos ocupa no existe) o para el alojamiento de los ministros eclesiásticos. En ningún caso se dispondrán puertas junto al altar o sus alrededores para evitar obstrucciones, irreverencias o alteraciones en las funciones sagradas.

En el Milán de entre 1565 y 1577 Carlos Borromeo había observado un uso indebido de accesos adicionales, fundamentalmente en el crucero llegando a publicar una orden para clausurarlos, ya que los viandantes atravesaban la iglesia como si de una calle se tratara sin tener en consideración la dignidad del lugar; además, ayudaría a mantener la división de sexos para el acceso a la iglesia<sup>(205)</sup>.

### Las ventanas

Los huecos de ventanas que se construirán en la iglesia y en las capillas atenderán a criterios arquitectónicos, estructurales y a la escala del edificio. No hay ninguna condición para su altura, anchura o forma, pero para esta cuestión es pertinente el arte de la arquitectura. Sin embargo, la forma más común en las iglesias son las ventanas que en su parte superior son ligeramente redondeadas y, en las jambas, el hueco es mucho más amplio en el interior que en el exterior, en consonancia con los criterios místicos<sup>(206)</sup>. La nave central contará con ventanas en los laterales si su altura lo permite, y las naves laterales, en número impar y en el centro de cada tramo a fin de estar enfrentados y no muy lejos del friso o arquitrabe del techo. La principal fuente de luz de la iglesia y de la capilla principal será una ventana circular como un óculo, proporcional al tamaño de la iglesia. En la fachada se situará por encima del acceso principal y se decorará exteriormente según el estilo del

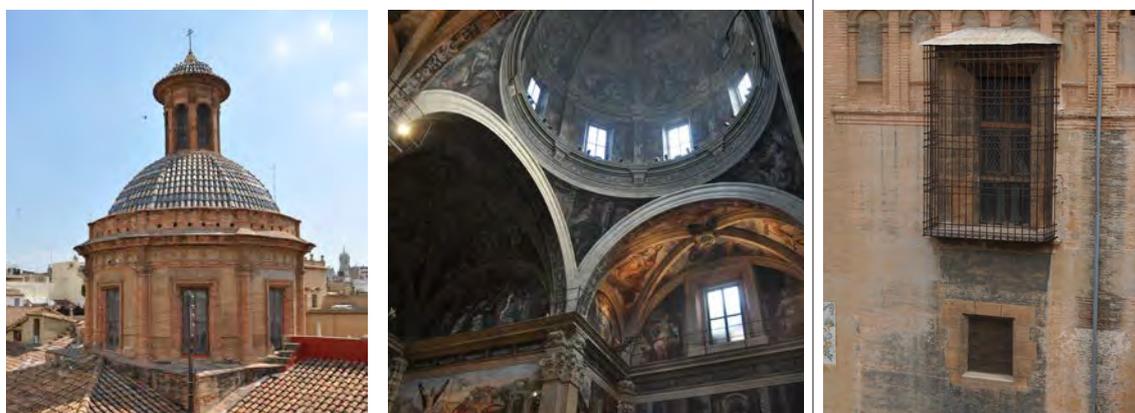
205.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. VII, p.. 22 y 23.

206.- Además, es la forma adecuada para que el interior reciba mayor cantidad de luz.

edificio. En correspondencia con las naves laterales, también habrá una ventana con forma rectangular en fachada, como el arquitecto estime oportuno. También se admite que la luz de la iglesia y de la capilla provenga de la cúpula, del punto medio de su cumbre donde se construirán linternas (ventanas) a su alrededor. En la capilla principal y en las menores, de acuerdo a su tamaño y estilo, tendrán ventanas laterales para recibir luz por todos lados. Si esto no es posible y la luz resulta insuficiente se admitirá la procedente de la pared trasera de la capilla aunque, no obstante, no ocuparán la pared perteneciente a cualquier altar.

Las ventanas deben situarse en alto de tal manera que desde el exterior no se pueda mirar al interior. En el caso de hacerse una ventana a menor altura se colocará un vidrio que no pueda abrirse para mirar adentro. Todas las ventanas deberán estar equipadas, cuando sea posible, con barras de hierro y estar protegidas por una red de alambre de bronce. La estructura con vidrio transparente, es decir, sin pintar en ellas la imagen del santo de la iglesia o capilla a la que está dedicada, posibilita que la luz pueda penetrar en el interior. La estructura de vidrio puede estar más o menos decorada en función del tipo de edificio. En aquellas iglesias que no puedan permitirse ventanas con vidrio por sus ingresos limitados, al menos contarán con paneles de tela. Aun así, cualquiera que sea el tipo y cómo esté construida, las ventanas deben poder abrirse o retirarse en el caso que haya que ventilar la iglesia.

Las normas de Borromeo para las ventanas situadas en las partes altas tiene cierta similitud con la prescripción de Alberti de que *las ventanas en el templo deben ser pequeñas y altas para que solo se pueda ver el cielo a través de ellas, de tal forma que los sacerdotes y los fieles no se distraigan*<sup>(207)</sup>.



[Fig. III.14] Huecos de la iluminación de la iglesia: cúpula, crucero y coro.

En la figura III.14 vemos los distintos huecos de la iglesia. Primordialmente a través de las ocho ventanas del tambor y las siete de la linterna que iluminan el crucero, el altar mayor y parte de la nave. Con esta solución se refuerza la idea renacentista de centralidad, pues la iluminación potencia la focalidad e impulsa el avance hacia el Altar<sup>(208)</sup>. Por debajo del tambor, en las paredes laterales del crucero, se abren sendos huecos que aportan más luz. A los pies de la iglesia se encuentran otras dos ventanas, una grande que ilumina el

207.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. VIII, p.. 25.

208.- Aunque la posición de la cúpula no coincide con el lugar donde se desarrollan los actos litúrgicos. Aranda, F y Fernández, M., 1988 p. 41.

coro y otra más pequeña que ilumina el recibidor situado a los pies de la iglesia.

En el contrato de 1590 con el maestro Guillem del Rey se hace referencia a que en medio del crucero debe ir un *quadro de quarenta palmos quadrados en el qual haya de hacer y haga una boveda fornecina de punto redondo (...) y haya de quedar un oyo de diez y seis palmos de diametro...* Claramente hacía referencia a una bóveda baída con un hueco central<sup>(209)</sup>.

No en vano, Gaspar Gregori hacía este tipo bóvedas en el Hospital General y en la Iglesia del Salvador de Cocentaina (Alicante), en la cual el Patriarca Ribera participó en 1583. El proyecto original de Gregori preveía la construcción de una *vuelta fornisa*, término valenciano que traduciría la *fornix albertiana* (casco esférico de la bóveda baída con un óculo abierto)<sup>(210)</sup>.

En el caso del Colegio del Patriarca, finalmente no se construirá esta bóveda baída con el óculo sino que se sustituirá por una cúpula de media naranja y el óculo deja paso a la linterna. Por tanto, entre 1590 en que se formaliza el contrato y 1595 en que se construirá, se modificará el diseño.

En todo caso, dichos huecos se encuentran a una altura considerable, que no permite ser alcanzada por los viandantes.

La figura III.15 nos muestra la altura a la que se encuentran la mayoría de los huecos del conjunto, los huecos de la arcada superior con vidrios traslúcidos y un detalle de un hueco con reja y tela metálica. Como especificaban las disposiciones tridentinas, está muy claro el objetivo de evitar la visualización del interior del edificio.



[Fig. III.15] Huecos de iluminación de las celdas y otros aposentos.

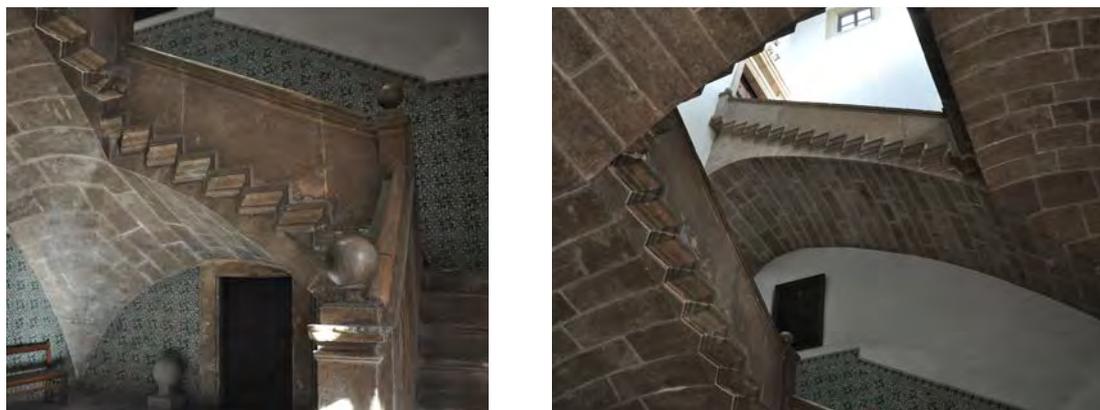
### Escaleras y peldaños de la iglesia

Si la iglesia se construye en una situación elevada y es necesario una escalera, su anchura será proporcional a la escala de la iglesia, se construirá en mármol (o al menos con una piedra resistente) y con los peldaños necesarios para un cómodo ascenso. Debe tenerse cuidado de que haya un número impar de escalones y que cada tres o cinco peldaños haya un descansillo, dependiendo de la inclinación de la escalera.

209.- La proporción entre el óculo previsto y la cúpula era 16 pies / 40 pies = 0,4. Por ejemplo, el caso del Panteón de Roma es 30 pies / 150 pies = 0,2.

210.- Bérchez, J. 1994, p. 102.

Si la iglesia tiene una planta cruciforme, diseñada para una ciudad pequeña, entonces debe situarse a una altura de cinco escalones<sup>(211)</sup>.



[Fig. III.16] Escalera norte del conjunto que da acceso a la biblioteca.

En el Colegio del Patriarca se observa cómo, efectivamente, existen unos pocos escalones antes de acceder al mismo por cualquiera de sus puertas. Originalmente, la entrada a la iglesia y al Colegio se realizaba a través de tres escalones aunque desde que se pavimentaron las calles circundantes (primero con adoquín, luego con una capa asfáltica y hoy en día con un pavimento pétreo al peatonalizarse su contorno) se elevó la cota del suelo ocultando casi en su totalidad el primero de los escalones.

La escalera de la figura III.16 está realizada en piedra con zancas sobre pechinas que se apoyan en las paredes laterales de la caja de la escalera. A lo largo de la planta existen otras muchas escaleras, la mayoría de caracol, como la que sube al coro y a la torre-campanario. En el ángulo nordeste se encuentra la escalera que une los dos niveles del patio y la biblioteca. Se encuentra en una caja de escalera cuadrada y vertical a modo de torreón iluminada en su parte superior.

Una de las escaleras típicas del Renacimiento español es la *Escalera claustral de caja abierta*, que consiste en una escalera de caja cuadrada abierta por un solo lado, por lo que debe desarrollarse en tres planos inclinados y dos mesetas de articulación. En el caso del Colegio del Patriarca, aunque construida a finales del Renacimiento, sigue la tradición de las escaleras aducidas con rincones resueltos alternativamente por arista destacada o sin arista, cuyas hiladas se resuelven alternativamente por arista destacada o sin arista, con juntas perpendiculares a la pared<sup>(212)</sup>.

Con el Renacimiento se produce un resurgimiento de nuevas tipologías de escaleras, pudiendo diferenciar tres focos bien diferenciados: España, Italia y Francia<sup>(213)</sup>. Los tratados renacentistas son muy importantes en este campo, pues permitiría conocer y experimentar nuevos modelos. En primer lugar debemos citar a Vitruvio, quien empleaba una regla de dimensionado muy sencilla basada en el teorema de Pitágoras<sup>(214)</sup>.

En el Colegio del Patriarca situamos a Francisco Figuerola ejecutando la escalera del Colegio entre agosto de 1599 y marzo de 1600, según las partidas del *Libro de Construc-*

211.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. IX, p. 28.

212.- Palacios, J. C. 1990, p. 128, foto 6.10.

213.- Martínez, J. 2007 p. 1.

214.- Martínez, J. 2007 p. 4.

ción. Además, se han encontrado distintas partidas de la escalera mayor del claustro del Colegio entre mayo y agosto de 1602. La escalera del coro y del campanario se comenzó a ejecutar en diciembre de 1602.

### La capilla principal

La capilla principal se encuentra en la cabecera de la iglesia, en un lugar destacado alineado con el eje de la entrada principal. La parte trasera debería hacer frente al este (el del equinoccio, no el del solsticio de verano) incluso si hay casas tras él. Si esto no es posible, el obispo puede permitir que se construya en otra dirección, evitando la cara norte. En cualquier caso, la capilla en la que el sacerdote celebra la misa desde el altar mayor tiene que dar la cara al pueblo, de conformidad con los ritos de la Iglesia. La capilla se abovedará y se decorará con mosaicos u otra decoración pictórica o arquitectónica ilustrada, correspondiendo a las características y la dignidad de la iglesia en construcción. El suelo se situará por encima del resto de la iglesia, en función de su ubicación y del tipo de iglesia a la que pertenezca. Los escalones que conducen a la capilla principal serán de mármol, piedra resistente o ladrillo, en número impar.



[Fig. III.17] Distintas vistas de la capilla principal de la Iglesia del Patriarca.

Para llegar hasta el altar mayor en la Iglesia del Patriarca podemos contar cinco escalones si descontamos el último que sería el suelo de la capilla, pero si contamos las tabicas serán seis. No obstante, podemos pensar que la interpretación que se hizo en su día fue precisamente la de construir cinco escalones además del *podium* que supone el altar mayor. Estos escalones también se los conoce con el nombre de *gradas*.

En cuanto a la posición y orientación de la capilla, el Patriarca debió decidir no situarla sobre el eje este-oeste y acabó disponiéndola sobre el eje norte-sur, no mirando al norte tal y como hemos visto que las disposiciones tridentinas sancionaban. (véase apartado IV.4 “Hipótesis de construcción alternativa”). La Capilla del Monumento sí que se encuentra dispuesta sobre el eje este-oeste y la misa se ofrece de cara al pueblo y enfrenteado al oeste.

También vemos que toda la iglesia, incluidas las capillas se encuentran abovedadas

y decoradas con ilustraciones pintadas por Bartolomé Matarana, recientemente restauradas.

### El altar mayor

este espacio debe ser confortable para el gran número de clérigos que asisten al mismo tiempo a la misa y a los oficios divinos. Si no hubiese espacio, al menos sí debería haberlo para el sacerdote celebrante, el diácono y el subdiácono y los clérigos ayudantes. Si hay espacio suficiente en el frente y en los lados, se construirán tres o cinco escalones de los materiales ya comentados. Una cruz con la imagen del Cristo crucificado se situará bajo el arco de la bóveda de la capilla mayor. Si no fuera posible situarlo ahí, se colgará de la pared por encima del arco.

### El coro

Debe estar separado de la parte de la iglesia donde se sitúan los fieles, quedando delimitada por una barandilla. Debe estar cerca del altar mayor si rodea la parte delantera o estar en la parte trasera si es lo que se requiere por la situación de la iglesia, la colocación del altar o la costumbre del lugar.



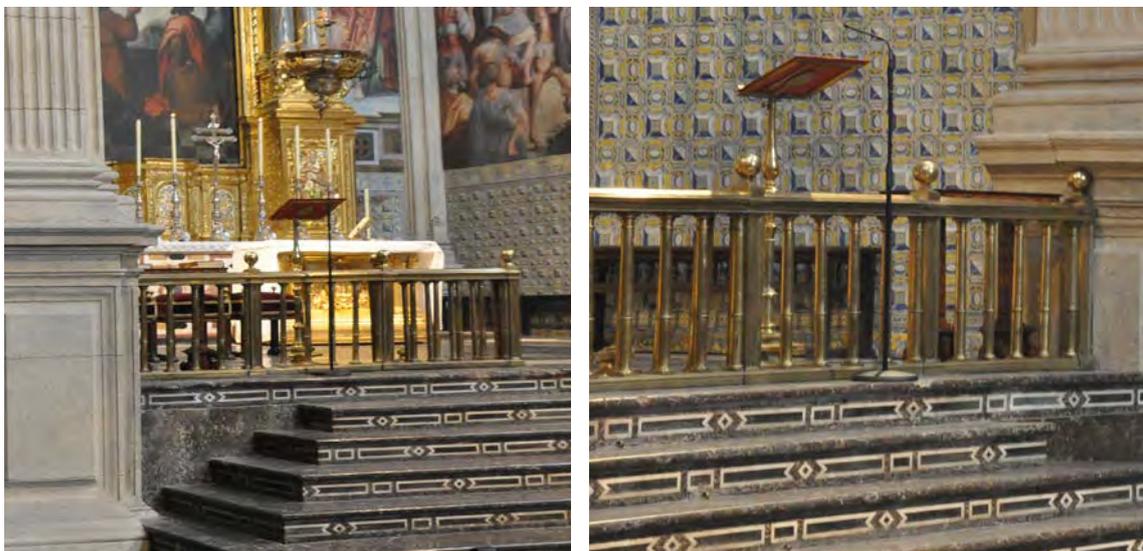
[Fig. III.18] Coro de la Iglesia del Colegio del Patriarca.

En el Colegio del Patriarca el coro se sitúa los pies de la nave, elevado del resto de la iglesia tal y como se aprecia en la figura III.18. También vemos la barandilla a la que hacía referencia las *Instrucciones* de Borromeo. El gran ventanal que da a la plaza Colegio del Patriarca ilumina todo el espacio del Coro y parte de la nave de la iglesia.

La situación del coro se debió decidir en función del de El Escorial. Véase el apartado III.3 "Influencias nacionales e internacionales".

### Detalles comunes a las capillas mayores y menores y a los altares

Los altares no deben ser de madera, sino de piedra o de ladrillo. Debe de ser una construcción resistente en todas sus partes, sin aberturas o huecos en los que se pueda almacenar u ocultar. En la parte delantera de cada capilla, incluida la capilla principal se colocarán rejas de hierro en el escalón más alto. Los pasamanos se decorarán en la parte superior e inferior y en el centro con motivos ornamentales.



[Fig. III.19] Barandilla de la capilla principal.

En el caso del Colegio del Patriarca, las barandillas son de bronce y fueron fabricadas por Miguel Bielsa. En el *Libro de Construcción del Colegio* constan diversos trabajos de este campanero; concretamente entre los años 1604 y 1610. En diciembre de 1604 cobra más de 76 libras para la obra en los altares, que bien podría ser las comentadas barandillas.

Antes de las barandillas de Bielsa se encargó a Francisco Figuerola una obra de jaspe realizada con pilastras y capiteles corintios con tres arcos, pero no gustó y se deshizo<sup>(215)</sup>.

### Pinturas o imágenes sagradas

De acuerdo con el Concilio de Trento, el obispo debe tener mucho cuidado de que las imágenes sean piadosa y religiosamente representadas, existiendo un duro castigo o multa para los pintores y escultores que se aparten de las reglas prescritas, así como para los rectores que permitan en su iglesia cualquier imagen inusual.

Las imágenes sagradas no deben ser representadas en el suelo, ni siquiera en la Iglesia, ni en lugares húmedos (donde con el tiempo la pintura se deterioraría) ni en las ventanas (en las que puede gotear el agua de lluvia), ni en lugares sucios y con barro.

En el Colegio del Patriarca existe una gran cantidad de imágenes sobre las paredes y cúpulas de la Iglesia y de la Capilla del Monumento.

215.- Benito, F. cree que se eliminó porque rompería la unidad espacial del templo. Benito, F., 1991, p. 51.



[Fig. III.20] Pinturas de la bóveda de la Iglesia y de la Capilla del Monumento.

### El campanario y las campanas

Las *Instrucciones* de Carlos Borromeo indican que la torre-campanario será de planta cuadrada o de otra forma que estime oportuna el arquitecto en función de los criterios seguidos en la construcción de la iglesia y su ubicación. Su altura será proporcional al tamaño de la iglesia, también a juicio del arquitecto. Tendrá varios niveles, tantos como el arquitecto estime oportuno. El más bajo será abovedado, pero los superiores constarán de vigas sólidas, siendo la última planta también abovedada. Cada uno de estos niveles tendrá ventanas por todos sus lados, más bien con forma alargada y elegante, en consonancia con la estructura de la iglesia. Las ventanas del último piso estarán marcada por pequeñas columnas o pilares, siendo de grandes dimensiones en todos los lados de la torre.

La escalera también debe seguir los criterios seguidos en la construcción de la iglesia siendo preferentemente de espiral, aunque puede adoptar cualquier otra forma y puede construirse tanto en piedra como en madera. El remate superior no será triangular, aunque sí puede ser circular o piramidal. En la parte superior, como requiere su significado místico, se fijará sólidamente la figura de un gallo que podrá apoyar una cruz.

El cono fue el remate de las iglesias, con gran altura y redondo. La figura de un gallo en lo alto ha sido más bien una práctica posterior de lo que fue un recuerdo simbólico de la llamada del gallo por la mañana sustituido ahora por las campanas. La cruz sobre la veleta muestra la solidez de la primera sobre la cambiante segunda. La interpretación simbólica del gallo es la vigilancia permanente<sup>(216)</sup>.

Las hojas de las puertas de acceso a la torre serán resistentes y estarán dotadas de cerrojos y cerraduras de modo que siempre permanecerán cerradas excepto cuando sea necesario tocar las campanas.

El campanario se construirá en la cabecera del atrio o pórtico, en la parte más cercana a la entrada de la iglesia. Si no hay atrio, estará en el lado derecho de las personas que acceden, y separado de todos sus lados de las paredes de la iglesia de modo que sea

216.- Voelker, E. 2008. Notas al cap. XXVI, p. 93.

posible caminar a su alrededor. Si el campanario pertenece a una iglesia colegial, tendrá tres campanas, una grande, otra mediana y otra pequeña. Cada una tendrá un sonido diferente, en armonía unos con otros, dependiendo de las necesidades y el significado de los oficios divinos que se celebren.

También será conveniente colocar un reloj en la torre campanario, que tendrá un mecanismo interno para marcar cada hora con el sonido de una campana. Si la falta de recursos no permite construir el campanario como se ha descrito, podrá situarse en la esquina de la iglesia, a la derecha de los que entran, sobresaliendo hacia fuera y no lejos de la puerta. El acceso será a través de una puerta interior.



[Fig. III.21] Fachadas norte, oeste, sur y este de la torre campanario del Colegio.

En el Colegio del Patriarca, vemos cómo la torre campanario se ha situado en la esquina suroeste del conjunto, enfrente del acceso a la iglesia. Tiene las ventanas con la forma alargada que describía Borromeo. Existió un remate piramidal, un chapitel, que fue desmontado en noviembre del año 1608. En la torre existen cuatro campanas que comenzaron a instalarse en junio de 1602, pues constan partidas en el Libro de Construcción por *truchas*<sup>(217)</sup> para las campanas.

La torre no es exactamente de planta cuadrada, la dimensión de la fachada oeste es ligeramente mayor que la de la fachada sur.

Los campanarios característicos del clasicismo español se basaban en prismas de base cuadrada con distintos cuerpos separados por frisos o cornisas. Los de mayor importancia se encuentran en las torres que flanquean la iglesia del monasterio de San Lorenzo de El Escorial (1563-1584) donde Juan de Herrera sustituye las columnas semi-integradas por pilastras de escaso saliente de inspiración serliana<sup>(218)</sup>.

El edificio de San Miguel de los Reyes es un edificio construido entre los años 1546 y

217.- “Cabria. Máquina para levantar pesos, cuya armazón consiste en dos vigas ensambladas en ángulo agudo, mantenidas por otra que forma trípode con ellas. Un torno colocado entre las dos vigas y una polea suspendida del vértice reciben la cuerda con que se manobra el peso”. RAE, 2010.  
218.- Juan, F. 2000.

1644. En él se sitúan dos torres campanario flanqueando la fachada principal. Son cuadradas de inspiración escurialense, en piedra, con pilastras y pedestales y un gran arco encasetonado con arquitrabe, friso, cornisa, balaustrada con bolas y pirámides y terraza<sup>(219)</sup>.

En el caso del Colegio de Corpus Christi, hasta ahora se pensaba que se construyó entre 1593 y 1595 junto con la fachada principal, pero en el concierto realizado con Miguel Rodrigo y Antonio Marona no hay mención a dicho campanario. Seguramente antes de esta fecha ya se había construido la torre a excepción del último tramo (el cuerpo de campanas) que se finalizaría posteriormente (véase apartado IV. "Análisis Constructivo"). Este campanario inaugura una nueva tipología de torres, típica de la arquitectura religiosa valenciana. Su influencia —junto con la cúpula de media naranja— sería decisiva en la renovación del perfil de Valencia<sup>(220)</sup>. Situado en la esquina del edificio, dispone de un zócalo inferior de sillería sobre el que se construye el cuerpo de campanas con fábrica de ladrillo, algo poco habitual en la época. Su composición formal es sencilla y modesta con machones de esquina (no llegan a ser pilastras), entablamento y cornisa con ménsulas o modillones en sus cuatro frentes, cada uno de los cuales contiene un recuadro rehundido donde se encajan los pedestales y las pilastras dóricas que flanquean el vano central con arco de medio punto. Posee un antepecho ciego rematado con bolas y terraza<sup>(221)</sup>. Las torres que se levantarán después tendrán pocas variantes respecto del modelo del Colegio de Corpus Christi. Sobre el cuerpo macizo de la torre, llamado caña, descansa el novedoso cuerpo de campanas tanto de ladrillo como de piedra, resuelto con grandes ventanales de arco redondo flanqueados por una o dos pilastras toscanas. Terraza terminada con antepecho coronado por piñas, pirámides o bolas<sup>(222)</sup>.



[Fig. III.22] Los campanarios de S. Miguel de los Reyes, Corpus Christi, S. Juan de la Cruz y Stos. Juanes.

Inspirados en el modelo del Colegio de Corpus Christi, fueron construidos en la primera mitad del siglo XVII campanarios como los de las parroquias de San Martín (1621-1627), San Nicolás (1658) y Santos Juanes (1693-1702). Este último es considerado el ejemplar culminante de esta tipología<sup>(223)</sup>.

Durante el siglo XVII se levantan sobre los campanarios existentes un último cuerpo de

219.- Juan, F. 2000.

220.- Roselló, V. y Esteban, J. 2000.

221.- Juan, F. 2000.

222.- Roselló, M. y Esteban, J. 2000, p. 124-126.

223.- Roselló, V. y Esteban, J. 2000.

remate que habitualmente consiste en una torreta de dos pisos soportada por el cuerpo de campanas, y todo coronado por una linterna con cúpula de tejas vidriadas, como es el caso del Convento del Carmen<sup>(224)</sup>.

### **La sacristía**

De las estructuras anexas a la iglesia, esta es de particular importancia. Debe ser construida independientemente del tipo de iglesia siendo proporcional a esta. Se situará lejos del altar donde vaya a celebrarse la misa para que el sacerdote y sus ayudantes circulen en procesión como las antiguas costumbres al tener un significado místico, salvo que el obispo decida que se sitúe cerca del altar. La sacristía se enfrentará al este y al sur siempre que sea posible.

No deben de obstruir las fuentes de luz de la capilla mayor y tendrán dos o más ventanas, a poder ser enfrentadas para poder ventilar y que el lugar no sea húmedo y mohoso. Las ventanas estarán provistas de doble rejilla de hierro. La sacristía se cubrirá con una bóveda o por lo menos con un artesonado. El suelo no será de tableros y se construirán pequeñas bóvedas debajo elevando siempre que sea posible la cota de pavimento. Para evitar la humedad, la tierra acumulada en el exterior, junto a los muros y las fuentes de humedad serán eliminadas cubriéndose el suelo con grava y consolidándola con piedras y cal. La puerta de entrada a la sacristía no debe de situarse fuera de la capilla mayor, salvo que así lo decida el obispo en las iglesias de menor importancia. Se abrirá en un lugar en el que los fieles también tengan acceso, ya que es la parte central de la iglesia. Estará compuesta de hojas resistentes, con pestillo, cerrojo y llave. En el lugar más visible de la sacristía habrá una imagen sagrada.

---

224.- Roselló, V. y Esteban, J. 2000.

### III.3. INFLUENCIAS NACIONALES E INTERNACIONALES

Tenemos que hacer referencia a dos edificios contemporáneos del Colegio de Corpus Christi con el que las cúpulas guardan cierta relación. El primero es San Pedro de Roma, cuya cúpula levantarán Giacomino della Porta y Doménico Fontana entre 1586 y 1593. El segundo edificio es la Basílica de El Escorial, cuyas obras finalizaron en 1584. En común con estos dos edificios posee el tratamiento de la cúpula como punto emblemático sacro, a la vez que expresión del carácter de Panteón. También dar una expresión formal a esta intención haciendo que este elemento sea evidente al exterior; para ello había que mostrar su curvatura, elevarla, levantarla, asentándola sobre un tambor. Sin embargo, la cúpula no recae en el centro de la iglesia, sino que el altar está desplazado de igual forma que en El Escorial<sup>(225)</sup>.

Las cúpulas del Renacimiento se harán según patrones italianos<sup>(226)</sup>. En la época de Felipe II llegaron a España jardineros y oficiales de Holanda. El gusto del Rey por los pintores flamencos no se limitó a El Bosco y a Antonio Moro, sino también a Van der Weiden, Van Eyck y otros. Estas influencias flamencas culminarían en la sustitución de las cúpulas de las torres de El Escorial por los afilados chapiteles de influencia flamenca que Felipe ya había experimentado en El Pardo y El Bosque<sup>(227)</sup>.

Los chapiteles de El Escorial son de procedencia flamenca o nórdica y contrastan con el general estilo clasicista del edificio. Felipe II, que estuvo en los Países Bajos, trató de importar dicha técnica de la mano del arquitecto Gaspar de Vega. Sin embargo, el diseño de las cubiertas, chapiteles y lucernarios son en este edificio más bien tardíos, pues fue a partir de 1584 cuando Herrera decidió afrontar el problema partiendo de los modelos experimentales de Vega. Esta solución se españolizó y se extendió<sup>(228)</sup>.

AÑO	ESPAÑA	ITALIA
1488	Protorenacimiento: inicio del proceso de asimilación de las formas clásicas. Colegio de Santa Cruz de Valladolid	Inicio del clasicismo arquitectónico romano: Tempietto de S. Pietro in Montonio de Donato Bramante (1502).
1526	Estilo ornamentado: Comienzo de asimilación de las formas espaciales propias del Renacimiento. Palacio de Carlos V en la Alhambra.	Arquitectura manierista. Palacio del Té de Mantua de Giulio Romano.
1564	Estilo desornamentado: Proceso de depuración formal que lleva al clasicismo español propiamente dicho. Monasterio de El Escorial.	Iglesia del Gesú de Giacomo Barozzi da Vignola (1568), y villa Rotonda de Andrea Palladio (1566).

[Tabla III.3] Fases del Renacimiento en España y en Italia.

#### Juan Gómez de Mora

Arquitecto español ligado a la herencia de Juan de Herrera en el último tercio del s. XVI. El más favorecido por el monarca español Felipe III. Una de sus primeras obras, el Convento de la Encarnación, fue construida entre el año 1611 y 1616 destacando su fachada

225.- Aranda, F. y Fernández, M., 1988, pp. 38-42.

226.- Soler, R. 1996.

227.- Chueca, F. 1986, pp. 29-43.

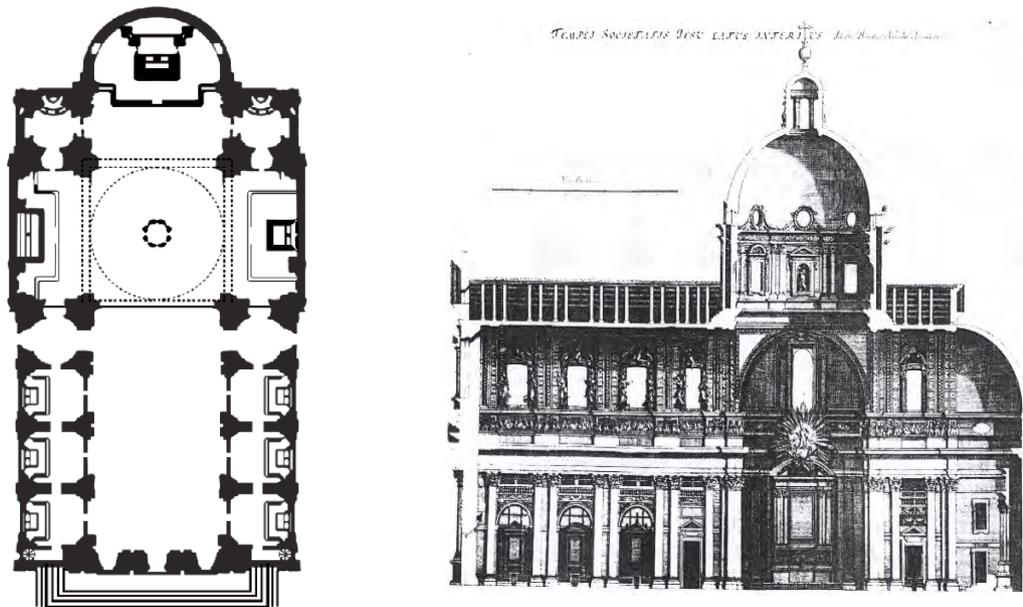
228.- Rincón Álvarez, M., 2007 pp. 80-81.

sobria basado en un esquema característico que posteriormente se repetirá en otros edificios religiosos. Un espacio previo de acceso a la iglesia, flanqueado por la prolongación de los muros del monasterio (responde a las exigencias tridentinas).

El Real Monasterio de la Encarnación es una institución fundada por la esposa de Felipe III, Margarita de Austria, a comienzos del s. XVII, siendo el arquitecto fray Alberto de la Madre de Dios. El rey colocó la primera piedra en un acto solemne y bajo la bendición del cardenal arzobispo de Toledo Bernardo de Rojas y Sandoval.

### Iglesia Il Gesú (Roma) 1568

Esta iglesia fue adoptada por la compañía de Jesús con una tipología uniforme para extenderla por todo el mundo católico. San Ignacio habría encargado un boceto a Miguel Ángel en 1554 que seguramente sirvió de base para el proyecto de Vignola. Se trata de una nave con una bóveda de cañón de 18 m a la que sirve de contrafuertes los muros en las que están dispuestas las capillas, cuatro a cada lado. Los muros exteriores se alinean al transepto aunque este sobresale un poco. Puede estar inspirada en termas romanas o incluso en San Andrés de Alberti. La bóveda y la fachada las construyó Giacomo della Porta. Esta obra sirvió de base para todas las iglesias longitudinales de la época<sup>(229)</sup>.



[Fig. III.23] Planta y sección de la iglesia Il Gesú de Roma.

Esta planta no fue del gusto de Borromeo, por las tres capillas a cada lado que están juntas (en vez de dos o cuatro) y sobre todo por el paso transversal que se produce antes de la bóveda, por el trasiego de personas que cruzarían de un lado al otro. Sin embargo, en la sección se aprecia una cúpula sobre tambor y con linterna que unos años más tarde veríamos construida en El Escorial y a continuación en el Colegio del Patriarca.

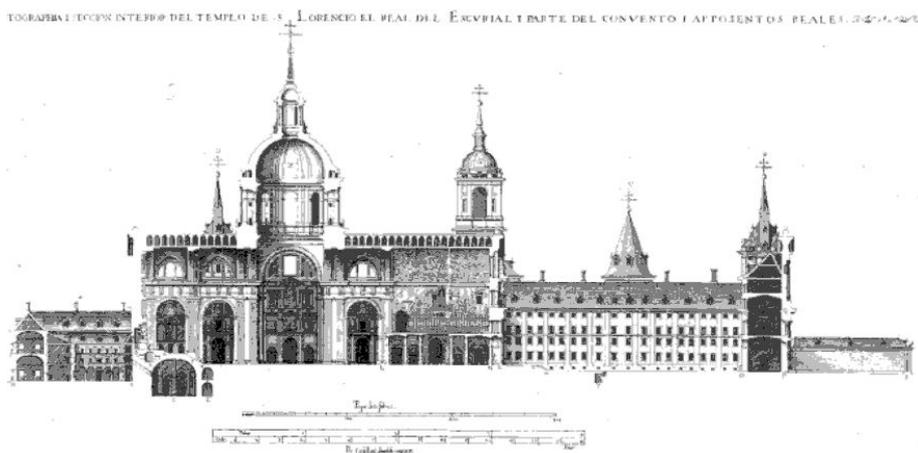
### Giacomo Della Porta

1540-1602. Escultor y arquitecto italiano. Colaborador de Miguel Ángel y alumno de Bramante.  
 229.- Apuntes de Historia de la Arquitectura. 3º Curso ETSA-UPV, 2003.

Vignola que continuó trabajando en la iglesia de Santa Madonna dei Monti (1580–1583), por lo que presenta afinidades con la iglesia Il Gesù. El Patriarca viaja allí en 1585 y podría haber inspirado la planta de su Colegio<sup>(230)</sup>.

### El Escorial

En 1589, Herrera termina el Escorial y publica una serie de doce plantas, alzados y secciones del edificio, estampados por el grabador flamenco Pedro Perret llamadas *Las Estampas de El Escorial*. Se adoptan las convenciones de la visión ortogonal italiana que habían popularizado las estampas de Labacco sobre el modelo de San Pedro de Sangallo. Las estampas de Herrera están sombreadas para crear volumen. No es probable que existiera una serie de dibujos para el Escorial antes de su construcción en 1563 ni antes de 1584. También en 1589 Herrera publicará el *Sumario y Breve Declaración de los diseños y estampas de la Fabrica de San Lorenzo el Real del Escorial*. Dicho Sumario nombra cada estampa y la explica con letras y símbolos de referencia<sup>(231)</sup>.



[Fig. III.24] Sección Longitudinal de El Escorial, en *Las Estampas* (1589).



[Fig. III.25] Vista del coro de El Escorial y del Patriarca.

230.- Benito, F., 1991.

231.- Wilkinson-Zerner, C., 1996, pp. 55 y ss., 114 y ss.

Como puede apreciarse en estas dos imágenes, la situación del coro está a los pies de la nave central, en una posición elevada y con un gran ventanal que lo ilumina. Nótese que las dimensiones de El Escorial son mayores que las del Colegio del Patriarca.

A continuación podemos ver cómo ambas cúpulas están divididas en ocho partes y se apoyan gracias a un arco circular sobre cuatro arcos. Los nervios que conforman la cúpula son visibles, aunque en el caso de El Escorial van por pares y en el Colegio del Patriarca es uno solo, por lo que en este último caso el muro macizo entre huecos es mayor que en el primero. Sobre el tambor se coloca la cúpula y sobre esta la linterna, que en el caso del Colegio está dividida en siete partes.

A partir de 1580 se introduce en Valencia una estructura compositiva clasicista de la tipología claustral, perfectamente acorde con los postulados escorialenses de tendencia a la desornamentación. Llama lo temprano de la adopción del modelo, ya que el claustro escorialense se había terminado apenas un año antes, en 1579<sup>(232)</sup>.



[Fig. III.26] Vista de la cúpula de El Escorial y del Patriarca.

### Los tratados renacentistas

En el siglo XVI el arquitecto abandona el modo tradicional (medieval) de trabajar, asentados sobre unos criterios esencialmente prácticos, para adoptar unos criterios fundamentalmente teóricos. Es a través del estudio de los tratados arquitectónicos cuando el arquitecto renacentista adquiere las herramientas conceptuales para desarrollar su trabajo<sup>(233)</sup>.

232.- Llopis Verdú, J. 1997, p. 577.

233.- Llopis Verdú, J. 1997, p. 980.

### Casa de Pilatos

Juan de Ribera, huérfano a los pocos años, se cría con su tía doña María Enríquez en la Casa de Pilatos de Sevilla, palacio construido a finales del siglo XV<sup>(234)</sup>; es una mezcla de los estilos renacentista italiano y el mudéjar español.



[Fig. III.27] Vista del patio de la Casa Pilatos de Sevilla.

234.- ABC, 27-02-1960, p. 7.

### III.4. TRAZADOS REGULADORES

En este apartado vamos a mostrar cuál pudo ser el proceso de diseño del Colegio de Corpus Christi y los trazados reguladores de las plantas y los alzados del edificio con la intención de investigar las propiedades intrínsecas del edificio, aunque a veces la proporción va implícita en los órdenes empleados (copiados de los tratados). Es difícil asumir que en el siglo XVI se realizaran trazas muy detalladas, sobre todo por parte de maestros ejecutores de obras, salvo Herrera, que tendría una amplia formación.

En 1577 Borromeo publicará las *Instrucciones Fabricae* que pudieron influir en la concepción volumétrica del conjunto. En 1580 se empieza a comprar las casas de todo ámbito del Seminario, por lo que estamos seguros de que ya se tenía claro cuál era el área que iba a abarcar; previamente debieron realizar alguna traza del conjunto, aunque fuese muy simple. Sabiendo que en 1576 Gaspar Gregori hacía el proyecto de Cocentaina, firmado por Ribera junto con los maestros Jaime y Andrés Terol, podemos pensar que fuese Gregori quien diseñase las trazas iniciales del Colegio. En 1590 el maestro Gaspar Gregori aparecerá en el contrato de la Iglesia del Colegio del Patriarca, pero solo para revisar la piedra: *...Toda la sobre dicha obra haya de ser y sea de piedra serrada de las piedras de Godella (...) a conocimiento de maestre Gregorio o de otra qualquier persona que por parte de su s<sup>o</sup> Illma. fuere nombrada*<sup>(235)</sup>. En ese contrato, Guillem del Rey tiene que adecuarse a unas trazas previas: *...conforme a la traça que se le diere...* En el *Libro de Gastos del Colegio* se registran las partidas desde 1586, momento del inicio de las obras, pero ningún gasto anterior. Sabiendo que no se solía hacer un contrato para las trazas, sino un simple pago en metálico<sup>(236)</sup> simplemente no tenemos constancia documental. Bien es verdad que en los documentos posteriores no se cita la autoría de Gaspar Gregori o de ningún otro.

Pensamos que en un primer momento pudieron existir unas trazas que no corresponderían con la configuración actual del conjunto.



[Fig. III.28] Comparación entre la planta actual y la hipotética, anterior a 1590.

En primer lugar plantearemos una hipótesis de planta alternativa cuya explicación y justificación se encuentra en el capítulo Análisis Constructivo. No obstante, y de forma

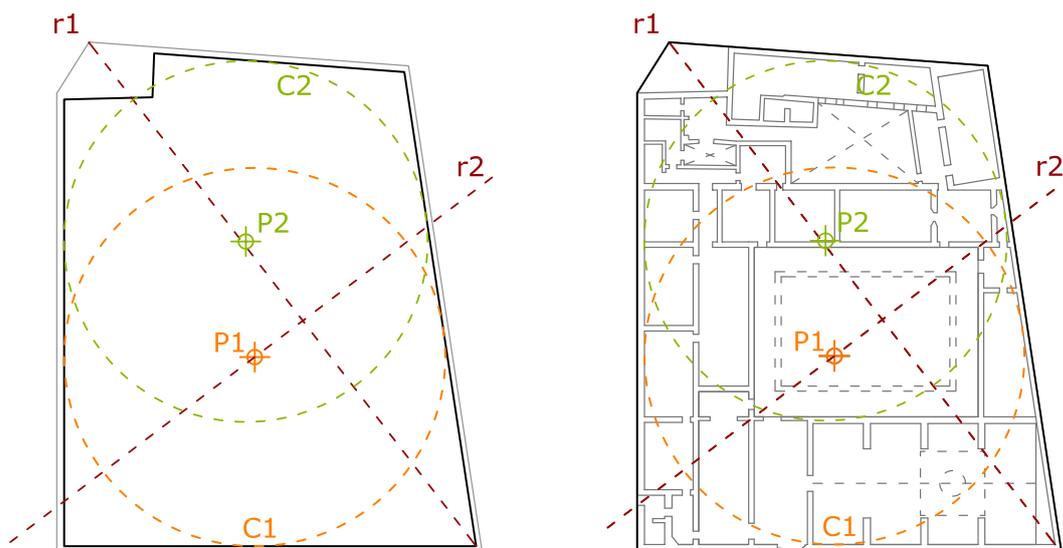
235.- Convenio entre Espinosa y Guillem del Rey (1590). Véase en Boronat, P. 1904, p. 271.

236.- Como en el caso de las trazas realizadas en 1602 y 1603 para la familia Gondi.

resumida, podemos comentar que la mayoría de los autores están de acuerdo en que debieron existir unas trazas generales que posteriormente se irían completando según el transcurso de la obra. Ahora bien, hay muchas cuestiones que aún no han podido ser explicadas correctamente, lo que nos ha llevado a pensar en la posibilidad de que la configuración inicial fuera otra y en un momento concreto se decidiera modificar las trazas. En este sentido parece lógico buscar cómo podrían organizarse los elementos más destacados (sombreados en la imagen), a saber: la iglesia (en verde), el claustro (naranja), el zaguán (turquesa) y la capilla (rosa). La conclusión es que solo existe una posibilidad, además de la actual, y es la que se plantea en la figura III.28.

### Planta hipotética

La persona<sup>(237)</sup> que comenzara a diseñar las trazas generales de la planta pudo pensar que aunque la parcela no era un rectángulo sino un trapecio debía buscar un punto central para la composición, por lo que simplemente halló el centro (P1) de la circunferencia inscrita (C1), es decir, tangente a los lindes de las calles Nave (sur), Cruz Nueva (oeste) y Carnicols (este). Hay que pensar que la centralidad es una de las ideas fundamentales del Renacimiento<sup>(238)</sup>.



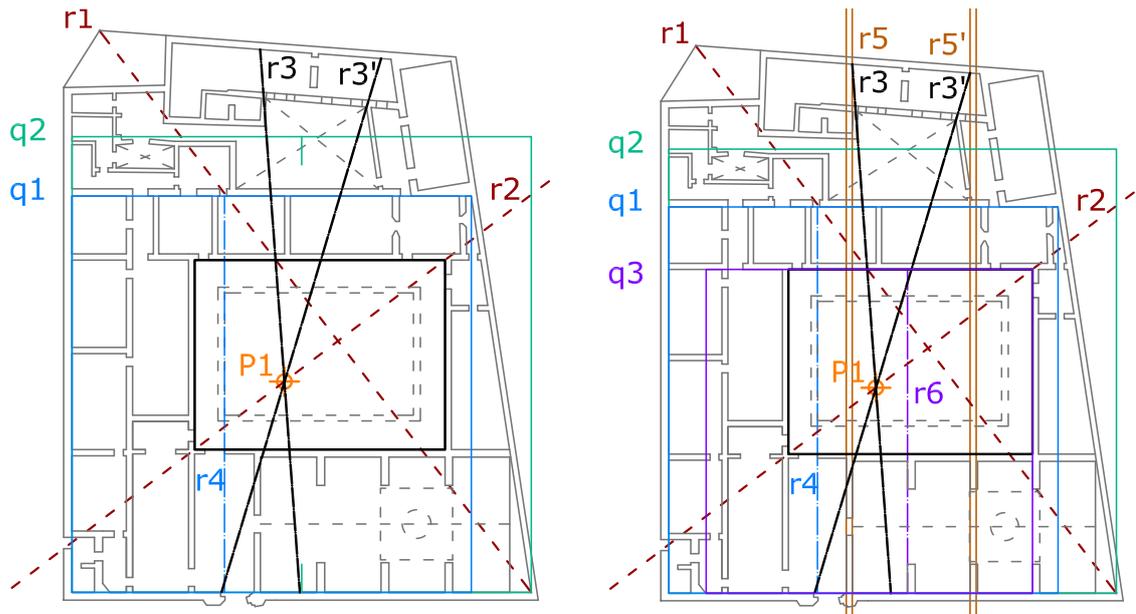
[Fig. III.29] Trazado de la planta hipotética (1).

[Fig. III.30] Trazado de la planta hipot. (2).

A continuación necesitaría una recta para apoyarse, por lo que trazaría la diagonal (r1). Ahora se puede dibujar una recta (r2) que pase por el punto P1 y sea perpendicular a la recta r1. Esta recta r2, además de situarnos la puerta de acceso a la torre-campanario desde la calle Cruz Nueva, configura a su vez la diagonal del claustro y delimita la dimensión de la capilla, del zaguán y, por ende, del ancho de la iglesia. La recta r1 delimita una de las esquinas de la cúpula.

237.- No hay constancia documental, pero los últimos estudios apuntan a la figura de Gaspar Gregori.

238.- Wittkower, R. citado por Ampliato, A. L. 2002, p. 141.



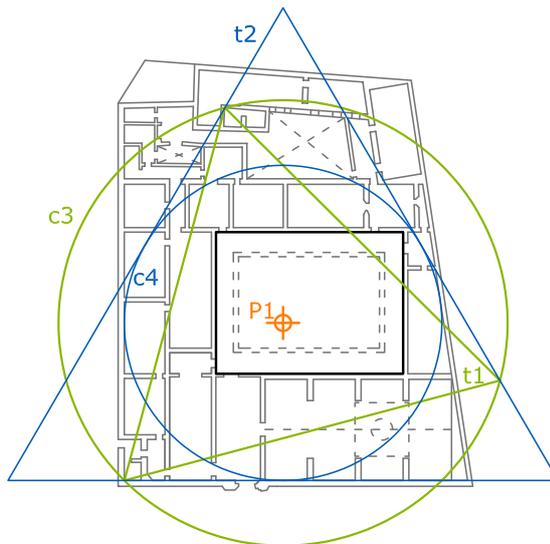
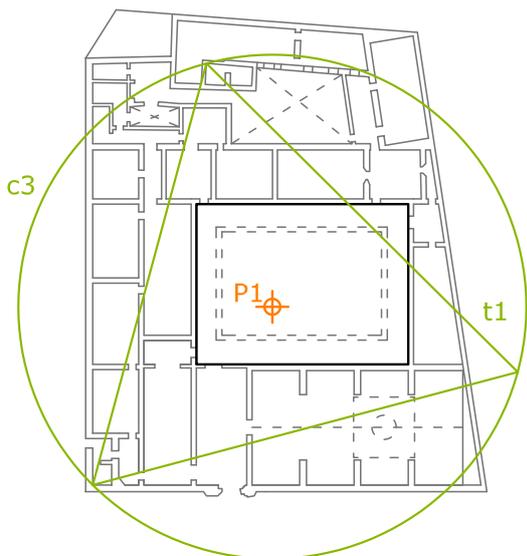
[Fig. III.31] Trazado de la planta hipotética (3).

[Fig. III.32] Trazado de la planta hipot. (4).

En esta tercera figura (Fig. III.31) hemos añadido los cuadrados q1 y q2, las rectas r3 y r3' y la recta r4. El cuadrado q1 es el más grande que se puede inscribir en la parcela coincidiendo sus lados con las calles Nave y Cruz Nueva. La sección áurea de dicha figura, la recta r4 coincidiría con uno de los laterales en que estarían situadas los pórticos del claustro, además de que señalaría el hueco de la puerta principal que se abre en la calle de la Nave.

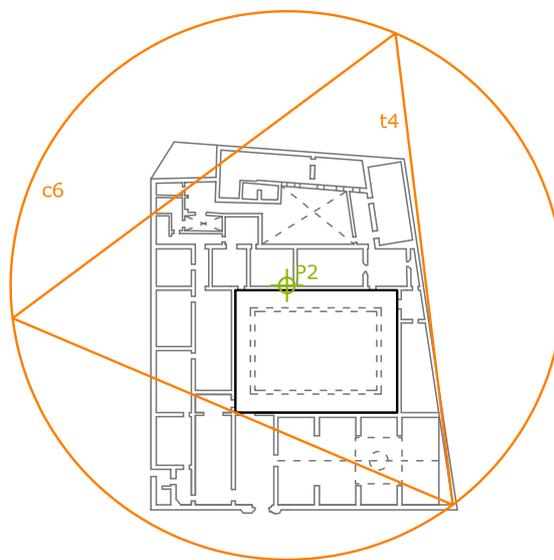
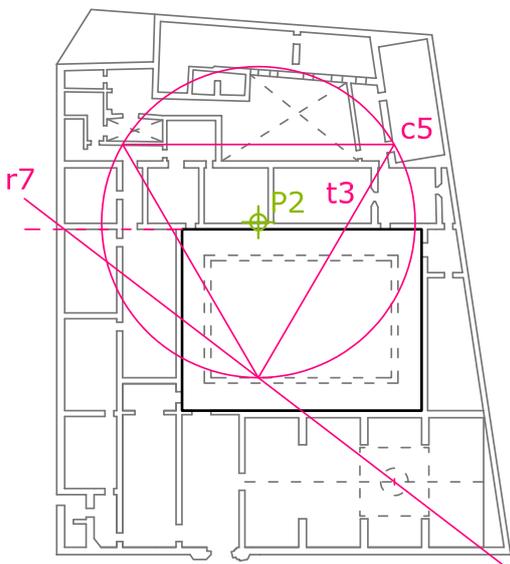
El cuadrado q2 es el que su lado mide toda la longitud de la calle de la Nave, aunque evidentemente queda parcialmente fuera de la parcela. Luego se puede generar la recta r3, desde el punto medio del lado de q2 y pasando por el primer punto P1. Hemos de observar que este segmento tiene propiedades áureas, así como r3' que podemos trazar desde el inicio de la recta r4 y también pasando por el punto P1. Las rectas r3 y r3' delimitan la geometría del patio de servicio y en su encuentro con los lindes de la calle Cardenal Payá (al norte) generan las rectas r5 y r5' (Fig. III. 32), que al descender hacia la calle la Nave sitúan perfectamente los contrafuertes de la iglesia y, por tanto, las capillas.

El cuadrado q3 es aquél cuya altura llega desde la calle de la Nave hasta el claustro incluido, y en horizontal abarca desde el campanario hasta el altar. A la sección áurea de esta figura la hemos denotado como r6 y nos indica la posición de otro de los contrafuertes que generan las capillas de la iglesia.



[Fig. III.33] Trazado de la planta hipotética (5). [Fig. III.34] Trazado de la planta hipotética (6).

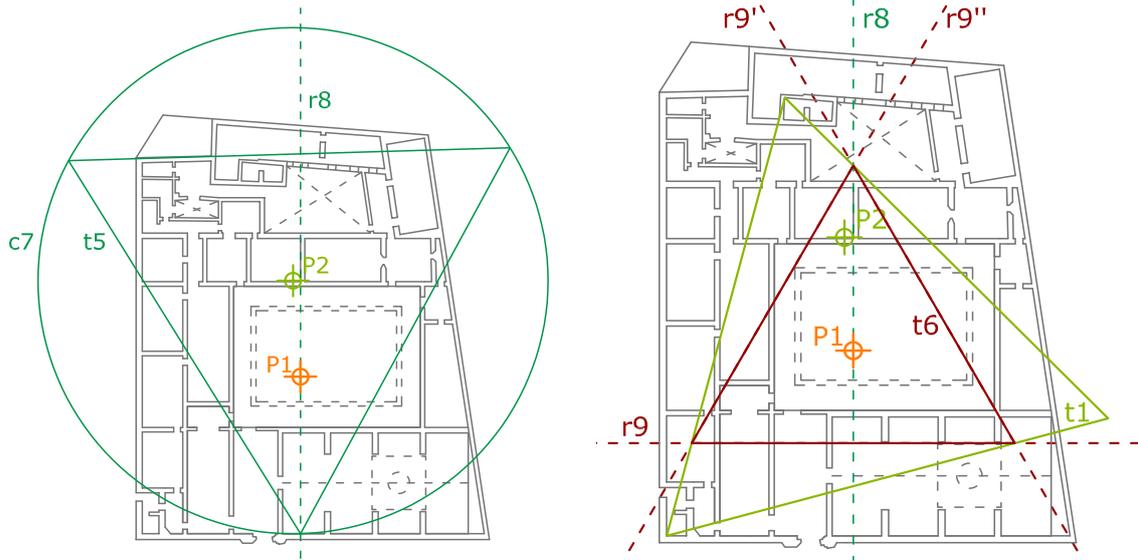
Ahora podemos ver cómo se inscriben otras figuras en nuestra planta. Por ejemplo un triángulo (t1) inscrito en la circunferencia c3 cuyo centro es P1 tiene uno de sus vértices en la esquina suroeste. Con centro también en P1 se puede trazar una circunferencia con radio hasta la calle de la Nave y circunscribir un triángulo (t2) que contiene los tres vértices del triángulo t1.



[Fig. III.35] Trazado de la planta hipotética (7). [Fig. III.36] Trazado de la planta hipotética (8).

Sobre P2 (el centro de la circunferencia inscrita tangente a los lindes de las calles Carnicols (este), Judería (norte) y Cruz Nueva (oeste)) trazamos la circunferencia c5 que circunscribe al triángulo t3, que también genera algún eje de la zona de servicios del conjunto. La recta r7 contiene el centro de la cúpula de la iglesia, el vértice inferior del triángulo t3 y continúa hasta el muro de la calle Cruz Nueva (oeste), justo donde coincide con la línea horizontal prolongación del claustro (Fig. III.35).

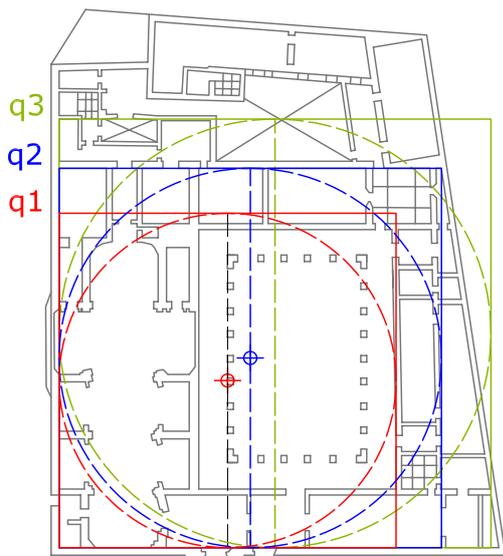
En la figura anterior, III.36, el triángulo que situamos (t4) tiene uno de sus vértices en la esquina sudeste y la circunferencia que lo inscribe (c6) tiene su centro en el punto P2.



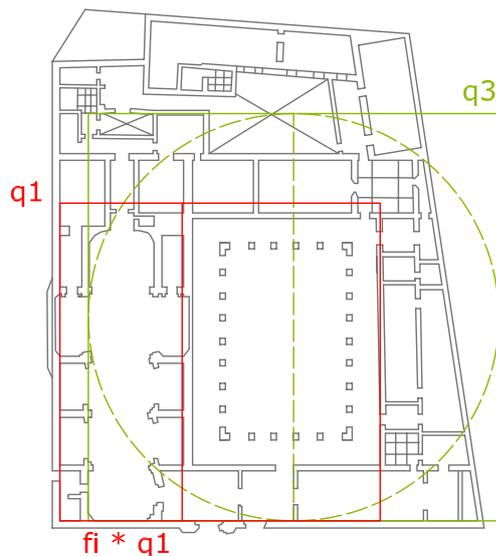
[Fig. III.37] Trazado de la planta hipotética (9). [Fig. III.38] Trazado de la planta hipot. (10).

La recta r8 es la vertical y perpendicular a la calle de la Nave que pasa por el punto P1, genera uno de los muros de la zona de servicio y sobre ella se apoya uno de los vértices del triángulo t5, cuyo centro es P2 y también influye en la alineación de uno de los muros de la zona de servicio. En la Fig. III.38 añadimos el triángulo t6, cuyos vértices se hallan sobre el triángulo t1 y uno de ellos también sobre la recta r8. El centro de la circunferencia circunscrita a t6 es el punto P1. Si extendemos los segmentos que conforman los lados del triángulo t6 observaremos cómo en un caso se prolonga hasta la puerta del campanario, en otro llega hasta la esquina sudeste y el lado horizontal delimita la anchura de las capillas de la iglesia.

Planta real

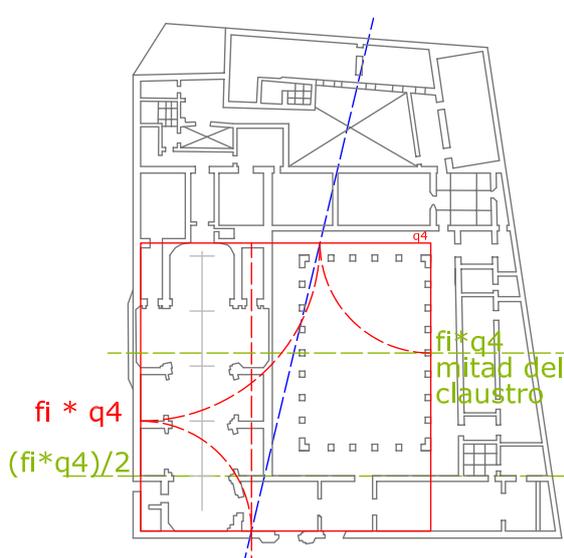


[Fig. III.39] Trazado de la planta real (1).

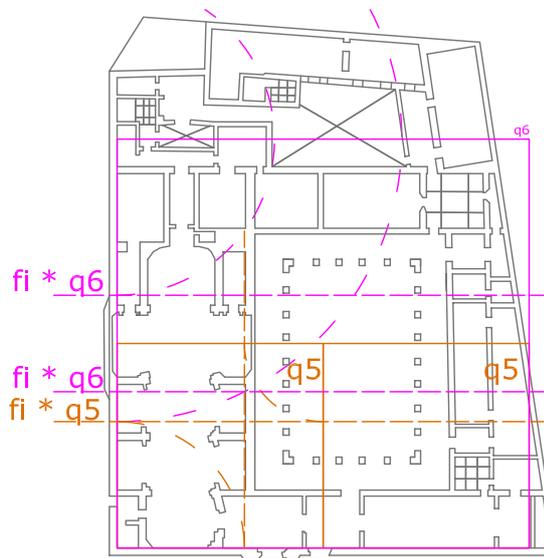


[Fig. III.40] Trazado de la planta real (2).

Ahora analizaremos la plata actual. En la primera figura se han dibujado tres cuadrados, con su circunferencia inscrita y un segmento que lo divide por la mitad, que en el caso del primer cuadrado  $q_1$  este segmento se alinea con las columnas de la izquierda del claustro. En la segunda figura, hemos obtenido la sección áurea de  $q_1$  y vemos que recae sobre la pared derecha de la iglesia. Además, si desplazamos el cuadrado  $q_3$  hasta que su punto medio se sitúe en la puerta de la capilla, entonces obtenemos  $q_3'$  y su lado izquierdo está alineado con el muro que cierra las capillas.



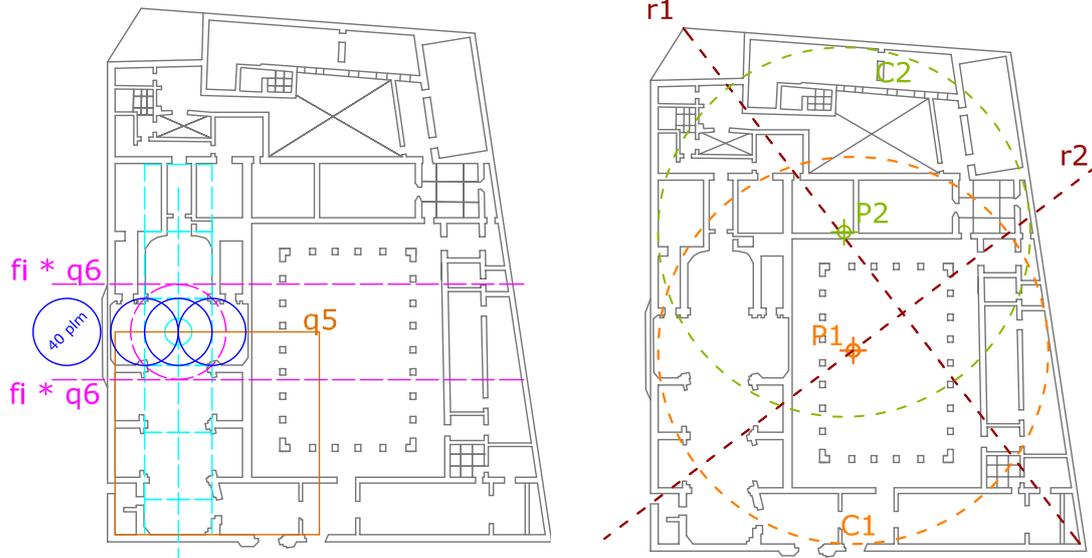
[Fig. III.41] Trazado de la planta real (3).



[Fig. III.42] Trazado de la planta real (4).

En esta figura ( $q_4$ ) hemos obtenido la sección áurea de todos sus lados (" $fi \cdot q_4$ " en el dibujo). El lado derecho de  $q_4$  coincide con las columnas de la derecha del claustro. La sección áurea en el lado derecho coincide con el punto medio de la distancia norte-sur del claustro. La mitad de la sección áurea del lado izquierdo coincide con la cara interior del muro del claustro y de la iglesia. La recta azul se obtiene al hallar las secciones áureas

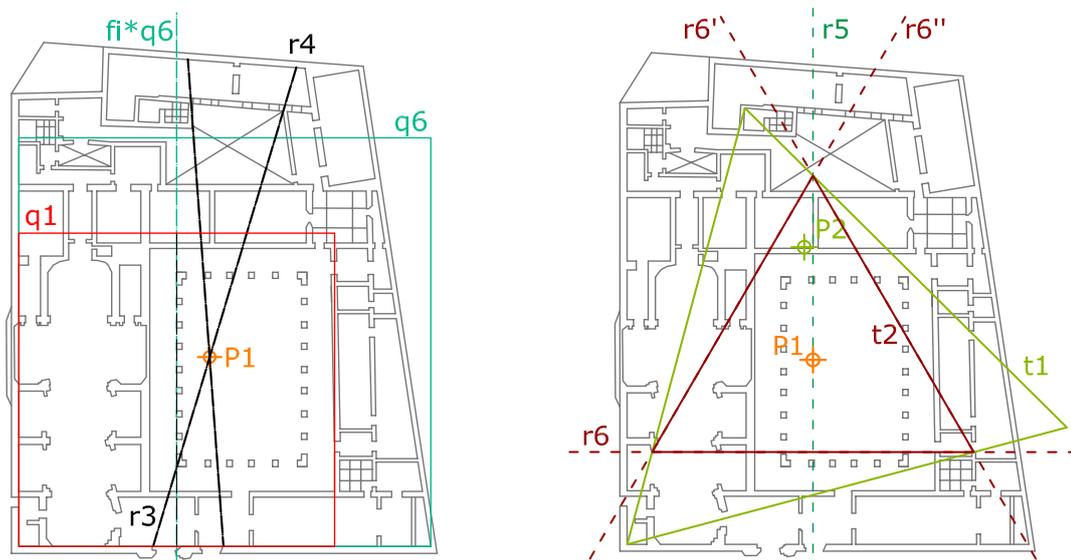
de los lados superior e inferior de q4. En la siguiente imagen continuamos obteniendo secciones áureas, en este caso de los cuadrados q5 y q6.



[Fig. III.43] Trazado de la planta real (5).

[Fig. III.44] Trazado de la planta real (6).

Ampliando la figura previa, dibujamos una cúpula inscrita en un cuadrado de 40 palmos cuadrados, tal y como indica el contrato con Guillem del Rey<sup>(239)</sup>. En color cian hemos repetido este módulo hasta conseguir 5,5 cuadrados desde los pies de la iglesia hasta la pared que nos separa de la zona de servicio. En la figura III.44 hemos representado lo que se ha explicado en el caso anterior, la obtención de los centros de las circunferencias inscritas a la parcela y las primeras rectas que debieron trazarse, pues los vamos a necesitar a continuación.



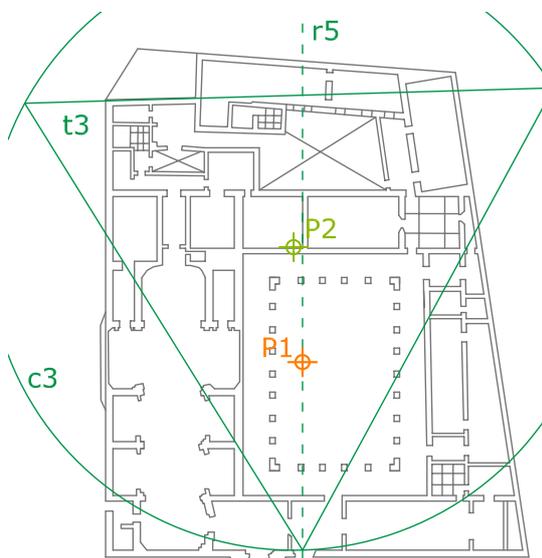
[Fig. III.45] Trazado de la planta real (7).

[Fig. III.46] Trazado de la planta real (8).

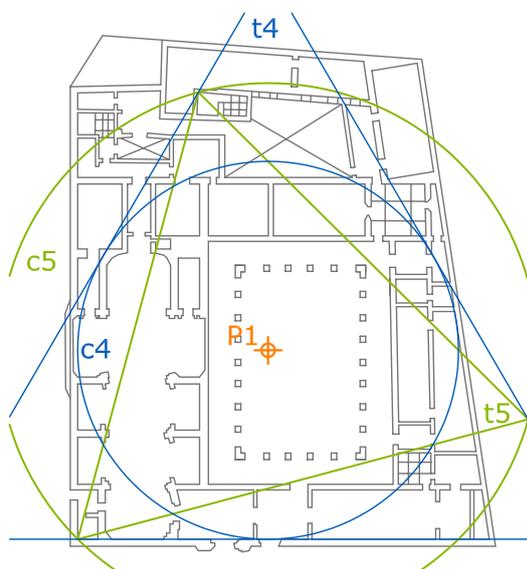
Si anteriormente veíamos que la mitad del cuadrado q1 coincidía con las columnas de la izquierda del claustro, a su vez coincide con la sección áurea del cuadrado q6 (cuyo lado es toda la anchura de la fachada sur, medida por su cara interior). Como ya hemos

239.- Convenio entre D. Miguel de Espinosa y Guillem del Rey (1590) en Boronat, P. 1904, p. 268.

explicado, la ahora recta r5 es la vertical y perpendicular a la calle de la Nave que pasa por el punto P1. El triángulo t2, cuyos vértices se hallan sobre el triángulo t1 y uno de ellos también sobre la recta r8. El centro de la circunferencia circunscrita a t2 es el punto P1. Si extendemos los segmentos que conforman los lados del triángulo t2 observaremos cómo en un caso se prolonga hasta la puerta del campanario, en otro llega hasta la esquina su-deste y el lado horizontal delimita la anchura de las capillas de la iglesia.



[Fig. III.47] Trazado de la planta real (9).



[Fig. III.48] Trazado de la planta real (10).

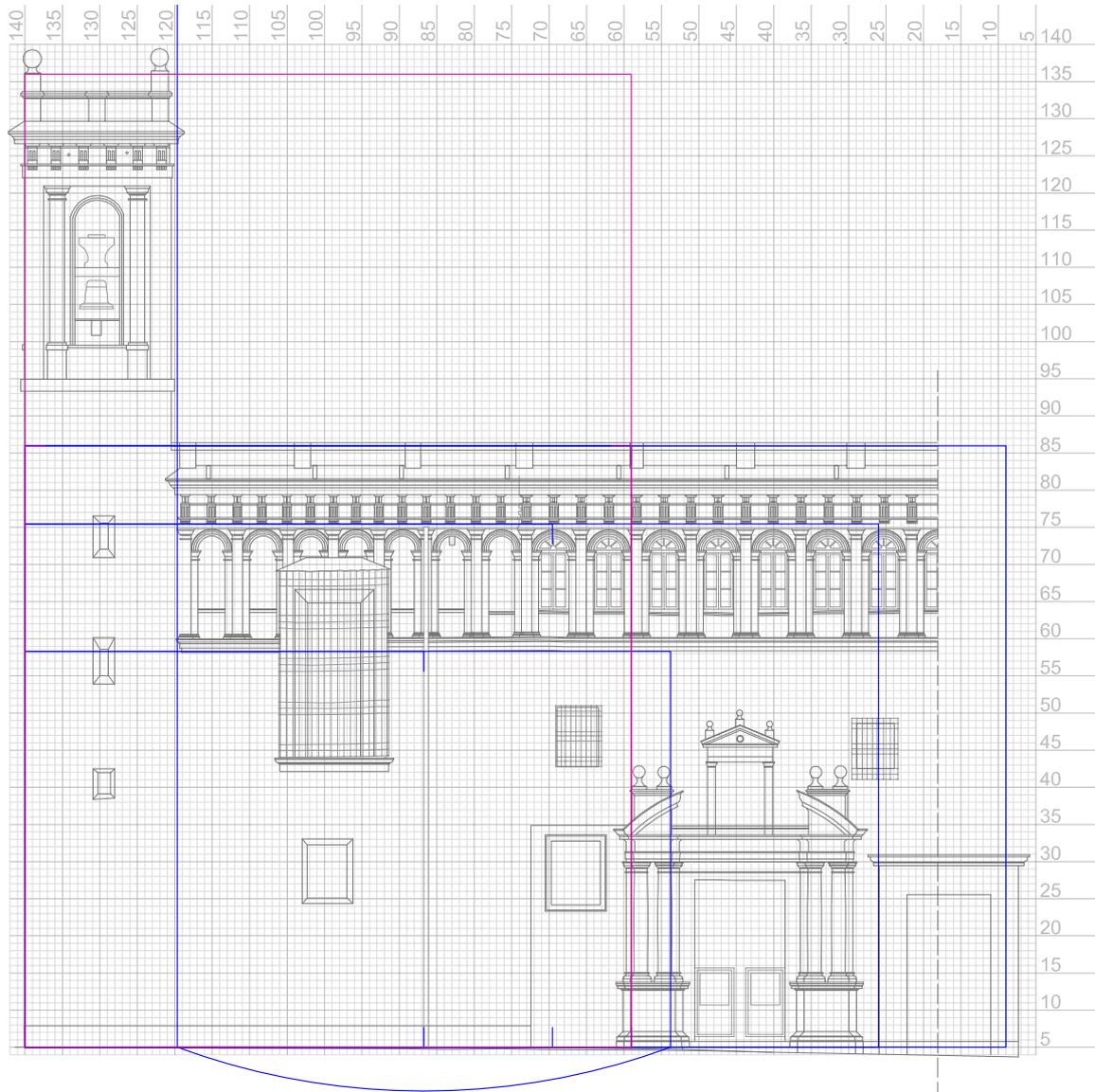
Con centro en P2 se traza la circunferencia c3 que inscribe al triángulo t3, el cual tiene uno de sus vértices sobre la recta r5 en su encuentro con fachada sur. Con centro en P1 dibujamos la circunferencia c4 y circunscrito el triángulo t4 que contiene los tres vértices del triángulo t5, inscrito a la c5 que tiene su centro también en P1, pero pasa por la esquina inferior izquierda de la planta.

### Fachada sur

La fachada sur, la principal, es la que mejor se aprecian los aspectos compositivos y los trazados reguladores que se debieron emplear para su diseño. Por debajo del alzado parcial se ha situado una cuadrícula cuyo módulo es un palmo valenciano (proveniente de la vara de 0,91 m). En sus laterales aparece una leyenda indicando múltiplos de 5 palmos. En la primera figura (Fig. III.49) observamos que la altura de la torre-campanario y la anchura de la fachada incluyendo los dos accesos al edificio (que es el tramo estudiado) se desarrolla en ambos casos en una distancia de 140 palmos.

Hemos introducido en la figura rectángulos áureos dispuestos en horizontal, es decir, aquellos cuya proporción entre lados es la sección áurea (1,618...). De menor a mayor indicamos qué aportan estos rectángulos. A saber, el primer rectángulo áureo se alinea con la cornisa inferior de los arquillos superiores y se alinea con una de las columnas de la portada. El segundo rectángulo se ensa con la cornisa superior de los arquillos y llega hasta el eje de la ventana situada a la derecha de la portada y el final de la jamba izquierda del acceso al Colegio. El tercer rectángulo llega hasta el final del antepecho de cubierta y en horizontal hasta la mitad de la jamba derecha de la puerta del Colegio.

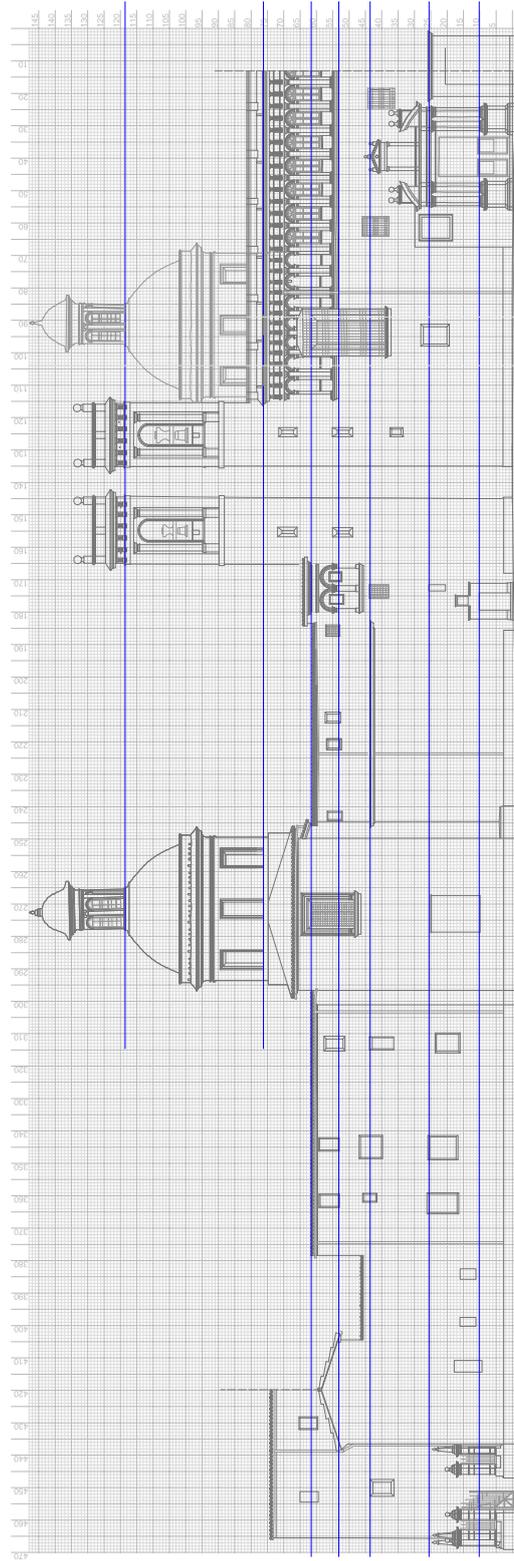
En vertical hemos situado un rectángulo áureo de idénticas dimensiones que el mayor de los horizontales. La anchura del mismo sitúa la primera de las columnas de la portada y su altura acota la cota de la torre, sin incluir las bolas herrerianas.



[Fig. III.49] Trazados reguladores en la fachada sur. Cotas en palmos (Vara 0,91 m).

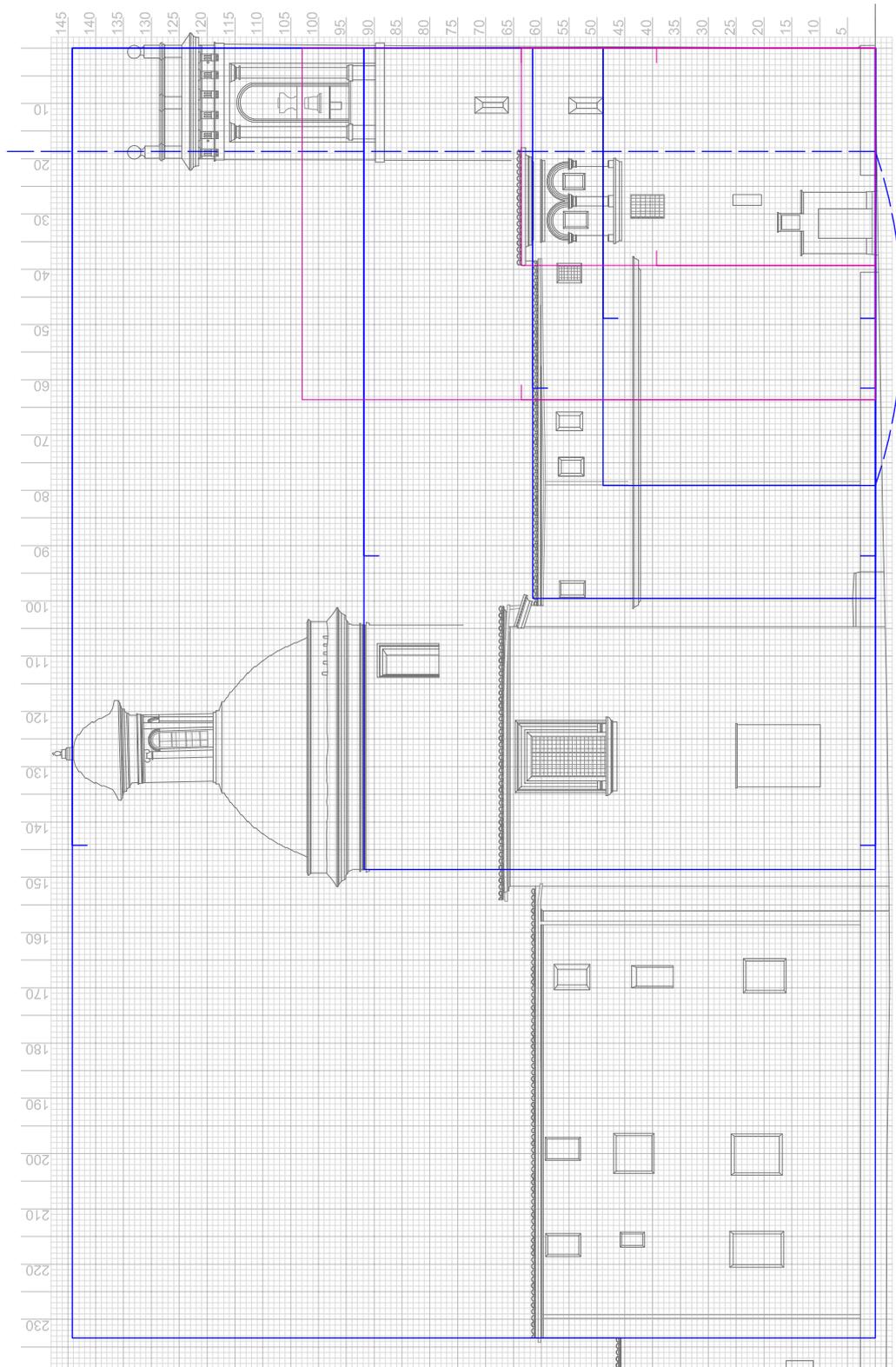
### Fachada oeste

En este dibujo podemos observar las coincidencias entre las fachadas oeste y sur. Por ejemplo, la altura de las puertas, los límites superiores o inferiores de algunas ventanas, o las relaciones entre la cúpula y el campanario. Otro caso es la cota de la imposta de la fachada oeste, la cota de la cubierta, que coincide con el dintel de la ventana del coro, algo lógico teniendo en cuenta que en el interior responden al mismo espacio, la iglesia.



[Fig. III.50] Trazados reguladores en las fachadas oeste y sur. Cotas en palmos (Vara 0,91 m).

### III.- Análisis morfológico



[Fig. III.51] Trazados reguladores en la fachada oeste. Cotas en palmos (Vara 0,91 m).

Los únicos trazos reguladores se encuentran en la parte derecha de esta fachada, es la única parte donde se aprecia una intención compositiva. En esta ocasión hemos trazado también dos rectángulos áureos situados en vertical. Sobre el primer rectángulo construimos el segundo que nos limita la altura a la que está sustentada las campanas.

Hemos realizado por tanto un análisis de las plantas y de las secciones del Colegio hallando relaciones de proporcionalidad en cada una de las partes del edificio y en su conjunto. No obstante, debemos tener en cuenta que a veces la proporción de las distintas partes va implícita en los órdenes empleados, normalmente copiados de los tratados y en el propio sistema de medida.



*Análisis del proceso constructivo*

IV



## IV. ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

### IV.1. COMPRA DE LAS CASAS DEL ÁMBITO DEL COLEGIO

En los años previos a la decisión de Juan de Ribera de erigir su Colegio-Seminario, la ciudad de Valencia compró una serie de casas para proceder a la apertura de la plaza del Estudio General. Recordemos que, por un lado el Patriarca ejerce tareas de control de mejora de la Universidad entre el año 1569 y 1572 y, por otro, en estos años 70 se llegan a construir hasta dieciocho iglesias de diferentes congregaciones religiosas. Es en este período en el que el Patriarca fraguará su idea de construir su propia institución religiosa, sobre todo auspiciada por la publicación en 1577 de Carlos Borromeo *Instructionum Fabricae et Suppellectilis Ecclesiasticae*. Así pues, decide construir un Colegio-Seminario para la formación de sacerdotes junto a la Universidad<sup>(240)</sup>. El ámbito de su edificio ya quedó patente antes de su construcción y no se fue improvisando o ampliando la superficie según iban pasando los años. Esto se refleja en la adquisición de casas, desde el año 1580 en que comienza por el norte, que es la zona más alejada de la Universidad (véase Fig. IV.7). Queremos decir con esta afirmación que aunque no existiera una traza bien definida del edificio que se iba a construir, sí que se sabía su envergadura. Posteriormente, se fueron adquiriendo propiedades en la calle de la Nave, en la plaza de las Escuelas y poco a poco en el interior de la manzana.

En el Archivo del Colegio de Corpus Christi se encuentra un libro que recoge el proceso de compra-venta de las casas que ocupaban el lugar en el que hoy se sitúa el propio Colegio. Dicho libro se titula *Libro de Compras de casas encorporadas en el collgº y Seminario fundado por el Ill.mo señor DON JVAN DE RIBERA, Patriarcha y Arçobispo de Valencia*. En él se recogen numerados hasta 36 procesos de compra-venta, la mayoría ordenados cronológicamente, aunque no todos. Este hecho nos hace llegar a la conclusión de que no se comenzó a escribir desde el principio del proceso. Seguramente se redactaría años después de finalizar todo el proceso, pues hemos encontrado cierta falta de orden tanto en los primeros contratos como en los últimos. Si se hubiera escrito de manera contemporánea a la adquisición de estas viviendas, todas estarían perfectamente ordenadas.



[Fig. IV.1] Libro de Compras de Casas adquiridas en el ámbito del Seminario.

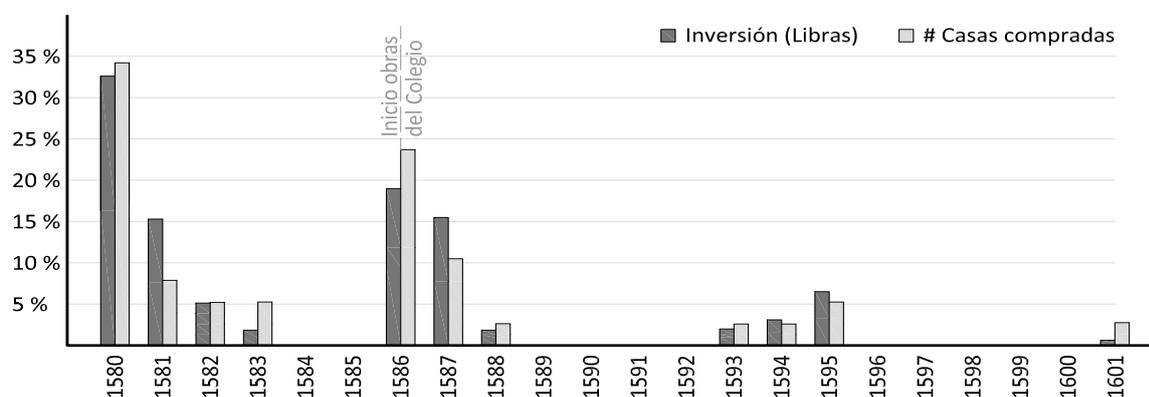
Aunque en el libro se han registrado hasta 36 compra-ventas como se ha comenta-

240.- Para un análisis sobre la situación del Colegio frente a la Universidad véase Casar Pinazo, J. I. en VV. AA. "La universitat i el seu entorn urbà", 2001, p. 81-83.

do, se han encontrado dos casas más en el inventario del Archivo del Colegio que se ha realizado recientemente<sup>(241)</sup>, lo que hace un total de 38 contratos. Pascual Madoz<sup>(242)</sup> nos indica que 'se compraron 49 casas', aunque bien podría referirse a 'propiedades', pues hemos contabilizado la venta de 43 casas, 3 huertas, 2 corrales y 1 patio, que en total suman 49.

Por otro lado, Madoz afirma que el coste de la operación fueron 18 916 libras y 5 sueldos mientras que nosotros hemos contabilizado 9726 libras. Esta diferencia de capital, 9190 libras, podría haberse empleado para el derribo de las viviendas y la posterior retirada de escombros, aunque en principio parece un coste muy elevado. Cruilles<sup>(243)</sup>, por su parte, aporta la cantidad de 278 824,94 reales que equivaldrían a unas 20 912 libras<sup>(244)</sup>, algo superior a la de Madoz.

El proceso de compra-venta se prolongó desde el año 1580 hasta 1601. Nótese que la construcción del Colegio comienza de facto en 1586, aunque las obras comienzan cuando ya se dispone de la mayoría del área prevista para la construcción (estaríamos hablando de un porcentaje del 70%).



[Fig. IV.2] Inversión y número de casas compradas anualmente.

En la sección IX.3. "Anejo Documental" se ha transcrito el texto más relevante de cada uno de los procesos de compra de las casas, aquel texto que ha intervenido en el análisis y en las conclusiones extraídas en este apartado. Asimismo, se encuentra una tabla resumen con todas las propiedades compradas ordenadas cronológicamente junto otros datos de interés como el coste, el propietario, el tipo de propiedad, la situación y la vecindad.

Aparecen citados dos notarios para las 36 viviendas adquiridas para el Colegio del Patriarca. Desde 1580 a 1586 siempre se hace referencia a Francisco Hieronimo Metaller (*notario scrivano publico en la dicha Ciudad y reyno de Valencia*), mientras que desde 1587 a 1601 el notario es Gaspar Joan Micon.

En el libro no se describen las propiedades, tan solo se hace mención a si la fachada tenía entre uno y cuatro portales. Tampoco existe una tasación o un presupuesto previo para adquirirlas por lo que no podemos saber qué extensión abarcaban dentro de la man-

241.- Coordinado por Pérez García, P. 2007.

242.- Madoz, P. 1849 p. 396.

243.- Cruilles, 1876 p. 186.

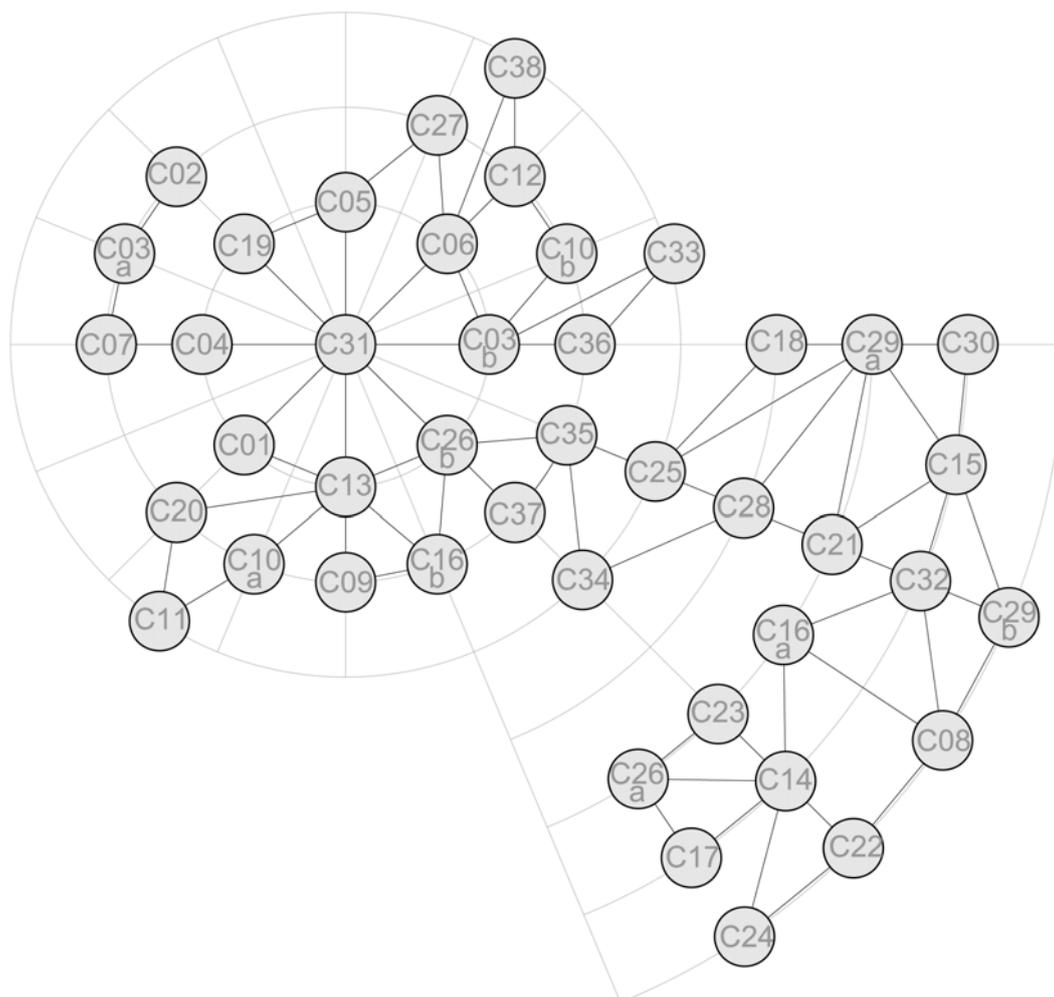
244.- Un libra valenciana componían 13 y 1/3 Reales de plata valencianos. Marrien, 1789 p. 225.

zana del ámbito del Colegio. Puesto que todas las viviendas pertenecían a trabajadores corrientes<sup>(245)</sup> y ninguna tendría características propias del lujo, su valoración se debió realizar en función de la superficie. Como conocemos el área de toda la manzana, hemos asignado a cada propiedad la parte proporcional de terreno en función del coste de la misma, que sí está documentado. A mayor coste, pues, mayor superficie debía tener. Así se refleja en la siguiente fórmula:

$$S_i = C_i * S_T / C_T ; \quad i \in [1-38] \quad (\text{ecu. IV.1})$$

Donde S: superficie, C: coste, S<sub>T</sub>: Superficie total, C<sub>T</sub>: Coste total, i: cada parcela.

En el siguiente gráfico se muestra tanto el número de casas que se compraron cada año (en porcentaje) como la inversión que hizo el Patriarca para comprarlas (en libras valencianas). De este modo, observamos cómo en algunos años el Patriarca tuvo que hacer un gran desembolso económico para adquirir unas pocas propiedades (sobre todo en 1581 y 1587), por lo tanto, tendrían que ser grandes propiedades, mientras que aquellos años en los que se invirtió poco dinero serían propiedades pequeñas (1583 y 1586). También hemos indicado la fecha de inicio de las obras del Colegio (1586) para resaltar que comenzaron sin haber adquirido todas las propiedades de la manzana.



[Fig. IV.3] Esquema de los linderos entre las propiedades adquiridas.

245.- Se citan *pedrapiqueros*, *carpinteros*, *labradores*, *lanterner*, *velluters*, *mercaders*, *teixidors*, *notarios*, *clérigos*, *libreros*...

Del análisis de la documentación (Véase IX.3. "Anejo Documental") se ha elaborado el esquema de la figura IV.3. Para ello se ha tenido en cuenta la situación de las propiedades, que en la documentación elaborada por los notarios queda claramente especificada. Los vecinos colindantes en general están citados correctamente, aunque en algunos casos se omite el nombre de algún vecino o si las propiedades contiguas eran todas del Patriarca tan solo se comenta que *confinan con casas de su Illm<sup>a</sup>*.

Gracias al esquema anterior y contrastando con la documentación citada que aporta más información, hemos elaborado la siguiente hipótesis en la que se ha grafiado cómo podría ser la disposición de las propiedades que fueron adquiridas por el Patriarca Ribera.

Es difícil determinar la geometría exacta de las parcelas, aunque atendiendo al plano de Mancelli (1608), el más próximo a la construcción del Colegio, observamos que eran frecuentes las manzanas irregulares, donde su perímetro estaba colmatado por la edificación, la cual se introducía hacia el interior de la manzana hasta que el acceso a la misma se lo permitía. Como vemos en la Fig. IV.4, sobre uno de los lados de la manzana podemos contar hasta ocho puertas y muchas de las viviendas poseen un patio interior propio además del interior de la manzana.



[Fig. IV.4] Una manzana distinta a la del Colegio del Patriarca en la Valencia de 1608.



[Fig. IV.5] Casas compradas en el ámbito del Colegio del Patriarca (año 1601).

Finalmente se ha modulado todo el ámbito y se han encajado las parcelas como si se trataran de piezas de un rompecabezas (Fig. IV.5).

Seguramente la disposición real de las propiedades en el año 1580 no responda exactamente a este modelo, pero con los datos de que disponemos ha sido posible desarrollar esta hipótesis que responde a los condicionantes de vecindad descritos por los notarios.

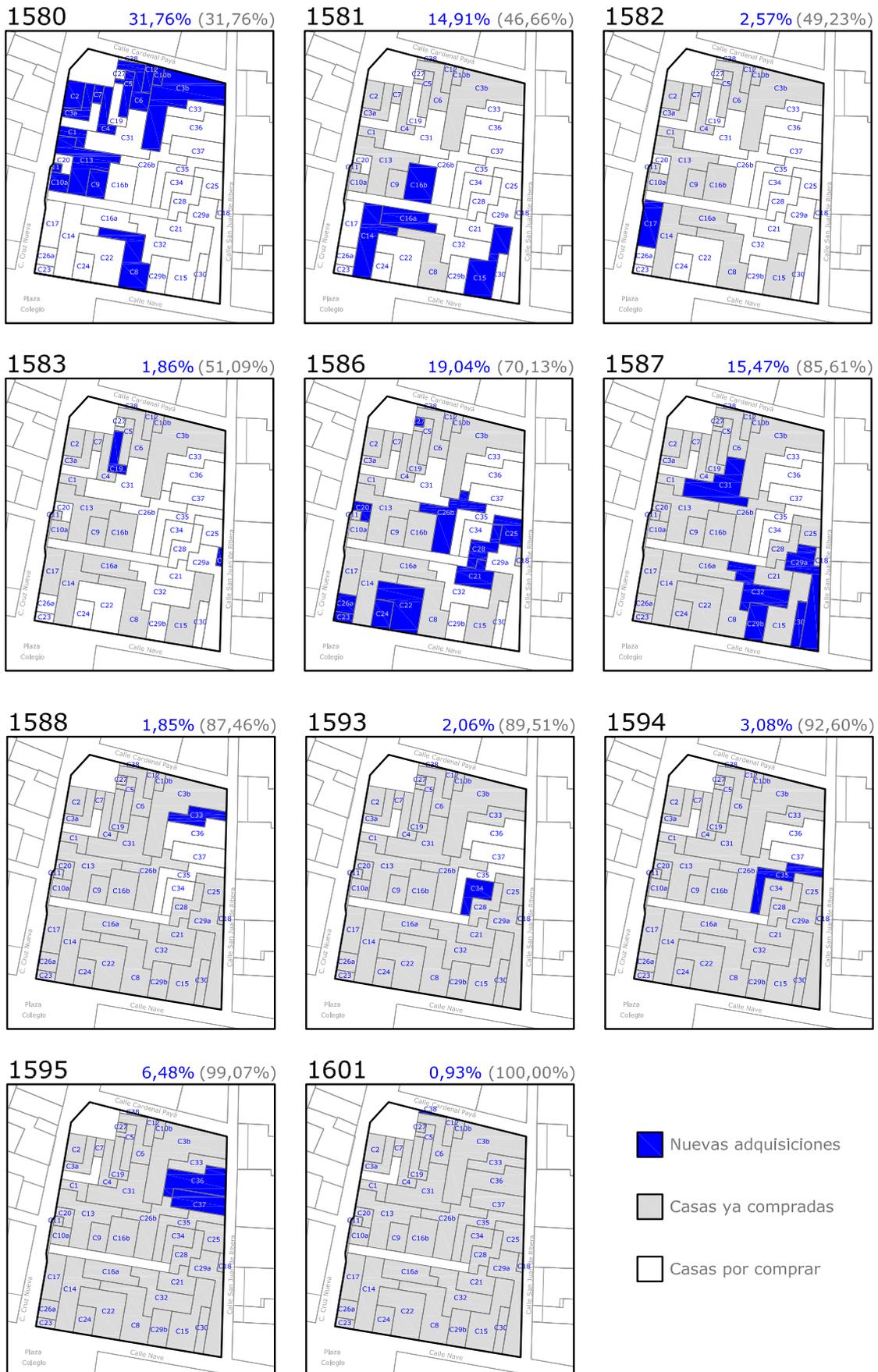
Tampoco se sabía la posición concreta de las dos calles sin salida, pero se han situado en el lugar en el que las parcelas ensamblaban correctamente. La calle del *Alguaziria* se cita varias veces en la documentación, pero la otra, la calle de la *Argenteria* no se nombra como tal y ha sido más difícil establecer su trazado.



[Fig. IV.6] Casas y patios comprados en el ámbito del Colegio del Patriarca (año 1601).

Hemos tenido en cuenta las dos figuras anteriores (Figs. IV.5 y IV.6) para elaborar una hipótesis donde se muestra también los patios o huertos en el interior de la manzana, como era habitual en la época.

IV.- Análisis del proceso constructivo



[Fig. IV.7] Evolución del proceso de compra-venta de casas en el ámbito del Colegio.

En la figura IV.7 se ha mostrado la evolución del proceso de compra-venta de casas sobre el parcelario actual. Podemos relacionar esta evolución con el inicio de la construcción del Colegio, pues cuando en 1586 el Patriarca coloca la primera piedra de la obra ya posee todas las propiedades situadas al norte, al oeste y al sur de la manzana. La obra se iniciará, precisamente, desde el ángulo nordeste y hacia el oeste para después continuar hasta el sur. Además, sabemos que las obras de la fachadas de la calle de la Nave (sur) y la actual San Juan de Ribera (este) comenzaron en 1593 y finalizaron en 1595, año que coincide con las últimas compras de casas en esta última calle.

F. Benito ha escrito que la propia traza del Colegio debió de verse condicionada por la compra de las casas y que la iglesia se situaría a la izquierda del claustro porque cuando comienza su construcción solo se habían comprado las casas de la calle de la Cruz Nueva<sup>(246)</sup>, pero si vemos la figura IV.7 se hace evidente que en 1586 (fecha de inicio de la construcción del Colegio) ya se habían adquirido la mayoría de las propiedades del ámbito del Seminario, a excepción del lado este, por lo que pensamos que las trazas no se modificaron por este motivo, es más, se conocía previamente la posición de cada elemento del conjunto y por eso se adquirió toda la manzana, pero no hay motivos para pensar que hubiese que modificar las trazas porque no se hubieran adquirido todas las propiedades. En este sentido, antes de 1580 tuvo que elaborarse una traza general del conjunto, lo que adelanta en la historia la creación de la misma y la aproxima a las trazas que realizó Gregori en 1576 para el Patriarca Ribera en la iglesia del Salvador de Cocentaina<sup>(247)</sup>.

La compra de las casas sí debió influir en el proceso constructivo. Al no disponer de todas las propiedades no se pudo cimentar todo el perímetro de la parcela desde el inicio de la obra. Además, algunas casas del lugar que hoy ocupa el claustro no se adquirieron hasta 1595, por lo que la construcción del claustro se relegaría hasta finales de 1599.

este barrio, que desde siglos antes había pertenecido a la judería, se encontraba ahora poblada por pequeños comerciantes y agricultores que no pusieron muchas trabas para vender sus propiedades al Patriarca. En los contratos de compra-venta se reflejan las distintas profesiones de los propietarios. A saber: piedrapiqueros, carpinteros, labradores, lanterneros, velluteros, eclesiásticos, mercaderes, teixidors, notarios, libreros, flaqueros, colegiales, escuderos, alguaziles...

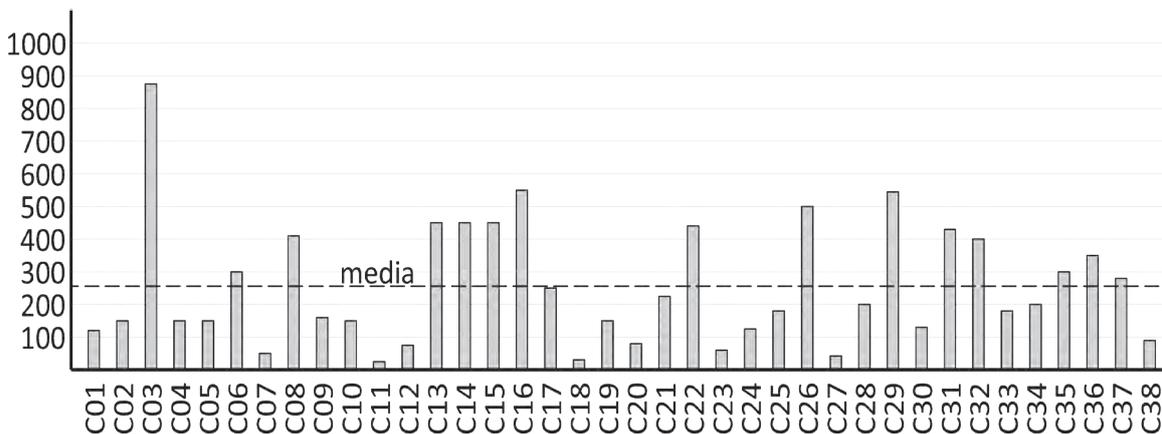
De un estudio urbano de la zona podemos destacar el cambio de denominación que estaban sufriendo las calles y plazas en ese momento del resurgir del barrio. La *calle de la Nave* aún se la denotaba con su antiguo nombre de *Calle de Na Palaua*, *calle del horno de Na Palaua*, o *calle del Bany de Na Palaua*. La *plaçuela de los Cabrerots* se comenta muchas veces que antiguamente se la conocía como *plaçuela de Carnicols*. En otros contratos se hace referencia a la *plaçuela de la Creu Noba*, haciendo referencia a que antiguamente se la conocía como *Cabrerots* esta misma plaza. La calle situada al norte, nombrada tan solo en una ocasión como calle de la *Judería*<sup>(248)</sup>, hoy es la calle *Cardenal Payá*. La calle de la *Creu Noba* (al oeste) antiguamente era la de *Carnicols*, pero a finales del siglo XVI fue la calle que hoy conocemos como de *San Juan de Ribera* (al este)

246.- Benito, F. citado por Llopis, J. 1997 p. 614.

247.- Sobre Gaspar Gregori y la metodología proyectual renacentista en Valencia, véase Llopis, J. 2000.

248.- Casa C12, aparece como nº12 en el Libro de Compras de casas incorporadas...

la que recibía el nombre de *Carnicols*. Dentro del ámbito del Colegio del Patriarca debieron existir dos calles sin salida (también llamadas en *cul-de-sac*). Una de ellas se nombra continuamente como calle de la *Alguaziria*. Podemos situar su entrada enfrente del horno de la *Cruz Nueva*, que según los contratos de compra-venta se situaba *calle en medio de la que toma su nombre*. A la otra calle sin salida se hace referencia como *calle que no tiene salida en medio*. No obstante en una ocasión se la denomina como calle de *buydar les campanes*<sup>(249)</sup> (vaciar las campanas).



[Fig. IV.8] Inversión del Patriarca para la compra de cada casa (en libras, moneda valenciana).

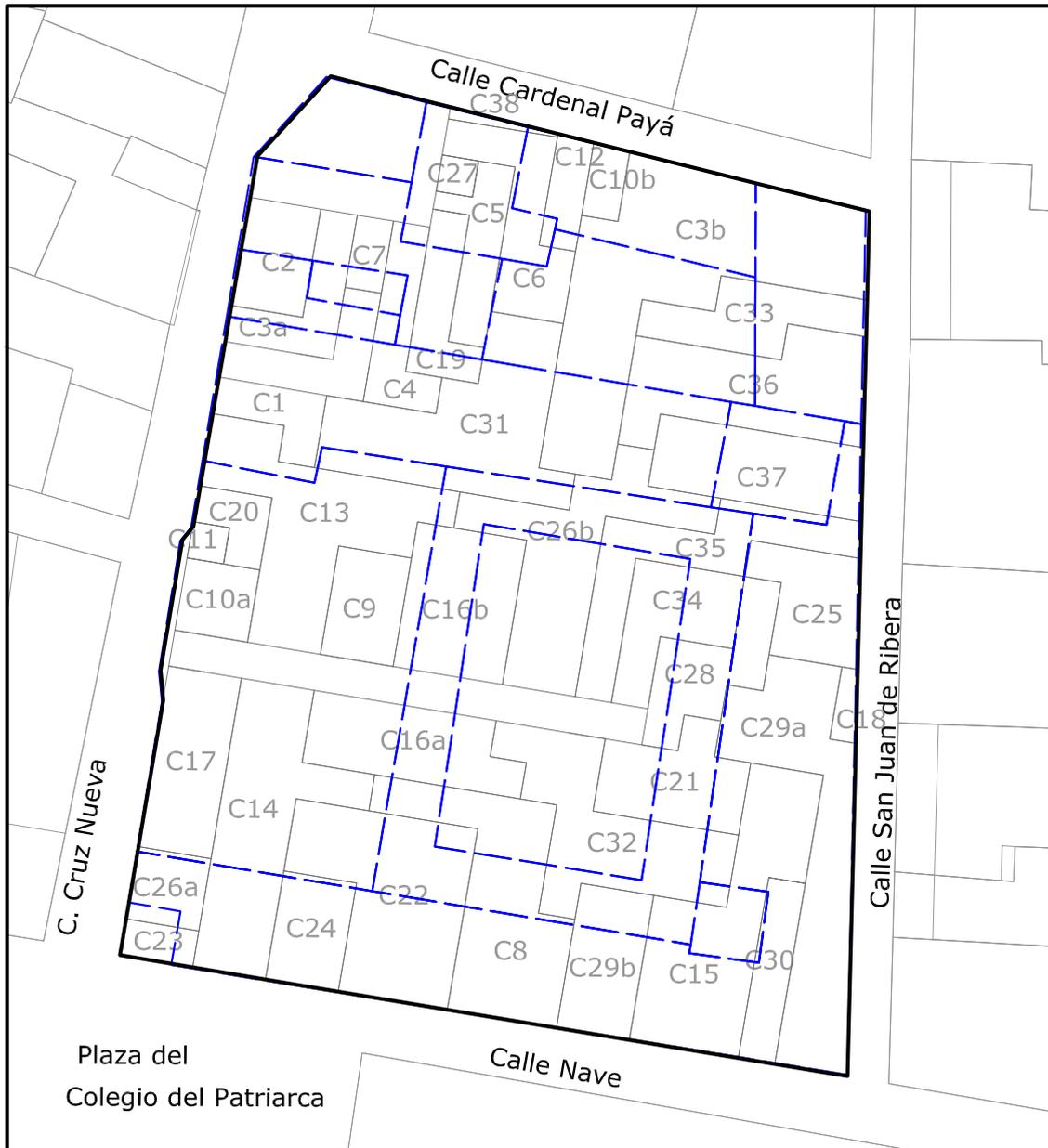
Para un análisis más ampliado sobre las calles del ámbito del Colegio, véase “Calles y plazas del entorno del Colegio” en el apartado II.2. “Evolución urbana del entorno”.

Las treinta y ocho propiedades supusieron un coste de 9726 libras<sup>(250)</sup>, que comparado con el coste real de la obra (aproximadamente 165 500 libras) es un valor muy pequeño, cercano al 6%.

La numeración que hemos asignado a las propiedades, comenzando siempre por la letra C corresponde a la numeración según el orden cronológico en que se adquirieron, para diferenciarse del orden en el que aparecen en la documentación mencionada.

249.- Casa C6, aparece como nº11 en el Libro de Compras de casas incorporadas...

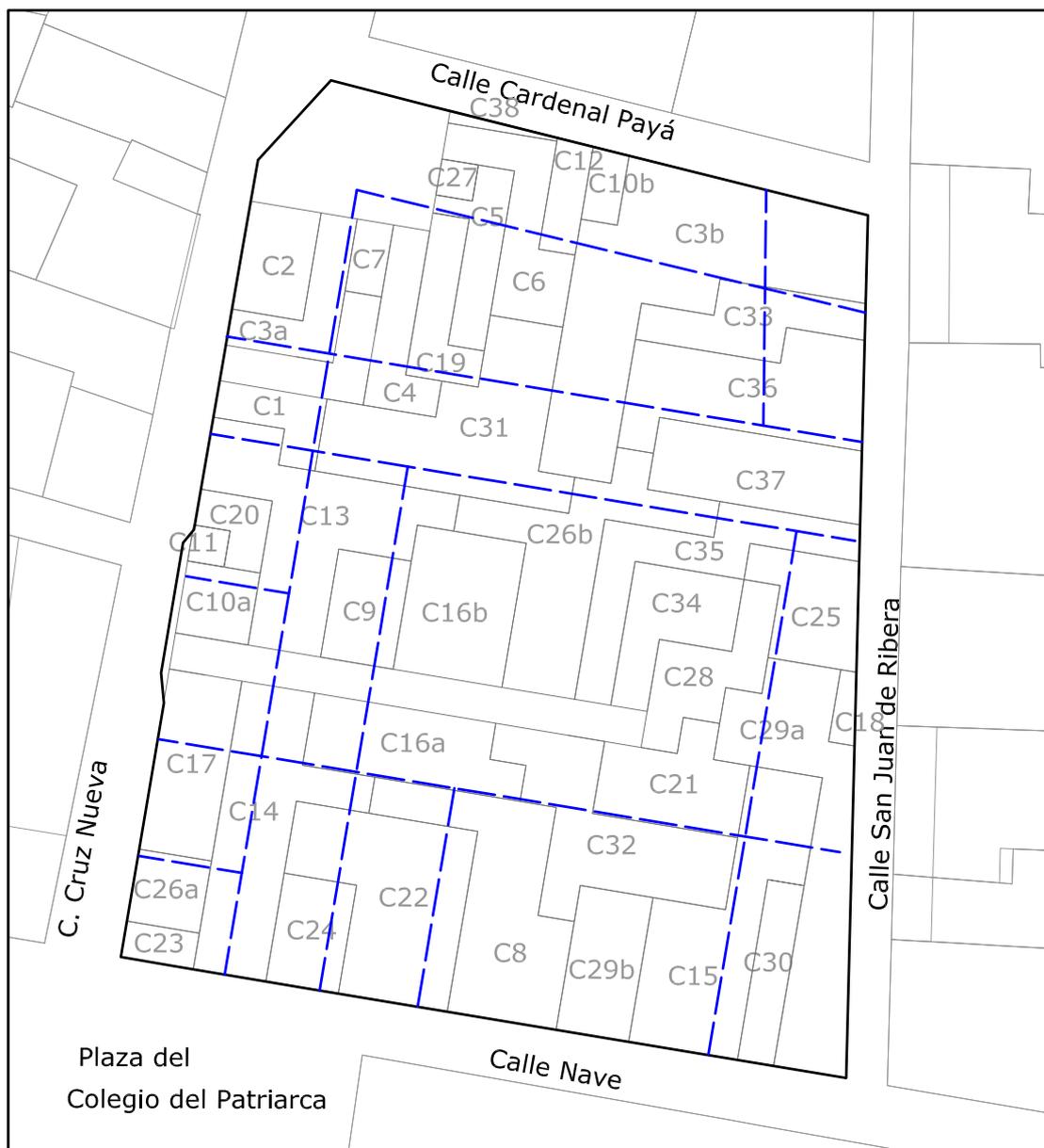
250.- No todas las compras se realizaron en libras, pero hemos homogeneizado el valor sabiendo que un Sueldo es la veinteaava parte de la Libra y que un Dinero de Valencia es la doceava parte del Sueldo.



[Fig. IV.9] Hipótesis de casas compradas en el ámbito del Colegio sobre sus trazas actuales.

En la figura anterior IV.9 se ha representado la situación hipotética de los solares que compró el Patriarca superpuestos a la traza actual del Colegio para tratar de estudiar si las trazas previas influyeron en la concepción del mismo.

En la figura IV.10 se ha superpuesto la traza de los solares y la hipotética que pudo tener el Colegio (véase apartado IV.4 “Hipótesis de construcción alternativa”).

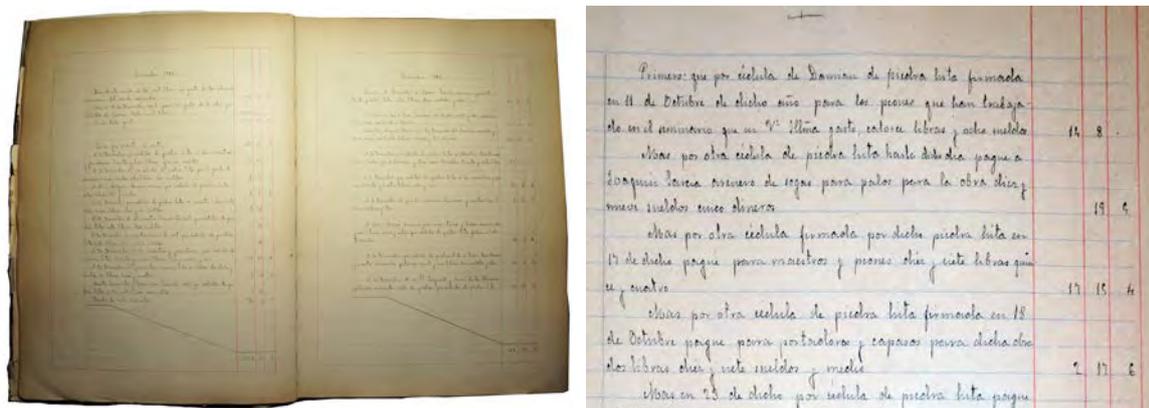


[Fig. IV.10] Hipótesis de casas compradas en el ámbito del Colegio sobre sus trazas hipotéticas.

Algunas de las trazas de la planta hipotética coinciden con el parcelario anterior del Colegio, lo que puede significar simplemente que las propiedades tienen unas dimensiones adecuadas.

## IV.2. LIBRO DE GASTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL COLEGIO

En el Archivo del Colegio del Patriarca se conserva el libro original donde se apuntaban los gastos derivados de la construcción del Colegio. A finales del siglo XIX se hizo una copia que es a la que hemos podido tener acceso. Dicho libro se titula *Libro de Construcción y Fábrica o Libro de los gastos que se hasen en el seminario que començo el Illm<sup>o</sup> señor Patriarcha...* y se redactó en el año 1892. Se trata de un libro de gran formato y consta de más de 800 páginas.



[Fig. IV.11] Libro de Construcción del Colegio. Vista general y detalle.

Hemos fotografiado el libro a razón de dos páginas por instantánea obteniendo 445, lo que hace un total de 890 páginas con contenido. La estructura del libro intenta ser cronológica aunque hay partes en que se resumen todos los gastos pertenecientes a una partida específica; así, tenemos un memorial para el yeso, para ladrillo, jornales, reble, carreteros, cal, madera, así como unos resúmenes al final del libro.

La información que se recoge son las distintas partidas, fechadas y agrupadas por meses y años según un orden cronológico no muy estricto. Se intenta citar al maestro que las cobraba y se sitúa el importe en tres columnas: Libras, Sueldos y Dineros. Hemos realizado un vaciado de la información contenida en el libro y la hemos estructurado en una hoja de cálculo de tal forma que nos permita ordenar cronológicamente todas las partidas, sumar las cantidades y filtrar resultados con el objetivo de conseguir resultados escritos o gráficos que nos ayuden en el desarrollo de este trabajo.

Hemos clasificado todas las partidas en 8 familias en función del material; a saber: Cerámicos, piedra, madera, pintura, metales, conglomerantes, textil, escultura y varios. A su vez, se pueden subclasificar los gastos en función de la temática: arena, azulejos, bronce, cal, campanario, casas, columnas, contratos, escultura, estaño, hierro, jaspe, jornales, ladrillos, latón, libros, madera, muebles, piedra, pintura, plata, plomo, raciones, rajolar, reble, ropa, salarios, tapiadores, trazas, varios, vidrio y yeso.

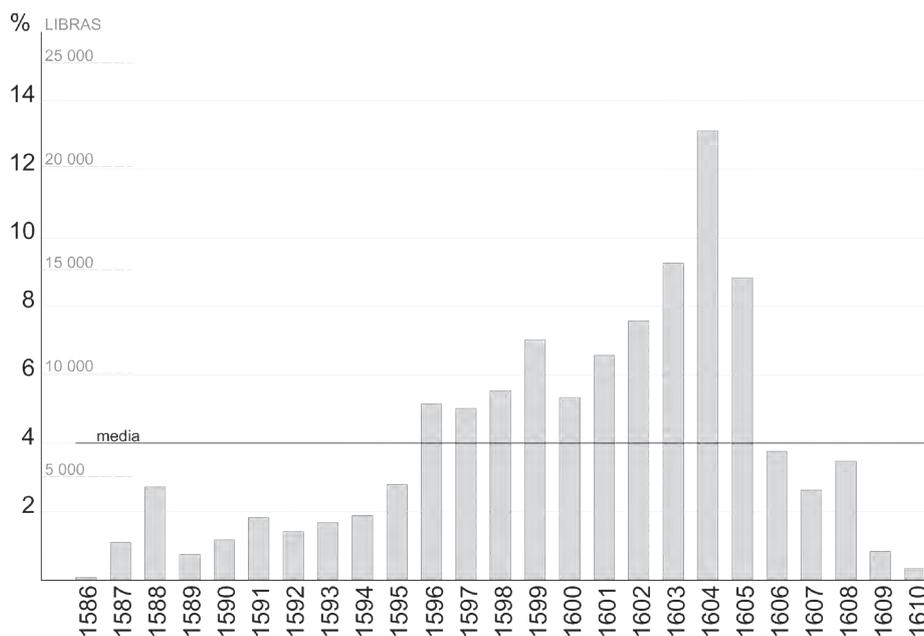
Hemos copiado a la hoja de cálculo todos aquellos gastos que se han considerado de interés para el presente trabajo, descartando partidas que no tienen que ver con la construcción del Colegio. En total son 9616 ítems entre los años 1586 y 1610 cuyo valor asciende a 165 500,70 libras.

A modo de ejemplo, en la figura IV.12 se muestran los primeros gastos ordenados cronológicamente.

IV.- Análisis del proceso constructivo

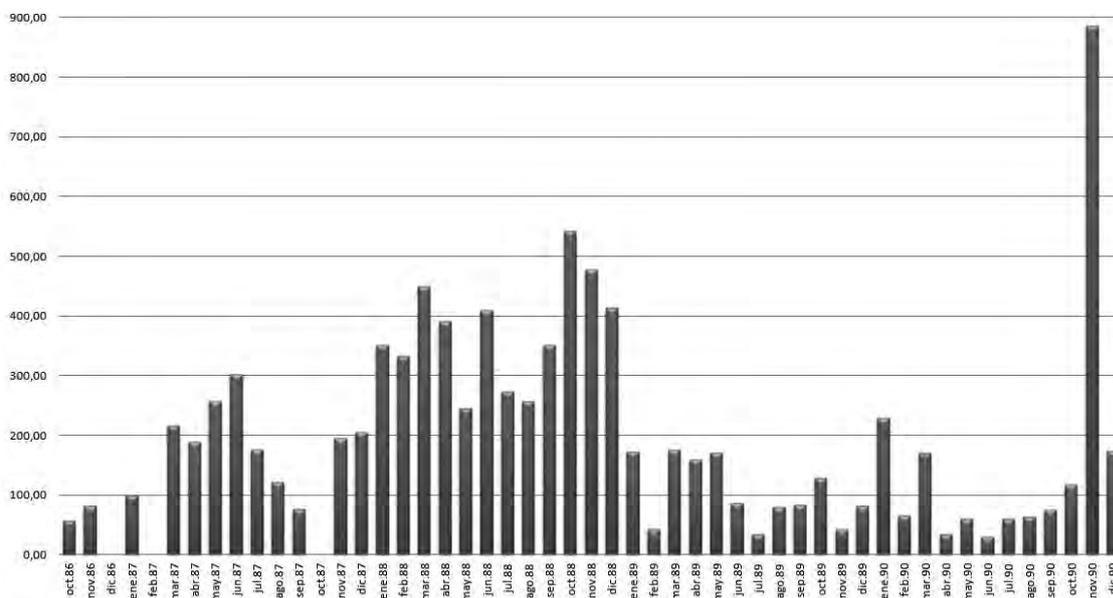
AÑO	MES	DÍA	MATERIAL	Total Libras	Observaciones
1586	10	11	jornales	14,40	cédula de piedra hita. Damian
1586	10	30	piedra	0,00	PRIMERA PIEDRA
1586	10	31	jornales	21,60	cédula y jornales. Maestro Lloret
1586	10	31	cal	6,40	cédula de piedra hita cal a Jeronimo almeruez ? Y Leonardo
1586	10	31	yeso	4,50	cédula de piedra hita de este dia por alger al maestro Joaquin Jillo
1586	10	31	jornales	9,74	cédula de piedra hita. Joaquin Sarcia
1586	11	1	varios	8,72	cédula de piedra hita
1586	11	17	jornales	17,77	cédula de piedra hita porque para maestros, peones
1586	11	18	varios	2,87	cédula de piedra hita
1586	11	20	varios	6,70	cédula de piedra hita
1586	11	23	jornales	6,90	cédula de piedra hita. Pedro Solas de Torrente
1586	11	26	jornales	27,87	cédula de piedra hita para peones y maestros
1586	11	26	cal	10,60	cédula de piedra hita por cal
1587	1	1	jornales	23,30	maestros y peones
1587	1	3	madera	8,70	Vicente Sanchez carpintero
1587	1	4	jornales	26,27	maestro Leonardo
1587	1	5	jornales	10,78	Juan Sarcia arenero
1587	1	10	raciones	7,18	raciones mozos
1587	1	10	jornales	19,05	maestros y peones de la obra
1587	1	10	arena	3,85	Juan Sarcia arenero
1587	3	2	arena	3,25	Juan Sarcia arenero
1587	3	7	arena	4,70	Juan Sarcia arenero
1587	3	7	yeso	4,90	
1587	3	7	madera	3,90	Vicente Sanchez carpintero
1587	3	7	piedra	28,75	al maestro Leonardo por 10 carretadas de piedra
1587	3	9	piedra	9,58	Pedro Bertomeu pedra-piquero: 6 reales de lo que se le debe de la piedra que asentó en las cantonadas
1587	3	17	cal	7,69	maestro Leonardo
1587	3	20	cal	14,48	maestro Leonardo
1587	3	21	jornales	26,62	maestros y peones

[Fig. IV.12] Primeros registros del Libro de Construcción del Colegio en la hoja de cálculo.



[Fig. IV.13] Gastos anuales en la construcción del Colegio, en libras valencianas.

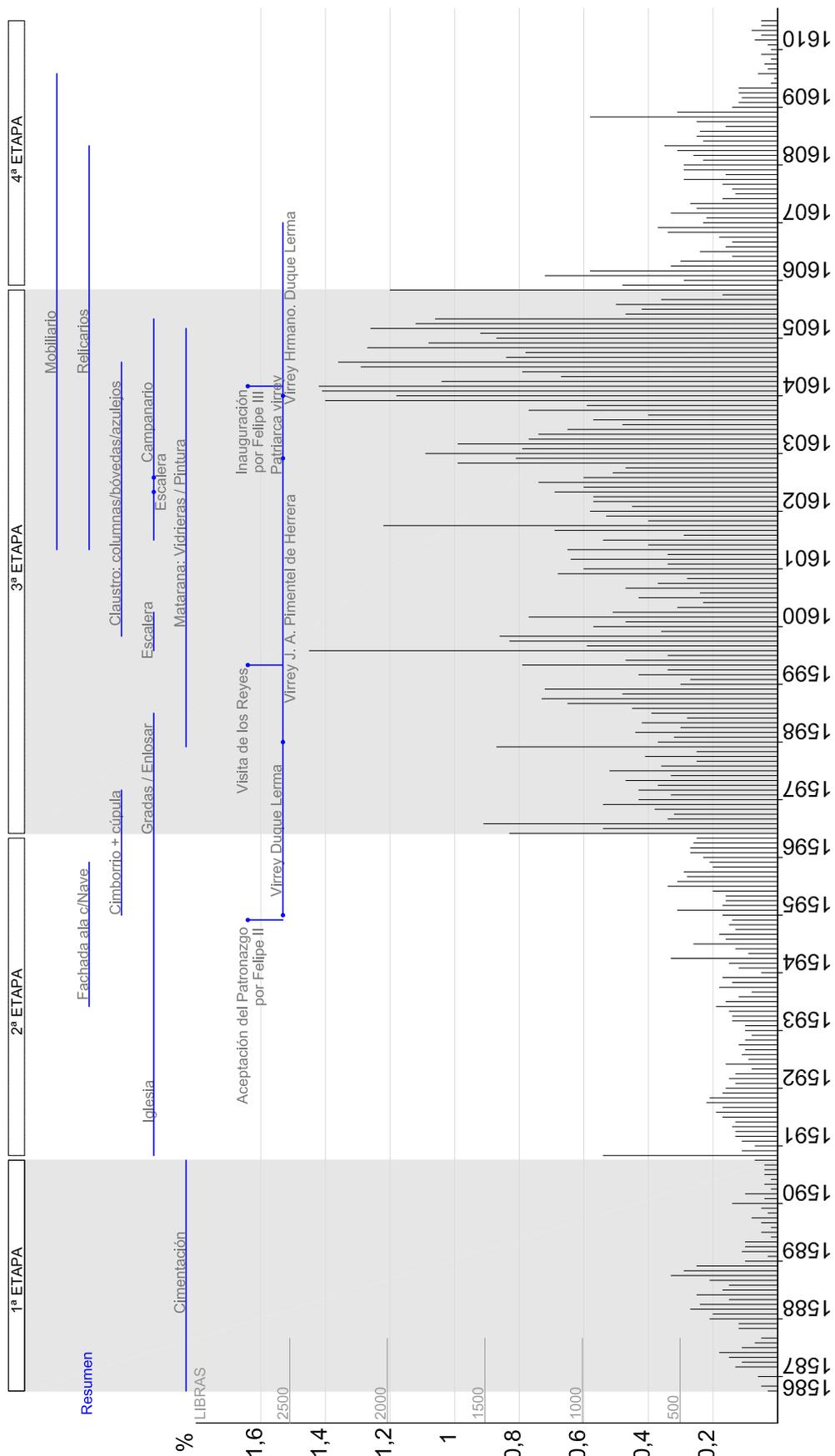
Con la anterior figura ya nos podemos hacer una idea gráfica de cómo se produjo el proceso de construcción del Colegio. Desde el inicio de la obra en octubre de 1586 los gastos se han ido incrementando hasta el año 1604, a partir del cuál se produjo un descenso considerable. Hemos de hacer notar que a esta tendencia a incrementar el gasto se produjo una excepción a finales de 1588 y durante 1589. Si ampliamos la gráfica anterior obtenemos la figura siguiente:



[Fig. IV.14] Gastos mensuales en la construcción del Colegio, en libras valenc., entre 1586 y 1590.

Queda patente que entre 1586 y 1588 hay una actividad constructora importante (con gastos mensuales que llegan en algunos casos a sobrepasar las 500 libras), pero desde noviembre de 1588 desciende bruscamente el gasto hasta noviembre de 1590 en que se formaliza el primer contrato con Guillem del Rey para la Iglesia. Esto se puede interpretar como un período de espera para reflexionar o modificar el proyecto, seguramente influidos por la publicación de *Las Estampas de El Escorial*<sup>(251)</sup>.

251.- Agradecemos aquí los comentarios y la bibliografía recomendada por López Mozo, A.



[Fig. IV.15] Gastos anuales en la construcción del Colegio de Corpus Christi.

La figura IV.15 resume de la manera más detallada posible todos los gastos en la construcción del Colegio documentados por el *Libro de Gastos*. Se muestran, pues, los gastos con periodicidad mensual.

Como puede apreciarse, hemos subdividido la gráfica en cuatro fases en función de la importancia de los gastos que se producen, además de indicar los elementos del Colegio que se ejecutan y algunos comentarios de interés.

- Primera Etapa: Desde el inicio de la obra hasta octubre de 1590, pues en noviembre se firma el contrato con el maestro Guillem del Rey. El gasto medio mensual se sitúa en el 0,11%. En este período se procede a la construcción de la cimentación de los muros perimetrales, salvo algún tramo concreto cuyo terreno aún no había sido adquirido por el Patriarca Ribera.

- Segunda Etapa: Comprende desde noviembre de 1590 hasta mayo de 1596. El gasto medio mensual aumenta ligeramente hasta el 0,15%. Excepto un breve paréntesis, en este tramo se desarrollará la iglesia, el enlosado y las gradas. Además, se completará la fachada recayente a la calle de la Nave (1593-1595) y en 1595 comenzará a ejecutarse el cimborrio. Cabe destacar que a finales de este período el rey Felipe II acepta el patronazgo de la obra y Francisco de Sandoval y Rojas, futuro duque de Lerma, comenzaba su virreinato.

- Tercera Etapa: la más dilatada en el tiempo y la que tiene un mayor índice de gasto medio mensual (0,63%). Abarca desde junio de 1596 (en que se incrementa el gasto respecto del mes anterior en un 330%) hasta noviembre de 1605 (en que cae el gasto en un 250%). Comprende la construcción de la mayoría de los elementos del Colegio: finalización de la iglesia, de la cúpula, se colocan azulejos en los muros, se construyen escaleras, vidrieras y pinturas llevadas a cabo por el pintor Matarana, el campanario, el claustro (columnas, bóvedas y azulejos), además de realizar la mayor parte del mobiliario y de los relicarios. Los monarcas no se olvidaron de esta obra emblemática y cuando visitaron la ciudad de Valencia en 1599 se documentó<sup>(252)</sup> una visita a la misma. Y en 1604 se aprovecha que los reyes están nuevamente en la ciudad para inaugurar oficialmente el Colegio-Seminario. Seguramente no es casualidad que el propio Juan de Ribera fuera virrey los dos años precedentes y, tras él, el hermano del Duque de Lerma.

- Cuarta Etapa: Terminados los elementos más importantes del edificio y a falta de revestimientos y mobiliario, baja apreciablemente el gasto medio mensual hasta el 0,36%. Se inicia este período en diciembre de 1605 y concluirá en julio de 1610.

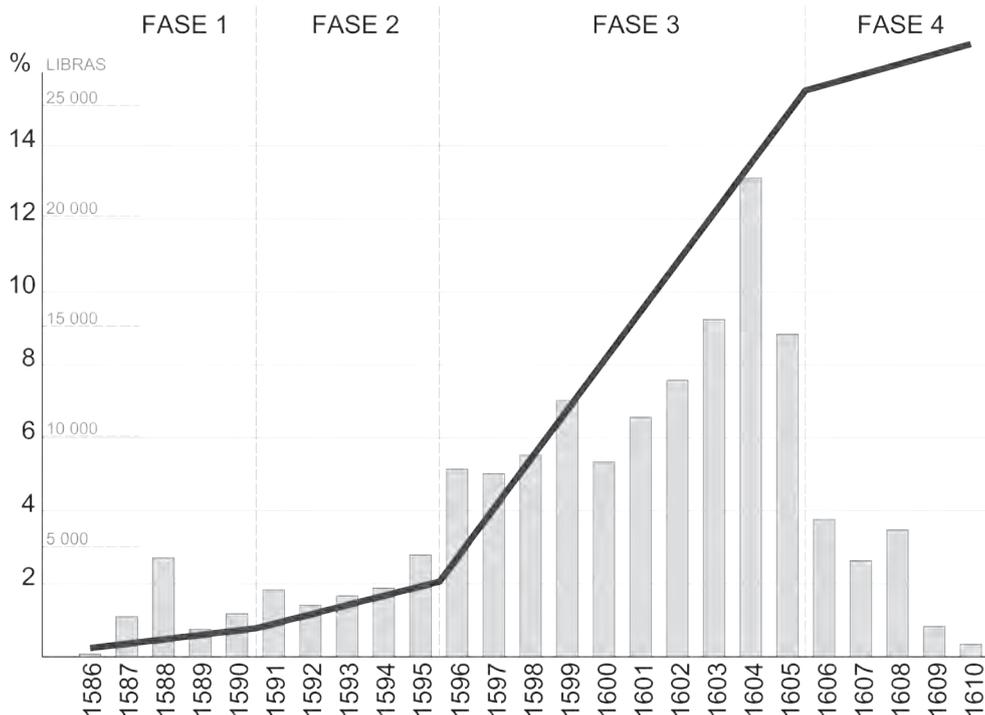
Si calculamos el gasto acumulado en cada una de las fases descritas anteriormente, veremos con claridad la diferencia entre ellas. La pendiente de la gráfica pone de manifiesto la importancia del gasto en cada período.

También hemos obtenido el gasto medio que se produjo en cada uno de los meses del año entre 1586 y 1610.

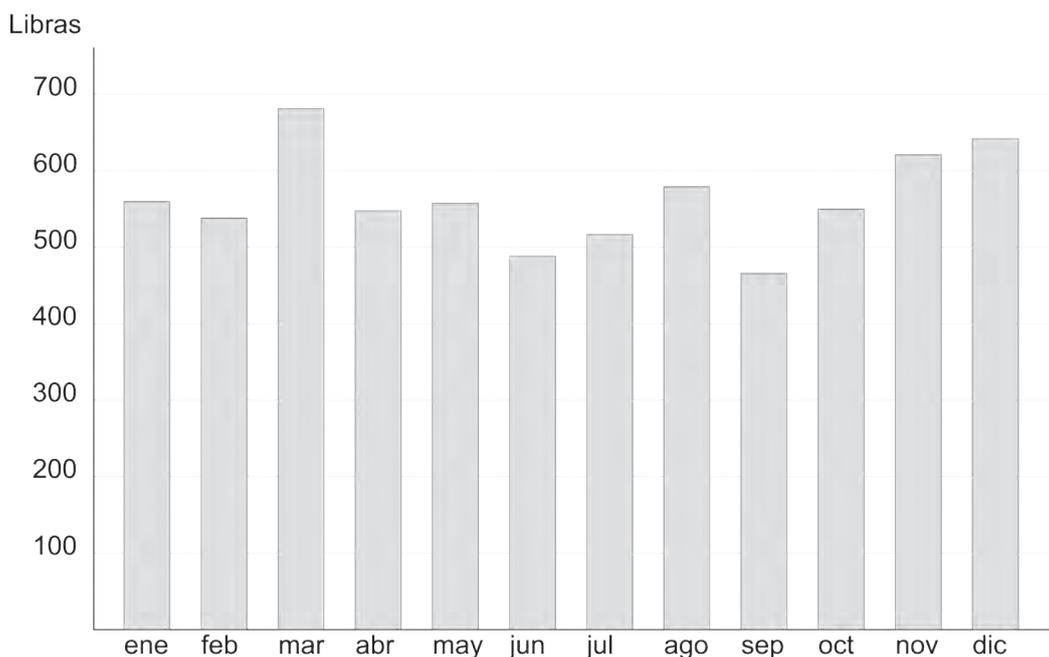
---

252.- Véase Cabrera de Córdoba, L., 1857, p. 20.

IV.- Análisis del proceso constructivo

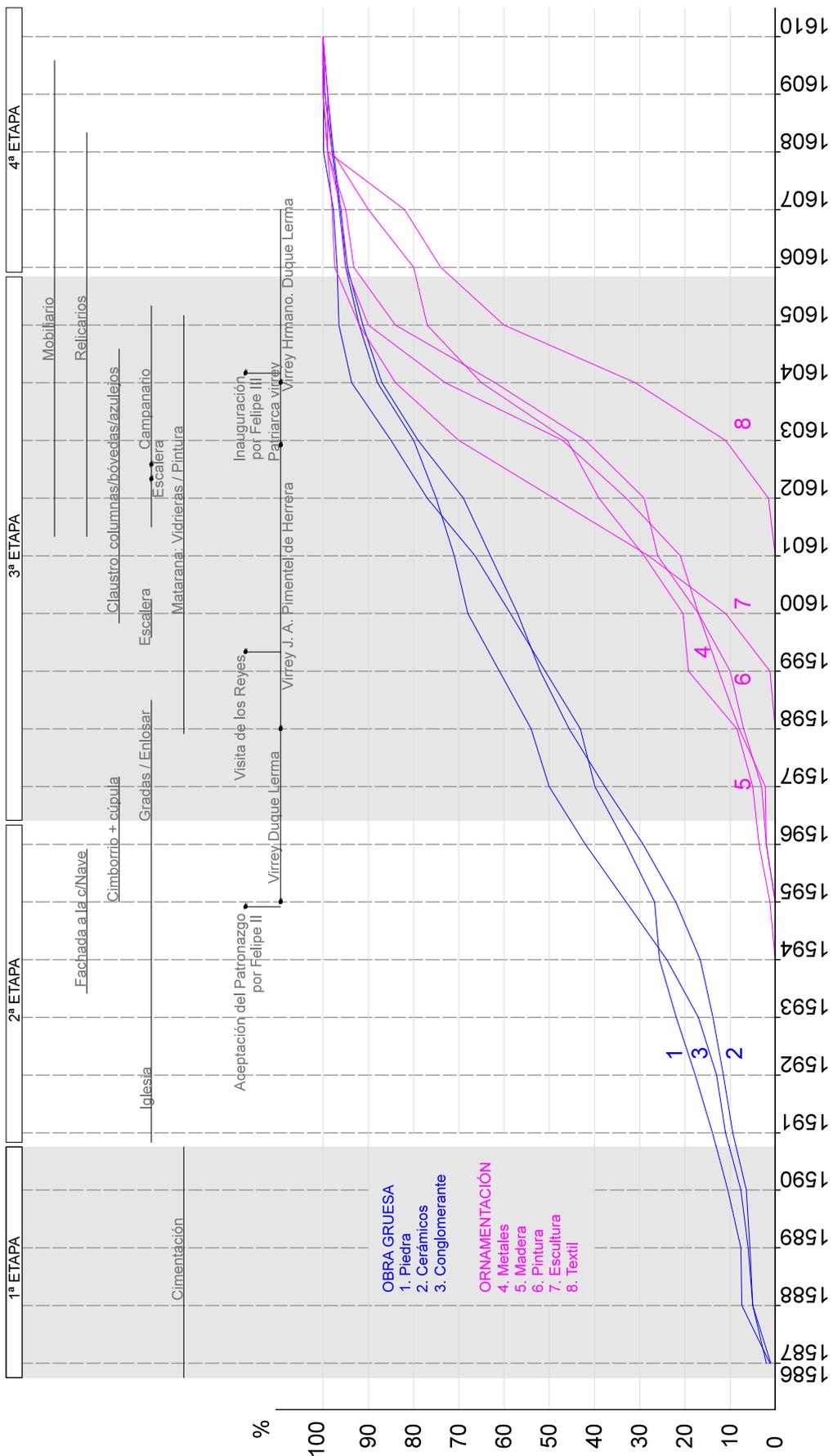


[Fig. IV.16] Gasto acumulado durante el transcurso de la obra.

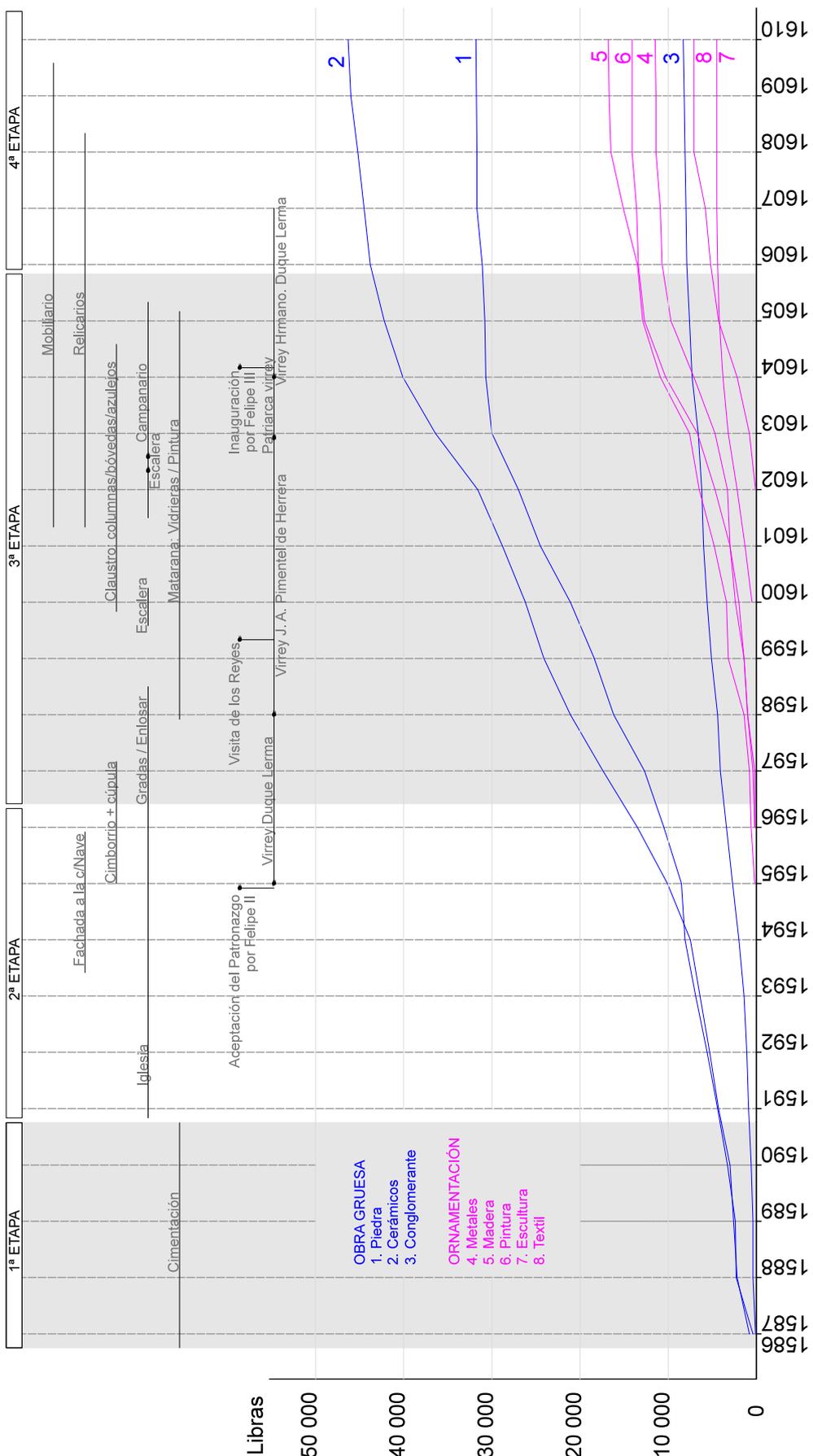


[Fig. IV.17] Gasto acumulado durante el transcurso de la obra (por meses).

En la figura siguiente se muestra los gastos acumulados en valor relativo (el 100% corresponde al máximo valor que toma cada grupo). Nótese cómo la obra gruesa (piedra, cerámicos y conglomerantes) evoluciona de manera similar a lo largo de la obra, y el grupo de materiales ornamentales también pero iniciándose cuando la obra está más avanzada. A continuación, la otra gráfica muestra el valor absoluto en libras valencianas. La importancia de cada partida se evidencia en la pendiente que toma la gráfica en cada uno de los años; compárese con las etapas constructivas que se indican.

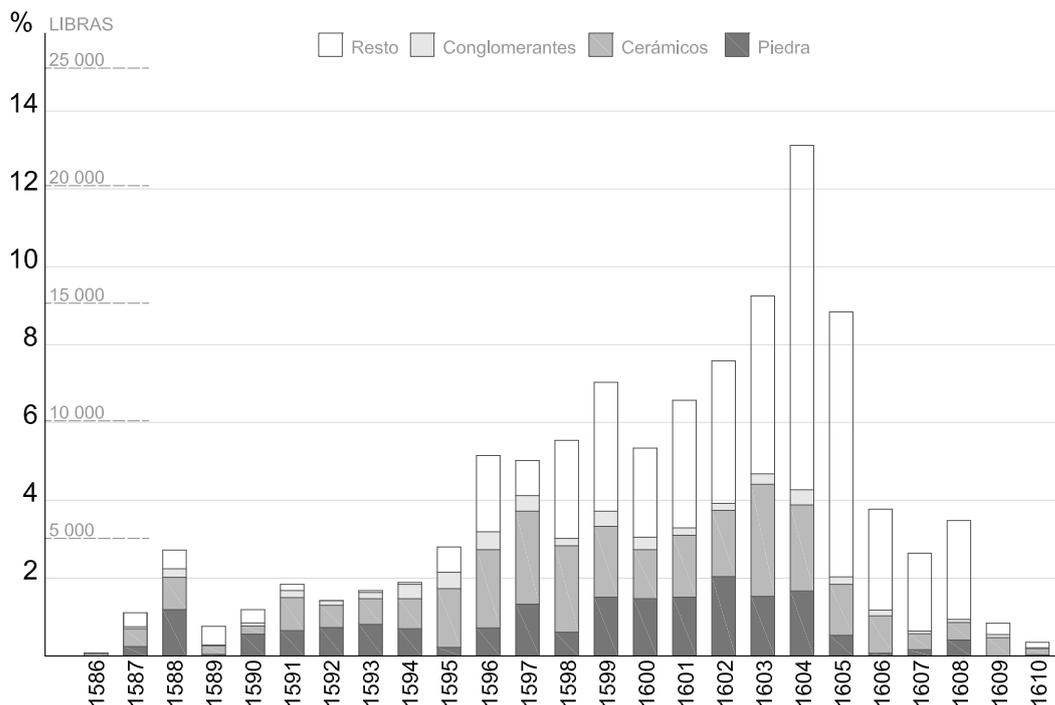


[Fig. IV.18] Gasto acumulado relativo, por años y grupos respecto del total de cada grupo.



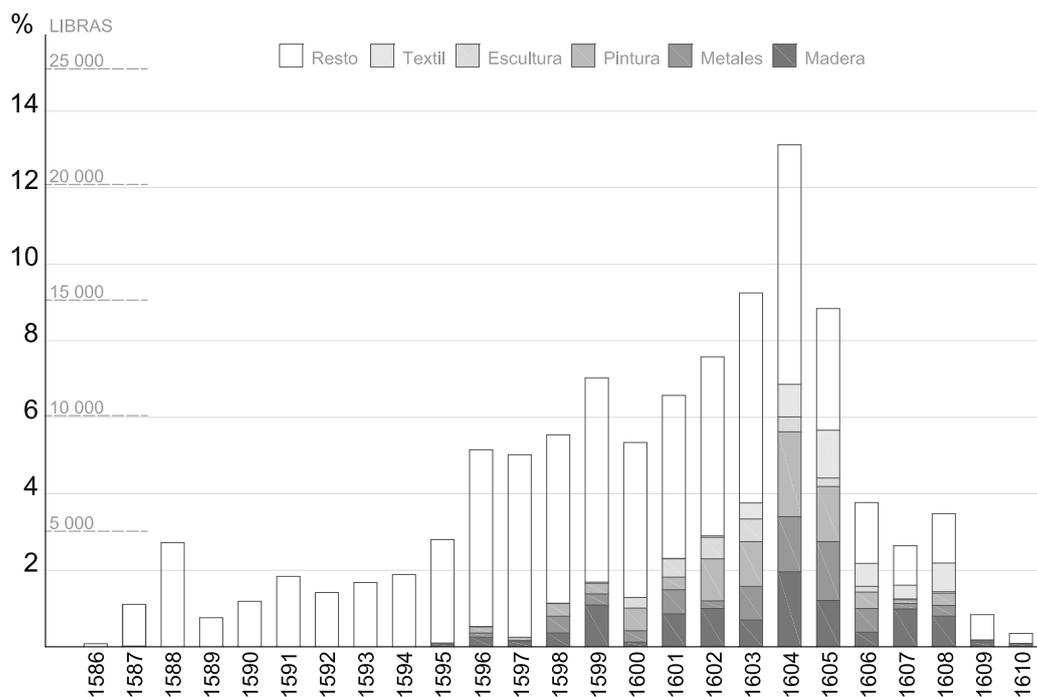
[Fig. IV.19] Gasto acumulado absoluto, por años y grupos en libras valencianas.

A continuación vamos a mostrar las gráficas obtenidas al trabajar con los datos de la hoja de cálculo.



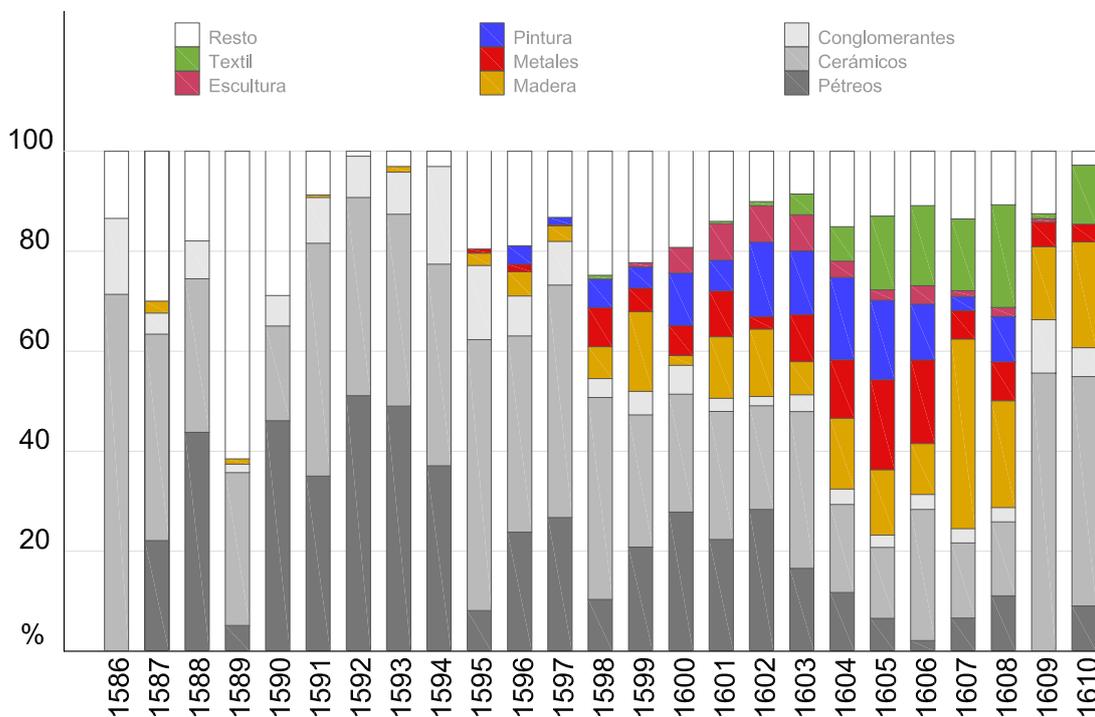
[Fig. IV.20] Gastos anuales según sean pétreos, cerámicos, conglomerantes o resto.

Para comprender e interpretar mejor los distintos gráficos, en la figura IV.20 hemos clasificado los gastos según pertenezcan al grupo de pétreos, cerámicos, conglomerantes o a ninguno de los anteriores. Durante los diez primeros años estos materiales suponen un porcentaje muy elevado del gasto, pero después dejan paso a otro tipo de gastos aunque manteniendo una considerable presencia.



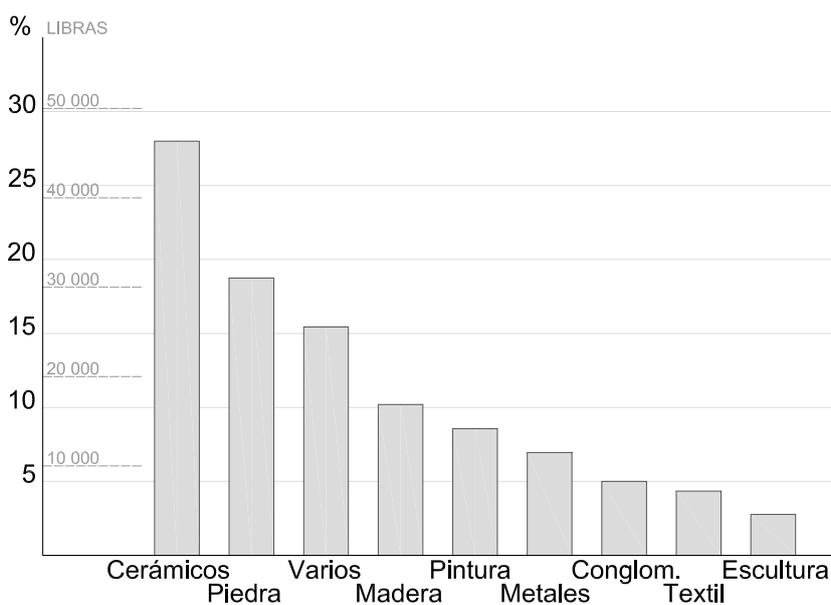
[Fig. IV.21] Gastos anuales según sean textil, escultura, pintura, metal, madera o varios.

En esta ocasión hemos filtrado los resultados según pertenezcan a material textil, escultura, pintura, metal, madera y el resto. Podemos ver cómo en los primeros años no tienen ninguna presencia y a partir del año 1595 empiezan poco a poco a abarcar gran parte del gasto.



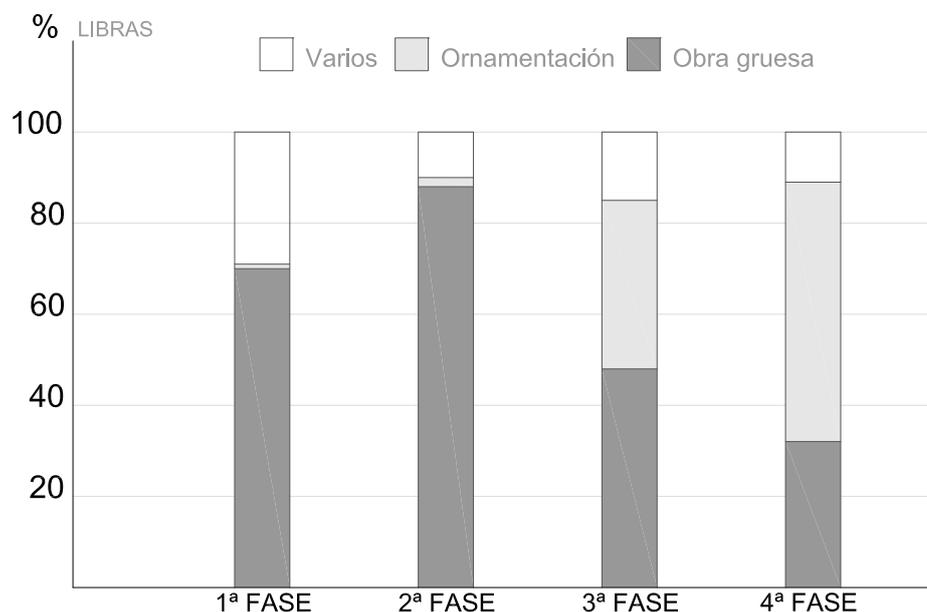
[Fig. IV.22] Gastos anuales según grupos constituyendo el 100% cada año.

La figura IV.22 clasifica todos los gastos en función de cualquiera de los grupos que hemos comentado. La única diferencia es que los resultados constituyen el 100% en cada uno de los años. En color gris hemos situado los materiales pertenecientes a la obra gruesa (piedra, cerámicos y conglomerantes) y con otros colores el resto para una mejor comprensión del gráfico.



[Fig. IV.23] Gastos totales clasificados según estos grupos.

En un esfuerzo de resumir los datos que manejamos, hemos elaborado esta gráfica (Fig. IV.23) que aglutina en tan solo nueve grupos todos los gastos, y se han ordenado de mayor a menor cuantía.



[Fig. IV.24] Gastos (valor relativo) según 4 fases, según obra gruesa, ornamentación y varios.

Según las cuatro fases de la figura IV.15 podemos mostrar los gastos en tres grupos: obra gruesa, ornamentación y el resto.

En las dos primeras fases se construyó fundamentalmente la obra gruesa y en la tercera y cuarta fase se reduce a menos de la mitad del gasto en favor de la ornamentación (pinturas, mobiliario, etc.).

Tanto en la figura IV.25 como en la IV.26 se muestran los maestros más destacados que trabajaron en el Colegio del Patriarca, ordenándose según la secuencia de aparición en las obras. En esta figura se indica el nombre del maestro, las partidas a su nombre que hemos encontrado en el Libro de Gastos, el importe de las mismas, y con una X se indican los años en que están fechadas. Para completar esta información, en la Fig. IV.26 hemos superpuesto la gráfica de la Fig. IV.15 (los gastos mensuales).

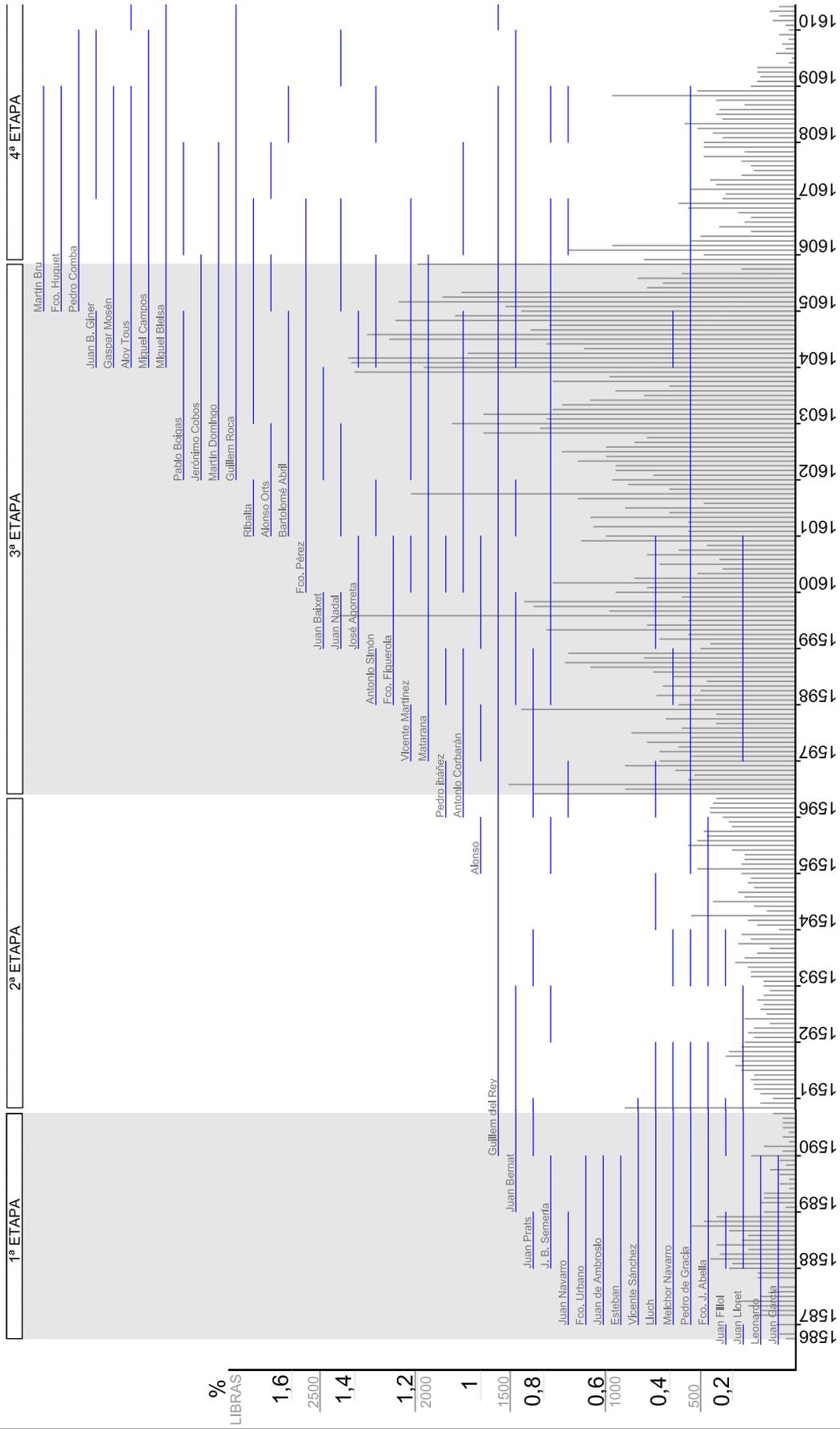
De la documentación consultada sobre el Colegio, y de otros autores<sup>(253)</sup> hemos aportado un mejor conocimiento de otras obras en las que participaron los maestros de obra. De esta manera, hemos registrado un total de 247 personas que trabajaron en la construcción de edificios en Valencia, cuyas características son: (i) Oficios: canteros, arquitectos, pintores, carpinteros, albañiles, campaneros, jefes de obra... (ii) Procedencia nacional: Valencia, Cuenca, Burgos, Granada, Tortosa, Toledo, Segorbe, Mallorca. (iii) Procedencia internacional: Francia, Portugal, Italia, Génova. (iv) Edificios: Hospital General, diversas obras para el Patriarca Ribera, San Miguel de los Reyes, Casa de la Diputación, Palacio Real, Junta de Murs y Valls, Catedral, Lonja, Palacio de la Generalitat, iglesias (S. Andrés, S. Esteban, S. Martín, Santos Juanes), puentes (Serranos, Real), Jesuitas, claustro de Portaceli, Consell, Universidad (Estudi General), Palacio Bechi. Para el Patriarca Ribera trabajaron casi un centenar de personas. Las que trabajaron en más obras, y seguramente serían más

253.- Gómez-Ferrer, M., 1998; Arciniega, L., 2001.

reputados, fueron: Guillem del Rey (10 obras), Gaspar Gregori (9 obras), Francisco Antón (7 obras), Juan de Ambuesa/Ambrosio (6 obras), Pedro Bertomeu (4 obras), Alonso Orts (4 obras), Juan M<sup>o</sup> Abril (3 obras), Melchor Linares (3 obras), Juan Baixet (3 obras), Bartolomé Abril (2 obras). Esto sugiere que el Patriarca se rodeó de los mejores canteros, arquitectos, albañiles y otros operarios para construir su obra más emblemática.

MAESTRO	PARTIDAS	LIBRAS	1586	1587	1588	1589	1590	1591	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598	1599	1600	1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610
Juan García/Sarcia	25	152	X	X	X	X																					
Leonardo	58	1661	X	X	X	X																					
Damian	3	68,77	X	X										X													
Juan Lloret	99	2254	X		X	X	X	X	X					X	X	X	X										
Juan Fillol	10	53,92	X		X		X			X																	
Fco. Juan Abella	9	139	X	X	X	X	X			X	X	X															
Pedro de Gracia	205	1958	X	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Melchor Navarro	15	115,1	X	X	X	X	X			X					X	X					X						
Lluch	10	831,3	X	X	X	X	X				X		X			X	X										
Vicente Sánchez	12	42,21	X	X	X	X																					
Estevan	70	366,9	X	X	X																						
Juan de Ambrosio	24	459,7	X	X	X																						
Francisco Urbano	14	166,2	X	X	X																						
Juan Navarro	8	126,7	X	X									X										X		X		
Estevan Moya	8	247,6	X	X																							
Juan Petit	5	30,8	X		X																						
Jaime Casals / Casan	5	188,9	X																								
Pedro Bertomeu	2	33,57	X																								
utista Semeria / Juan María :	48	1940		X	X			X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Juan Prats	6	45,79		X		X			X				X	X	X												
Juan Bernat	39	559,1		X	X	X	X							X	X						X	X	X	X	X	X	X
Guillem del Rey	442	20935		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fco. Dura	7	59,62					X	X																			
Bartolomé Martin	7	38,97					X	X																			
Nicolás Estevan	1	27,6						X																			
Alonso	6	106										X		X		X	X										
Antonio Corbaran	18	163										X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			
Pedro Ibáñez	3	110,6										X		X		X											
Matarana	280	7752											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Vicente Martínez	26	1331											X		X		X	X	X	X	X						
Fco. Figuerola	13	1102												X	X	X											
Antonio Simón	7	380,3												X			X				X	X			X		
José Agorreta	4	656,6												X	X						X						
Gaspar Bruel	3	119,6												X	X												
Juan Nadal	8	221,9												X		X	X				X	X				X	
Juan Baixet	6	282,3												X			X	X									
Francisco Perez	39	2482												X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Damian Pla	2	23,96												X	X												
Bartolomé Abril	22	843,1															X	X	X	X					X		
Alonso Orts	6	29,04															X	X				X		X			
Francisco Estevan	2	26,58															X	X									
Ribalta	8	648,5															X		X	X	X	X					
Estevan Margallón	3	75,39															X										
Guillem Roca	203	4070															X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Martin Domingo	32	160,3															X	X	X	X	X						
Jerónimo Cobos	22	740															X	X	X	X							
Pablo Boigas	6	119,8															X	X	X		X	X					
Gaspar Ferri	30	475,3															X	X									
Miguel Benet	4	78,19															X		X				X				
Diego Castellon	10	71,43															X		X					X			
Gaspar Estevan	2	4,55															X					X					
Miguel Estevan	1	7,47															X										
Estevan Soria	1	2,49															X										
Simon Acevedo	13	88,65																X	X								X
Miguel Bielsa	14	376,8																			X	X	X	X	X	X	X
Miguel Campos	12	298																			X	X	X	X	X	X	X
Aloy Tous	77	2075																			X	X	X	X	X	X	X
Gaspar Monsen	19	247,4																			X	X	X	X	X	X	X
Juan Bautista Giner	11	114,7																			X			X	X	X	
Gaspar Bras	7	250,2																			X			X	X		
Pedro Ferrer	9	67,28																			X						
Pedro Comba	23	333,8																					X	X	X	X	X
Francisco Huguet	58	554,1																					X	X	X	X	

[Fig. IV.25] Maestros destacados en la construcción del Colegio, por orden de aparición.



[Fig. IV.26] Maestros destacados en la construcción del Colegio.

### IV.3. PROCESO CONSTRUCTIVO DOCUMENTADO

Como introducción a este apartado mostramos la infografía inferior, en la que se aprecia en planta distintas fases del proceso constructivo del Colegio del Patriarca.



[Fig. IV.27] Infografía del conjunto del Colegio del Patriarca sin las cubiertas.

#### La financiación

Para la construcción del Colegio, al Patriarca Ribera no le bastaba con las rentas de la mitra (sus propiedades), que estaban mermadas y destinadas a objetos peculiares y fundaciones que estaba subvencionando. Así que contaba con las rentas de su casa y la generosidad del Rey, su amigo Felipe III<sup>(254)</sup>. Invirtió su fortuna, heredada en 1571 tras la muerte de su padre, y no cargó las áreas arzobispales<sup>(255)</sup>. Además, solicitó el patronazgo del rey mediante carta enviada en diciembre de 1594 y que fue contestada ese mismo mes, percibiendo del monarca 50 000 libras<sup>(256)</sup>, que asciende al 30% del total invertido en el Colegio, cantidad nada despreciable. En dicha carta se agradecía a Ribera el interés en llevar a término el mandato del Concilio tridentino y se valoraba que la obra la hubiera sufragado el arzobispo.

Pero la monarquía española se situaba en quiebra en el año 1599. Las Cortes Catalanas que abrían ese mismo año deberían aportar al Rey 1 100 000 libras y las Valencianas, en 1604, 1 000 000 libras a las que se añadiría la concesión de las almadrabas de la costa valenciana al Duque de Lerma y las mercedes al duque del infantado, Conde de Villalonga y a otros nobles. Finalmente, la suma ascendería a 400 000 ducados, en diferentes

254.- Cruilles, M. 1876, p. 186.

255.- Llopis Verdú, J. 1997, p. 598.

256.- En principio para dotar al Seminario de renta y patrimonio perpetuos. Escritura de Fundación del Real Colegio de Corpus Christi, véase en Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 263.

plazos, además de unos 50 000 ducados a repartir entre nobles (Lerma, 15 000; Patriarca, Infantado y Vicecanciller, 7000; Villalonga, 4000). El nivel de presión fiscal para la sociedad valenciana sería especialmente agobiante si se tienen en cuenta las 100 000 libras concedidas durante el virreinato del Conde de Benavente (1598-1602), aparte de lo aprobado por las Cortes y, además, los gastos de la boda de Felipe III, que para la ciudad implicó el coste de 30 000 libras<sup>(257)</sup>.

Desde 1599 ya está documentada la entrada de plata desde la *Nueva-España*. Por ejemplo, se cita que el Marqués de Denia, Duque de Lerma, recibió 50 000 ducados de manos del Rey por la buena nueva<sup>(258)</sup>. Además, le hicieron contador mayor de Hacienda con merced de los derechos que hasta ahora se cobraban por el Rey, que importaban 30 000 ducados cada año<sup>(259)</sup>.

Al acto de la primera piedra del Colegio de Corpus Christi acudió el Virrey, Marqués de Aytona (1580-1595), con toda la solemnidad y grandeza que requería el proyectado edificio<sup>(260)</sup>.

Constituciones del Colegio, cap. II:

*Primeramente dexamos por Protector, y Patron deste nuestro Colegio, y Seminario, à la Mag. del Rey Don Felipe III. nuestro Señor, y à los Sucesores de su Magestad Catholica en estos Reynos de Aragon: suplicandole humildemente, no se dedigne de admitir esta obra, aunque pequeña, debaxo de su Real Proteccion, continuando lo que hizo la Magestad del Rey nuestro Señor su Padre, de felice memoria: assi por fer concerniente al bien de sus vasallos, como por averla fundado un humilde Capellan de su Magestad, que con ordinario cuidado intercede con Dios nuestro Señor por la felizidad espiritual, y temporal de su S. C. R. Magestad. Y con la misma humildad suplicamos à las Magestades, del Rey nuestro Señor, y de sus Sucesores, que manden guardar inviolablemente estas nuestras Constituciones, sin permitir que se mude cosa alguna en ellas, por ser esta nuestra voluntad. Confiando de la clemencia, y grandeza de sus Magestades, que condescenderan en todas ocasiones con nuestro deseo, y confianza, y que mandaràn favorecer, y amparar esta pequeña obra, aunque grande, por estar debaxo de su Real amparo, y proteccion<sup>(261)</sup>.*

*Dota al Seminario de renta y patrimonio perpetuos para el cual se nos ha concedido por la catholica y real magestad del Rey Don Felipe nuestro Senyor gracia y amortización en suma y cantidad de cincuenta mil libras moneda valenciana según parece por su Real privilegio<sup>(262)</sup>.*

*Principalmente, que aunque la hazienda que tenia yo antes de ser Obispo, y la que despues me ha sobrevenido por gracia de mi padre, y deudos, se ha empleado en fundar la mitad desta obra (lo que fuera imposible averse podido hazer con la renta del Arzobispado; porque gracias à nuestro Señor, nunca por este respeto, ni por otro, se ha dexado de acudir à las obligaciones): pero assi esta parte, como la que se ha tomado de la renta de la Iglesia, se deve à la merced y grandeza de V. Magestad, de manera, que el favor que V. Mag. hiziere à esta Casa, lo merece, por obra de sus Reales manos. Al Vicecanceller escrito la renta que hasta agora tiene; y siendo V. Magestad servido de hazerme esta merced, proseguiré hasta acabar las Constituciones desde Colegio, confiado, (...) De Valencia, y Deziembre 2 de 1594<sup>(263)</sup>.*

---

257.- García Cárcel, R. en VV. AA. Dossier "Felipe III, poco Rey para tanto Reino" p. 7.

258.- Cabrera, L. 1857, p. 16.

259.- Cruilles, M. 1876, p. 38.

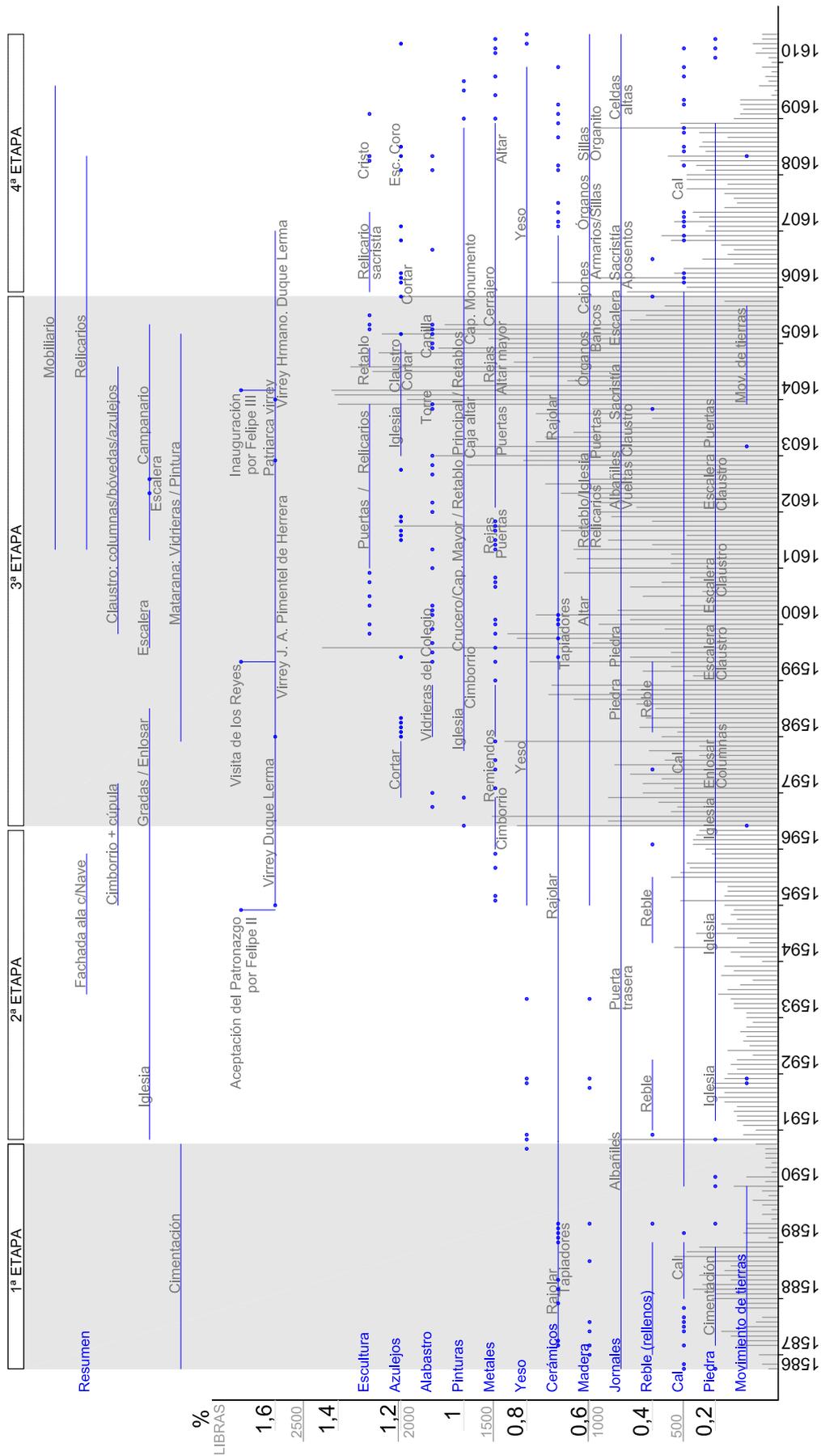
260.- Cruilles, M. 1876, p. 187.

261.- Constituciones del Colegio, cap. II, p. 2-3.

262.- Citado en Benito, F. 1991, p. 21.

263.- Carta del Patriarca a Felipe II solicitando su patronazgo. Constituciones del Colegio de Corpus Christi. Introducción.

IV.- Análisis del proceso constructivo



[Fig. IV.28] Desglose de gastos en la construcción del Colegio.

## La adquisición de los terrenos

este tema ya ha sido ampliamente tratado en este trabajo, por lo que solo insistiremos algunas cuestiones. Desde el principio, el proceso de adquisición de casas es global en todo el ámbito del edificio, conociéndose la extensión del conjunto. No se comenzó a comprar terrenos y, posteriormente, se fue ampliando la parcela; este aspecto no se improvisó. En el momento en que se coloca la primera piedra, el 30 de octubre de 1586 el Patriarca aún no ha terminado de adquirir todos los solares de la manzana (Véase aptdo. IV.1 "Proceso de compra de las casas"). Están pendientes algunos que lindan con la calle de la Nave (al sur) y la de *Carnicols* (al este). Como el primer contrato formal data de 1590, hasta ahora se pensaba que la obra comenzó por la iglesia y terminó por la zona norte, de servicio, pero como veremos a continuación no fue así.

## La cimentación del conjunto

Desde el año 1586 en que se coloca la primera piedra comenzará la obra del Colegio. Sabemos que la iglesia, la capilla, el claustro, las celdas y la biblioteca se construyeron a partir de 1590 al estar documentado con los contratos correspondientes. Respecto de la zona de servicio del Colegio no hemos encontrado ningún documento que acredite explícitamente su construcción ni a qué maestro de obra se le asignó. No obstante, entre 1586 y 1589 sí que hay registros de la obra que tienen que corresponder a esta zona de servicio aunque no se cite como tal. En cualquier caso, en este período de tiempo se procede a la ejecución de los *fundamentos* o cimientos de los muros perimetrales de la manzana.

Estas son algunas partidas relacionadas, según el *Libro de Gastos* del Colegio:

*A Pedro Bertomeu pedra-piquero: 6 reales de lo que se le debe de la piedra que asentó en las cantonadas (9/03/1587).*

*A Juan Basem por abrir 57 palmos de fundamento (19/06/1587).*

*A maestre Leonardo por trece carretadas piedra gruesa y asentada en la pared de la izquierda (13/02/1588).*

*A maestre Leonardo por la cantonada de la cruz nueva (31/03/1588).*

El procedimiento para conformar los muros de la fachada consistirá en abrir una zanja, situar la piedra de los cimientos, rellenar con reble<sup>(264)</sup> y al llegar a cada esquina, ejecutar la *cantonada*. Los gastos relacionados con las cantonadas, según el *Libro de Gastos* del Colegio, son:

*A Pedro Bertomeu pedra-piquero: 6 reales de lo que se le debe de la piedra que asento en las cantonadas (9/03/1587).*

*A maestre Pedro carretero, que remato la piedra de las dos cantonadas (8/06/1587).*

*Piedra de la cantonada que comenzaron Leonardo y Juan de Ambrosio a llenar todas las cantonadas que tomaron a estajo por 15 libras, se les dio la tercera parte (9/01/1588).*

*Segunda paga de las cantonadas. Maestre Leonardo (26/01/1588).*

*A Juan de Ambrosio por la cantonada que estaba a su cargo. Cantonada fina (27/02/1588).*

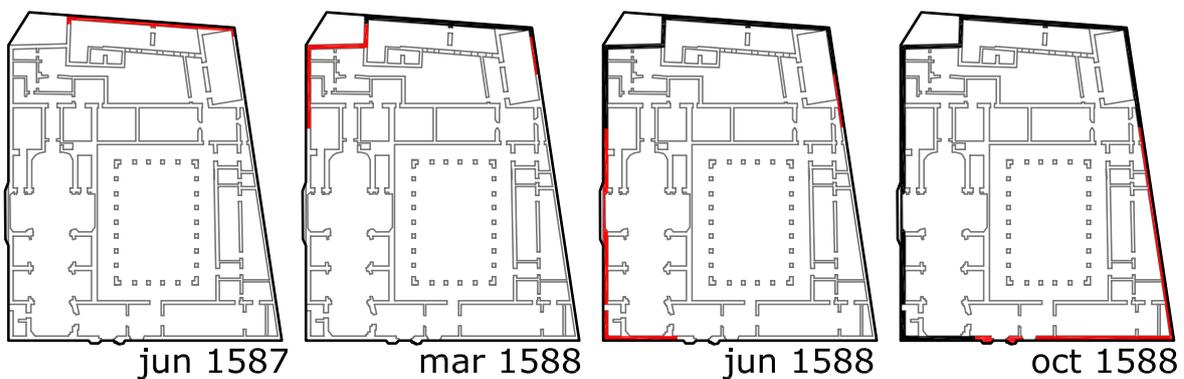
*A maestre Leonardo por la cantonada de la cruz nueva (31/03/1588).*

---

264.- Cascajo o fragmentos de ladrillos y de otros materiales que sirven para llenar huecos. RAE, 2010.

A maestro Leonardo, ocho carretadas de piedra gruesa. Cantonada (31/03/1588).  
 Cantón que esta a la Cruz Nueva di a Juan de Ambrosio y Leonardo (25/06/1588).  
 A maestre Leonardo por el cantón último que hizo del Colegio (29/10/1588).  
 Ocho carretadas de piedra para las cantonadas de las casas (13/08/1595).  
 Han cortado piedra para la cantonada de la cocina (20/02/1599).

Por lo tanto, debieron comenzar la construcción de la cimentación de la cara norte y de sus dos cantonadas (entre el primer y segundo trimestre del año 1587). La primera esquina fue a manos del maestre pedrapiquero Pedro Bertomeu. Posteriormente, los maestros Leonardo y Juan de Ambrosio se encargaron de la segunda cantonada. Juan de Ambrosio continuaría con la tercera esquina, denominada *la cantonada fina*, que debe de hacer referencia a la esquina Noroeste, que es cóncava (en febrero de 1588). En marzo y en junio de 1588 se citan las cantonadas referentes a la calle de la Cruz Nueva (oeste) por parte de los *pedrapiquers* Leonardo y Juan de Ambrosio nuevamente. Y, para finalizar, se nombra el *último canton* del Colegio (en octubre de 1588) llevado a cabo por Leonardo. En la siguiente figura se representa el proceso descrito:



[Fig. IV.29] Progreso de la cimentación de los muros de fachada.

Como vemos, en cuestión de dos años se ejecutó la cimentación del perímetro del conjunto, lo que iban a ser las fachadas exteriores del mismo.

### Los primeros muros

Desde el mes de abril de 1587, es decir, al mismo tiempo que se materializaba la cimentación, se contrató el alquiler de un horno en Moncada<sup>(265)</sup> para la fabricación de los ladrillos, tableros y tejas que se iban a emplear en el Colegio del Patriarca. Desde este mes aparecen en el *Libro de Construcción del Colegio* cédulas en concepto de *hornadas*. Vinculados a dichas hornadas constan los registros contables de los tapiadores que estaban levantando las fachadas tanto exteriores como interiores (zona de servicio) del Colegio. La tapia que se estaba construyendo era una tapia valenciana, constituida fundamentalmente por tapial relleno en su interior por ladrillos macizos. Como las partes más importantes del conjunto (iglesia, capilla, zaguán y claustro) estaban en espera de formalizar el contrato para su construcción, prácticamente todas las partidas que constan entre 1586 y 1589 debieron pertenecer a los muros de las estancias de servicio.

La razón por la que esta zona de servicio se configura tan irregular en comparación

265.- El propietario era mosén Abella y el encargado Jaime Casals.

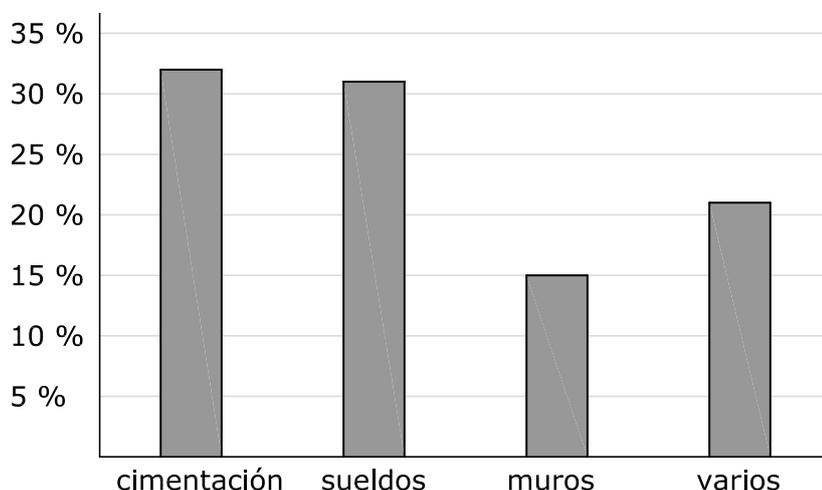
con la iglesia, el claustro, la capilla, etc. puede ser debida a que la zona de servicio siempre se consideró residual y accesoria a los espacios importantes y no se cuidó la forma ni la disposición. Aunque tampoco es del todo cierto; es necesario confrontar con el apartado III.3 "Trazados reguladores" para observar que en el diseño del conjunto también se tendría en cuenta esta zona.

Hemos diseñado la siguiente hipótesis que respondería a la construcción de esta parte del conjunto que comenzaría a construirse en 1586, pero que las plantas superiores irían configurándose años más tarde:



[Fig. IV.30] Hipótesis de la evolución de la construcción de los muros interiores.

Tal y como se aprecia en la figura IV.31, casi la mitad de los pagos producidos desde que se iniciaron las obras hasta 1589 se dedicaron a la cimentación y a la construcción de muros, mientras que la otra mitad pertenece a los sueldos de los trabajadores y a otros conceptos.



[Fig. IV.31] Gastos producidos entre 1586 y 1589.

## La iglesia

El día 16 de julio de 1590 se firma el convenio entre D. Miguel de Espinosa, rector del Colegio de Corpus Christi y Guillem del Rey, *acerca de la Iglesia que dicho maestro Guillem Rey ha de hacer en dicho collegio y seminario*<sup>(266)</sup>. Tal y como estipula el contrato, se tenía que construir una iglesia con buenos materiales (piedra de Godella, revisada y aceptada 266.- Véase documento en Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 268.

por Gaspar Gregori) con unas dimensiones de 170 x 74 palmos<sup>2</sup>, siendo la nave central de 40 palmos de ancho y otros 17 palmos por cada lado del crucero. En medio del crucero debe ir un *quadro de quarenta palmos quadrados en el qual haya de hacer y haga una boveda fornecina de punto redondo (...)* y haya de quedar un oyo de diez y seis palmos de diametro...

En el *Libro de Gastos del Colegio* hallamos 319 gastos a Guillem del Rey a lo largo de toda la obra. El primer pago a Guillem del Rey para la Iglesia tuvo lugar el 1 de marzo de 1590: *A Guillem del Rey para los gastos de las obras que hasen en la Yglesia del Colegio y son para la paga de este presente mes conforme al contrato (1/03/1590).*

En el mes de noviembre de ese mismo año recibiría honorarios por valor de 600 libras: *Recibi por Mosen Sanbat Hureta (?). (24/11/1590)*

Y hasta finales del año 1594 fue recibiendo pagos mensuales por valor de 100 libras a cuenta de la obra de la Iglesia. Después, en 1596, recibirá más de 800 libras en concepto de atrasos: *A Guillem del Rey para poder acabar la obra de la Yglesia por 21 partidas contenidas en un borrador desde 21/02/1595. (2/06/1596)*



[Fig. IV.32] Infografía de la sección longitudinal de la iglesia.

El alzado de la nave central es de orden corintio con arcos de amplia embocadura en las capillas y radio tangente al entablamento. Por encima, aloja tribunas en cada capilla y se emplean bóvedas baídas de nervaduras en cruz para su cubrición, práctica constructiva local<sup>(267)</sup>.

Tras este breve parón en las obras de la Iglesia en 1595 se reanudan los trabajos con el objeto de colocar el solado con piedra de Ribarroja<sup>(268)</sup> y construir las gradas. Recordemos que en diciembre de 1594 Felipe III acepta el patronazgo del Colegio del Patriarca concediendo hasta 50 000 libras para su financiación. Posiblemente este dinero se recibiera a principios de 1596 (bajo el virreinato del Duque de Lerma). Pero también es factible que, nuevamente, estuvieran pensando en modificar algún aspecto más o menos importante de la iglesia, tal y como reflejan las modificaciones que se realizaron en el crucero:

267.- Benito, F. 1991, p. 30.

268.- Convenio entre el Rector y Guillem del Rey para la terminación de la Iglesia. Boronat y Barra-china, P. 1904, p. 279.

*Siete carretadas para el remiendo del crucero (7/01/1595).*

*Quatro carretadas de piedra para el otro brazo del crucero (27/05/1595).*

Cabe la posibilidad de que sea en este momento en el que se reconstruye la pared de la fachada oeste que coincide con el crucero en su parte interior, pero que en el exterior sobresale del resto del plano de la fachada. Este hecho corroboraría la hipótesis de que en un primer momento la iglesia no debía estar situada donde hoy en día se encuentra y al modificar su ubicación hubo que reconstruir algunos muros.

Acerca del cimborrio encontramos los siguientes gastos en el Libro de Construcción del Colegio:

*28 piezas de plomo para cubrir el cimborrio de la iglesia (30/06/1596).*

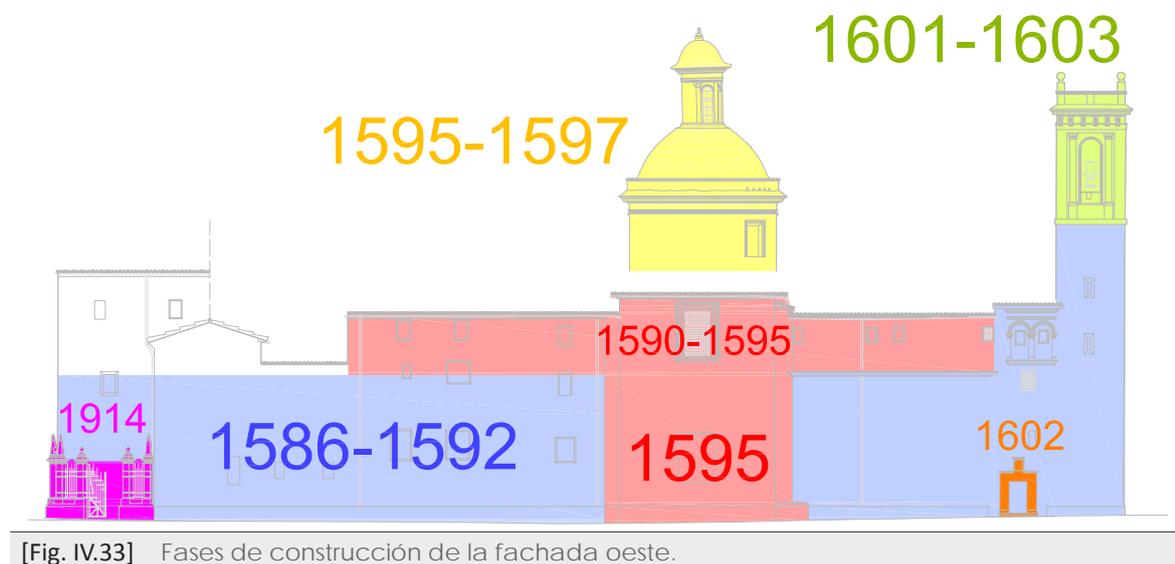
*A Guillem del Rey, una piedra y una bola para el cimborrio sobre la linterna (15/09/1596).*

*Cruz del cimborrio (2/11/1596).*

*A Jeronimo Guerrero y Juan de Limani? por dar de blanco y azul a 3183 tejas para el cimborrio. (31/12/1596).*

*Tejas para el cimborio [cimborrio] (16/02/1597).*

Guillem del Rey pavimentará o enlosará la Iglesia entre finales de 1596 y mediados de 1598, según reflejan hasta once pagos al maestro en este período. Para ello, según el contrato correspondiente, el maestro tendría que rebajar la cota del pavimento para aparejarlo correctamente: *...antes de todas cosas ha de hahondar el suelo de la iglesia y aparejarlo bien según fuere necesario para asentar todas las losas y haser y asentar todas las gradas y vasos.*



También existen varias partidas de gasto para la construcción de una serie de gradas en la Iglesia. Estas gradas son sobreelevaciones del pavimento en las capillas y en el altar, tal y como especificaban las normas tridentinas<sup>(269)</sup>. Las gradas de la capilla de San Mauro y del altar se ejecutaron desde abril de 1604.

*A Guillem del Rey por piedra de los rellanos y gradas en la salida del altar mayor de la iglesia (15/12/1601).*

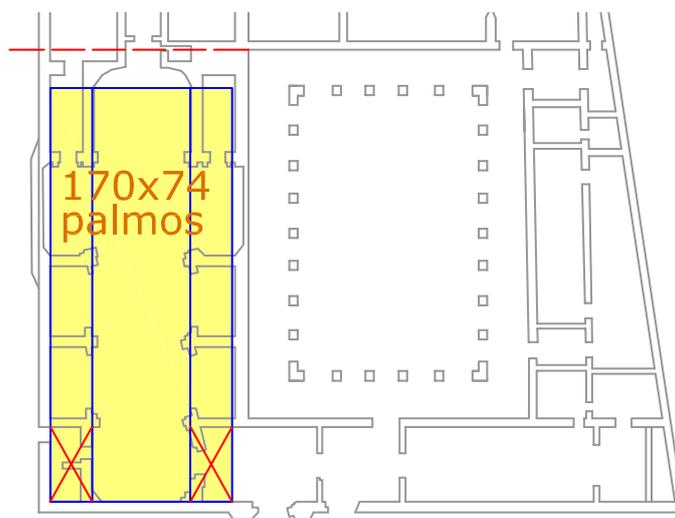
269.- Véase apartado III.2. "La arquitectura de la Contrarreforma".

*A Guillem del Rey por acomodar las gradas de la capillas de San Mauro (17/04/1604).*

Bartolomé Abril y Juan Bautista Samaria también realizarán gradas, pero de mármol embutida de jaspe para el rellano de la iglesia del colegio, el rellano del altar mayor:

*A Bartolomé Abril y a Juan Bautista Samaria para cuenta de los 2000 reales que esta concertada la grada de marmol embutida que hacen para el rellano del altar mayor para el nuevo pretil (2/04/1608).*

Decíamos al principio que según el contrato, la iglesia debía medir 170 x 74 palmos<sup>2</sup>. En la siguiente figura lo vemos gráficamente y cabe resaltar que no se ajustan bien dichas dimensiones, especialmente en longitud. En anchura, prácticamente sí se alcanzan los 74 palmos.



[Fig. IV.34] Dimensiones de la Iglesia.

Efectivamente, vemos que los 170 palmos de longitud no se adaptan correctamente al espacio. Si comenzamos desde los pies, en el sotacoro, en realidad los laterales en su primer tramo no forman parte de la iglesia, pues a la izquierda tenemos la torre campanario y a la derecha el zaguán de acceso a la iglesia. En la cabecera, los 170 palmos tampoco cubren todo el espacio, y en ningún caso se alinean con la pared superior del claustro como cabría esperar. Siendo la Iglesia una pieza fundamental del conjunto, no cabe más que pensar que este es otro síntoma de que la situación original de la misma fue otra y que al intentar adaptar la planta de la iglesia al nuevo espacio tuvieron alguna dificultades. Obsérvese que para acceder a la iglesia debemos pasar a través de dos espacios a modo de recepción. En primer lugar un zaguán que a su vez comunica al sotacoro, un espacio propio de la iglesia, pero espacialmente más pequeño (tanto en anchura como en altura), desde el que vislumbramos la nave central con sus capillas laterales ahora sí, inmersas en un gran espacio.

La puerta que da acceso a la torre campanario desde el exterior ya existía, pero se remodeló en el año 1602:

*Jornales de piedrapiquero para asentar la puerta pequeña de la Yglesia que sale a la calle junto al campanario (1/11/1602).*

Las vidrieras de la iglesia fueron colocadas por Bartolomé Matarana entre marzo y

diciembre de 1598, según consta en el *Libro de Gastos* con cuatro partidas.

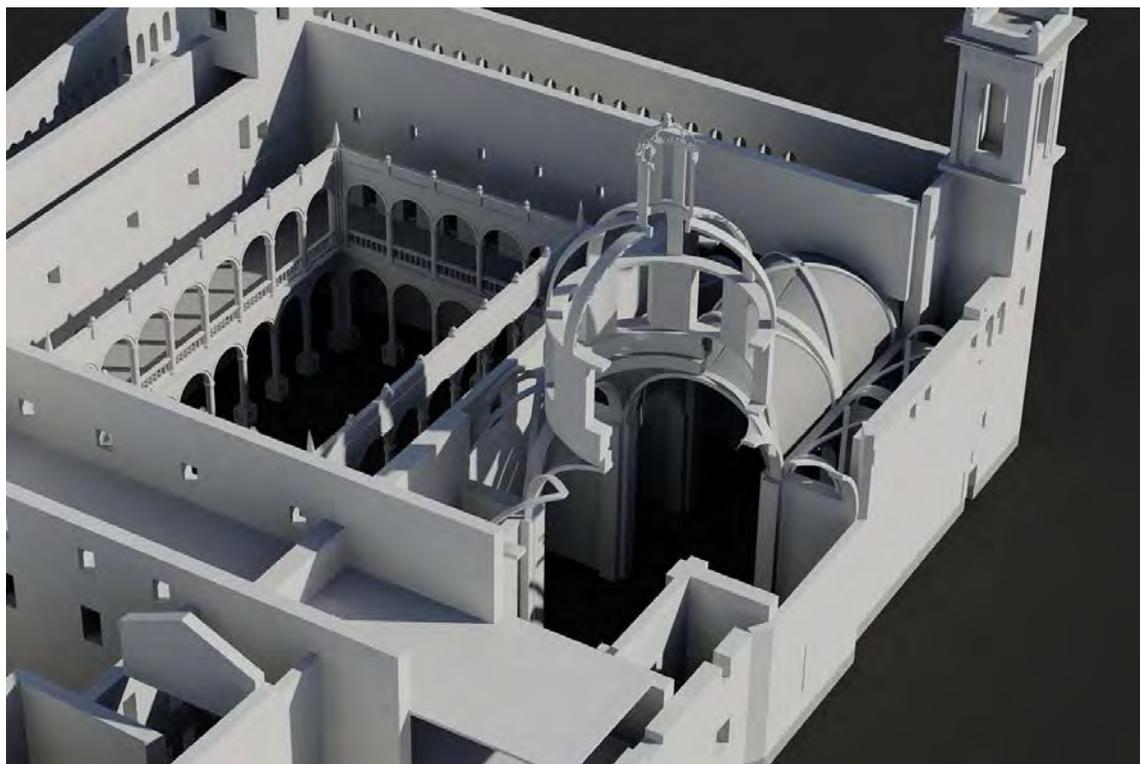
Por último, la iglesia se chapó con azulejos<sup>(270)</sup>. Los primeros gastos al respecto son más bien tempranos:

*Cortar azulejos a Antonio Corbaran Albanez? (9/12/1596).*

*Rajoletas que hace para chapar el colegio (22/09/1597).*

*Cortar la piedra de la iglesia para chapar de azulejos (20/12/1597).*

Hay que hacer notar que antes del chapado se procedió al cortado de los azulejos, desde el 9 de diciembre de 1596 hasta el 14 de junio de 1603. Finalmente se procedería al chapado de la iglesia a partir de esa fecha y durante aquel año.



[Fig. IV.35] Infografía de la iglesia seccionada y vista desde el noroeste.

### La fachada sur

De gran sencillez y austeridad en general, aunque en la parte alta muestra una galería de arquillos dóricos con acabado de ladrillo aplantillado y cortado con un entablamento de triglifos y metopas.

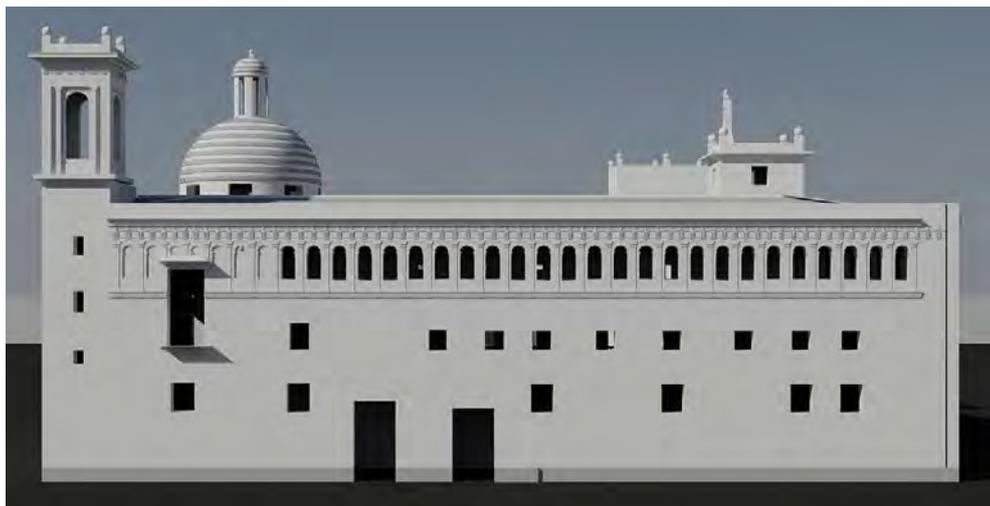
Pensamos que la fachada sur no se construyó de una sola vez, sino que en un primer momento se encontraba levantada hasta una cierta altura y Miguel Rodrigo y Antonio Marona impusieron la cota actual.

Si analizamos el *concierto* de 1593 para la construcción de la fábrica del Colegio recayente a la calle de la Nave<sup>(271)</sup> podemos extraer algunas conclusiones interesantes respecto a la posibilidad de un muro preexistente. En este contrato, D. Miguel de Espinosa

270.- Véase apartado III.1. "Elementos protagonistas de la arquitectura".

271.- Véase en Boronat y Barrachina, P. 1904, pp. 273 y ss.

acuerda las condiciones de ejecución de la obra con los maestros Rodrigo y Marona, llamados *canteros o architectos*. En el primer ítem ya se impone la necesidad de derribar la parte alta de la pared que recae a la calle de la nave y la puerta principal, de tal forma que haya que volver a tapiar lo eliminado para construir *la primera cubierta (...) se hayan de encajar los reboltones en la tapia que se hara nueva* (entendemos la cubierta del primer espacio, el primer forjado) de tal forma que el pavimento se engrase con el del coro. En el ítem XXII se define el espesor que ha de tener el muro: *las paredes se hayan de hacer de la misma gordaria que hoy estan*.

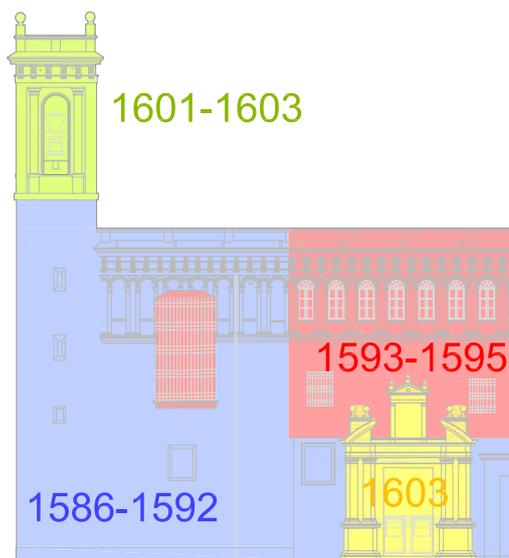


[Fig. IV.36] Infografía del conjunto visto desde el sur.

Es decir, anterior al año 1593 ya existía parte de la fachada principal, que se tiene que derribar y volver a construir para adaptarse a la nueva cota impuesta por el coro que, por tanto, fue construido a posteriori que la fachada. Además, en el primer ítem se nombra *la puerta principal*, por lo que ya estaba materializada una puerta<sup>(272)</sup>. Como se indica, el grosor que debe tener la pared es el del muro que ya está construido en ese momento. Pensamos que ya existiría un muro ya construido pero de poca altura, lo justo para construir una puerta y poder techar el espacio de forma provisional, pero en ningún caso tendría la altura actual.

El tramo entre el cantón de la torre-campanario y la puerta principal (véase Fig. IV.36) debía estar completamente terminada hasta su altura actual, seguramente en 1589. Al contratarse la iglesia con Guillem del Rey en 1590 se introdujeron algunas modificaciones como es el caso del coro. A esta incorporación se le sumaron nuevos cambios; a saber: el primer tramo de arquillos en la calle de la Nave se ciega y se abre un nuevo hueco rectangular de grandes dimensiones que iluminará el coro. Como se ha comentado, también se tendrá que derribar parte de la pared ya construida y se tendrá que volver a levantar para ajustarse a la nueva cota impuesta por el coro.

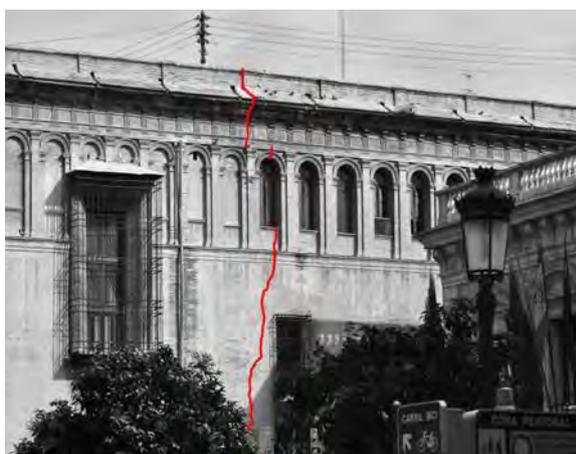
272.- Posiblemente solo habría una puerta. Véase IV.4 "Hipótesis de construcción alternativa".



[Fig. IV.37] Fases de construcción de la fachada sur.

El ítem XXII también dice que *la paret de la tapia sea de la misma manera y la que es de paredado que sea del mismo orden*. Este apartado obliga a los maestros a ejecutar el nuevo tramo del muro de la misma manera, dimensiones y forma que el que ya existía y diferencia la pared hecha de tapial de la realizada en ladrillo visto (*paredado*) con arquillos (*que sea del mismo orden*). Por lo que ya no queda ninguna duda de que el primer tramo de la fachada sur ya estaba ejecutada en el momento del contrato con Marona y Rodrigo<sup>(273)</sup>.

Lo que no es menos cierto es que se aprecia una discontinuidad en la traba entre la fábrica de la torre y la inmediata de los arquillos de tal forma que parece que la torre se construiría en primer lugar y luego el primer tramo de arquillos.



[Fig. IV.38] Grieta en la fachada principal



[Fig. IV.39] Encuentro entre las dos fábricas.

Asimismo, viendo el alzado general de la fachada sur se remarca una gran grieta que se inicia en el antepecho de cubierta y desciende hasta el arranque el muro. En detalle podemos apreciar que los triglifos de la parte izquierda y los de la derecha no son exactamente iguales. Además, en el antepecho de cubierta, la parte de la derecha tiene tendeles más gruesos.

273.- Véase en Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 278.

El ítem VI dice que se tiene que *alçar la paret que viene a cerrar el coro y las capillas hasta arriba al ultimo tejado, todo de costra picasada*. Es decir, que se tenía que cegar la pared recayente al coro, aunque el tramo del coro ya estaba ejecutado.

En el ítem XXV se obliga a los maestros a reutilizar la tierra y medias de la pared derribada:

*...acabado el quarto o antes ayan de derribar la pared de la calle y meter la tierra y medias dentro en el lugar que se les senyalare o gastarlo en la misma obra y la paga de esto haya de ser en tres terçias como se acostumbra en los estajos...*

En el *Libro de Gastos* del Colegio encontramos entre los años 1593 y 1595 una gran producción en el horno que trabaja para la obra. Así, de las partidas que tenemos detalladas, podemos extraer que se fabricaron más de 342 300 ladrillos gordos, 18 300 tableros, 34 900 tejas, 30 250 átovas y más de 280 libras en leña. Veamos algunas partidas:

*1300 ladrillos grandes, 1200 habresillos?, 2150 tahovas de madera para los portales de junto a la escalera, 1000 ladrillos gordos. (19/07/1593)*

*13 000 rajolas gruesas y 1000 tejas chicas y 1000 tableros (21/09/1594).*

*10 000 ladrillos gordos y 4300 ladrillos delgados y 300 abonas (atovas) con los gastos sin la leña (2/07/1595).*

En el contrato con Rodrigo y Marona también se indica que hay que *hacer la tapierra necesaria hasta llegar a lo alto de la segunda cubierta dexando sus ligadas para la demas obra*. Como ya se ha comentado, la ejecución de los muros que no eran de ladrillo visto se realizaban mediante la técnica del tapial. De las épocas del año 1594 que hemos podido consultar en el Archivo del Colegio extraemos la siguiente información:

El muro de tapial sería de 3 palmos y medio de espesor (80 cm aprox.) y estaba compuesto por tierra apisonada y piezas cerámicas prismáticas, que podían ser ladrillos gordos o átovas<sup>(274)</sup>. El proceso constructivo podría ser:

1.- *Ornar (encofrar?)*; 2.- *Cocer*; 3.- *Tirar la tierra*; 4.- *Descubrir y apisonar*; 5.- *Desornar (desencofrar?)*; 6.- *Hacer caycator (calicanto?)*; 7.- *Hacer costra*; 8.- *Sacar la ceniza*.

En el concierto se fija en el ítem XXI:

*...que dichos compradores arrendadores hayan de hacer a su costa la costra y mortero primo y grueso para dicha obra y assi mismo haya[n] de adobar la tierra para hacer la tapierra como se requiere para que sea de provecho y como se requiere adovar y cavar la tierra que hoviere menester de la que esta dentro del ambito.*

Galarza Tortajada<sup>(275)</sup> aporta que el modo de fabricar la tapia valenciana era idéntico al del calicastro, con la única diferencia de que, después de haber apisonado las tierras de cada tongada, se colocaban ladrillos o medios a soga y tizón con la suficiente separación entre ellos como para que, al verter la pasta de cal y la siguiente tongada de tierra, quedasen embebidos en ella. Al compactar la tierra se deslizan ligeramente hacia el interior del muro quedando rehundidos respecto al plano exterior del mismo.

En cuanto al proceso constructivo, en el contrato se estipula lo que tienen que realizar los maestros o quién aporta el material:

*...su S<sup>a</sup> Rma haya de mandar dar y que de a los dichos maestros Miguel Rodrigues*

274.- Masa de barro prismática empleada en la construcción de paredes o muros.

275.- Galarza Tortajada, M. 1996.

(sic) y Antonio Marona los pertechos (sic) dentro de la obra como es cal, arena, ladrillo, medias, aljez y fusta para andamios, los cuales andamios dichos arrendadores hayan de hacer y deshacer a su costa quedando la madera despues para casa y toda la fusta labrada como es para revoltones, vigas, cabirones, puertas, ventanas y clavos para clavar.

...los dichos arrendadores hayan de poner y pongan a su costa cuerdas, capaços, barriles, portadoras y garruchas para dicha obra y librillos, con todos los aparejos que fueren menester para la dicha obra.

Por todo, el Patriarca se comprometía a pagarles 850 libras, 566 libras 13 sueldos y 4 dineros en pagos semanales o mensuales y el resto al acabar la obra. No obstante, y aunque no está registrado en el *Libro de Gastos*, Boronat<sup>(276)</sup> comenta que se tasó la fábrica en 921 libras y 5 sueldos aunque el Patriarca finalmente gratificó a los maestros con 1750 libras y 6 sueldos.

## Las pinturas

La Iglesia y la Capilla del Colegio tienen imágenes de gran calidad. La primera partida en el Libro de Gastos consta el 12/06/1596 para la compra de colores<sup>(277)</sup>, aunque hasta el final del año 1597 no hace su aparición Bartolomé Matarana. Estará activo pintando en el Colegio durante todo el año de 1598, en el que se cita al cimborrio. En 1599 solo hay una partida y hace referencia a *cuenta del crucero y capilla mayor*. Continuará esta labor en 1600 y 1601, en que acabará dorando el retablo mayor. Retomará su actividad en 1604 (con hasta 73 pagos) como dorador de retablos y capillas. Finalizará su trabajo en 1605 con más dorados ahora ya en cuestiones menores:

*A Matarana de las historias del crucero de los lados de la yglesia (23/12/1600).*

*A Matarana por el onofre para dorar el retablo (1/12/1601).*

*A Bartolomé Matarana por pintar las cuatro paredes de la torre del colegio (18/02/1604).*

*A Matarana por dorar la capilla del Angel custodio (12/06/1604).*

*Relicarios y rejas de las capillas (9/01/1605).*

No fue el único pintor, pues también se cita a *Juan Nadal pintor*, y a un recadero llamado *Cordova*. Además, contarán con los servicios de Ribalta:

*Por azul fino para pintar y retocar la pintura del Martirio del Alorcosio? De San Andres (3/10/1601).*

*Retrato para la capilla (2/05/1603).*

*Pinturas en el cuadro que el canonigo Miguel Vicente Nolla ha dado al colegio (31/08/1604).*

*Gasto de venir de Algemesí a Valencia para concertar el cuadro de San Vicente Ferrer para la capilla del colegio (20/11/1604).*

*Cuadro de la cena del altar mayor de la iglesia (11/02/1606).*

*Cuadro de sor Agullana que esta sobre una sepultura (13/02/1606).*

En 1601 también consta el pintor Onofre Catalán, a Gaspar Ferri (aunque este se dedicaría más a la escultura), a Bartolomé Vallés por algún trabajo en el retablo mayor en 1603, a Tomás Hernández (vinculado a la Capilla del Monumento), a Gil Boleinos (1606), a

276.- Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 278.

277.- Constan 4 partidas de colores comprados de Madrid y 2 desde Sevilla, así como un "color de carmin de Florencia para la pintura del Monumento (Capilla del Monumento).

Jerónimo Yavari con algún encargo en 1608 para la iglesia del Colegio.



[Fig. IV.40] Pintura de la nave central.



[Fig. IV.41] Detalle de una pintura del crucero.

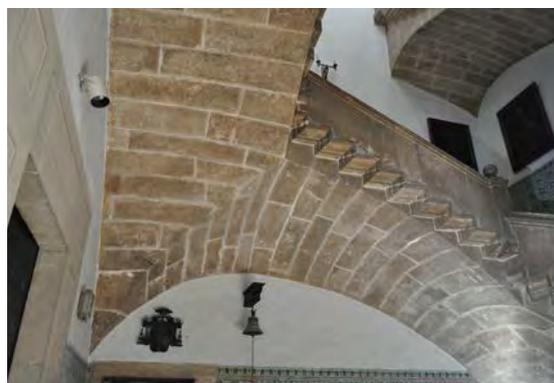
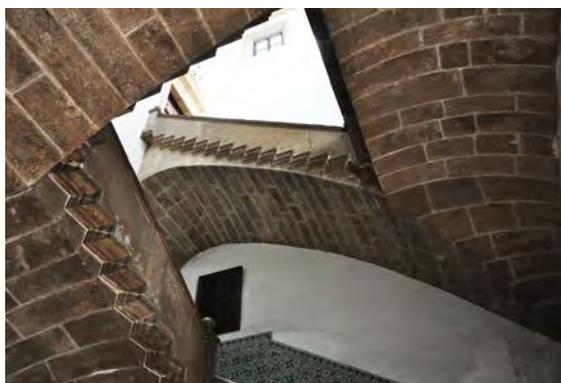
### Las escaleras

La principal escalera, la situada en la esquina nordeste del claustro, fue ejecutada mediante el convenio correspondiente por Francisco Figuerola<sup>(278)</sup> en piedra de Godella. Constan en el *Libro de Gastos* 6 pagos que ascienden a 750 libras, entre el 23/08/1599 y el 16/03/1600, aunque el contrato estipulaba 1200 libras, correspondiente al tramo de escalera que une las dos galerías del claustro.

El esquema constructivo se basa, siguiendo la tradición valenciana<sup>(279)</sup>, en tramos volados a base de sillares encajados arrastrando sus empujes al muro y ángulos con pretilos que hacia el hueco de la escalera. Sobre los pretilos, en 1600 se colocan bolas herrerianas según el *Libro de Gastos: Para asentar las bolas de la escalera* (1/10/1600).

En 1602 están registrados más gastos en concepto de la escalera mayor del claustro del Colegio, por valor de 171,67 libras con la finalidad de prolongar la escalera hasta el nivel de la biblioteca. Fue ejecutado por Joan Baixet, Joan María y Bartolomé Abril<sup>(280)</sup>.

Posteriormente se construyó la escalera del coro y del campanario, registrándose tres pagos, el primero el 14/12/1602. La escalera fue chapada de azulejos por Guillem Roca en mayo de 1608.



[Fig. IV.42] Escalera principal del Colegio.

278.- Libro de Gastos del Colegio, 1892, p. 110.

279.- Utilizada en caserones y palacios góticos (Pere Compte en la Lonja y el Palacio de la Generalitat). Benito, F. 1982, p. 75.

280.- Véase en Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 331 y ss.

## El claustro

El 26 de noviembre de 1599 Guillem del Rey firma el contrato para ejecutar el claustro del Colegio de Corpus Christi según un diseño de Miguel de Espinosa que tendría que respetar:

*Haser el claustro bajo y alto del Colegio y dejarlo en toda perfeccion remendadas columnas, vasas y capiteles y hechas las que faltan de marmol [mármol], haser una escalera y petril del coro y losa para la sepultura en concierto con el maestro Guillem del Rey por 6000 libras en Valencia, de Octubre de 1599, acto recibido por Jayme Cristoval Ferrer. En Valencia, a 4 de Noviembre de 1599 para principio de paga a Maestre Guillem del Rey, 600 libras.*

En este contrato se especifican cuestiones de ejecución de la obra aunque también se hace referencia a una traza con sus capitulaciones que parecen condicionar las características de las obras:

*Ittem que el dicho Guillem del Rey ha de asentar todas las columnas baças y chapiteles de marmol y todo lo demas de la obra del dicho claustro hasta quedar aquel acabado con su devida perfeccion conforme a la traça y capitulos de aquella.*



[Fig. IV.43] Infografía de la sección longitudinal del claustro.

La formalización definitiva del claustro está ligada a las columnas de mármol blanco de Génova que el Patriarca compró a la Duquesa de Pastrana en 1599<sup>(281)</sup>, aunque en 1596 consta que hizo venta, de palabra (...) de todas las columnas con sus baças y chapiteles de marmol que se hallaren entonces assi en la Ciudad de Alicante como en la Ciudad de Cartagena. No obstante, en junio de 1595 el maestre Alonso fue a ver las columnas. En 1597 hay pagos por el porte de algunas columnas desde Alicante, en barco:

*A Miguel Salerno patron de la barca por los no litos (monolitos?) de 8 baças y 8 capiteles de las columnas de marmol, 55 quintales (23/01/1597).*

*El Patriarca en marzo pasado envió si maese Alonso a Cartagena para que hiciese embarcar las columnas que alli estan comprados de Don Carlos Juan que las vendio con poder de la madre del duque de francevilla y detuiose alli y camino 40 dias (31/12/1597).*

Tras la compra, el almacenaje y el transporte hasta Valencia, en agosto de 1599 se acaban de evaluar los daños para en el mes de noviembre Guillem del Rey comenzar las

281.- El importe total se fijaría en 1951 libras, 17 sueldos y 3 dineros moneda valenciana, según carta de pago de 23/08/1599. Véase en Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 321.

obras:

*Se acabaron de tasar los daños y menoscavos de las columnas, basas y capiteles de los marmoles que vendio Don Carlos Juan que estaban en Alicante y Cartagena los cuales iran de los hercaderos del Duque de Francia Vila fueron concertados a 33 libras columnas, vasa y capitel descubiertos de tierra en los lugares dichos, estan ya contiunados los nolito (23/08/1599).*

El grueso de la obra se ejecutó entre 1599 y 1601 tal y como estipulaba el contrato<sup>(282)</sup>, aunque entre 1602 y 1603 se construyeron las *vuelatas* del claustro, es decir, las bóvedas y también la balaustrada del piso superior. Posteriormente hay pagos en concepto del *claustrro de arriba*. En 1603 constan tres pagos para realizar el pavimento del claustro del colegio y otros tres para la realización de la fuente. A comienzos de 1604 se empieza a chapar con azulejos.

El 4 de marzo de 1603 hay un pago por la *grua del claustro*, lo que evidencia su utilización. Para el claustro se empleó piedra de Ribarroja.



[Fig. IV.44] Infografía del claustro visto desde la planta baja.

El claustro, como vemos en la figura IV.44, tiene una configuración rectangular, tiene finalmente 8 vanos de largo por 5 de ancho, la cual se acerca a la proporción áurea. En el contrato de ejecución del claustro de 1599 parece que se tienen dudas acerca del diseño del mismo, pues constantemente se hace referencia a que puede ser modificada la traza:

*Item que si en el discurso de la obra del dicho claustro pareciera al dicho Retor muda mejorar o variar una o mas cosas de las contenidas en la traça y capitulacion de aquella lo pueda hazer como no sea despues de bien labradas o asentadas conforme a la traça y capitulacion de aquella y si en el discurso de la dicha obra se descubriera una o mas cosas necesarias para la utilidad o policia de la dicha obra y aquellas por discuydo vel alias se habran dexado de poner en la traça y capitulacion de la dicha obra sea tenido y obligado el dicho Guillem de Rey de hazer aquellas a mera voluntat del dicho Retor sin que pueda*  
 282.- Guillem del Rey recibiría 6000 libras en 6 pagas durante los dos años (1599-1601). Véase en Boronat y Barrachina, P. 1904, p. 319.

*pedir ni haver mejora o refaicion alguna por quanto el dicho Guillem del Rey se ha ofrecido deixar acabado en suma perfection el dicho claustro y las demas cosas quedan a su cargo conforme a este auto de la capitulacion por el precio que abaixo se dira y se declara.*

En el contrato se le obliga a Guillem del Rey a realizar 26 arcos y 22 pedestales con las 4 esquinas, lo que nos hace pensar que ya manejaban esa dimensión de 8 x 5 vanos, pero no estaban convencidos o tenían miedo de que a la hora de construirlo faltaran o sobrarian columnas. Tiene, además, dos alturas y se decidió emplear la superposición de órdenes de tal manera que el dórico se sitúa en la planta baja y el jónico en la superior. Para el orden dórico se requerían 30 de las 48 columnas grandes que se compraron; para el orden jónico se necesitaban también 30 de las 37 columnas pequeñas adquiridas. Se le obligó al maestro a comenzar por las cuatro esquinas para, a continuación, proceder con los arcos y columnas.

En el diseño del alzado, se fija el intercolumnio con la dimensión de las columnas jónicas (en adelante "D"), de tal forma que en la planta jónica una columna más el arco de medio punto es igual a 1,5 veces esta dimensión D. En la planta dórica, la altura total es 2 veces D, cubriéndose al altura restante con los pedestales<sup>(283)</sup>.

### **La torre campanario**

Como consta en el *Libro de Gastos*, el cuerpo de campanas fue construido con fábrica de ladrillo visto a mediados del año 1601, años más tarde, pues, de finalizar la fachada recayente a la calle de la Nave (1593-1595). Las partidas halladas son las siguientes:

*Dos picolas para labrar los ladrillos del campanario (31/07/1601).*

*Esmolar la herramienta para cortar los ladrillos del campanario de la Yglesia del Colegio (11/08/1601).*

*Jornales de agujerear la piedra del remate de la torre del campanario (6/07/1602).*

A partir de este momento se colocarán las campanas:

*Truchas para las campanas, a Martin Dominguez (8/06/1602).*

*Sogas a V. Martinez por sogas de cañamo para colgar las campanas del colegio (7/09/1602).*

*Asentar las campanas (8/04/1603).*

Pero en 1608 se decide eliminar el chapitel que había sobre el campanario<sup>(284)</sup>:

*... deshacer la pirámide del campanario de la iglesia (22/11/1608).*

*... deshacer el capitel del campanario del colegio (29/11/1608).*

### **La capilla del colegio**

En el año 1600 Pedro de Gracia realizó el altar de Nuestra Señora. Constan dos gastos entre 1602 y 1603 para dibujar las trazas del Colegio y de esta Capilla:

*A maestre Martin carpintero por cinco papeles grandes de la planta y traça del Colegio ha hecho para remitir a Francia a Gondi (24/12/1602).*

*A Martin Dominguez por dos traças de la capilla de N. Sra. Para embiar a Gondi a*

283.- Llopis Verdú, J. 2007.

284.- No era usual en Valencia, de inspiración flamenca tiene como precedente San Miguel de los Reyes. Benito, F. 1991, p. 25.

Francia (11/10/1603).

El órgano se pintó en 1608 y, en 1605, Bartolomé Matarana pintará la Capilla: *Colores para la Capilla del Monumento* (18/03/1605) y otro pintor acabaría o retocaría algunas pinturas en 1606: *A Tomas Hernandez pintor por las paredes de la Capilla del Monumento* (4/03/1606).

### **Capilla de San Mauro**

El diseño de su puerta está firmado por Gaspar Bruel y Miguel de Espinosa en 1599. La reja se elaboró en 1600 por Vicente Martínez y se doró posteriormente:

*Panes de oro a Jeronimo Cobos por 4000 panes para altares de las capillas, las cuatro rejas de hierro de las capillas y la reja de la capilla de San Mauro* (24/10/1604).

Las gradas las ejecutó Guillem del Rey en 1604. Ese mismo año, Francisco Pérez comienza el retablo de la capilla, en el que también intervendrá Matarana a la vez que con los órganos y, por último, en 1605 se dispone la vidriera.

### **Capilla de las Reliquias**

Las puertas fueron realizadas por Baltasar Bruel y Bautista Semeria en el año 1600. El armario corrió a cargo de Francisco Huguet durante 1607. En 1608 está registrado el último gasto de esta capilla:

*A Hieronimo Llavori por doarar y pintar el altar que esta dentro de la cuadra de las reliquias* .(1/07/1608)

### **Materiales**

Respecto a los materiales pétreos, se cita en el *Libro de Gastos* hasta 5 veces la piedra de Godella:

*16 carretadas de piedra larga de la pedrera de Godella para la portada que sale a la plaza de la cruz nueva a Nicolas estevan pedrapieuqero costo la carretada a 18 reales* (13/02/1593).

*A Guillem del Rey por piedra de Godella para el patio que esta delante de la cocina del colegio* (2/06/1607).

*A Guillem del Rey por piedra de godella que ha hecho y asentado en el claustrillo del pozo de la sacristia* (16/02/1610).

Y, por supuesto, en los contratos con Guillem del Rey en 1590:

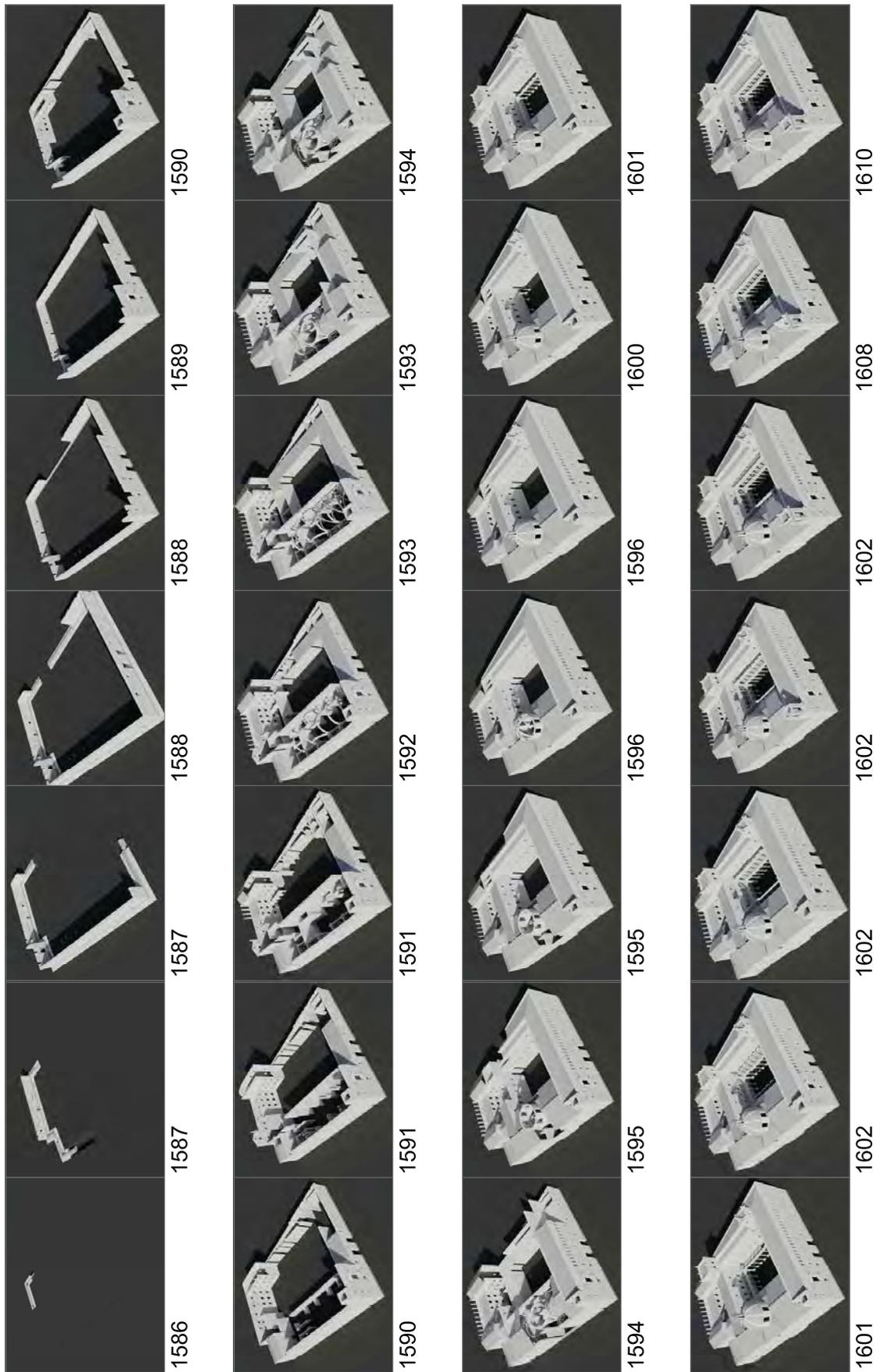
*...que toda la obra que en los capitulos infraescritos se nombrara haya de ser y sea de piedra labrada como abaxo se dira de la mejor que se hallare en las pedreras de Godella* (Item I).

*...que toda la sobre dicha obra haya de ser y sea de piedra serrada de las piedras de Godella tiniente de buen grano, igual y sin mollerones y que no tenga blanduras todo a conocimiento de maestre Gregorio o de otra qualquier persona que por parte de su s<sup>o</sup> Illma. fuere nombrada* (Item XV).

Y en el contrato para la terminación de la Iglesia, con el mismo maestre, en 1596:

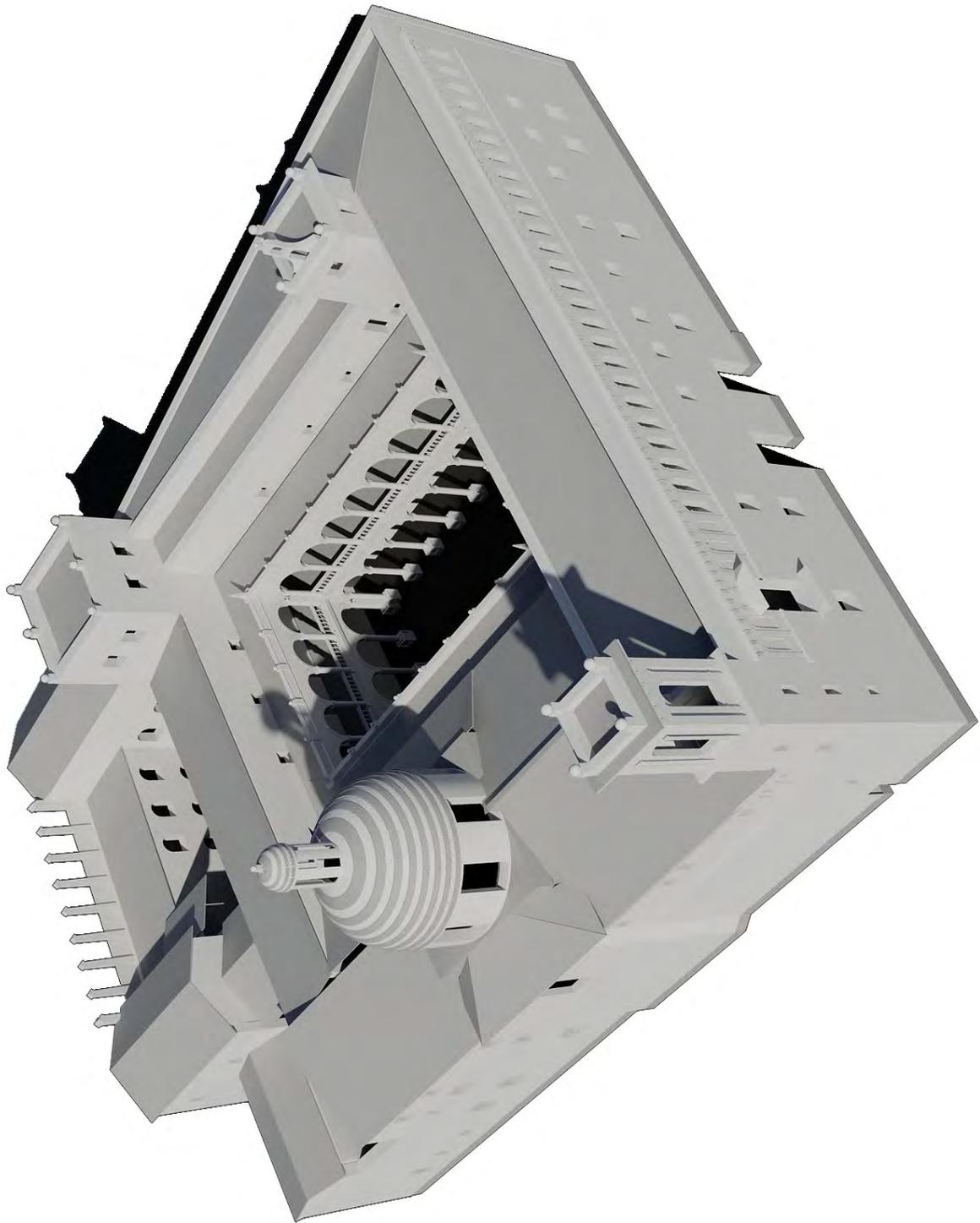
*...hacer una portalada de piedra muy buena de la pedrera de godella de buen grano sin mollerones...* (Item I).





[Fig. IV.45] Hipótesis de evolución constructiva.





[Fig. IV.46] Infografía del Colegio del Patriarca.



#### IV.4. HIPÓTESIS DE CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA

Si observamos el Colegio de Corpus Christi nos llama la atención algunos acabados compositivos y morfológicos porque resaltan sobre el contorno, debidos en general a una constante improvisación del proyecto de ejecución al no estar perfectamente definida la solución final y a que durante la misma construcción del edificio se tomaron decisiones que modificaban lo construido hasta ese momento. En este capítulo se propone una hipótesis compositiva del conjunto según la cuál las partes más importantes del edificio podrían haberse situado en otro lugar y durante la obra haberse modificado dando lugar a ciertas incongruencias en la planta, en las fábricas o en los huecos del Colegio.

En la época era habitual realizar un modelo (por ejemplo en madera) o unas trazas generales y otras para cada parte que se iba contratando<sup>(285)</sup>, pero las cicatrices que observamos hoy en el Colegio del Patriarca no denotan solamente improvisación y modificaciones sobre el transcurso de la obra, sino más bien un cambio importante en las trazas, seguramente la modificación de la posición y dimensión de la iglesia. Tal y como la vemos en la planta actual y como hemos comentado anteriormente en el análisis morfológico, no encajan bien las dimensiones que se citan en el contrato correspondiente, además de los arcos cegados en la fachada sur para posteriormente abrir el hueco de la ventana del coro. También se modificaron a posteriori los muros de cerramiento en el crucero.

No negamos la posibilidad de que desde el principio las trazas previeran la situación de la iglesia en el mismo lugar en el que hoy se encuentra, pero nos hemos planteado si existe la posibilidad de organizar los elementos del conjunto de otra forma, y tan solo existe una, la de la figura III.28.

Es factible pensar que durante el año de 1589 ya se habían construido los muros significativos de la zona de servicio y del perímetro del conjunto, faltando todavía los elementos más importantes: la iglesia, el claustro, la capilla y el zaguán que los articula. Si en ese momento se decide cambiar las trazas no se presentaban grandes inconvenientes porque esta zona está en su mayor parte por construir.

Es más, al construir la iglesia tal y como la conocemos, con el coro elevado a los pies de la iglesia, en 1593 se iniciarán los trabajos de la fachada sur advirtiendo que hay que derribar parte de la pared, modificar la cota del forjado para alinearla a la del coro.

En la figura superior podemos comparar la posición y el tamaño de los espacios más representativos en su situación actual y en la hipótesis que planteamos. A saber: el claustro, la iglesia, el zaguán y la capilla. De estos, solo el claustro pudo tener una dimensión menor a la actual; el resto son iguales.

En el contrato de la fachada sur y este, de 1593, se hace referencia a una única puerta, la puerta principal: *...la paret que cahe a la parte del studio y a la puerta principal...* Además, la puerta que subdivide el zaguán es posterior (realizada 1596), tal y como consta en el contrato con Guillem del Rey para la terminación de la iglesia del Colegio<sup>(286)</sup>:

285.- En el contrato para una parte del edificio, se especificaban unas condiciones generales de la obra, derechos y obligaciones del contratista/ejecutor y de la propiedad. Además se daban unas trazas acompañadas de capitulaciones que, seguramente, se emplearían en la propia obra, motivo por el cual no han llegado hasta nuestros días.

286.- Confróntese con Boronat, P. 1904, p. 279 y ss.

*E primeramente ha sido pautado, avenido y concertado entre las dichas partes que el dicho maestre guillem de rey ha de hacer una portalada de piedra muy buena de la pedrera de godella de buen grano sin mollerones del alto y ancho de la misma hechura y obra con sus armas y ornato como esta labrada la puerta principal de la iglesia del dicho collegio y sentalla frontero de la misma puerta con la misma obra sin faltar cosa de lo que la asentada tiene con sus armas y ornato y que se hagan los andamios.*

Confirmado por una partida encontrada en el *Libro de Gastos*:

*A Guillem del Rey 2000 reales castellanos para portada que ha de hacer en el Colegio en la puerta que esta frontera de la puerta de la Yglesia del Colegio y de solar la Yglesia y gradas (28/07/1596).*

En la disposición alternativa, los elementos importantes: campanario, capilla, zaguán e iglesia dan a la fachada principal, la sur, y es el claustro el que articularía el espacio con la zona del Colegio y de servicio. Lo que indicaría que los elementos principales se situarían junto a la Universidad y a la plaza y los espacios servidos se colocarían en la parte posterior. En la disposición actual de la planta, estos elementos están distribuidos entre las fachadas sur y oeste.



*Análisis de los materiales de construcción*

V



## V. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

### V.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo se centra en el conocimiento de los diferentes materiales que componen el edificio del Colegio de Corpus Christi de Valencia. Para poder evaluar el estado actual de cada material es necesario disponer de la información que nos facilitan las distintas técnicas disponibles.

Una adecuada lectura del material arquitectónico nos facilita la comprensión crítica del objeto, es decir, una interpretación del material según sus cualidades plásticas, espaciales, cromáticas, estructurales, tipológicas, técnico-constructivas, etc.<sup>(287)</sup>. En la mayoría de edificios históricos se han usado diferentes tipos de piedra como material de construcción. Esta diversidad se debe a consideraciones arquitectónicas, trabajabilidad constructiva o artística, proximidad y facilidades de explotación de las canteras...

El estado del deterioro de un monumento en piedra se caracteriza por el tipo, la intensidad y la extensión de los daños. La localización de las formas de alteración se ha mostrado como un procedimiento de investigación muy adecuado.

Hemos de ser conscientes de que los materiales empleados son porosos, especialmente la piedra y el ladrillo, por lo que nos interesa conocer sus propiedades (la geometría de sus poros, su densidad, resistencia, etc.). En la figura V.1 podemos comparar la resistencia de algunos materiales de construcción. La caliza, que es el material pétreo que más predomina en el Colegio, se sitúa en el grupo de las piedras menos resistentes. Esto significa que a la hora de construir muros de carga en los edificios con este material, requerirán un espesor considerable.

Término	N/mm <sup>2</sup>	Materiales pétreos
Muy débil	< 7	
Débil	7-20	arenisca caliza hormigón
Medianamente fuerte	20-70	
Fuerte	70-140	granito basalto neis cuarcita mármol pizarra
Muy fuerte	> 140	

Fig. V.1. Resistencia de materiales pétreos sobre la base de resistencia a la compresión.

Hay que tener en cuenta que los procesos de degradación de los materiales obedecen tanto a distintas causas internas (composición química, morfología o textura), como a causas externas (la disposición dentro del edificio, su interacción con el medio ambiente, etc.)<sup>(288)</sup> y que el deterioro de los materiales de construcción no es homogéneo en un edificio. Dependerá de los distintos factores que le afecten, así como de su situación en la trama urbana, sus diferentes orientaciones u otros factores que le afecten...

Los materiales de construcción son medios porosos y pueden deteriorarse a través de

287.- Mas, Á., 1990, p. 89.

288.- Prada, J. L. et al., 1996, pp. 97-110.

la entrada de humedad produciéndose la degradación del material, la disolución de los compuestos, la migración de la sal y su cristalización o cambios volumétricos incluyendo hinchazón, grietas y desprendimientos<sup>(289)</sup>.

Uno de los agentes que más influye en el deterioro de este tipo de materiales es, sin duda, el agua. Por este motivo hemos estudiado detenidamente cómo les afecta y cómo se produce el movimiento del fluido en su interior. Es evidente por tanto que la humedad es uno de los factores que más está relacionado con el deterioro del patrimonio arquitectónico.

Determinar el grado de deterioro de los materiales nos ayuda a dilucidar su durabilidad y, en caso de que fuese necesario, tomar las decisiones oportunas para su conservación y reparación.

A todos los materiales les afectan diversos agentes como pueden ser el agua de lluvia, la contaminación ambiental o el biodeterioro. Además, en aquellos muros que se encuentran en contacto con el terreno deben hacer frente también a la ascensión capilar de la humedad del subsuelo a través de su estructura porosa, ya que busca evaporarse hacia el exterior. En este recorrido tiene especial interés evaluar la acción de las sales disueltas en el agua cuando esta se evapora y al precipitar y convertirse en las conocidas eflorescencias. Las plantas y los microorganismos se extienden en aquellas zonas donde las condiciones de temperatura y de humedad les son propicias, ensuciando y deteriorando los materiales sobre los que se posan. La suciedad y las costras que observamos en los monumentos afectan no solo al color de los paramentos sino que también están asociados a procesos físicos y químicos de degradación de los materiales.

Las medidas de conservación apropiadas al edificio objeto de estudio solo se pueden planificar y ejecutar en base a un diagnóstico preciso de los daños, que suministre un conocimiento suficiente y fiable acerca de los materiales empleados, así como los factores, procesos y estado de deterioro<sup>(290)</sup>.

Para conocer el estado de deterioro de los materiales y entender su comportamiento es necesario realizar ensayos de laboratorio que nos aporten una información precisa y técnica. Hemos realizado aquellas pruebas que nos iban a aportar más información. A saber, la caracterización petrográfica y geoquímica de los materiales rocosos, ensayos de densidad, difracción de rayos X (DRX), porosímetro de mercurio o el microscopio electrónico ya que nos permiten diferenciar las muestras analizadas y obtener conclusiones sobre el comportamiento, su durabilidad y patología.

Sin embargo, los ensayos de laboratorio suelen ser destructivos y en edificios históricos se debe cuidar con gran énfasis su conservación. Por un lado, cuantos más ensayos realicemos más información podemos conseguir, pero debemos ser prudentes y valorar el deterioro del edificio. Debemos tener mucha precaución a la hora de intervenir en un edificio histórico, por lo que la utilización de técnicas no destructivas como la termografía infrarroja facilitan el estudio y la comprensión de los materiales y de los procesos constructivos sin necesidad de perjudicar el inmueble.

---

289.- Válek, J., et al. 2010.

290.- Fitzner, B., en VV. AA. "Técnicas de diagnóstico aplicadas...", 1996.

Es por esto que debemos considerar la utilización de técnicas complementarias con las que también logremos información sobre los materiales, pero sean no destructivas. De entre todas estas técnicas, la que nos aporta más datos es la termografía infrarroja.

En muchos otros estudios anteriores ya se ha relacionado la termografía infrarroja con algunos defectos en los materiales pétreos aunque interpretando las imágenes termográficas desde un punto de vista gráfico en distintos puntos del muro<sup>(291)</sup>. Aquellas áreas donde se produzcan discontinuidades térmicas suelen ser puntos con defectos en el material. Sin embargo, aquellos puntos con una temperatura similar representan la inercia térmica, la tendencia del elemento a resistir cambios térmicos, y dependen de las características del material, la humedad y los daños<sup>(292)</sup>. Se ha empleado también la termografía para detectar zonas húmedas mediante un análisis multitemporal<sup>(293)</sup>.

Nuestra aportación consiste en relacionar diversos ensayos de laboratorio y análisis del material pétreo con las imágenes tomadas con la cámara termográfica, con el objetivo de corroborar los resultados obtenidos por estas dos vías.

El patrón térmico del material depende en gran medida de sus características (difusión térmica, porosidad, densidad...). La posibilidad de visualizar claramente los defectos de un material depende de la diferencia entre las características térmicas de los materiales y la falta de homogeneidad existente<sup>(294)</sup>.

Para los materiales de construcción habituales el valor de la emisividad es mayor de 90 %, en nuestro caso hemos tomado el valor por defecto de 0,95 por lo que los resultados obtenidos en la medición termográfica los consideramos fiables<sup>(295)</sup>. Además, la emisividad es prácticamente constante para materiales no metálicos<sup>(296)</sup>.

Con la ayuda de la termografía observamos las diferencias de temperatura que se registran en los paramentos de un edificio, pudiendo llegar a detectar e identificar la patología que afecta a los materiales.

En resumen podemos destacar estos aspectos<sup>(297)</sup> que desarrollaremos a lo largo del capítulo: (i) Reconocimiento e identificación de los materiales utilizados; (ii) Diagnóstico general del edificio, desde los problemas físico-químicos hasta la localización de las alteraciones específicas del material; (iii) Propiedades o características intrínsecas de los materiales pétreos necesarias para entender o justificar su comportamiento; (iv) Planos de la patología para representar cada uno de los efectos de los procesos de deterioro; (v) Aplicación de la tecnología termográfica para la identificación de la patología; (vi) Relacionar la información disponible sobre los materiales con las imágenes tomadas con la cámara termográfica.

---

291.- Danese, M., 2010.

292.- Campbell, J.B., 1996.

293.- Lerma, J.L., et al. 2011.

294.- Meola, C. et al., 2004.

295.- Rodríguez Liñán, C., 2011.

296.- Cañas I., 2005.

297.- Para los tres primeros confróntese con Mas, Á., 1990, p. 89.

## V.2. BASE TEÓRICA DE LOS MATERIALES POROSOS<sup>(298)</sup>

Debemos conocer la distribución del agua en un sólido poroso hidrofílico, es decir, si la cantidad de agua presente en los poros del sólido no es suficiente para llenarlos por completo, el agua se distribuye de tal manera que se alcanza un estado de mínima energía. La ocupación progresiva de los poros por parte del agua se puede esquematizar en los siguientes cuatro niveles<sup>(299)</sup>:

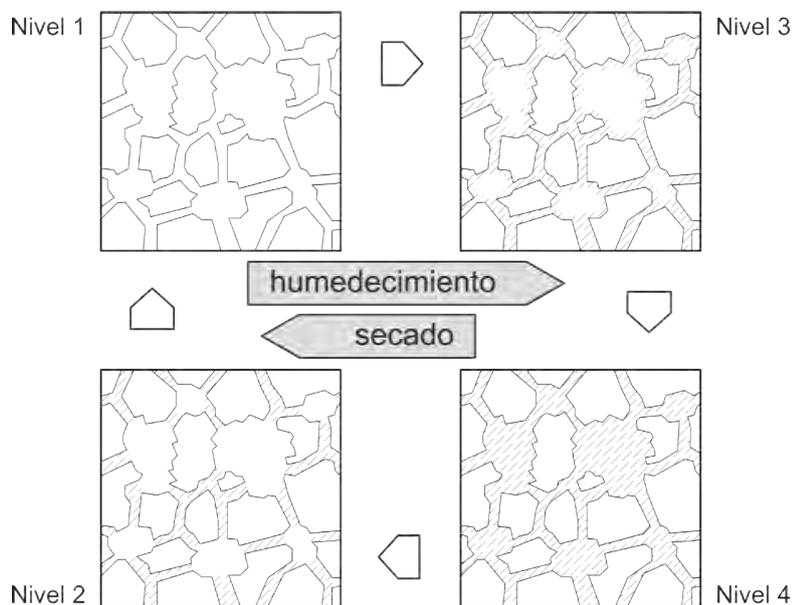


Fig. V.2. Distribución de agua en un material poroso hidrofílico.

- Nivel 1: El material se encuentra completamente seco. Todos los poros están vacíos.
- Nivel 2: Solo los poros más pequeños (capilares) están llenos; las superficies de los poros más grandes están secas. La posibilidad de esta distribución se basa en el supuesto de que, por debajo de un diámetro de poro dado, debe de ser conveniente llenar los poros incluso a costa de dejar secar las superficies cercanas de los poros más grandes.
- Nivel 3: Los capilares están llenos y las superficies de los grandes poros están provistos de una película de agua.
- Nivel 4: Todos los poros, capilares y de mayor tamaño, están llenos.

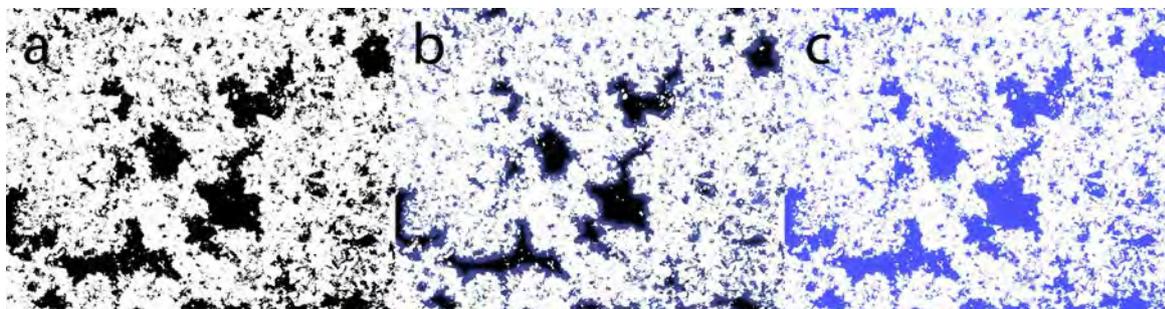


Fig. V.3. Modelización del llenado de los poros de la piedra de Ribarroja (Microscopio óptico).

Cualquier contenido de agua por encima de la correspondiente al nivel 3, debe permitir la transferencia de agua en fase líquida. El nivel 3, por lo tanto puede ser equivalente

298.- Véase Hall, C. y Hoff, W. 2002.

299.- Torraca, G., 1982, p. 11.

a la cantidad de agua crítica.

El contenido de agua crítica debe de ser determinado por la naturaleza del material y la geometría de su sistema poroso (en particular, por el número de poros pequeños). Sin embargo, la presencia de sales solubles debería aumentar considerablemente el contenido de agua crítica debido a la hidratación y la higroscopicidad de los iones de sal<sup>(300)</sup>.

Las principales causas que originan la presencia de humedad en los edificios son muy diversas<sup>(301)</sup>:

- Humedad derivada del subsuelo. Los muros del edificio en contacto con el terreno absorben agua por succión capilar, pero este fenómeno no es tanto de ascensión como de difusión, y se produce en todas direcciones<sup>(302)</sup>.

- Humedad atmosférica (infiltraciones). Se establece un equilibrio entre el contenido de agua del edificio y el del aire circundante (ambiente). Cuando una parte del edificio se encuentra sometida a un viento húmedo, dada una temperatura, se alcanza más fácilmente el grado de saturación.

- Humedad por infiltración de la lluvia. En edificios antiguos se puede afirmar que los muros siempre tienen humedad. Se genera una película de agua sobre la superficie que acaba penetrando hacia el interior por efecto de la presión del viento y la succión capilar. Penetra sobre todo a través de juntas, aberturas y fisuras.

El estado de conservación de la superficie es peor en estas zonas más expuestas al agua de lluvia y al viento<sup>(303)</sup>.

- Humedad debida a causas imprevistas. Causas diferentes de las anteriormente expuestas, como obras llevadas a cabo, reformas en general, deterioro de servicios, etc.

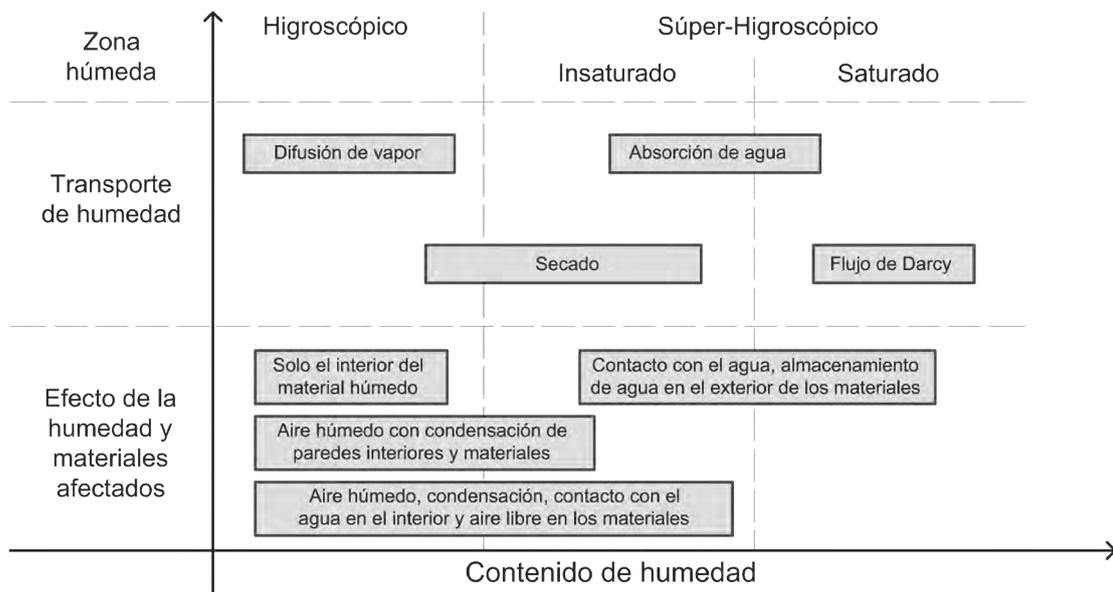


Fig. V.4. Rango del contenido de humedad y transporte de humedad.

300.- Torracá, G., 1982, p. 13.

301.- Mas, Á., 1990, pp. 119-125.

302.- Sánchez Cuenca, R., 1972, vol. II, pp. 137-144.

303.- Cigni, G., 1977.

## Descripción de la porosidad

Podemos apreciar la porosidad de muchos materiales. Por ejemplo, algunos de ellos son granulares y es sencillo imaginarse la porosidad como el espacio conectado entre las partículas individuales. Las rocas sedimentarias, como las calizas, se forman por consolidación y cementación de la arena o de granos calcáreos en lentos procesos geoquímicos. Los efectos diagenéticos de compactación, disolución y recristalización pueden alterar gradualmente la estructura de la roca, aunque las partículas originales se unen en los puntos de contacto y parte de la porosidad original se mantiene. Se crean nuevas formas de material mineral dentro de la estructura original de las partículas, pero igualmente las superficies de granos se pueden disolver o raspar para producir una geometría compleja. En el caso de los materiales cerámicos, las partículas de arcilla deshidratada se transforman para producir nuevos minerales y posteriormente se unen por sinterizado de alta temperatura. Se encuentran relacionados con materiales parcialmente fundidos que, sin embargo, (en el caso de ladrillo y azulejos cerámicos) pueden dejar también una porosidad considerable. El aumento de la temperatura de cocción permite que los poros se fusionen y endurezcan.

Otros tipos de porosidad, a menudo visibles para el ojo como las fisuras, surgen de la forma en que se pliega la arcilla y se prensa o extruye formando ladrillos y tejas. Los tamaños y formas de los granos individuales y la naturaleza y disposición de la cementación determina la textura del material. Toda la complejidad y el carácter de la porosidad pueden ser solo apreciados a través de un examen microscópico por medio de mediciones precisas. En las rocas sedimentarias los granos se cementan sobre sus puntos de contacto por precipitación de minerales secundarios. En los ladrillos, las partículas de arcilla y arena se fusionan parcialmente, produciendo una reducción en la porosidad total que se refleja directamente en la concentración global de cada ladrillo, que puede ser hasta de un 10 por cien de su longitud. Como regla general, la cerámica tradicional y los materiales pétreos empleados en construcción tienen porosidades en el rango de 0,3 a cerca de 0.

### *Definición de la porosidad*

La porosidad (o más explícitamente, la fracción de volumen de la porosidad), para la que usamos el símbolo  $f$ , se define como la relación entre el volumen del espacio vacío y el volumen total del material.

## Propiedades de la porosidad

Las propiedades de la porosidad dependen de tres factores: la temperatura, la tensión y la escala. Las describimos brevemente a continuación.

### *La temperatura*

Si medimos la porosidad  $f$  a una temperatura  $T$  y si tenemos un material uniformemente poroso sin tensiones internas, entonces su expansión o contracción térmica es idéntica a la sustancia que constituye su matriz sólida (porosidad nula). Al cambiar la temperatura,

las dimensiones externas de la muestra cambian según el factor  $(1 + \alpha_t)(T - T^1)^{304}$  y de este modo también se modifican las dimensiones del espacio poroso. Sin embargo  $f$ , que es la relación entre el volumen de poros y el volumen total, es exactamente constante e independiente de la temperatura.

En general, no podemos asumir que la porosidad no se vea afectada por el calentamiento en cualquier material sujeto a deshidratación térmica o descomposición. Los ciclos térmicos producen una deshidratación progresiva acompañada de cambios microestructurales y cambios progresivos en la porosidad. Pueden ocurrir cambios similares en la porosidad en el curso de la desecación o del enfriamiento.

### La tensión

La dependencia de la tensión es mucho más complicada que la dependencia de la temperatura. En general, la compresión de cualquier tipo de material poroso tiende a reducir su fracción de volumen de porosidad. Para el simple caso de un material poroso seco y rígido, como el ladrillo o la piedra, el cambio en el volumen de poros  $\Delta V_f$  bajo compresión (producida al aplicar una carga de compresión  $\Delta P$ ) es similar a la variación experimentada en el volumen  $\Delta V$ . El cambio de porosidad representa la mayor parte de la tensión. De hecho, tenemos que  $\Delta f = f_0 - f = \Delta V_f / V = \alpha \Delta P / K$ , donde  $K = V \cdot \Delta P / \Delta V$  es el módulo de compresibilidad elástica del material poroso y  $\alpha$  es el coeficiente de Biot. Para areniscas y calizas que tienen una porosidad que varía entre 0,1 y 0,3  $\alpha$  normalmente toma un valor sobre 0,8. Sin embargo, puesto que  $K$  tiene un valor sobre 10 GPa, el cambio en la porosidad es despreciable en cualquier caso, pero con cargas más extremas (a 1000 bar de compresión hidrostática) se produce una reducción de la porosidad de alrededor de una décima.

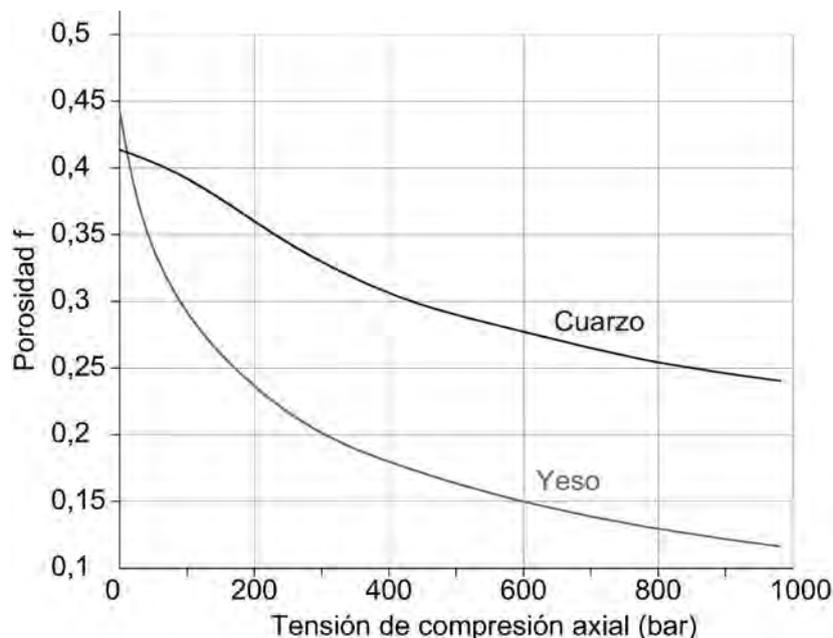


Fig. V.5. Cambios en la porosidad  $f$  en cuarzo y yeso bajo compresión uniaxial.

Para materiales granulares, los cambios de porosidad ocurren a tensiones mucho más bajas. El terreno o los rellenos, de hecho muestran grandes cambios en la densidad

304.- Siendo  $\alpha_t$  la expansión térmica de la matriz del material.

*empaquetada* y por lo tanto en la porosidad cuando cargamos levemente. En este caso la deformación no es elástica. Es una consolidación que se produce mediante la reorganización de la disposición de las partículas, y todos los cambios de volumen se producen a través de la reducción de la porosidad. Se utiliza con frecuencia una ley de consolidación logarítmica, enlazando la relación de huecos  $e$  a la presión aplicada  $P$ , de tal manera que  $e = f / (1 - f) = e_0 - C \cdot \ln P / P_0$ , donde  $C$  es un índice de compresión y  $e_0$  la proporción de huecos para poca presión inicial  $P_0$ . Los tipos de cambios de porosidad que se pueden encontrar están ilustrados en la figura V.5, que contrasta el comportamiento a compresión de materiales granulares duros y blandos, como el cuarzo y el yeso.

La situación resulta ser mucho más complicada si los poros están llenos de líquido, pues este es capaz de ejercer presión hidrostática  $p$  en las paredes del poro (o en las partículas), ya sea como resultado de tener una presión externa o porque el líquido esté atrapado en los poros y esté bajo presión por la propia deformación. En este caso, el cambio de porosidad se convierte en una función de la tensión efectiva  $P' = P - \alpha p$ . Estos casos están tratados en la teoría poroelástica tanto en relación con la mecánica de rocas como en la de suelos. Sin embargo, solo en una circunstancia no hay cambios de porosidad al deformar, y es cuando  $P = p$ , es decir, cuando la carga es igual a la presión hidrostática.

#### *La escala*

Ya hemos apuntado que desde un punto de vista práctico, si el material está estructurado de manera heterogénea, es muy importante medir la porosidad para trabajar con muestras que sean lo suficientemente grandes para abarcar una porción representativa de todo el material. Este principio puede requerir de medidas estadísticas de la variación de la composición con el tamaño de la muestra. Esto se hace en ocasiones con ciertas pruebas tradicionales, por ejemplo con arenas, ladrillos... donde hay reglas empíricas demostradas o procedimientos recomendados que nos dan una guía del tamaño apropiado y del número de muestras.

No obstante, a un nivel más profundo, podríamos reconocer que en muchos tipos de materiales porosos la porosidad no es independiente de la escala de longitud.

En términos generales, los materiales que nos ocupan contienen huecos de muchos tamaños, que van desde el submicroscópico a la macro-escala (cavidades, grietas, agujeros de gusano). Hay una tendencia a rechazar las muestras que están agrietadas o tienen superficies ásperas difíciles para sellar o medir en materiales con escala de longitud uniforme. Si realizando series de medidas de porosidad en muestras que incrementan su tamaño incluimos los tipos de huecos antes mencionados manteniendo al mismo tiempo todas las muestras en la menor dimensión  $l$ , obtenemos la conclusión de que  $f$  tenderá a incrementarse con el tamaño de la muestra. Así, la selección del tamaño adecuado de la muestra para todo tipo de material es una cuestión que debería someterse a juicio. Podemos aplicar una característica de los objetos fractales, ya que existe dependencia en la escala de la porosidad. Hay ahora fuertes evidencias de que muchos materiales porosos naturales tienen estructuras porosas fractales en varios órdenes de magnitud en la escala de longitud. Esto es cierto para arenas y rocas sedimentarias. La estructura porosa de muchas areniscas sedimentarias, calizas y pizarras son fractales de tamaño aproximadamente igual al tama-

ño del grano individual (por ejemplo  $100\ \mu\text{m}$ ) hasta lo más pequeño que se puede medir (sobre  $0,01\ \mu\text{m}$ ). Una medida de la densidad como función de la escala es en sí misma es una de las vías más directas para obtener la dimensión fractal.

### Tamaño del poro y su medida

Como hemos visto, la cuestión sobre cuánta porosidad hay no es simple. Tampoco resulta sencillo saber cuáles son los tamaños de los poros porque es difícil asignar un tamaño a los poros en estos materiales. En el caso de la porosidad abierta<sup>(305)</sup>, que es la que nos interesa, el sistema poroso está basado en la definición de una longitud ilimitada. La longitud del camino tortuoso a través del sistema poroso para llegar de A hasta B (en concreto desde un lado de la muestra de material hasta el otro) debe ser más larga que la distancia en línea recta AB, pero sin embargo nunca es infinita (figura V.6).

Esta proporción es una medida de la complejidad del sistema poroso. Esta complejidad no tiene nada que ver con el tamaño de los poros, pero depende directamente de la conectividad del sistema poroso. Si reducimos un material poroso por un factor de 10 (manteniendo la estructura y, por supuesto, la porosidad constante) la complejidad no cambia. La complejidad (que denotamos tau  $\tau$ ) está estrechamente relacionada con la formación del factor F y con una medida experimental como es  $\tau = f \cdot F$ , donde  $f$  es la porosidad. Los valores típicos para rocas y materiales cerámicos se encuentran en el rango [2-6]. La ley de Archie nos dice que, por lo menos, para las rocas  $\tau = \alpha f^{m-1}$ , por lo que la complejidad tiende (para un grupo de materiales similares) a aumentar a medida que cae la porosidad.

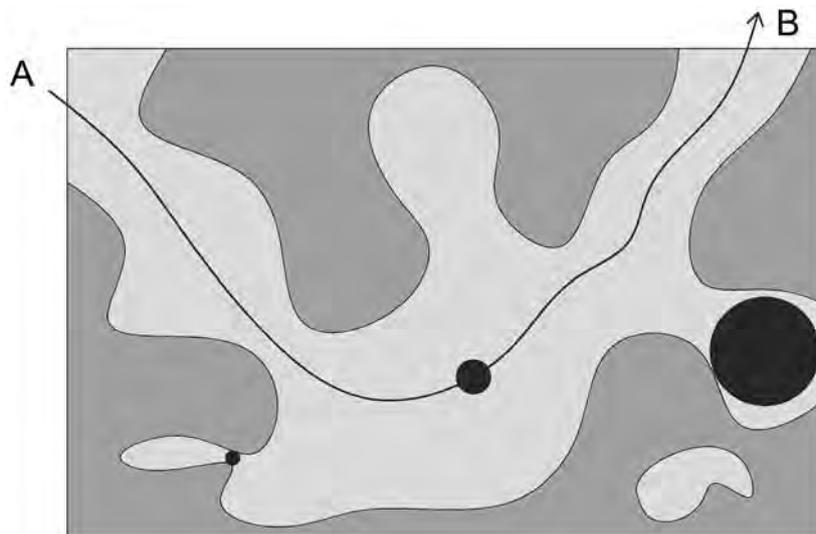


Fig. V.6. Dibujo de un material poroso mostrando la tortuosidad de la ruta AB y esferas de prueba pasando a través de AB para pasos estrechos y grandes cavidades.

En la búsqueda de un tamaño característico de la porosidad abierta debemos, sin embargo, buscar medidas de la amplitud de los poros. En un medio poroso regular y geométrico, como un embalaje que tiene un único tamaño de grano, estos tamaños están geoméricamente bien definidos. Si conocemos cualquiera de ellos tenemos una descripción completa de la escala del sistema poroso. En materiales con poros aleatorios como

305.- Porosidad abierta: volumen de huecos comunicados con el exterior que tiene una pieza referido al volumen total. Camino Olea, M.S. et al. 2001 p. 556.

ladrillos, piedras y hormigones, este enfoque es incorrecto y proporciona información solo de las características extremas de la geometría porosa.

Una descripción más completa del sistema poroso podemos obtenerla empleando esferas de muchos tamaños y observando cuántas de ellas pueden acomodarse en el interior de los poros. En la práctica, algo similar se logra con la técnica del porosímetro de mercurio (en adelante MIP, *Mercury Intrusión Porosimetry*), método que se emplea para medir la porosidad abierta. Hay que tener en cuenta que en materiales inorgánicos, el mercurio no es absorbido espontáneamente dentro de los poros, por lo que debe ser introducido por presión hidrostática. La presión necesaria para que el mercurio penetre en un poro se determina por el radio de curvatura del menisco de mercurio a su paso por la entrada de garganta, por lo que  $r/\mu\text{m} = 6,22/(P/\text{bar})$ . Cuando incrementamos la presión, el mercurio es capaz de pasar a través de gargantas cada vez más finas y dentro de poros muy pequeños. Podemos emplear la curva de volumen-presión para cualquier material particular como la descripción de los tamaños presentes en esta porosidad abierta.

Si volvemos a expresar la presión como una longitud empleando la ecuación que acabamos de dar, entonces obtenemos la *distribución del tamaño del poro*. No obstante, reconocemos que esas longitudes son simples transformaciones de los datos originales de presión y que la distribución del tamaño de poro nominal es solo una forma de expresar una propiedad geométrica del sistema poroso, en concreto uno que enfatiza el radio de curvatura de la garganta de entrada.

Se suele emplear mercurio porque es un fluido no humectante de baja compresibilidad. A la máxima presión de intrusión, en el MIP se ven los poros accesibles con dimensiones de entrada sobre los 100  $\mu\text{m}$ ; con la menor presión empleada se detectan poros de unos 2,5 mm. Este rango está bien adaptado a la principal porosidad de muchos materiales inorgánicos de construcción y como sabemos los poros en este rango juegan un papel importante en el transporte capilar y en los procesos de degradación.

La distribución de tamaño de poro del MIP está muy lejos de ser una descripción completa de la geometría del poro y por esto el tamaño del poro MIP no debe ser interpretado literalmente. Aun así, una medida del MIP establece una escala de longitud característica del sistema poroso. Si disminuimos el tamaño de un material poroso por un factor de 10, la nueva distribución del tamaño del poro MIP cambiará precisamente en un factor de 10. La curva volumen-presión MIP nos indica no tanto sobre la distribución del tamaño de poro como de las propiedades de infiltración del sistema poroso. Para cada presión, el volumen introducido es una medida de cuán accesible es el sistema poroso con esferas de radio dado. Generalmente se observa que las curvas de intrusión de mercurio tienen una forma aproximadamente sigmoideal, reflejando el tamaño subyacente y la conectividad entre poros. El punto de inflexión de la curva volumen-presión del MIP marca el punto en el que el mercurio puede penetrar desde las capas superficiales de la muestra hacia el interior (*la presión de avance*). Esta presión  $P_c$  corresponde por lo tanto al umbral de infiltración, y nos permite asignar una longitud característica  $l_c$  al sistema poroso. Esto puede ser considerado como el diámetro de las esferas más grandes, las cuales pueden filtrarse a través del material.

Hay otras técnicas para sondear la distribución de tamaño de la porosidad. Una de ellas tiene en cuenta la tendencia de los gases condensables (como el nitrógeno a baja temperatura o el vapor de agua) que también sirven para reconocer la curvatura interna del sistema poroso. Midiendo la cantidad de gas que puede condensar en un material poroso como una función de la presión del gas, se proporciona una distribución del tamaño del poro. Estos métodos de adsorción por gas son ampliamente usados en materiales con porosidad a pequeña escala (tamaños desde nm hasta  $\mu\text{m}$ ) pues proporcionan información muy útil. También pueden proporcionar información sobre la superficie total  $A_s$  del sistema poroso accesible ya que el gas que penetra a través de la porosidad abierta tiende a absorberse en todas las superficies formando, a bajas presiones, una película monomolecular. Hacer suposiciones sobre la densidad de muchas monocapas permite que el área superficial de poros se estime a partir de medidas de aumento de peso o volumen de gas adsorbido. La superficie es otra propiedad del sistema poroso que se puede utilizar para establecer una longitud característica que llamamos  $\lambda_a = V_p / A_s$ , la relación del volumen de poros  $V_p$  respecto a su área  $A_s$ , donde ambos son usualmente expresados por unidad de masa seca.

También se puede obtener información de la estructura porosa por dispersión de neutrones y rayos X: la distribución angular de la intensidad dispersada se determina por la distribución espacial de la interfaz poro/matriz. Como la adsorción del gas, estos métodos son sensibles a la porosidad a escala pequeña en el rango [10 nm – 10  $\mu\text{m}$ ]. Además, la temperatura de congelación de un líquido en el sistema poroso está altamente influenciada por la curvatura de su interfaz con la matriz sólida. Se emplea crioporometría para estimar el tamaño de los poros; se trata de una medida de la distribución de las temperaturas de congelación en el material.

Para poder explicar la influencia de la estructura porosa en el proceso de evaporación se debe tener en cuenta el radio de garganta  $r$ . Este parámetro incluye información sobre la estructura porosa porque es un valor medio obtenido de la distribución del tamaño de poros y representa la porosidad típica. Por definición, los cuellos de garganta son más pequeños que las cavidades porosas, por lo que el proceso de evaporación-condensación se encuentra limitado por los cuellos de garganta. Por tanto, su radio puede ser empleado para entender el proceso de evaporación en rocas porosas. La naturaleza de la sal se define por la actividad del agua  $a_w$  y por el volumen molar del líquido  $v_l^0$ , la interfaz se describe por el ángulo de contacto entre el líquido y la superficie del poro  $\phi$  y la tensión superficial  $\sigma$ , las condiciones ambientales están definidas por la humedad relativa del ambiente  $HR_{amb}$  y la temperatura  $T$ . Entonces, la energía libre de Gibbs del proceso en un poro,  $\Delta G_{v \rightarrow l}(r)$  se puede escribir como<sup>(306)</sup>:

$$\Delta G_{v \rightarrow l}(r) = R \cdot T \cdot \ln(a_w / HR_{amb}) - 2\sigma v_l^0 / r \cdot \cos \phi \quad (\text{ecu V.1})$$

## El agua en los materiales porosos

### *Definición del contenido de agua*

El contenido de agua es el término más empleado para describir la concentración

306.- Benavente, D., García del Cura, M.A., 2003.

de agua en un material. Definimos la fracción de volumen de contenido de agua  $\theta$  de un material poroso como la relación entre el volumen de agua y el volumen total. Para materiales inertes podemos decir que el contenido de agua en saturación es igual a la porosidad abierta,  $\theta_s = f_0$ .

La definición del estado seco es importante para medir el contenido de agua de igual modo a como es en la porosidad. El estado  $\theta = 0$  debe ser bien definido e idealmente correspondería al estado en que el material no contiene agua en él<sup>(307)</sup>.

En un análisis teórico, a menudo es más ordenado el uso de un contenido de agua reducido o normalizado  $\theta_r = (\theta - \theta_d) / (\theta_s - \theta_d)$ . Aquí  $\theta_s$  es el estado saturado operativo y  $\theta_d$  el estado seco operativo. A menudo  $\theta_d = 0$  pero en algunos casos es, quizás, un mínimo contenido de agua alcanzado en un conjunto particular de procedimientos y  $\theta_r$  tiene valores comprendidos entre 0 y 1. Así pues, en la práctica tenemos  $\theta_r$  y  $\theta/f_0$ .

El contenido de agua también se puede expresar en función del peso o masa. Empleamos  $w$  para hacer referencia a cálculos con pesos, como el peso de la fracción de contenido de agua  $\theta_w$ , que es igual al peso de agua dividido entre el peso del material seco.  $\theta$  y  $\theta_w$  pueden solo ser intercambiables si se conocen las densidades apropiadas y es frecuente encontrar errores en la literatura técnica debido a diversas confusiones.

Por ejemplo, en los materiales que contienen componentes solubles, el contenido de agua reducido calculado como  $\theta / f_0$  puede estar sujeto a un leve error. Además, y requiere más atención, hay una serie de materiales que se hinchan considerablemente al absorber agua. Para estos materiales, el contenido de agua comúnmente se expresa como la relación de líquido o la relación de humedad  $v = \text{volumen de agua} / \text{volumen de sólidos secos}$ . Es análogo a emplear la relación de vacío  $e$  para describir la porosidad y, de hecho,  $v = \theta (1+e)$ . En un medio hinchado,  $e$  varía con el contenido de agua y  $e(v)$  es una propiedad del material. En saturación tenemos que  $e = v$ .

También es de señalar que el contenido de agua generalmente se calcula mediante la medición del peso en lugar de medir el volumen directamente. En el cálculo de  $\theta$  se supone que el agua que contiene el material tiene la densidad del agua líquida pura a la misma temperatura.

### El flujo en materiales porosos

Muchos de los materiales inorgánicos más comunes en construcción tienen porosidad abierta. Absorben más o menos agua según su grado de exposición a la lluvia, aguas subterráneas, condensaciones o humedad ambiente y la liberan en respuesta a los efectos de secado de la atmósfera. Expresamos las relaciones de equilibrio entre el contenido de agua tal como cantidades ambientales, la humedad o la posible presión. En este apartado se exponen los principios que gobiernan el movimiento del agua en estos materiales y mostramos cómo se puede describir el transporte en materiales saturados e insaturados.

Durante muchos años, el tratamiento del transporte de agua en materiales de cons-

<sup>307</sup>.- No es fácil definir este estado en todos los materiales. Para ser operativo, nos referimos a que el estado debe ser definido en términos de poder reproducir procedimientos prácticos, por ejemplo secar una muestra a 105 °C hasta que alcance peso constante.

trucción porosos estuvo preocupado en dos temas principales: el transporte de agua líquida en materiales saturados y el transporte de vapor de agua en materiales relativamente secos. Hasta ahora, no había sido ampliamente estudiado el transporte de agua en materiales insaturados a través del rango completo de contenido de agua. No es habitual que los materiales de construcción estén saturados durante su uso y el flujo insaturado es el principal modo de transferencia de masa tanto durante la construcción como durante toda su vida útil, a menudo larga. Incluso si los materiales o los elementos del edificio están localmente saturados de vez en cuando (por ejemplo en fachadas expuestas a abundantes lluvias), casi nunca están saturados de agua y migran desde las regiones saturadas hasta las insaturadas y por último vuelven al ambiente. Aquí nos ocuparemos de ambos flujos, saturados e insaturados, integrando los dos en un sistema único y general.

Siguiendo el trabajo original de Henry Darcy, las descripciones matemáticas del flujo líquido en los medios porosos están basadas en la ley de Darcy. Esta ley establece que el caudal  $Q$  de líquido a través de la muestra de material poroso es proporcional a la diferencia de presión hidrostática  $\Delta p$  a través de la muestra, inversamente proporcional a la longitud  $L$  de la muestra, y proporcional al área de la sección transversal  $A$ . La ley de Darcy se expresa simplemente como  $Q = kA\Delta p/L$ . La constante de proporcionalidad definida por la ley de Darcy se suele llamar *la permeabilidad de Darcy* del material. La cantidad  $Q/A$  tiene dimensiones  $[LT^{-1}]$  y es el caudal, el flujo o la velocidad de Darcy se denota como  $u$ , por lo que la ley de Darcy se escribe normalmente como  $u = k\Delta p/L$ . Está claro que la ley de Darcy es una simple ley de transporte lineal y tiene exactamente la misma forma que la ley de Ohm, la ley de Fick y la ecuación de conducción de calor. Cada una de estas leyes define una propiedad del transporte, la conductividad, que se relaciona con el proceso de flujo que cada una describe. Nosotros mostramos una estructura teórica unificada que pueda tener aplicación al calor, la difusión, la corriente eléctrica y el flujo de agua. De hecho, ganamos información valiosa dentro del proceso del flujo de agua por comparación entre este y los problemas de flujo de temperaturas, aunque la ley de Darcy estaba originalmente formulada para aplicarse en flujos saturados. También puede ser aplicada al análisis de procesos con flujos insaturados, pero en estas circunstancias debemos cambiar la permeabilidad de Darcy por una propiedad de transporte generalizado, la capilaridad o la conductividad hidráulica que solemos denotar como  $K$ , que depende en gran medida del contenido de agua  $\theta$ . Como veremos, esto limita severamente la búsqueda de soluciones analíticas para problemas de flujo insaturado y también limita el grado de las soluciones basadas en el flujo de calor empleando otras ecuaciones lineales de transporte.

Con el fin de evitar ambigüedad en la definición, emplearemos el término *permeabilidad* cuando hablemos de procesos de flujo saturado y *conductividad hidráulica* o *conductividad capilar* cuando tratemos flujos insaturados. La permeabilidad es, por supuesto, la misma que la conductividad hidráulica saturada. A continuación discutiremos con más detalle la definición y la medida de la permeabilidad.

### *La permeabilidad*

Si la muestra de la figura V.7 está totalmente saturada con un líquido, entonces se

impone una diferencia en la presión hidrostática  $\Delta p = p_A - p_B$  entre los puntos A y B que conduce a un flujo constante de Darcy, tal que  $u = K\Delta p/L$ , donde  $u$  es el caudal (escalar) con dimensiones  $[LT^{-1}]$ . La ley de Darcy puede ser expresada localmente como  $u = -k\Delta p$ , con  $u$  como vector de la velocidad del flujo. No podemos asumir que la permeabilidad de Darcy  $k$  sea necesariamente constante en el tiempo.

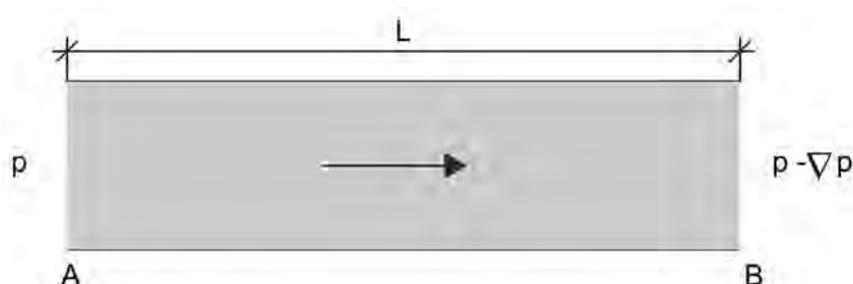


Fig. V.7. Flujo simple Darcy a través de un medio homogéneo saturado de líquido bajo la acción de un gradiente de presión.

La permeabilidad  $k$  se define en esta ecuación con dimensiones  $[M^{-1}L^3T]$ . Sin embargo, es común expresar las presiones hidrostáticas en términos del potencial de presión  $P = p/\rho g$ , donde  $\rho$  es la densidad del líquido.  $P$  tiene dimensión  $[L]$  y es completamente equivalente a la carga hidrostática, por lo que expresamos la ley de Darcy como:

$$u = -K_s \nabla P \quad (\text{ecu. V.2})$$

Donde  $K_s = k\rho g$ . La cantidad  $K_s$  es la permeabilidad saturada convencional del material con dimensiones  $[LT^{-1}]$ .

La permeabilidad así definida depende tanto del material como del fluido. Para flujos de permeabilidad que son similares geoméricamente (en la práctica, los líquidos newtonianos en flujos laminares en medios inertes no hinchables) la permeabilidad  $k$  (y  $K_s$  también) varía inversamente proporcional a la viscosidad del fluido  $\eta$ . Definimos una permeabilidad intrínseca  $k' = k\eta$  de tal manera que  $u = -(k'/\eta)\nabla p$ , donde  $k'$  es una propiedad del material independiente del fluido usado para medirla.  $k'$  tiene dimensiones  $[L^2]$ . La conversión entre las dos depende no solo de la viscosidad sino también de la densidad del fluido a la temperatura de la medición, entonces  $k' = k_s\eta/\rho g$ . Para el agua a 25 °C,  $k'/K_s = 9,103 \times 10^{-8} \text{ m s}$ .

Se desprende de la definición de  $K_s$  que una serie de medidas de  $K_s$  en un material único empleando diferentes fluidos debería cambiar según  $\rho/\eta$  si el material es verdaderamente inerte a los fluidos. Los fallos de esta escala son una indicación de las interacciones específicas entre el material y el fluido ensayado.

Debemos notar que la variación con la temperatura de  $K_s$  (y de manera similar  $K$ ) está controlada principalmente por el cambio de viscosidad, de modo que  $dK_s/dT = -K_s (d \ln \eta/dT)$ . Para la mayoría de los líquidos, el coeficiente de temperatura de la permeabilidad se encuentra en el rango  $[+0,01; +0,03] K_s/^\circ C$ .

El Darcy, que se denota  $D$ , es una medida de la permeabilidad intrínseca  $k'$  que no pertenece al SI métrico, igual que  $\text{cm}^2 \text{ cP}/(\text{atm s})$  donde  $\text{cP}$  denota el centipoise. Ya que el grupo de unidades  $\text{cP}/(\text{atm s})$  es adimensional y tiene valor  $9,8692 \times 10^{-9}$ , se sigue que  $D = 9,8692 \times 10^{-13} \text{ m}^2$ . Puede ser muy útil para recordar que  $1 D \approx 1 \mu\text{m}^2$ .

*Permeabilidades de los materiales de construcción*

Se reúnen algunos valores indicativos en la tabla V.1. En esta tabla de materiales, la permeabilidad más baja y la más alta difieren en un factor de  $10^7$ . Esto refleja la dependencia subyacente de la permeabilidad intrínseca  $k'$  en  $l_c^2$  donde  $l_c$  es una escala de longitud característica del sistema de poros. Por supuesto, estos materiales no son geoméricamente similares, pero sin embargo la sensibilidad de la permeabilidad del grano fino de la porosidad es aparente.

Podemos observar en la siguiente figura V.8 cómo varía la permeabilidad en función del tamaño de la partícula.

En efecto, cuando el dominio tiene un mayor diámetro de partícula se obtienen valores de permeabilidad más altos y mayores probabilidades de alcanzar los valores más grandes de permeabilidad. Este fenómeno puede ser explicado en términos de superficie específica o como el ratio del área de superficie de partícula en contacto con el fluido por unidad de volumen. Las superficies específicas son mayores para los dominios que están bien organizados y tienen un menor diámetro medio de partícula. Las mayores áreas de superficie específica sugieren una mayor superficie de contacto con el fluido, causando una mayor resistencia a la fricción del flujo del fluido, lo que conduce a una reducción de la permeabilidad<sup>(308)</sup>.

Material	Fluido	Permeabilidad ( $K_s/ms^{-1}$ )	Permeabilidad intrínseca ( $k'/m^2$ )
Arenisca Clashach	Gas	-	3,0 E-13
Caliza Lépine	Agua	2,5 E-09	2,3 E-16
Caliza fina S.Maximin	Agua	2,5 E-06	2,3 E-13
Ladrillo cerámico	Agua	3,2 E-08	2,9 E-15
Ladrillo cerámico	Agua	3,8 E-09	3,4 E-16
Hormigón aireado en autoclave	Gas	-	2,8 E-14
Pasta de cemento endurecida a/c 0,5g	Agua	3,8 E-13	3,5 E-20
Pasta de cemento endurecida a/c 0,8g	Agua	4,6 E-11	4,2 E-18
Morteros bastardos	Agua	4,6 E-11	4,2 E-18
Hormigón de alta resistencia, curado húmedo	Agua	7,7 E-13	7,0 E-20
Hormigón de alta resistencia, curado al aire	Agua	1,9 E-11	1,7 E-18

**Tabla V.1.** Permeabilidades de los materiales de construcción.

308.- Li, Y., LeBoeuf, E.J., 2005.

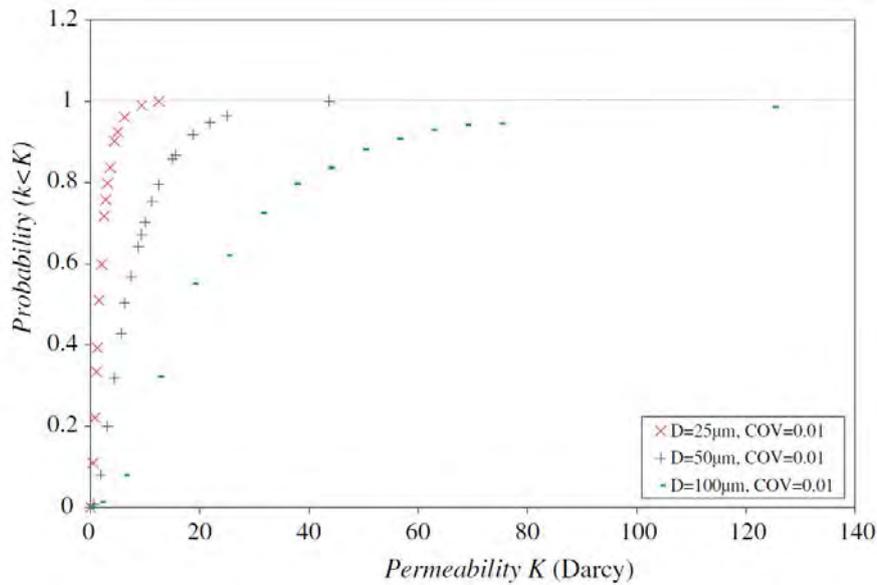


Fig. V.8. Influencia del tamaño medio de partícula en la permeabilidad de un medio poroso.

Las imágenes de la figura V.9 se han elaborado a partir de un análisis con microtomografía computerizada de rayos X. Si al ser mayor el área de superficie específica existe más fricción también será menor la velocidad del fluido que discurre por el interior de la muestra<sup>(309)</sup>. Apreciamos la matriz sólida (izq.) y la estructura de la red porosa (dcha.), mostrándose representada la velocidad según el gradiente de sombreado (más claro a más oscuro). Por este motivo se requiere más tiempo y más energía para extraer la humedad del interior de la muestra.

Cuando simulamos el sistema poroso, en realidad el modelo consiste en tres métodos distintos, uno para la matriz sólida, otro para el flujo y otro para el transporte<sup>(310)</sup>.

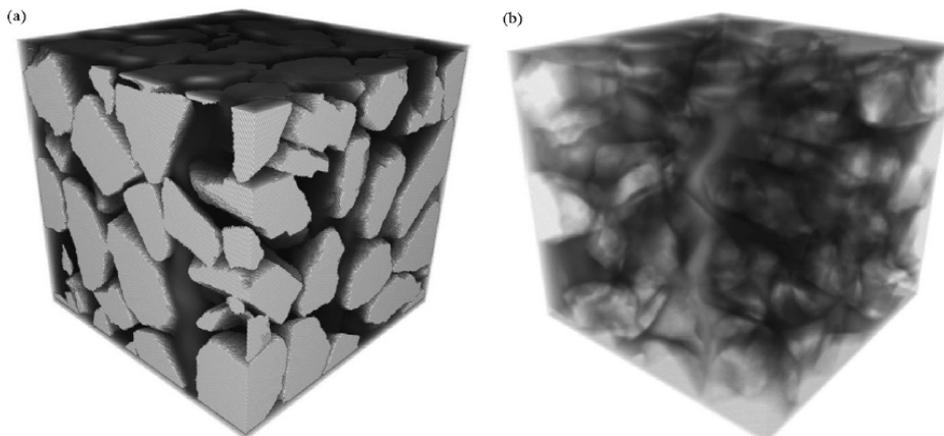


Fig. V.9. Imagen 3D de (a) la matriz de una caliza y (b) la estructura de la red porosa.

### Movimiento del agua en la fase líquida

- **Succión:** movimiento desde una región donde los capilares estén llenos y la superficie de los poros húmeda (nivel 3 de la figura V.2).

309.- Videla, A.R., et al., 2008.

310.- Meier, R., et al., 2000.

- Difusión: Se llevaría a cabo con el contenido de agua por encima del nivel 3 en ambos sentidos de la circulación (humedecimiento - secado). El agua se mueve de una región con mayor contenido de agua a una con menor contenido.

- Ósmosis: Las sales solubles disueltas en agua se disocian en iones, átomos con carga eléctrica. Todos los iones atraen moléculas de agua debido a las fuerzas eléctricas y en consecuencia el agua se mueve desde las regiones donde hay menos iones (menor concentración de sales) hacia donde hay más iones (alta concentración de sales).

- Electroquinesis: Si los iones formados por las sales solubles están presentes, emigran hacia el polo con la carga eléctrica opuesta.

- Calor: En un cuerpo poroso húmedo, el movimiento del agua se produce desde las regiones más cálidas hacia las más frías.

*Flujo insaturado: Ley de Darcy ampliada*

Hasta ahora habíamos considerado solo el flujo en medios porosos saturados. Sin embargo, el flujo saturado es una excepción en los materiales de construcción. Un caso común en construcción es el que se muestra en la figura V.10 en el que el material, ya sea ladrillo o piedra, está seco al principio y luego se expone a un líquido (normalmente agua) en el punto A. El agua es absorbida en el interior de la muestra desde la cara A por fuerzas capilares producidas por el contacto de los poros del material con la fase líquida. El flujo se describe localmente por la llamada ecuación de Darcy ampliada:

$$u = K(\theta)F \tag{ecu. V.3}$$

Donde F es la fuerza capilar y  $\theta$  la relación entre el volumen de líquido y el volumen total (volumen de saturación de la fracción). F se identifica con el gradiente negativo del potencial capilar  $\Psi$ , de tal manera que:

$$u = -K(\theta)\nabla\Psi \tag{ecu. V.4}$$

Aquí  $\Psi$  (con dimensión L), definida para ser coherente con el potencial de presión P, es el potencial capilar por unidad de peso del líquido.  $\Psi$  es la energía necesaria para transferir una unidad de peso del líquido desde el material poroso hasta un depósito del mismo líquido a la misma temperatura y altitud. Se puede visualizar como la tensión máxima medida con el tensiómetro adecuado.  $K(\theta)$  es una permeabilidad generalizada o insaturada, pero se describe normalmente como la conductividad de un líquido, reservando el término *permeabilidad* para el valor de saturación  $K(\theta=\theta_s)$ , donde lo denominamos  $K_s$ . Aquí vamos a utilizar el término *conductividad* para  $K(\theta)$ , siguiendo con la terminología de la física del suelo y la hidrología. Las dimensiones y las unidades son exactamente como para la permeabilidad.

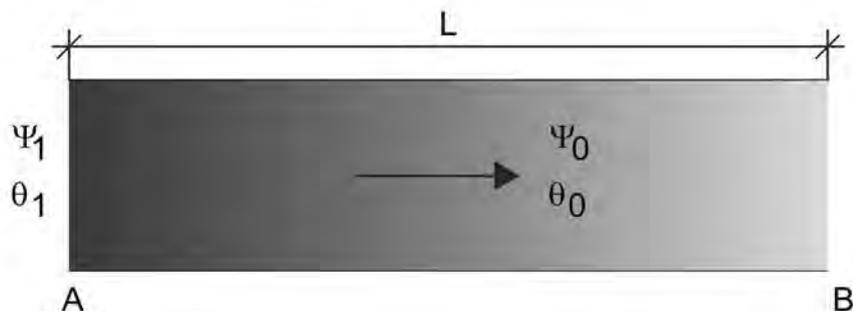


Fig. V.10. Flujo a través de un material poroso insaturado bajo la acción de un gradiente de potencial capilar  $\Psi$  o contenido líquido  $\theta$ .

Combinando la ecuación V.3 con la ecuación de continuidad nos lleva a la ecuación fundamental del flujo insaturado, la ecuación de Richards:

$$\partial\theta/\partial t = \nabla K(\theta)\nabla\Psi \quad (\text{ecu. V.5})$$

Claramente las propiedades de dos materiales deben de ser conocidas para calcular los ratios de flujo. Estos son  $K(\theta)$  y  $\Psi(\theta)$ . Es más conveniente escribir la ecuación V.4 en términos de  $\theta$  en lugar de  $\Psi$ . Así, si definimos una cantidad  $D = K(d\Psi/d\theta)$  nos quedará:

$$\partial\theta/\partial t = \nabla D\nabla\theta \quad (\text{ecu. V.6})$$

Llamaremos  $D$  a la difusividad capilar (estrictamente, función de difusividad), con dimensiones  $[L^2T^{-1}]$ .  $D$  depende tanto del material como del fluido y describe la tendencia del material para transmitir el fluido en cuestión por capilaridad. Normalmente, el fluido es agua y a  $D$  se le llama la difusividad hidráulica.

Debemos notar que las funciones  $D(\theta)$  y  $D_r(\theta_r)$  difieren, ya que

$$D_r(\theta_r) = K d\Psi/d\theta_r = (\theta_s - \theta_d)D(\theta) \quad (\text{ecu. V.7})$$

Donde  $\theta_s$  y  $\theta_d$  son los contenidos de agua empleados para definir el rango del contenido reducido de agua  $\theta_r$ .

En cuanto a la dependencia de las propiedades de transporte en las propiedades de los líquidos, observamos en cuanto a  $K$ , que las funciones  $K$ ,  $D$  y  $\Psi$  dependen tanto del material sólido como del líquido. Como  $K_s$ , las variaciones de  $K$  son del tipo  $\rho/\eta$ , asumiendo que el material no cambia a nivel microscópico por contacto con diferentes líquidos. De manera similar, las escalas de  $\Psi$  como  $\sigma/\eta$ , donde  $\sigma$  es la tensión superficial, proporcionan que  $\Psi$  se obtenga únicamente por capilaridad y que cada líquido tenga la misma distribución microscópica para cualquier contenido líquido  $\theta$ . Se desprende, pues, de la escala de  $K$  y  $\Psi$   $D$  que debe variar como  $\sigma/\eta$ .

#### Midiendo la conductividad

La medida directa de la conductividad hidráulica insaturada es experimentalmente difícil y en la práctica se ha limitado en gran parte a las medidas de conductividad no saturada en los sólidos. Para llevar a cabo medidas directas es necesario establecer un flujo constante a través de un sólido insaturado. El problema práctico es mantener el sólido en el mismo estado de saturación mientras se suministra líquido por la cara de entrada. Para

hacer esto es necesario aplicar un gradiente de tensión del líquido a lo largo de la longitud de la muestra, y esto se puede lograr aplicando un gas a presión. Con este objetivo han sido desarrollados procedimientos para realizarlo con muestras sólidas.

Si comparamos sólidos con baja conductividad (como muchos ladrillos, piedras y hormigones) veremos que las velocidades de flujo insaturado son pequeñas y esto es difícil de prever realizando mediciones de conductividad directamente y usando el tipo de aparato habitual para los sólidos.

Se pueden obtener estimaciones indirectas de la conductividad insaturada con medidas de la difusividad  $D$  y del potencial hidráulico  $\Psi$ , siendo ambas propiedades relativamente fáciles de medir.

#### *Ecuaciones de la conductividad*

Los datos de conductividad hidráulica para el ladrillo y la piedra son escasos. En la física de los sólidos, el modelo más ampliamente usado para  $K(\theta)$  es la ecuación de Mualem<sup>(311)</sup>. Es estrictamente una forma para el cálculo de  $K$  con datos del potencial hidráulico  $\Psi$  basado en el modelo físico del flujo insaturado. La ecuación de Mualem toma varias formas pero se usa con la ecuación de potencial hidráulico de van Genuchten<sup>(312)</sup>, que conduce a la siguiente función de  $K(\theta)$ :

$$K(\theta) = K_s \theta_r^l [1 - (1 - \theta_r^{1/m})^m]^2 \quad (\text{ecu. V.8})$$

Donde  $m$  es el parámetro de van Genuchten y  $l$  es una constante igual a 0,5.

#### *La formulación de la difusión del contenido de agua*

Definimos  $D(\theta)$  por la ecuación:

$$D(\theta) = K(\theta) d\Psi/d\theta \quad (\text{ecu. V.9})$$

La relación entre  $K(\theta)$  y  $\Psi(\theta)$  se define por la ecu. V.3, la cuál se puede escribir unidimensionalmente como:

$$u_x = -K(\theta) \cdot \partial \Psi / \partial x \quad (\text{ecu. V.10})$$

Con la ecuación anterior nos queda,

$$u_x = -D(\theta) d\theta/dx \quad (\text{ecu. V.11})$$

Para el flujo capilar horizontal del líquido esta ecuación expresa  $D(\theta)$  como la definición del flujo de líquido bajo la acción de un gradiente de líquido. Aunque proporciona un claro significado físico para  $D$ , esta definición debe ser usada con precaución. La difusividad solo es el factor de proporcionalidad para el flujo bajo un gradiente líquido en un material homogéneo. Enfatizamos que es este gradiente  $\nabla\Psi$  el que causa que el líquido se mueva a través de un medio poroso insaturado. En un material homogéneo, un gradiente  $\Psi$  se produce por las diferencias en el contenido líquido, y el equilibrio se establece cuando  $\Psi$  (y por tanto  $\theta$ ) es igual para todo  $x$ . Cuando dos materiales diferentemente insaturados están en contacto, los valores de  $\Psi$  en los dos materiales deben ser iguales en el equilibrio.

311.- Mualem, Y., 1976, pp. 513-522.

312.-  $\theta_r = [1/(1 + (\alpha\Psi)^n)]^m$

Debido a las diferencias microestructurales entre los dos materiales, los contenidos líquidos para los mismos valores de  $\Psi$  son diferentes. Así, en el equilibrio hay un gradiente líquido distinto de cero, pero flujo nulo. Un ejemplo práctico de dos materiales diferentes en contacto hidráulico es el que encontramos entre el ladrillo y la junta de mortero en un muro. En el equilibrio, en una pared húmeda no existe flujo de agua entre el ladrillo y el mortero, pero el contenido de agua para cada uno es diferente con el fin de mantener constante  $\Psi$  a través de la interfaz. Una falta de comprensión de este punto puede ocasionar recomendaciones erróneas con respecto a la medición de la humedad.

### Medida de la difusividad

El flujo horizontal en una dimensión se define como:

$$\partial\theta/\partial t = \partial/\partial x(D \partial\theta/\partial x) \quad (\text{ecu. V.12})$$

Si consideramos en principio el caso de la absorción de líquido bajo la acción de un gradiente de potencial, la ecu V.12 tiene condiciones de contorno  $\theta = \theta_s$  para  $x = 0, t \geq 0$ ;  $\theta = \theta_d$  para  $x > 0, t = 0$ .

Para obtener la ecu V.12 como ecu diferencial ordinaria permitimos a  $\theta$  obtenerse como  $\theta = f(\phi)$ , donde  $\phi$  es una función de  $x$  y  $t$  dada por:

$$\phi = x \cdot t^{1/2} \quad (\text{ecu. V.13})$$

La ecu. V.13 es la transformación de Boltzmann y usando V.11 tenemos:

$$-\phi/2 \cdot d\theta/(d\phi) = d/(d\phi) D d\theta/(d\phi) \quad (\text{ecu. V.14})$$

Donde  $\theta = \theta_s$  con  $\phi = 0$  y  $\theta = \theta_d$  con  $\phi \rightarrow \infty$ .

La solución para V.12 es por tanto:

$$X(\theta, t) = \phi(\theta)t^{1/2} \quad (\text{ecu. V.15})$$

este es un resultado fundamental en la aplicación de la teoría de flujo insaturado. Muestra cómo el líquido es absorbido en un sólido poroso y se compara el contenido líquido con los avances en la distancia del contorno como  $t^{1/2}$  manteniendo  $\phi(\theta)$  constante.

Integrando V.15 entre los límites  $\theta = \theta_d$  y  $\theta = \theta_x$  y nada para  $d\theta/d\phi = 0$  cuando  $\theta = \theta_d$  obtenemos:

$$D(\theta_x) = 1/((d\theta/d\phi)\theta_x) \cdot (-1/2) \int_{\theta_d}^{\theta_x} \phi \cdot d\theta \quad (\text{ecu. V.16})$$

La ecu. V.16 es la base para determinar la función de difusividad hidráulica, primero demostrada para flujo insaturado en sólidos.

### Ecuaciones de la difusividad

Las difusividades hidráulicas de muchos materiales medidos desde perfiles húmedos muestran que  $\ln D$  es raramente proporcional a  $\theta$ . La difusividad se representa habitualmente por la ecuación:

$$D(\theta) = D_0^{B\theta} \text{ y } D_0^{B_r\theta_r} \quad (\text{ecu. V.17})$$

Donde  $D_0$ ,  $B$  y  $B_r$  son constantes. Desde la ecu. V.7, nosotros vemos que si  $D(\theta)$  es una

función exponencial de  $\theta$ , luego  $D(\theta_r)$  es también una función exponencial de  $\theta_r$ . La difusividad exponencial se emplea en la física del terreno para modelizar la difusividad. Ninguna base teórica para la difusividad exponencial parece estar suficientemente avanzada. Los datos disponibles sugieren que  $(\theta_s - \theta_d)B$  se encuentran en el rango [4-9]. Algunos de estos datos están recogidos en la tabla V.2.

La difusividad de humectación puede ser también representada por la ley de potencia:

$$D(\theta) = D_0 \theta^n \quad (\text{ecu. V.18})$$

Donde  $n$  es una constante. El pequeño conjunto de evidencias disponibles sugiere que el modelo exponencial se ajusta con los datos del perfil húmedo ligeramente mejor que la ley de la potencia.

La función de difusividad determinada por los datos de secado generalmente muestra un comportamiento más complicado, con un mínimo más o menos bien definido según el bajo contenido de agua,  $\theta_m$ . Este mínimo se identifica con el umbral de percolación para la difusión de vapor. La difusión de secado, por tanto, contiene contribuciones de ambos transportes, líquido y gaseoso. Por debajo de  $\theta_m$ , el transporte de vapor es dominante. Todavía no se ha propuesto ninguna ecuación para modelizar el comportamiento de la difusividad total. La frecuencia del transporte de vapor con bajo contenido de agua es usualmente significativa en experimentos de secado porque los perfiles de secado tienen zonas con bajo contenido de agua adyacente al contorno de secado. Esta zona presumiblemente existe el frente húmedo que avanza pero no se detecta en una medición normal.

La función de difusividad que se obtiene por combinación de la ecuación de van Genuchten para el potencial hidráulico con la ecuación de Mualem para la conductividad hidráulica es extremadamente compleja. Quizás es más práctico para una modelización numérica o analítica, pero no para representar los datos experimentales.

Material	Difusividad $D_0$ $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$	$(\theta_s - \theta_d)B$
Piedra caliza Lépine	$6,3 \times 10^{-9}$	4,9
Piedra caliza Cleris	$3,2 \times 10^{-9}$	6,4
Piedra caliza pura St Maximin	$1,3 \times 10^{-8}$	5,6
Piedra arenisca Gres de Vosges	$2,4 \times 10^{-9}$	5,0
Ladrillos de arcilla cerámica, moldeados	$3,4 \times 10^{-9}$	8,3
Ladrillos de arcilla cerámica, extruidos	$2,2 \times 10^{-9}$	6,3
Ladrillos de cal	$7,9 \times 10^{-11}$	8,4
Mortero cemento:arena 1:5	$9,5 \times 10^{-10}$	8,0
Mortero cemento/cal/arena 1:3:12	$5,7 \times 10^{-8}$	6,6

Tabla V.2. Difusividades de distintos materiales de construcción.

### La teoría de Carniglia

Las ecuaciones propuestas por Carniglia<sup>(313)</sup> fueron utilizados para definir la difusividad del vapor. La transferencia de vapor a través de la difusión en materiales de construcción implica una compleja variedad de procesos: difusión molecular, difusión de Knudsen y di-

313.- Carniglia, S. C., 1986.

fusión superficial a través de intersticios de los poros.

La difusión molecular se produce en los poros más grandes en los que la colisión entre las moléculas de gas es predominante, mientras que la difusión de Knudsen se produce en los poros más pequeños donde se limita el recorrido libre del gas por el tamaño de los poros. La difusión superficial consiste en la transferencia de las moléculas del gas adsorbido desde un sitio adsorbido a otro. Las difusividades superficiales son del orden de  $10^{-7}$  a  $10^{-9}$   $\text{m}^2 / \text{s}$ , a temperatura ambiente, que es varios órdenes de magnitud menor que la típica difusividad molecular y que la difusividad de Knudsen, por lo que podemos ignorar los fenómenos de difusión superficial. La contribución de la difusión molecular y de la difusión de Knudsen se combinan en una sola, llamada coeficiente de difusión efectiva,  $D_e$  ( $\text{m}^2 / \text{s}$ ), que se puede calcular con la ecuación:

$$D_e = D^0 \cdot \varepsilon / \tau \quad (\text{ecu. V.19})$$

La teoría de Carniglia se basa en la suposición de que los parámetros de la ecuación anterior se pueden medir ( $\varepsilon$ ) o calcular ( $D^0$  y  $\tau$ ) sobre la base de la porosimetría de intrusión de mercurio (MIP). La teoría se puede aplicar a materiales uniformes, isotrópicos, pero no puede ser adoptada para situaciones en las que la difusión es gobernada por fenómenos superficiales.

Sin embargo, este aspecto no es relevante para su aplicación práctica en la conservación de edificios históricos, puesto que la porosimetría de intrusión de mercurio tiene en cuenta que la porosidad de un material puede ser descrita como la suma de  $m$  grupos contiguos de poros con un radio creciente,  $r$  (m), y porosidad  $\Delta V$  ( $\text{m}^3 / \text{kg}_{\text{mat}}$ ).

En el caso de los fluidos no humectantes como el mercurio y para poros cilíndricos, los dos parámetros están relacionados con la ecuación de Laplace o la de Washburn. La curva que compara el radio de los poros y el volumen que penetra en los poros proporciona la distribución de los poros en el material.

La metodología utilizada para calcular el factor de tortuosidad  $\tau$ , ha sido descrita en detalle por Carniglia. Además de la determinación de la estructura porosa del material anteriormente descrita, este cálculo también requiere información acerca de la superficie efectiva (interna) del material  $S_s$  ( $\text{m}^2$ ). Sobre la base de consideraciones mecánicas, se ha demostrado que este parámetro se puede obtener directamente mediante porosimetría de intrusión de mercurio.

Puesto que el modelo tipo cilíndrico de la estructura porosa es claramente una simplificación, Carniglia introdujo algunos factores de forma de los poros, teniendo en cuenta las interconexiones y la orientación.

#### *Nota histórica*

La declaración de un flujo lineal de la ley de medios porosos se le atribuye a Henry Darcy (1856), quien midió la velocidad del flujo saturado a través de probetas de arena. Para flujo insaturado el artículo corresponde al de Edgar Buckingham (1907) en un boletín del USDA, al señalar la extensión de esta ecuación para el estado insaturado; y también establece la física esencial del potencial capilar (algunas veces llamado el potencial de

Buckingham), indicando que el gradiente del potencial capilar es la fuerza motriz para el flujo insaturado. Mientras Buckingham destacó el estrecho paralelismo entre el flujo no saturado en medios porosos y el flujo de calor y la conducción de la corriente eléctrica, la ecuación diferencial del flujo insaturado fue escrito en primer lugar solo por Richards en 1931, en la forma  $K-\Psi$ . Durante este período hubo un interés considerable en métodos experimentales para caracterizar las propiedades hidráulicas de los sólidos. En 1951, Klute refunda la ecuación de Richards en la forma de difusividad. Y en 1955 Philip muestra que para algunos casos unidimensionales, una solución relativamente sencilla puede ser obtenida por un procedimiento casi analítico. Después, sobre 1971 Parlange dio un cierto número de simples soluciones analíticas aproximadas. La visión aguda inicial de Green y Ampt de la absorción capilar fue publicada en 1911 y tuvo un ligero impacto hasta que fue rescatada en la década de 1950 por Childs.

Washburn parece haber sido el primero en declarar la ley  $t^{1/2}$  de la cinética de absorción de agua, basada en la analogía con su propio análisis bien conocido de la velocidad de ascenso capilar en un tubo cilíndrico. No hubo un acuerdo sobre la ley  $t^{1/2}$  en la investigación del material hasta mucho más tarde. Las primeras aplicaciones de la teoría del flujo insaturado para los materiales de construcción se encuentran en los escritos de Vos y Tammes (que habían tenido vínculos con la escuela de física de suelos en los Países Bajos) y Pihlajavaara en Finlandia. El trabajo de Luikow, Krischer y Cammerer tuvo cierta influencia en este momento. Este enfoque fue considerado por Bomgerg, quien hizo las primeras mediciones sistemáticas de los potenciales de capilaridad y conductividades insaturadas en materiales como el ladrillo. Este trabajo fue motivado por el interés que suscitó la humedad en los muros y estaba estrechamente vinculado con los métodos de ingeniería para obtener un mejor rendimiento térmico de los edificios.

## Flujos insaturados

### *Absorción unidimensional de agua*

Esta es la ecuación de Richards que constituye la base para nuestra descripción del flujo insaturado en materiales porosos. Generalmente se emplea en la forma Klute, en la que el contenido de agua  $\theta$  es la variable independiente y la difusividad hidráulica  $D$  controla las propiedades del material. Dado un buen conocimiento de la difusividad, podemos representar los procesos de flujo insaturado con las soluciones de la ecuación V.20 acerca de las condiciones de contorno adecuadas:

$$\partial\theta/\partial t = \nabla D \nabla \theta \quad (\text{ecu. V.20})$$

Sin embargo, la fuerte dependencia de  $D$  sobre el contenido de agua dificulta en la solución de la ecuación. Para flujo permanente, la solución se obtiene fácilmente, para el simple caso de flujo desde un límite  $X=0$  manteniendo el contenido de agua  $\theta = \theta_1$  para un límite de  $x = L$  con el contenido de agua fijo  $\theta = \theta_0$ , tenemos  $d\theta/dt = 0$  y por tanto:

$$d/dx D d\theta/dx = 0 \quad (\text{ecu V.21})$$

Usamos la transformación de Kirchhoff:

$$\lambda(\theta) = \int_{\theta_0}^{\theta} D(\theta) d\theta \quad (\text{ecu. V.22})$$

Las soluciones de estado de equilibrio se dan por la ecuación de Laplace en el potencial de Kirchhoff  $\lambda^{-1}$ . Para el caso unidimensional,

$$x/L = (\lambda(1) - \lambda(0)) / (\lambda(1)) = (\int_0^1 D d\theta) / (\int_0^1 D d\theta) \quad (\text{ecu. V.23})$$

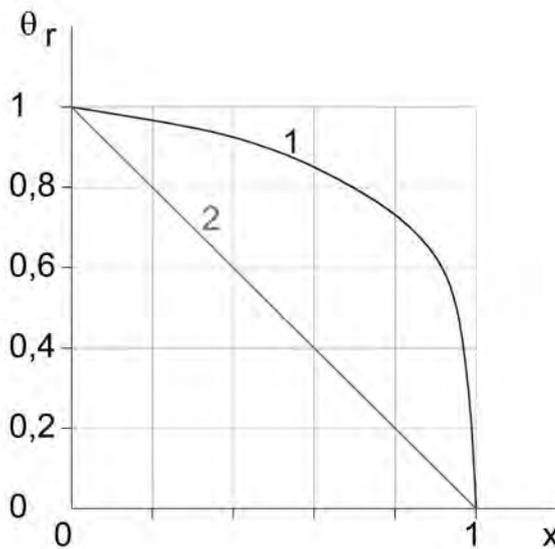
Las soluciones aplicadas son para cualquier caso en que un flujo insaturado y constante se establezca entre dos regiones con diferentes potenciales hidráulicos. Así se proporciona un modelo con algunos casos prácticos interesantes, por ejemplo el movimiento del agua a través del interior de un muro compuesto donde las capas adyacentes tienen un constante pero diferente contenido de agua y potencial, o la migración constante a través de una tubería permeable enterrada (tubo dren). En la figura V.11 mostramos la distribución constante de agua a través de un material que tiene una difusividad hidráulica típica de muchos ladrillos, piedras u hormigones. Se produce una fuerte dependencia de la difusividad en el contenido de agua cuando nos acercamos a la cara más seca. La distribución difiere en gran medida del caso de difusividad constante.

La función de difusividad exponencial  $D(\theta) = D_0^{B\theta}$  puede ser escrita como  $D = D_0^{B\theta_r}$  donde  $B_r = B(\theta_s - \theta_d)$ ,  $D_0 = D_0^{B\theta_d}$  y es usual que  $\theta_r = (\theta - \theta_d) / (\theta_s - \theta_d)$ . Si  $\theta_d = 0$ , entonces  $D_0 = D_0$ . Nótese que por la ecu V.7,  $D_r(\theta_r) = (\theta_s - \theta_d) D_0^{B\theta_r}$  y que el valor de la función de difusividad  $D(\theta)$  para la saturación es  $D_1 = D_0^{B\theta_s} = D_0^{B_r}$ . Por lo tanto, tenemos que  $D(\theta) = D_1^{B_r(1-\theta_r)}$ .

Las soluciones en función del tiempo para sólidos porosos semi-infinitos son:

$$x/L = (\int_0^1 D d\theta) / (\int_0^1 D d\theta) \quad (\text{ecu. V.24})$$

$$\int D d\theta = 1 / (B_r \ln(D_0)) \cdot D_0 \theta_r \quad (\text{ecu. V.25})$$



**Fig. V.11.** Estado constante de distribución de agua en una barrera porosa, de espesor L con caras húmedas y secas. La línea sólida: difusividad hidráulica exponencial  $D = D_0^{(B_r\theta_r)}$  con  $B_r = 6$ , línea de puntos es la difusividad constante ( $B_r = 0$ ).

La absorción o imbibición<sup>(314)</sup> de agua en la mayoría de los materiales porosos está dirigida por la capilaridad, donde el flujo local es proporcional al gradiente de la presión capilar. En los modelos del frente húmedo se supone que, durante la absorción capilar, la concentración de líquido es constante y uniforme en toda la región húmeda y la posición

314.- El término imbibición se aplica comúnmente a procesos de absorción capilar cuando hacemos hincapié en el papel de la fase de desplazamiento de un gas o de un líquido.

de avance del frente húmedo está marcado por un cambio en el contenido de agua, por lo que el frente húmedo tiene una presión capilar constante. Se demuestra que, para un líquido dado, es una propiedad del sólido poroso. El significado práctico de la presión del frente húmedo es que define la fuerza efectiva de las fuerzas capilares que dirigen la imbibición en un material poroso. Esto es importante para determinar las propiedades de absorción capilar de materiales porosos, puesto que los materiales porosos (ladrillo, piedra) tienen generalmente los poros más finos que los del terreno, la succión capilar es proporcionalmente mayor y dominan el movimiento del líquido<sup>(315)</sup>.

#### Absorción de la lluvia en las superficies de los edificios

Cuando el agua de lluvia cae sobre superficies adsorbentes de edificios, mucha de ella se absorbe para liberarse más tarde por evaporación. Sobre superficies no adsorbentes el agua fluye libremente. Así, la absorción capilar de muchas superficies de ladrillo y piedra reduce la cantidad de agua de la que los edificios deben desprenderse cuando llueve. La construcción con materiales adsorbentes requiere menos atención en el sellado de las juntas y en el drenaje puesto que todo el cerramiento es capaz de captar agua. Sin embargo, las fachadas realizadas con materiales impermeables deben ser capaces de eliminar grandes cantidades de agua durante la lluvia, prestando hincapié a las juntas y su sellado, que son las zonas por las que puede penetrar el agua hacia el interior. Hay que saber cuánto tiempo le hace falta a un material poroso para que se sature y cómo esta cuestión depende de las propiedades hidráulicas, como por ejemplo su capacidad de absorción.

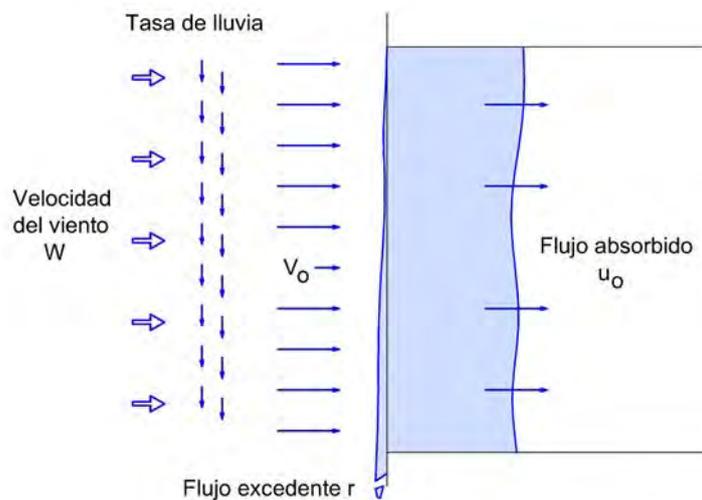


Fig. V.12. Adsorción y excedente de agua en una superficie expuesta a lluvia abundante.

En la mayoría de sistemas el agua está disponible libremente en la superficie del material, luego existe una condición de contorno de saturación  $\theta_r = 1$  en la superficie húmeda. Si esta condición la aplicamos a un material inicialmente seco, de absorción  $S$  y en un tiempo  $t = 0$ , la tasa inicial de absorción de agua es indefinidamente grande, desde  $u = \frac{1}{2} S \cdot t^{-1/2} \rightarrow \infty$  cuando  $t \rightarrow 0$ . Por muy grande que sea la tasa de abastecimiento de agua, siempre hay un período de tiempo en que la velocidad de adsorción de la superficie porosa está limitada y es inferior a la velocidad en que el material puede adsorber agua si ésta está

315.- Ioannou, I., Hall, C. et al., 2003.

libremente disponible. En este sentido, consideramos la absorción de agua por capilaridad como un flujo constante. Para un material unidimensional, semi-infinito y homogéneo (fig. V.13) la constante de la condición de flujo es  $u_0 = -Kd\Psi/dx = -Dd\theta/dx = \text{constante}$  para  $x = 0$  donde  $K$ ,  $D$  y  $\Psi$  son la conductividad hidráulica, difusividad y capilaridad potencial y  $\theta$  el contenido de agua.

La superficie está claramente no saturada durante un período de tiempo y el contenido de agua de la superficie se incrementa progresivamente. Cuando  $t > t_s$ , el flujo excede la velocidad con la que el material puede adsorber el agua y aquella que cae sobre la superficie se divide en dos componentes: una parte que es absorbida  $u_0$  y otra parte  $r = V_0 - u_0$  excedente. La fracción que es absorbida disminuye con el tiempo, la que excede depende de las circunstancias; en superficies horizontales puede acumularse encharcándose y en superficies inclinadas drena ya sea como una película sobre una gran superficie o puede ser canalizada como escorrentía controlada.

El asunto de mayor interés es ver cómo el tiempo para alcanzar la saturación de la superficie depende del índice de pluviosidad y de las propiedades hidráulicas del material que forma la superficie expuesta. El flujo puede ser identificado con el índice con el que la lluvia es recibida por unidad de área de superficie. Lacy ha propuesto la siguiente expresión para el flujo de lluvia  $V_0$  en una superficie vertical:

$$V_0 = 0,22 W \cdot R^{0,88} \quad (\text{ecu. V.26})$$

Donde  $W$  es la velocidad del viento en m/s y  $R$  es el índice de pluviosidad. Aquí  $R$  y  $V_0$  tienen unidades mm/h y  $W$  m/s.

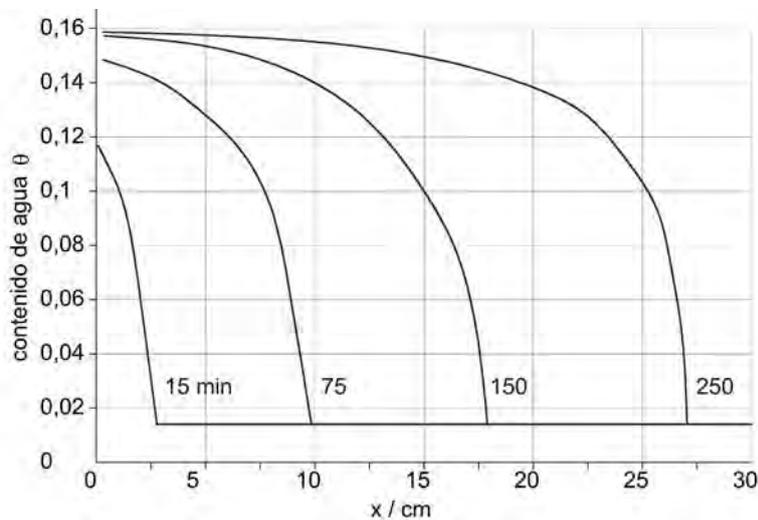


Fig. V.13. Adsorción de agua con flujo constante: simulación numérica. Distribuciones del contenido de agua para tiempos transcurridos  $t = 15, 75, 150$  y  $250$  min. Absorción  $S 3,0 \text{ mm/min}^{1/2}$  y flujo de lluvia  $V_0 = 10 \text{ mm/h}$ ;  $\theta_s = 0,160$  y  $\theta_s = 0,014$ .

Si duplicamos el flujo de lluvia en la superficie, reducimos por un factor de cuatro el tiempo necesario para alcanzar la saturación de la superficie. La saturación de la superficie ocurre en el mismo momento adimensional:

$$t_s = 0,64 \cdot S^2 / V_0^2 \quad (\text{ecu. V.27})^{(316)}$$

316.- Ejemplo:  $t_s = 0,64 \cdot (3^2 \text{ mm}^2/\text{min}) / (5^2 \text{ mm}^2/\text{h}^2)$ . Si tomamos  $5 \text{ mm/h}$  como típico flujo de lluvia moderado, podemos ver en la ecuación anterior la absorción del material  $S = 3 \text{ m/min}^{1/2}$  llega a tardar hasta 13 horas para saturarse.

Entonces, bajo condiciones de conducción de lluvia, el agua puede avanzar en el material poroso solo si la saturación se mantiene detrás del frente húmedo. Con flujo constante en la superficie esto no puede ocurrir hasta que  $u_0 \leq V_0$ . De hecho, podemos tomar  $u_0 = V_0$  como condición del tiempo que se tarda para alcanzar la saturación de la superficie, luego para  $t = t_s$ ,  $u_0 = V_0$ . Con el método Sharp Front (Frente Húmedo, en adelante SF)  $u_0 = 0,5 * S^2 / V_0^2$ . Porque  $u_0 = S^2/2i$ .

este método también representa el comportamiento para  $t > t_s$ , después de que la superficie se haya saturado. Desde que las secciones de contenido de agua SF son siempre rectangulares, el estado del sistema a  $t_s$  es idéntico al que se obtendría si la superficie se hubiera puesto en contacto con un depósito de agua libre (como en una prueba de adsorción) en un tiempo temprano tau  $\tau$ , tal que  $\tau = 1/4 * S^2 / V_0^2 = 1/2 t_s$ . El origen de la escala de tiempo tau en el modelo SF se encuentra a medio camino entre  $t = 0$  y  $t_s$  (el tiempo que la superficie alcanza la saturación).

En resumen, para  $t > t_s$ :  $u = V_0$ ;  $i = V_0 t$ . Para  $t > t_s$ :  $u = 1/2 * S * \tau^{-1/2}$ ;  $i = S \tau^{1/2}$ .

En la fig. V.14 se ilustra el comportamiento del modelo SF de adsorción de agua de lluvia<sup>(317)</sup>. Están tres típicas adsorciones y dos típicas precipitaciones de lluvia. El flujo se absorbe hasta que se alcanza la saturación de la superficie. Para un flujo dado  $V_0$ , el tiempo de saturación de la superficie disminuye al aumentar el flujo. La disminución de la velocidad de adsorción después de la saturación es proporcional a S. Las superficies alcanzan la saturación en los tiempos que varían entre 4,5 y 162 min, el gran rango refleja la dependencia de  $t_s$  en  $(S/V_0)^2$ .

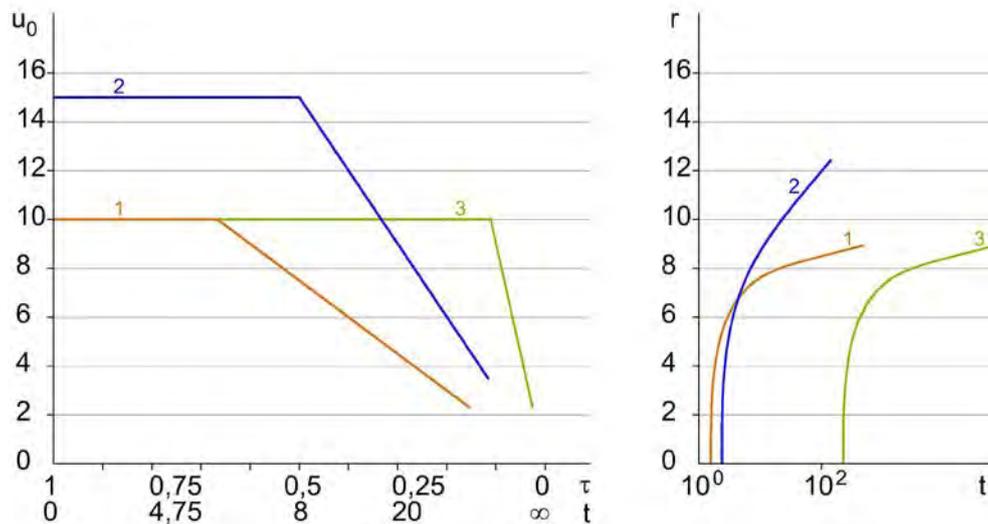


Fig. V.14. Modelo SF de flujo constante de absorción de lluvia. (a) Velocidad de absorción  $u_0$  registrando la variable de tiempo  $\tau=1/2$ , para (1) adsorción  $S=0,5$  mm/min<sup>1/2</sup> y flujo de lluvia  $V_0=10$  mm/h; (2)  $S=1$ ,  $V_0=15$  y (3)  $S=3$ ,  $V_0=10$ . (b) Dependencia de la escorrentía  $r$  para tiempo transcurrido  $t$  (nótese escala logarítmica).

La fig. V.14b muestra cómo la correspondiente velocidad de escorrentía varía con el tiempo, en la que es evidente que gran parte del flujo de agua continúa siendo adsorbido

317.- Al inicio, el material absorbe agua según su adsorción S; luego, conforme se satura permite menos adsorción hasta 0 para t infinito.

mucho después de que la superficie alcance la saturación  $r: V_0 - U_0$ .

El modelo de red de poros en un medio no saturado debe estar compuesto por una combinación de tubos geoméricamente diferentes que representan la matriz y las fisuras (prismas rectangulares). Además, el índice de densidad de fisura y el factor de anisotropía geométrica son ambos necesarios para mejorar la estimación de la permeabilidad. Este último parámetro puede ser utilizado como un estimador indirecto de la durabilidad de los materiales de construcción, pues proporciona una indicación del uso adecuado en edificación<sup>(318)</sup>.

La densidad de fisuras influye claramente en las propiedades de transporte de agua y pone de relieve la importancia de incluirla en los estudios además de a la estructura porosa. Las grandes fisuras contribuyen ligeramente a la ascensión capilar contrarrestando el efecto de la gravedad, pero son importantes para controlar la permeabilidad. La permeabilidad puede ser calculada a partir de la prueba capilar de imbibición, la de saturación de la porosidad adsorbida y con la cuantificación de la densidad de fisuras<sup>(319)</sup>.

Algunos estudios recientes<sup>(320)</sup> han empleado la Tomografía Axial Computerizada de rayos X (TAC) para el estudio del movimiento del agua en el interior de las rocas durante los ensayos de capilaridad<sup>(321)</sup>. De esta manera se ha procedido a la reconstrucción tridimensional de la muestra indicándose la posición del frente de agua a la largo del tiempo y su relación con las características petrográficas de la roca. La cuantificación del porcentaje en volumen de roca embebida en agua es una medida más real de la capilaridad de la misma.

La TAC es una técnica no destructiva muy útil tanto para estudiar la estructura y/o el espacio poroso de la roca<sup>(322)</sup> como para observar el movimiento de los fluidos en su interior<sup>(323)</sup> o el estudio de la alteración de rocas. Esta capacidad para visualizar el frente de agua en el interior de las muestras permite tener en cuenta las heterogeneidades texturales de la roca que provocan variaciones en la capilaridad. Durante el ensayo, la parte central de la muestra es la zona que más velocidad de ascensión capilar presenta, aunque en los primeros momentos las mayores velocidades las presentan las caras externas. También al comenzar el ensayo el frente de agua adquiere una forma cóncava debido a la influencia de las características mineralógico-texturales, pero a medida que avanza el ensayo el frente de agua se hace irregular, debido a cambios en la morfología y porosidad del bandeado sedimentario<sup>(324)</sup>.

---

318.- Cueto, N., Benavente, D., 2009.

319.- Cueto, N., Benavente, D., 2009.

320.- Ruiz de Argandoña, V.G., 2008.

321.- Estos ensayos se han comparado con el método descrito en la norma UNE-EN 1925:1999.

322.- Ya estudiada por varios autores como Wang, L.B., 2004.

323.- Hirono, T., 2003.

324.- Ruiz de Argandoña, V.G., 2008.

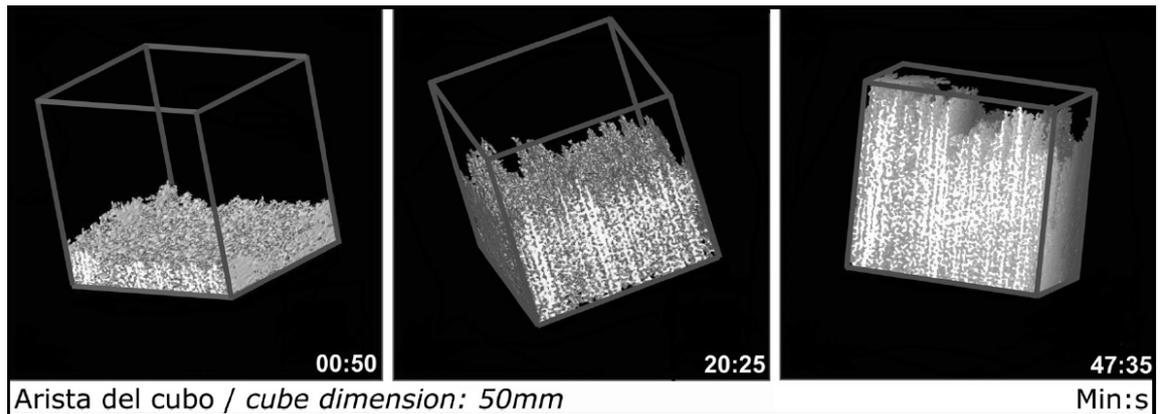


Fig. V.15. Tomografías que muestran el volumen de material afectado por el agua.

A partir de múltiples secciones de la muestra tomadas por la TAC puede estimarse con precisión una información nueva sobre la capilaridad: el volumen de la muestra afectada por el proceso y su variación a lo largo del tiempo. De esta manera puede determinarse un nuevo coeficiente de penetración más global, útil y preciso. Dicho coeficiente es la pendiente de la función lineal que se obtiene de representar la variación del volumen de la parte de la muestra afectada por el agua de capilaridad respecto a la superficie de la base de la muestra, a lo largo del tiempo<sup>(325)</sup>.

Hoy en día se emplean básicamente dos técnicas sencillas y convenientes por ser no destructivas para caracterizar las redes porosas de las piedras, como son la absorción capilar y la medición de la velocidad de las ondas sónicas ( $V_p$ ). La absorción capilar es la prueba ideal para determinar el rendimiento de la roca cuando está en contacto con el agua. La velocidad de las ondas P se suele emplear para cuantificar el comportamiento anisótropo<sup>(326)</sup>. Algunos autores ya han estudiado las relaciones entre la velocidad de las ondas y otras propiedades intrínsecas de las piedras ornamentales, como son la porosidad<sup>(327)</sup>, las microfisuras<sup>(328)</sup> o el desarrollo de fisuras cuando la piedra está sometida a carga mecánica o térmica<sup>(329)</sup>. Recientes estudios nos indican que existe una relación lineal e inversa entre la velocidad de las ondas P y el coeficiente de absorción capilar  $C$ <sup>(330)</sup>.

Con el fin de obtener la mejor comprensión del complejo fenómeno del transporte que ocurre en un medio poroso, se puede elaborar un modelo tridimensional para estudiar el efecto de la geometría de los poros sobre las propiedades de un transporte eficaz. Se sabe que las propiedades macroscópicas del flujo se relacionan con las microscópicas (a nivel de poros). En este sentido, la geometría de la microestructura y la conectividad de los poros juegan un papel fundamental en el gobierno del transporte del fluido en medios porosos. Los principales obstáculos para desarrollar un modelo es la medición directa de la porosidad y la naturaleza aleatoria de la microestructura. Antes de la década de 1980, la mayoría de los modelos de medios porosos se centraban en cantidades medias de gran volumen, como la porosidad, la superficie específica y la tortuosidad. Sin embargo, debido

325.- Véase Ruiz de Argandoña, V.G., 2008.

326.- Vázquez, P., Alonso, F.J. Eibert, R.M., Ordaz, J., 2010.

327.- Del Río, L.M., 2006.

328.- Sousa, L.M., 2005.

329.- Benavente, D., 2006.

330.- Vázquez, P., Alonso, F.J. Eibert, R.M., Ordaz, J., 2010.

a la naturaleza aleatoria de los poros, tenemos que establecer parámetros geométricamente descriptivos. Se puede obtener un mapa detallado de la estructura porosa en tres dimensiones empleando microtomografía de rayos X (MTX) para describir las características con gran resolución. Este método se basa en el de Lattice Boltzmann (LB) pues es más sencillo de implementar en 3D, simulando y estableciendo una relación entre la microestructura de los poros y los coeficientes efectivos de transporte<sup>(331)</sup>.

### Ascensión capilar en muros

Si la cimentación de los edificios no está bien aislada del terreno húmedo, el agua se introduce en la estructura mediante el mecanismo de succión. La altura que alcanza el agua realmente puede estar influenciada principalmente por el equilibrio entre la adsorción de agua y la evaporación a través de la superficie de las paredes. Cuando la adsorción y la evaporación son iguales el aumento se detiene<sup>(332)</sup>.

El incremento de agua también depende del espesor de la pared, de tal modo que la altura alcanzada por el agua es mayor para las paredes más gruesas. La influencia de la fuerza de la gravedad se opone a la subida, pero parece ser insignificante en relación con el efecto de la evaporación. La circulación del aire cerca de la superficie acelera la evaporación y provoca una reducción del nivel de humedad. A largo plazo, las sales solubles también juegan un papel importante en el ascenso capilar debido a que se acumulan en las superficies de evaporación de las fábricas. Además de los daños cuando cristalizan, las sales atraen agua por ósmosis y puede determinar un aumento adicional del nivel de humedad. Como nunca se detiene la acumulación de sal, es probable que no se alcance nunca un equilibrio estable; en igualdad de condiciones, la altura del ascenso del agua debería aumentar con la edad del muro. Los poros muy pequeños se llaman capilares o poros capilares (del latín, *como cabellos*). El agua se introduce en ellos si la adherencia de las superficies de los poros es mayor que la que ejerce el agua. La importancia de la fuerza de succión depende por tanto de la naturaleza de la superficie y del diámetro de los poros. Cuanto menor sea el tamaño de los poros mayor será la fuerza de succión. La fuerza capilar es, con frecuencia, suficientemente grande como para superar a la de la gravedad y hacer subir el agua por el interior de los poros<sup>(333)</sup>.

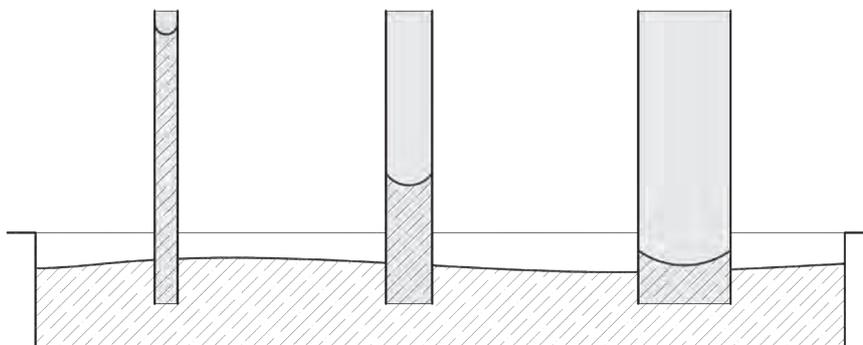


Fig. V.16. Ejemplo de ascenso capilar según el diámetro del poro.

331.- Lin, C.L., Miller, J.D., 2004.

332.- Torraca, G., 1982, p. 17.

333.- Torraca, G., 1982, p. 10.

Dos resultados son particularmente interesantes. Existe la evidencia experimental con mediciones de potencial hidráulico en que las fuerzas capilares son suficientes como para hacer que el agua se eleve varios metros de altura en la mayoría de los materiales porosos. La teoría de flujo insaturado muestra que la escala de tiempo para alcanzar el equilibrio del ascenso capilar es largo, normalmente años.

En los muros de mampostería la cimentación se encuentra bajo tierra en contacto hidráulico con el suelo, que tiene cierto contenido de humedad. El contenido de agua de los materiales que componen el muro se define por la ecuación de equilibrio  $\psi_{\text{muro}} = \psi_{\text{suelo}}$ . Los materiales suelen tener poros más finos que el suelo y pueden absorber agua hasta contenidos relativamente altos. Si el suelo está saturado a nivel de la cimentación el muro también se saturará. El agua sube por el muro desde la parte más húmeda de la cimentación gracias a la acción de las fuerzas capilares. Por debajo del nivel del suelo puede no haber evaporación, por lo que el muro puede estar próximo a la saturación.

En cualquier pared que carece de un revestimiento anti-humedad (o en la que está defectuosa), el agua se eleva desde el nivel del suelo por capilaridad.

En la mayoría de las situaciones, el secado por evaporación tiene una influencia de control sobre el proceso de ascenso capilar, y el grado de humedad capilar en las paredes se determina entonces por el equilibrio entre el flujo ascendente de agua desde el suelo y la evaporación de agua desde las superficies de pared.

La evaporación del agua del muro está controlada por la temperatura ambiente, la humedad y la velocidad del aire durante la primera fase de secado, y está controlada por el ratio de migración de agua desde el material hasta la superficie durante la segunda fase de secado. Si asumimos unas condiciones ambientales constantes, la variación del contenido de agua en el muro determina en gran medida el ratio de evaporación e en diferentes puntos de la superficie del muro. El ascenso de humedad se estabiliza a la altura en que el flujo capilar en la base del muro es igual a la pérdida total por evaporación.

Definimos la función  $e(\theta)$  como la relación entre la tasa de evaporación y el contenido de agua con condiciones ambientales constantes.  $e(\theta)$  se puede obtener experimentalmente dejando secar la muestra y pesándola periódicamente. Podemos describir el ascenso por capilaridad en estado de equilibrio con la relación flujo/evaporación:

$$F(z) = Kb\Delta\Psi/(ze\Delta z) \quad (\text{ecu. V.28})$$

Siendo K la conductividad hidráulica, b el espesor del muro,  $\Psi$  el potencial hidráulico, e la evaporación y z la altura del muro o zona estudiada. Donde  $F(z) = 1$  en todas las partes húmedas. El flujo que se puede lograr para satisfacer la demanda de evaporación depende de las propiedades hidráulicas del material del muro y se ha argumentado que la altura del ascenso capilar puede estimarse a partir de las características del agua.

Si definimos  $g(\theta) = (d\Psi/d\theta)_{\theta=1}^{\text{secado}} / (dz/d\theta)_{\theta}^{\text{húmedo}}$ , entonces nos queda finalmente:

$$F(z) = Kbg(\theta) / ze(\theta) \quad (\text{ecu. V.29})$$

Así definida,  $F(z)$  puede tomar valores mayores de 1. En la práctica F nunca llegará a ser mayor de 1 en un estado de equilibrio porque el flujo ascendente solo equilibra la pérdida por evaporación. A la altura en que F baja por debajo de 1, debe permanecer seca o

secarse si está mojada. De esta expresión obtenemos que la altura de la ascensión capilar en estado de equilibrio bajo condiciones de evaporación puede ser calculada con datos experimentales definiendo  $e(\theta)$ . Usando este análisis, la altura del ascenso capilar calculada para una fábrica de ladrillo (esto es, la altura donde  $F=1$ ) se encuentra en el rango  $[0,5-2]$  m, dependiendo de las condiciones ambientales y el acabado del muro.

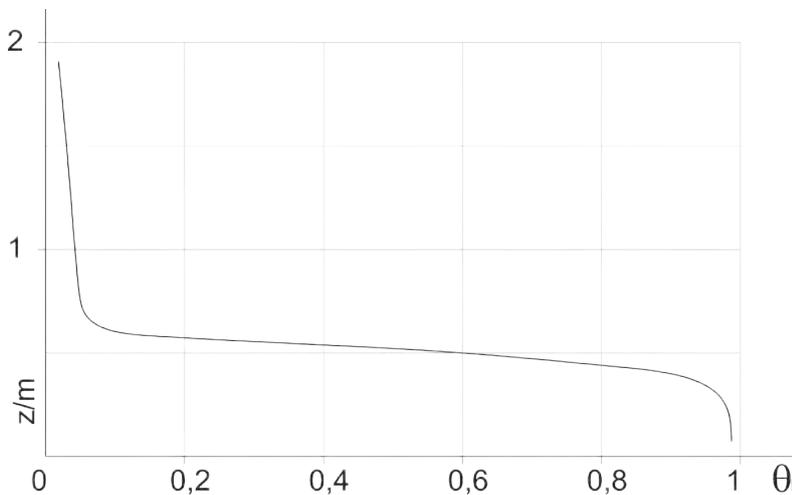
A la altura en la que  $F(z)$  cae por debajo de 1, el contenido de agua debe bajar hasta un valor bajo y en la práctica el material estará seco. Hay una transición brusca de la saturación hasta el secado a la altura correspondiente al cambio de valor de  $F(z)$ .

El tiempo necesario para alcanzar el equilibrio en el ascenso capilar (en sentido estricto, para alcanzar  $0,84 \cdot i_{\infty}$ ) en ausencia de evaporación, puede ser estimada por la expresión:  $t_v = i_{\infty}^2 / 2S^2$ , donde  $i_{\infty}$  es la absorción acumulada para ascenso capilar en equilibrio y  $S$  la capacidad de absorción. Se puede calcular un *tiempo característico* similar para absorciones más pequeñas que podamos encontrar en el muro. En este caso, la absorción acumulada última será:

$$i_{\infty w} = f_e (\theta dz)_0^{z_w} \quad (\text{ecu. V.30})$$

Donde  $f_e$  es la porosidad efectiva del material poroso y  $z_w$  es la altura de la zona húmeda.

Debido a que los muros de mampostería están compuestos por varias capas de unidades de mampostería y mortero, la capacidad de absorción efectiva  $S$  cabe estimarse mejor con un análisis compuesto de  $n$ -capas.



**Fig. V.17.** Variación del contenido de agua en función de la altura  $z$  en un muro de ladrillo. Equilibrio entorno a los 0,5 m.

Se observó que el aire atrapado que acompaña a la absorción de agua, con grandes cantidades de agua, se conduce a través de los materiales de mampostería cuando la evaporación se está produciendo. Esto no solo ayuda a asegurar que la región afectada por la humedad en una pared finalmente se vuelve totalmente saturada por la salida del aire atrapado, sino que también aumenta la escala de tiempo del proceso de ascenso capilar. El único factor en el trabajo es la velocidad a la que la pared puede extraer el agua para llenar el espacio de los poros por succión capilar, que es una capacidad de absorción de la pared. Sin embargo, la evaporación proporciona una salida o una pérdida

que se opone al ascenso de la succión capilar, de manera que el tiempo para alcanzar el ascenso capilar, sugiere una escala de tiempo quizás tan amplia como 10-20 años para la humedad ascendente para convertirse totalmente estable en un típico muro de ladrillo o piedra.

## Secado de edificios

### *Secado de materiales porosos*

Por secado entendemos la transferencia de un líquido (normalmente agua) desde los poros de un material sólido hasta el aire circundante. El proceso suele incluir flujo insaturado de líquido en el sólido poroso, flujo de vapor en los poros, cambio de fase líquido-vapor y transferencia convectiva-difusiva de vapor desde la superficie del sólido hasta el ambiente.

La figura V.18 muestra las curvas de secado típicas para ladrillos con diferente porosidad. La velocidad de secado es mayor al principio y cae con el tiempo. Con condiciones constantes de secado, la tasa de secado para tiempos iniciales es aproximadamente constante, no depende de la naturaleza del material poroso y se encuentra aproximadamente igual que la velocidad de evaporación de una superficie libre de agua expuesta a las mismas condiciones.

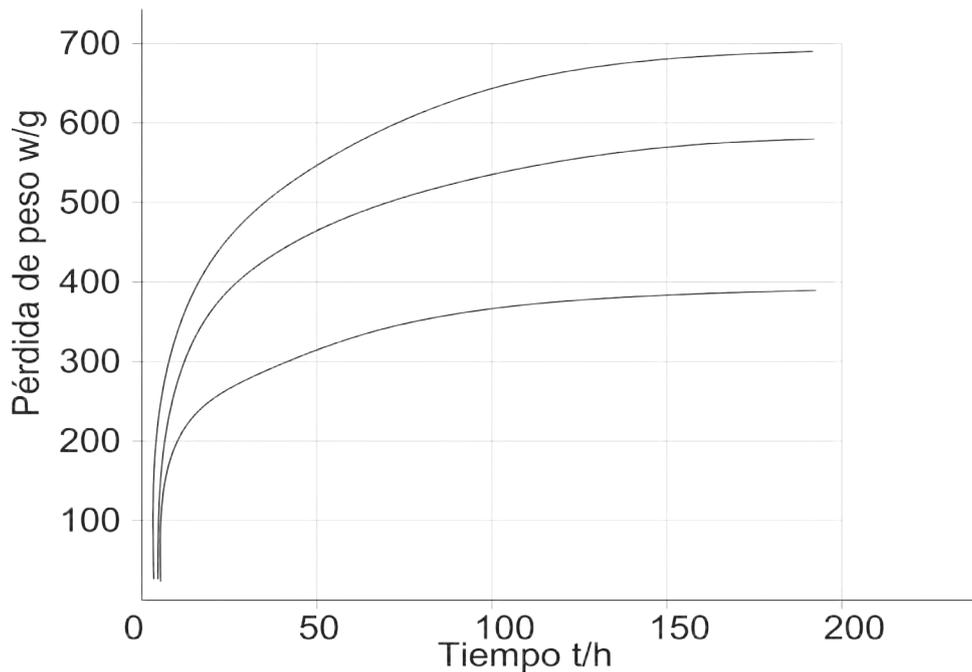


Fig. V.18. Curvas de secado para ladrillos con diferente porosidad.

Nos podemos preguntar si un análisis científico de la física del secado nos permite ofrecer alguna guía en el secado de edificios. Hemos descrito anteriormente lo que los estudios de laboratorio nos dicen acerca de la pérdida por evaporación del agua a través de los materiales de construcción como el ladrillo. En el pasado apartado, también propusimos un criterio de rendimiento/ejecución basado en el potencial hidráulico, el cuál se puede usar para establecer un objetivo para un remedio práctico del tratamiento de secado.

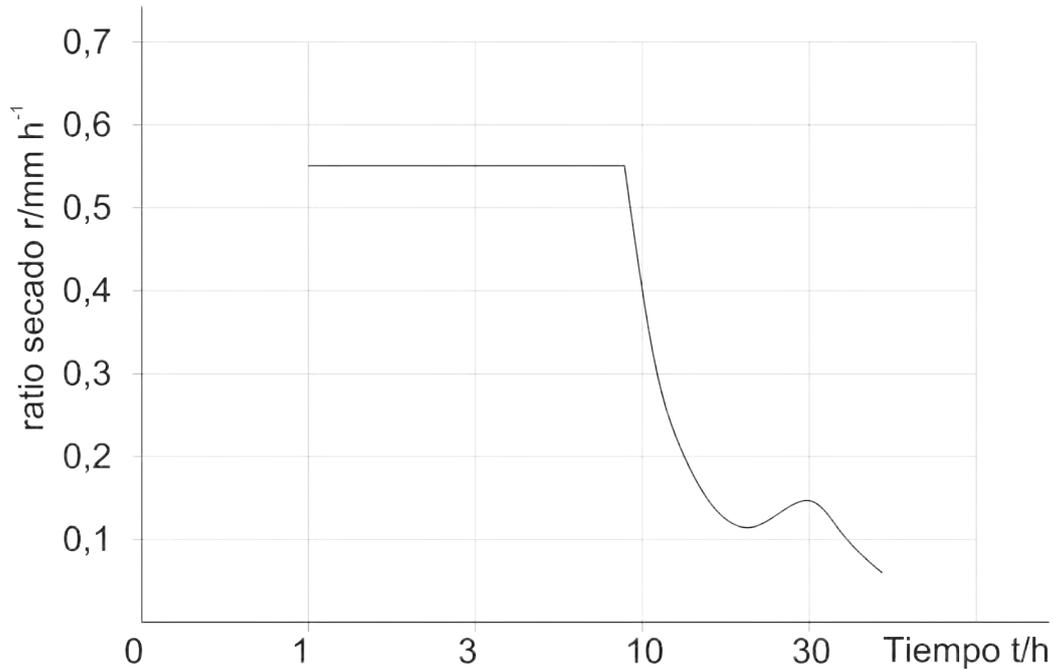


Fig. V.19. Ratio de secado de un ladrillo.

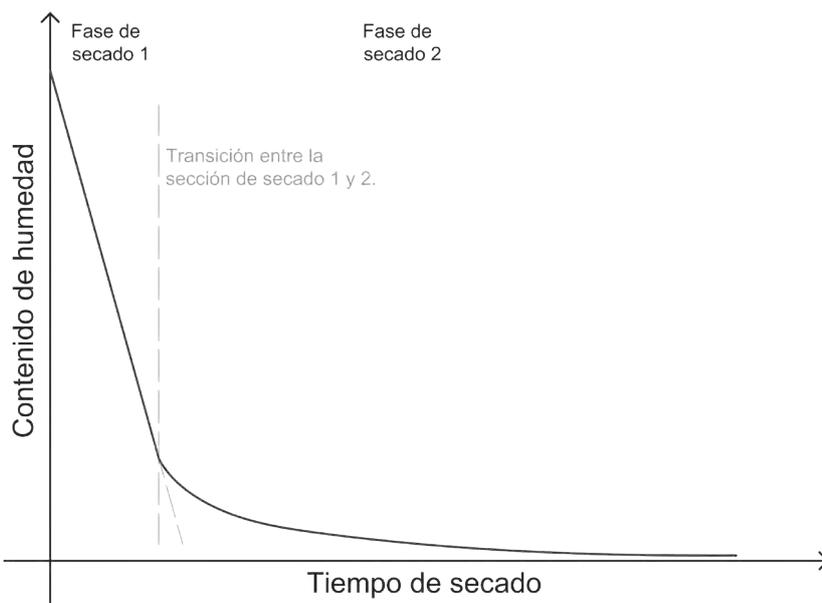


Fig. V.20. Curva general de secado de materiales de construcción porosos.

Estudios de investigación en el secado en materiales de construcción porosos –y algunos otros tipos de materiales porosos– muestran en conclusión que con el contenido de agua la velocidad de secado depende enteramente de la transferencia de humedad de la superficie a la atmósfera. Esto depende de la eficiencia de los procesos aerodinámicos y está afectado en primer lugar por la humedad (que debe ser baja), la velocidad del flujo de aire a través de la superficie (que debe ser grande) y la temperatura (que debe ser también alta). Sin embargo, en las primeras etapas del secado la consideración más importante es mantener una excelente ventilación para ayudar a la cinética del calentamiento. Un punto es eventualmente alcanzado donde el proceso de transferencia capilar

se vuelve ineficaz en las capas superficiales del muro.

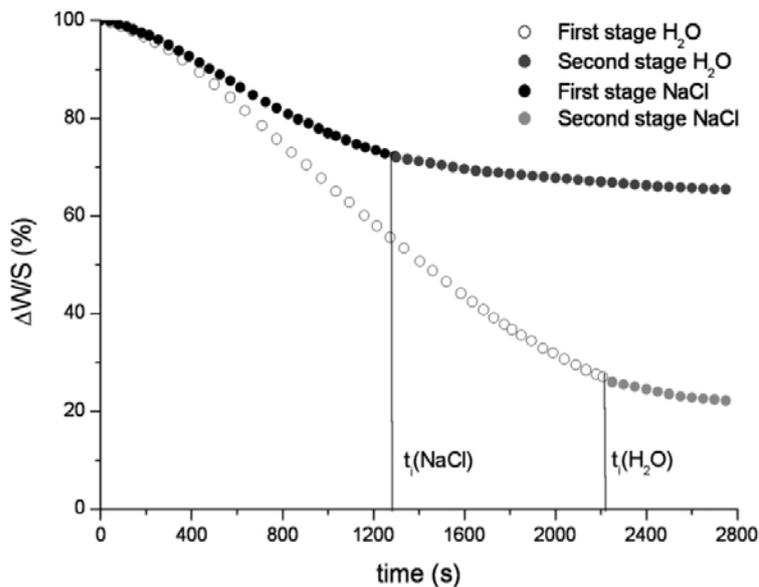


Fig. V.21. Curva de evaporación con rocas saturadas de agua y solución NaCl. Ambos estados de evaporación se pueden observar separados por el tiempo de inflexión  $t_i$ .

A partir de este punto, la velocidad de secado se determina en primer lugar por las propiedades de transporte hidráulico de los materiales porosos, pero en la última etapa de secado, las condiciones de ventilación son secundarias (con tal de que la velocidad de transferencia se mantenga) y la influencia de la temperatura es más reducida. Siempre que nos aseguremos de que la superficie del muro está en contacto con una atmósfera húmeda equivalente a un potencial hidráulico adecuado (digamos 70 MPa), luego nosotros impondremos una condición de contorno seco para que se produzca el flujo por capilaridad. A continuación, el agua fluye hacia la superficie seca a una velocidad que viene determinada por la *desorción* (o más estrictamente por la *difusividad hidráulica de secado*) del material. El tiempo que es necesario posteriormente para que el muro alcance un objetivo de potencial hidráulico en todo su espesor aumenta aproximadamente al cuadrado del espesor.

En el proceso de secado<sup>(334)</sup> se pueden distinguir dos etapas (véase figura V.20). Una primera corresponde a la evaporación de agua de la superficie, lineal en función del tiempo. Esta etapa depende de las fuerzas capilares y de la naturaleza de la solución<sup>(335)</sup>. La segunda etapa tiene un ritmo mucho más lento de evaporación y corresponde con la difusión del vapor de agua a través del medio poroso hacia la superficie<sup>(336)</sup>.

334.- Véase "Secado de los edificios" en el cap. V.2 "Base teórica de los materiales porosos".

335.- Hammecker, C., 1995.

336.- Scherer, G.W., 1990 y Freitas, DS, 2000.

Parámetro	Influencia	Significado
Propiedades de los materiales, (transporte de humedad)	Fuerte influencia en el proceso de secado, responsable de la duración del curso de secado y segunda fase de secado.	Muy importante, causa subyacente de por qué los experimentos de secado se llevan a cabo
Temperatura ambiente y humedad	Influencia en la diferencia de presión de vapor y, por tanto, en la tasa de evaporación.	Durante la primera fase de secado, se deben registrar los parámetros importantes en el secado.
Temperatura de la superficie	Determina la presión de vapor en la superficie de secado y la tasa de evaporación, parámetros muy sensibles del proceso de secado.	Podemos emplear la temperatura de la superficie para determinar la resistencia a la transferencia de vapor y el final exacto de la primera fase.
Condiciones de transición de la velocidad del vapor	Influye y limita la tasa de evaporación que determina el curso de la primera fase de secado.	Parámetro muy importante de la primera fase de secado, debe mantenerse constante, se puede determinar indirectamente.
Contenido inicial de humedad	Afecta a la duración de todo el proceso de secado.	Parámetro muy importante, especialmente con respecto a la reproducibilidad y la comparabilidad de los datos de secado, debe estar siempre efectivamente saturado.
Dimensión del flujo de calor lateral	Afecta a la temperatura de la superficie y, por tanto, a la tasa de evaporación.	Importante cuando se compara medición y cálculo debiendo ser coherente, de lo contrario no es significativo.
Altura	Afecta a la duración total del secado.	Parámetro muy importante del secado.

Tabla V.3. Parámetros que influyen en el secado y su significado.

En la figura (V.21) se muestra el proceso de secado de materiales porosos, que está dividido en las dos fases que comentábamos. La primera se caracteriza por un descenso lineal del contenido de humedad. Debido a las propiedades del material, la humedad puede ser transportada rápidamente a la superficie del material donde se evapora debido al gradiente de presión de vapor. La inclinación de la recta depende fundamentalmente de estos factores, mientras que la amplitud de la fase 1 depende de la capacidad de almacenamiento de humedad del material, propiedades del transporte y geometría de la pieza. En la segunda fase se invierte este efecto. Debido a la disminución de la humedad, el contenido y el descenso del transporte de humedad en el material puede brevemente tener suficiente humedad para ser transportada hasta el nivel de evaporación. El secado reduce el ritmo y dependerá de las propiedades del material y la geometría de la muestra. En general, la primera fase está gobernada por las condiciones de contorno mientras que la segunda depende de las propiedades de transporte de humedad del material<sup>(337)</sup>.

En la figura V.21  $\Delta W/S$  representa la pérdida de peso del agua en porcentaje en función del tiempo.

#### *Modelización del secado: las condiciones de contorno de la evaporación*

El proceso de desorción por evaporación no es simplemente una reversión del proceso de absorción capilar. No hay un cambio de fase líquido-vapor en absorción simple, pero la evaporación está involucrada en cada cambio de fase. Es por esta razón que la condición de contorno de la evaporación es inevitablemente más compleja que la condición  
337.- Scheffler, G.A., Plagge, R., 2009.

de reserva de agua libre que se suele emplear en los procesos de absorción. El ambiente provee de una reserva libre de vapor, pero el movimiento del agua líquida dentro de los poros del sólido está aparejado a esta reserva solo hasta el final del cambio de fase, ya ocurra en la superficie o dentro del material. En la fase I de secado, el material responde a la condición de contorno de un flujo constante. En la fase II de secado, el potencial hidráulico de la superficie se aproxima al equilibrio con el ambiente y, además, el transporte de agua en el material ocurre bajo la acción de la condición de contorno  $\Psi(\theta)$  para  $X = 0$ . Podemos expresar la condición de contorno compuesta de tal manera que:

$$u_0 = -D \frac{d\theta}{dx} = e_{\text{máx}}, x=0, t>0; \Psi \leq \Psi^*, x=0, u_0 \leq e_{\text{máx}} \quad (\text{ecu. V.31})$$

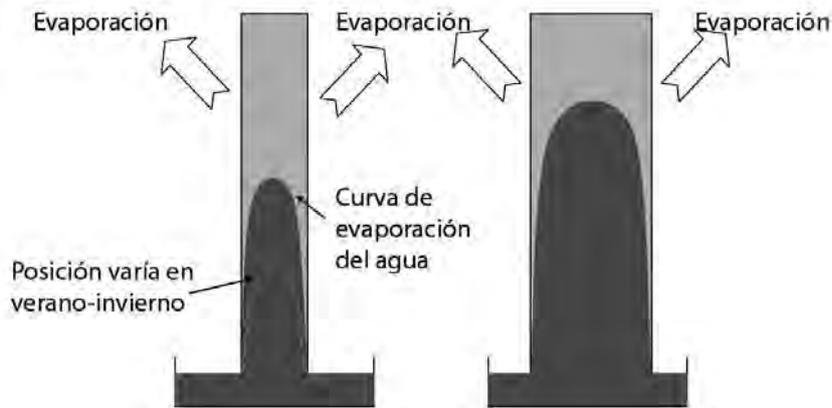


Fig. V.22. Diagrama del equilibrio entre capilaridad y evaporación en un muro de ladrillo.

La fórmula de ascensión capilar<sup>(338)</sup>:

$$h = 2 \cdot \gamma \cdot \cos \theta / (r \cdot \rho \cdot g) \quad (\text{ecu. V.32})$$

Donde,  $\gamma$ : tensión superficial,  $\theta$ : ángulo de contacto,  $r$ : radio capilar,  $\rho$ : densidad del líquido,  $g$ : gravedad.

La fórmula del equilibrio<sup>(339)</sup> entre ascensión capilar y evaporación:

$$h = S \cdot (b / (2 \cdot e \cdot \theta_w))^{1/2} \quad (\text{ecu. V.33})$$

Donde  $h$ : altura capilar de equilibrio,  $S$ : capacidad de absorción,  $b$ : espesor del muro,  $e$ : ratio de evaporación por unidad de área en la superficie húmeda,  $\theta_w$ : contenido de humedad en la región húmeda (volumen de agua por unidad de volumen de material).

La ecuación demuestra que la capacidad de absorción de agua en el material tiene una fuerte influencia en la altura del frente de humedad ascendente. Se puede medir por inmersión parcial del material de ensayo en agua y registrar el aumento de peso con el tiempo. La ecuación también muestra que la altura del frente de humedad ascendente duplica al aumentar el espesor de la pared por un factor de cuatro. El lento proceso de absorción de agua en la estructura con la posterior evaporación conduce al depósito gradual de sales en el muro. El material poroso actúa como un sistema de filtro para el agua con impurezas, que contiene diversas sales solubles que se muestran en la superficie de la pared y justo por detrás.

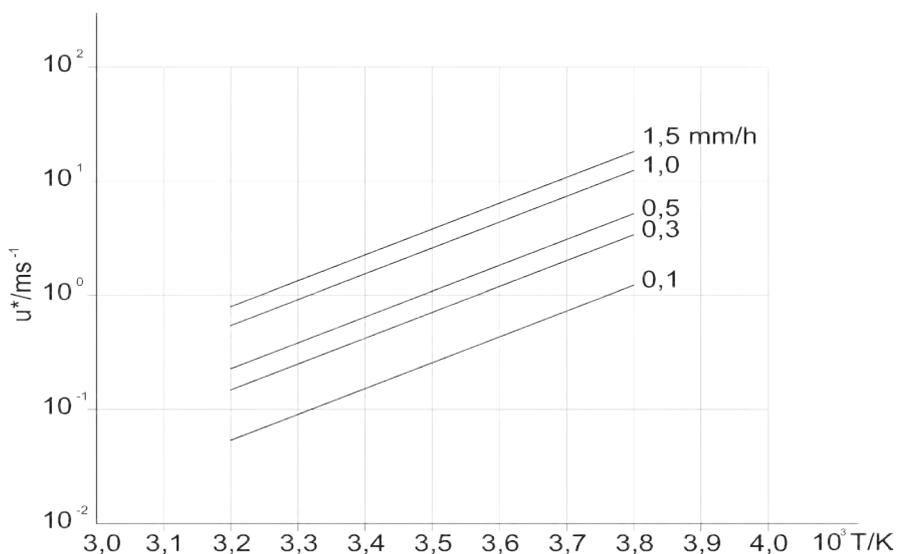
Las consecuencias de la acumulación de sal son que: (a) Las sales pueden bloquear

338.- Rirsch, E., Zhang, Z., 2010.

339.- Hall, C., Hoff, WD., 2002.

los poros y los capilares a través de los cuales el agua se evapora y, por lo tanto, hacer subir el frente aumentando en consecuencia la humedad<sup>(340)</sup>; (b) Se producen daños en el material por la constante disolución y recristalización de ciertas sales que se da por los cambios de humedad y temperatura. Las sales de sulfato de sodio depositadas a partir de las aguas subterráneas pueden ser especialmente destructiva para los edificios y monumentos<sup>(341)</sup>.

*Flujo de aire y temperatura*



**Fig. V.23.** Efecto de la temperatura y la velocidad del viento en el ratio de secado.

Como se aprecia en la imagen anterior, el flujo de aire sobre la superficie tiene una influencia importante sobre el ratio de secado en la fase I ( $r_1$ ), así como la temperatura, que también influye en  $r_1$ .

A continuación se muestra la rosa de los vientos de la ciudad de Valencia aplicada al entorno del Colegio de Corpus Christi.

En primer lugar se muestra la frecuencia según la orientación. Se observa que los vientos que predominan se sitúan en la franja [E - S].

No obstante, las mayores velocidades medias de los vientos proceden del intervalo [SW - N]. Esto indica que en Valencia predominan las brisas procedentes del mar.

340.- Oliver, A., 1988.  
341.- De Clercq, H., 2008.

V.- Análisis de los materiales de construcción

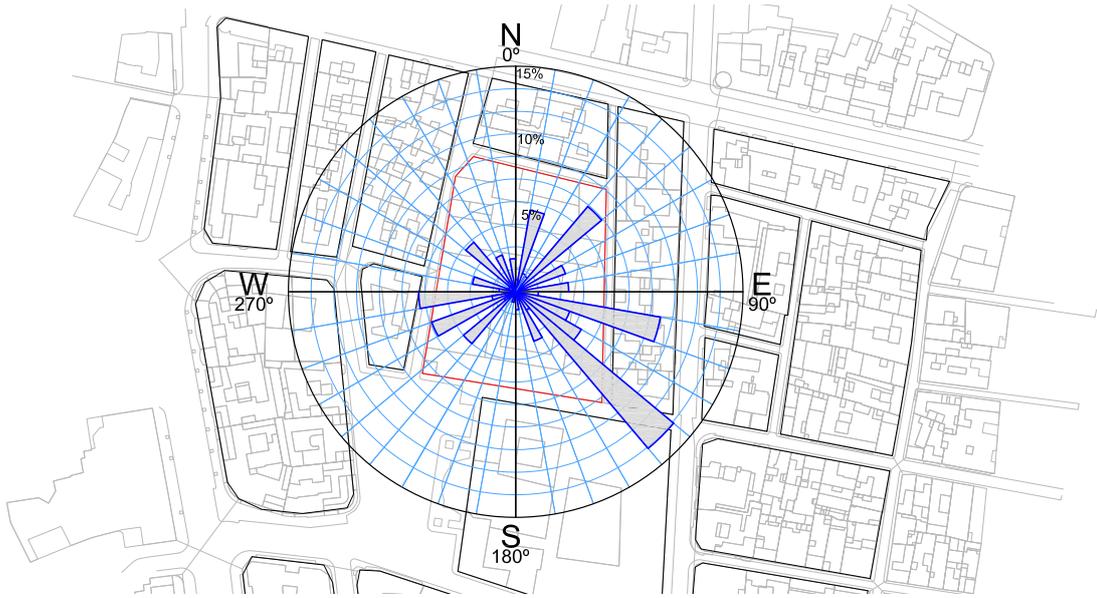


Fig. V.24. Rosa de los vientos 1937-2012 sobre el Colegio de Corpus Christi. Frecuencia según la orientación.

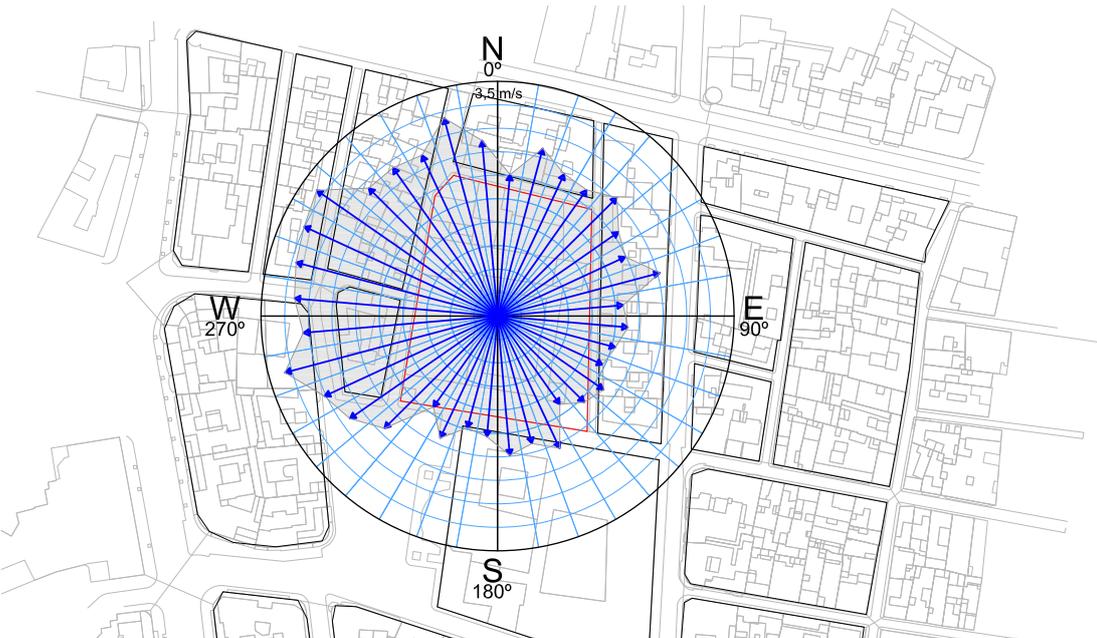


Fig. V.25. Rosa de los vientos 1937-2012 sobre el Colegio de Corpus Christi. Velocidad media del viento según la orientación.

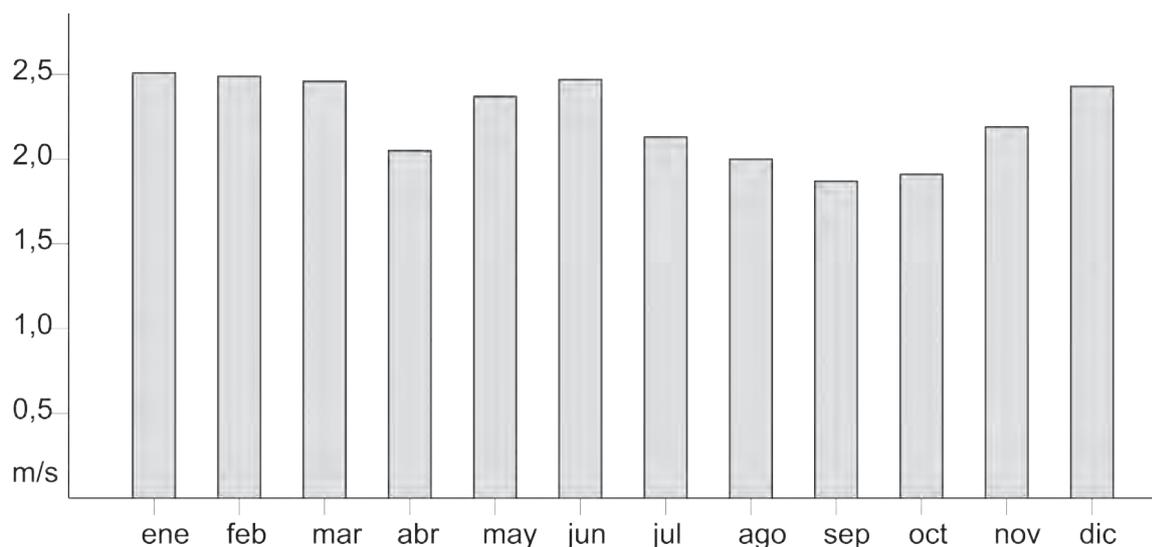


Fig. V.26. Velocidad media del viento, por meses, período 1937-2012 en Valencia.

En la figura V.26 se muestra la velocidad media del viento. Se observa que en la época de lluvias (septiembre-noviembre)<sup>(342)</sup> esta disminuye.

#### *Cristalización de sales y eflorescencias*

Los cristales de sales, como sulfatos de potasio y sodio son habituales en los muros, sobre todo en los meses de verano. Estos depósitos son un signo de los procesos de evaporación. Muchos ladrillos contienen sales solubles de las arcillas con las que están hechos, y absorben el agua subterránea proporcionando aún más sales. Puede existir agua y migrar tanto en estado líquido como en forma de vapor, pero las sales transportadas por el agua solo pueden moverse como sustancias disueltas. Cuando el agua se evapora, las sales disueltas permanecen. A menos que el agua que se evapora se sustituya, la concentración de sal en el agua residual se eleva, quizá a niveles que exceden la solubilidad de la sal. Las superficies minerales proporcionan situaciones ideales para la nucleación y el crecimiento de cristales a partir de las soluciones sobresaturadas. Las sales eflorescentes que forman marcan la posición de los frentes de evaporación, que pueden estar en la superficie de los materiales porosos o con la misma frecuencia justo por debajo de la superficie dentro de los propios poros.

El modelo SF cambia ligeramente cuando el agua se reemplaza con una solución salina. El transporte de la fase líquida no se ve alterado, pero los cambios en el frente de evaporación son más importantes, hasta destruir por completo el estado de equilibrio. Mientras el potencial capilar  $\Psi_f$  apenas cambia, la presión  $p_f$  puede ser mucho mayor. Por lo tanto, el gradiente de presión de vapor puede ser mucho más reducido causando que el frente de evaporación avance hacia la superficie para encontrar una nueva posición en la que el líquido y el vapor se equilibren. La tasa de evaporación es menor en la solución salina que con el agua pura. Un segundo efecto es que el flujo de líquido continúa alimentando más sal disuelta y más hacia el frente, donde no puede migrar más y se acumula. Tarde o temprano, el límite de solubilidad se excede y la sal empieza a depositarse. En este punto la

342.- Confróntese con el gráfico de lluvias en el Anejo V.III.6 "Anejo de Ensayos".

solución salina en el frente está saturada. Para las sales altamente solubles como el cloruro sódico y el sulfato de potasio, las soluciones salinas se concentran y bajan los valores de la presión  $p_f$ . Consecuentemente, la evaporación y la difusión de vapor se retardan. En efecto,  $p_f$  puede caer por debajo de  $p_e$  y el agua condensar en la superficie del material para humedades relativas habituales. La acumulación de sales también puede actuar para bloquear el transporte, tanto de la solución como del vapor de agua en el frente de evaporación. Tan pronto como las sales disueltas alcanzan el frente de evaporación, empieza una variación de la concentración de sal que se desarrolla en la zona húmeda. En el modelo SF hay una discontinuidad de la concentración de sal en el frente de evaporación, pero esto no es físico y se elimina por el flujo de difusión lejos del frente. Para valores suficientemente pequeños del flujo  $u$ , el flujo de retorno puede reducir apreciablemente la concentración de sal en el frente de evaporación.

#### Ejemplo<sup>(343)</sup>

La capacidad de absorción  $S$  de las calizas se mueve en el rango  $[0,5 - 1,5]$   $\text{mm min}^{-1/2}$ , por lo que podemos tomar como valor medio  $1,0 \text{ mm min}^{-1/2}$ . La fracción de volumen de porosidad  $f$  es generalmente y de forma aproximada  $0,25$ , pero tomaremos  $\theta_w = 0,2$  (siendo  $\theta_w = 0,85f$ ). Tomamos como espesor del muro  $150 \text{ mm}$ . Para la tasa de evaporación, tomamos el valor de  $e = 0,001 \text{ mm min}^{-1}$ , que corresponde al promedio de la evaporación potencial anual en UK. Se desprecia la acción de la gravedad.

Si introducimos los datos en la ecu. V.32,  $h = S (b / (2 e \theta_w))^{1/2}$  obtenemos una altura de equilibrio entre la ascensión capilar y la evaporación de  $0,61 \text{ m}$ . El agua total almacenada en el muro es aproximadamente de  $18 \text{ litros por metro lineal de muro}$ . El flujo total que atraviesa el muro es aproximadamente de  $0,88 \text{ l/día por m.l.}$  El flujo total es sorprendente y asciende a  $320 \text{ l/año por m.l.}$  El tiempo medio de permanencia es de  $21 \text{ días}$ . La ecuación de equilibrio nos muestra que si desciende la tasa de evaporación, la altura de equilibrio aumenta según el factor  $1/e^{-1/2}$ . También podemos ver cuál es el efecto del espesor del muro. La altura de equilibrio se incrementa a razón de  $b^{-1/2}$ . Si duplicamos el espesor  $b$  de  $150$  a  $300 \text{ mm}$  la altura se incrementa de  $0,61$  a  $0,87 \text{ m}$ .

En el caso del Colegio del Patriarca hemos supuesto una tasa de evaporación  $4$  veces superior a la de UK, tal que  $e = 0,004 \text{ mm/min}$  y un espesor de los muros  $b = 800 \text{ mm}$ . De esta forma obtenemos una altura de equilibrio de  $0,71 \text{ m}$ . El flujo total que atraviesa el muro sería de  $1 \text{ l/día por m.l.}$

El zócalo perimetral de piedra tiene una altura entre  $0,5$  y  $1,5 \text{ m}$ , por lo que habrá zonas donde el frente de ascensión capilar alcanzará el muro de tapia valenciana (tierra apisonada y ladrillos).

343.- Véase Hall, C. y Hoff, W.D., 2007.

MATERIAL	DENSIDAD $\rho_b$ Kg m <sup>-3</sup>	POROSIDAD $f$	ABSORCIÓN $S$ mm min <sup>-1/2</sup>
<b>Ladrillo cerámico</b>			
Semiseco prensado	1727	0,357	1,32
Moldeado manual	1784	0,334	2,21
Extrudido	1567	0,461	2,35
Ingeniería	2210	0,065	0,09
<b>Piedras para construcción</b>			
Caliza Brauvilliers	1930	0,25	-
Caliza Cleris	1890	0,29	1,49
Caliza Jaumont	2010	0,21	-
Caliza Lépine	2080	0,239	1,00
Caliza Lépine	2010	0,245	0,99
Caliza Portland	2340	0,19	0,30
Caliza Richemont	1900	0,26	-
Arenisca Baumberger	1980	0,23	0,34
Arenisca Kerridge	-	-	0,03
Arenisca Obernkirchner	2150	0,14	0,36
Arenisca Rùthener	1950	0,24	2,33
Arenisca Sander	2120	0,17	0,16
<b>Yeso</b>			
A/Y 1:0,45	1390	0,42	1,62
A/Y 1:0,45	1480	0,39	1,44
A/Y 1:0,45	1590	0,35	1,31
A/Y 1:0,45	1490	0,37	0,83
<b>Mortero</b>			
Cem./cal/arena 1:3:10	1760	0,364	1,94
Cem./cal/arena 1:2:8	1860	0,346	1,38
Cem./cal/arena 1:0,5:4	1990	0,273	0,56
<b>Hormigón</b>			
Cem./are/ári 1:2:4 (a/c 0,55)	2526	0,10	0,19
Cem./are/ári 1:2:4 (a/c 0,75)	2233	0,13	0,29
Cem./are/ári 1:2:4 (a/c 0,5)	2310	0,113	0,25
Cem./are/ári 1:2:4 (a/c 0,7)	2262	0,139	-
Cem./are/ári 1:2:4 (a/c 0,8)	2270	0,141	0,35

**Tabla V.4.** Absorción de materiales de construcción seleccionados.

### V.3. BASE TEÓRICA SOBRE DURABILIDAD

#### Concepto de durabilidad

La durabilidad podría definirse como la aptitud de un material rocoso para resistir la acción de los agentes de la intemperie<sup>(344)</sup>. Entran en juego factores intrínsecos, que dependen de los propios materiales (características petrográficas y físicas)<sup>(345)</sup>, y los externos, que dependen básicamente del ambiente.

Desde el momento en que se extraen los bloques de piedra de la cantera se inicia una modificación en sus propiedades que depende de las condiciones de humedad, presión y temperatura<sup>(346)</sup>.

Entre los factores intrínsecos se encuentra la petrografía del material, es decir, su mineralogía, textura y composición química. La durabilidad del material también está condicionada por la porosidad, la configuración del sistema poroso, la superficie específica y las propiedades hídricas, todas ellas relacionadas con el movimiento de fluidos en el seno del material<sup>(347)</sup>. Entre los factores externos o ambientales, en áreas urbanas tienen especial relevancia los relacionados con los contaminantes gaseosos, líquidos o sólidos. Los valores de la absorción de agua están en relación con los de la porosidad abierta. La captación de vapor de agua está determinada por los valores de la superficie específica. Otras propiedades, aunque también dependen de la porosidad, se relacionan principalmente con la distribución del tamaño de poros<sup>(348)</sup>.

En la figura siguiente se resumen las principales fuentes y tipos de contaminantes atmosféricos.

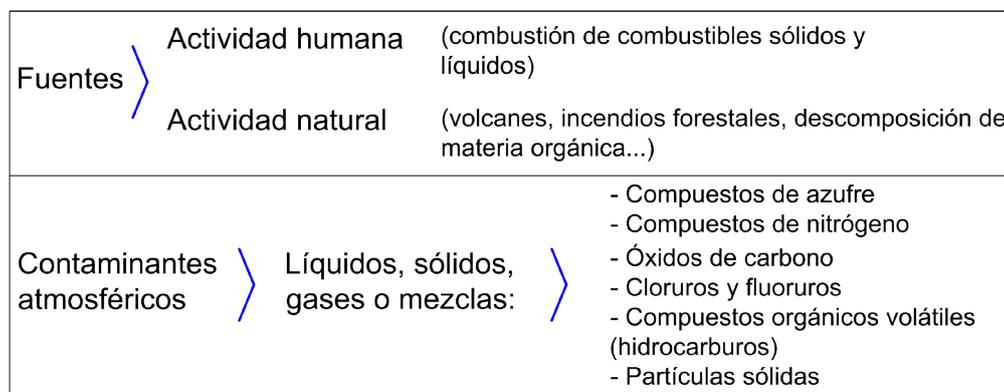


Fig. V.27. Fuentes y contaminantes atmosféricos.

El proceso natural de degradación de las piedras de edificación se ve acelerado en zonas industriales y urbanas por la elevación de los niveles de contaminación<sup>(349)</sup>.

La presencia de sales higroscópicas en materiales porosos contribuye a mantener la capa de humedad en el interior de los mismos. La degradación de los materiales pétreos por partículas sólidas es debida sobre todo al efecto, en su caso, catalizador en la oxidación del SO<sub>2</sub> a sulfato en presencia de humedad y al ennegrecimiento que su depósito

344.- Sének; T., 1981.  
 345.- Esbertí, R.M., Ordaz, J., 1997.  
 346.- Carbonell, M., 1999, p. 22.  
 347.- Esbert, R.M., Montoto, M., 1995.  
 348.- Grossi, C.M., Esbert, R.M., 1998.  
 349.- Stambolow, T., Van Asperen de Boer, JRJ, 1976.

genera en la piedra. Este ennegrecimiento se debe al depósito de materia carbonosa de combustión que procede del diesel. El depósito se ve favorecido por la porosidad y la rugosidad superficial<sup>(350)</sup>. Son las sales (sulfatos, cloruros y nitratos) las que pueden contribuir al deterioro por ciclos de cristalización-disolución, hidratación-deshidratación, expansión térmica diferencial o cambios texturales o estructurales de la propia sal<sup>(351)</sup>.

Los sulfatos de nueva formación tienden a concentrarse en las capas más superficiales del material, mientras que nitratos y cloruros, suelen distribuirse uniformemente por el interior de las muestras. El deterioro de las rocas es, pues, el resultado de combinar una serie de agentes ambientales y de las características de las rocas. Las propiedades físicas de las rocas carbonatadas relacionadas con la transferencia de humedad determinan su respuesta al ambiente. La porosidad abierta y la superficie específica condicionan dicha transferencia. La porosidad abierta es importante por cuanto los espacios vacíos favorecen la entrada de agua en la roca y con ello la disolución de carbonato. El grado de humedad superficial se ha revelado como un factor determinante que puede multiplicar por 10 el depósito de  $\text{SO}_2$  y la velocidad de oxidación. La distribución porosimétrica y la superficie específica influyen en la toma de humedad del aire y la retención de agua. La deposición seca da lugar al depósito sobre la superficie de sales, que por lavado o por sus características pueden disolverse y migrar al interior de la roca. Rocas muy porosas y con poros pequeños sufren mayores daños que rocas menos porosas y con poros de mayor tamaño<sup>(352)</sup>.

### *El microclima para la conservación*

Se ha visto claramente que algunos niveles de humedad se asocian a menudo con mecanismos específicos de deterioro. Con las moléculas de agua que absorbe el material se puede determinar la tensión interna y una cierta deformación de la estructura, la cantidad de agua absorbida (y por lo tanto la tensión interna y la deformación) está en equilibrio con la humedad relativa y, en menor medida, con la temperatura. Estas deformaciones suelen ser reversibles en los materiales más modernos, pero irreversible y muy peligrosa en los materiales antiguos<sup>(353)</sup>.

### **Humedad**

Es bien sabido que los altos niveles de humedad incrementan el deterioro de varias maneras. Con el fin de aclarar la acción llevada a cabo por la humedad, es útil resumir algunos de los mecanismos clave del agua en un material.

La presencia de agua líquida genera reacciones químicas; la transformación de mármol o piedra caliza en yeso es probablemente el ejemplo más conocido. El yeso se forma principalmente en la fase heterogénea de la superficie del monumento cuando, en presencia de una película de agua líquida, la absorción de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) como un contaminante primario se convierte primero en ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) y/o ácido sulfúrico

---

350.- Véase Grossi, C.M., Esbert, R.M., 1998.

351.- Grossi, C.M., Esbert, R.M., 1994 y 1996.

352.- Confróntese con Grossi, C.M., Esbert, R.M., 1998.

353.- Camuffo, D., 1998, p. 68.

( $H_2SO_4$ ). La reacción con el carbonato de calcio (es decir, la calcita,  $CaCO_3$ ) de forma directa, o como un producto final, da lugar al cristal hidratado de sulfato de calcio, es decir, de yeso. La reacción química es más sencilla cuando la atmósfera de  $SO_2$  se disuelve y se oxida a ácido sulfúrico en las gotas de lluvia (lluvia ácida), o se produce el depósito de sulfato de aerosoles en la superficie del mármol o de la piedra caliza, y en presencia de agua, se transforma en ácido sulfúrico y yeso. Piedras, ladrillos y otros materiales tienen sales solubles en agua en los poros son sensibles a los cambios del microclima. Las condiciones ambientales que conducen a ciclos de humedad relativa pueden generar la cristalización y la disolución de sales por medio de dos mecanismos principales: (i) la evaporación de agua, que es controlada por la humedad relativa del ambiente y (ii) las sales higroscópicas, que en un ambiente seco se encuentran en su forma cristalina, precipitan o se disuelven siguiendo los ciclos de humedad relativa. Estos mecanismos generan daño mecánico acumulativo, eflorescencias, subeflorescencias, exfoliación, descamación desprendimientos, etc<sup>(354)</sup>.

La anisotropía de las rocas suele estar relacionada con las condiciones estructurales del yacimiento del cual proceden y condicionan el desarrollo de determinadas formas de alteración. El agua es el vehículo imprescindible para el avance de la degradación física. La humedad es captada en forma de vapor de agua o de agua líquida, puede ascender capilarmente agua desde subsuelo, pero también se puede producir la absorción de agua procedente de la lluvia retenida en ocasiones en cornisas, alféizares, balcones, etc. Los fenómenos de condensación superficial son frecuentes en las paredes y en los muros exteriores de los edificios, especialmente en sus zonas bajas afectando sobre todo a las dos o tres hileras de sillares inferiores. La existencia de condiciones climáticas específicas alrededor del edificio (microclimas) parece ser determinante. La condensación superficial es estimulada por las humedades relativamente altas y las bajas temperaturas de la superficie de las piedras<sup>(355)</sup>.

La condensación de vapor de agua puede tener lugar dentro de la piedra, es lo que conocemos como condensación intersticial.

El mecanismo de penetración de aguas pluviales en la piedra es mucha más esporádico, dependiendo de la construcción y las condiciones de las superficies expuestas. La película de agua que se adhiere a la superficie pétreo es forzada a penetrar hacia el interior del muro por la presión del viento y la succión capilar, acción que facilita la existencia de fisuras o grietas<sup>(356)</sup>.

El agua es un agente polivalente debido a los cambios de fase que puede experimentar. También actúa como vehículo de transporte de otras sustancias como las sales, contaminantes atmosféricos u organismos vivos, lo que eleva su papel en los procesos de degradación interviniendo en la mayoría de procesos de alteración físicos, químicos y biológicos de la piedra<sup>(357)</sup>.

Atendiendo a su comportamiento, pueden diferenciarse diversos tipos de agua en

354.- Camuffo, D., 1998, p. 66.

355.- Esbert, R.M., 2007.

356.- Véase Esbert, R.M., 2007.

357.- Esbert, R.M. et al., 1997, p. 43.

las piedras: agua de constitución o hidratación; agua ordenada o de adsorción; agua capilar, etc. En la figura V.28 se esquematizan los procesos de alteración más comunes relacionados con el agua.

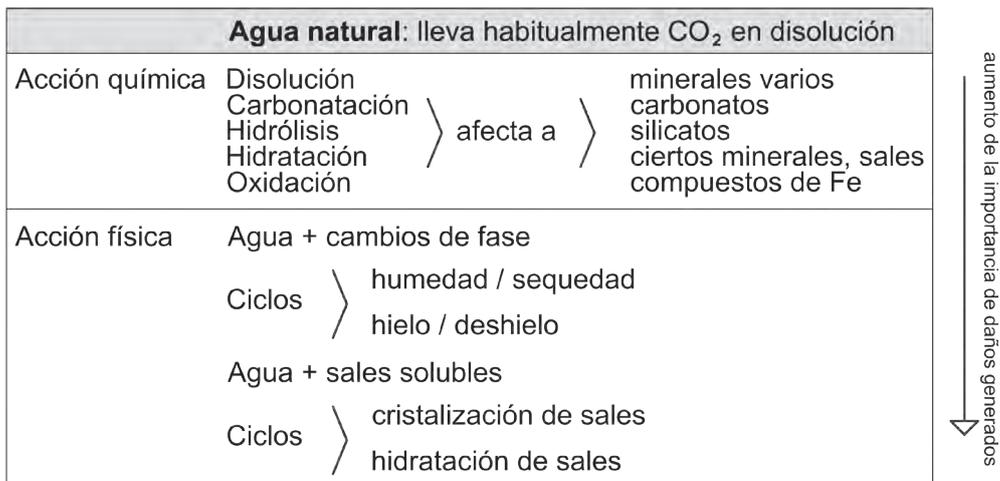


Fig. V.28. Procesos de alteración relacionados con el agua.

La acción del agua en la piedra de edificación está controlada por una serie de características específicas que se resumen en la siguiente figura:



Fig. V.29. Características que controlan la acción del agua en las piedras de los edificios.

Un material se degrada más fácilmente cuanto mayor es la cantidad de agua que retiene en su interior y cuanto más fácil es la movilidad por su interior. El comportamiento hídrico del material tiene en cuenta las sorciones y desorciones de agua. El proceso de transporte del agua hacia su interior está muy relacionado con el tamaño de los poros y su grado de tortuosidad. En los megaporos (véase fig. V.30), el movimiento del agua se rige por leyes hidrodinámicas y está controlado por la gravedad, mientras que en la macroporosidad el mecanismo de transporte del agua se controla por los efectos de la capilaridad. Los microporos se rellenan con agua debido a las fuerzas de adsorción de las paredes de los poros y su movimiento está muy limitado y definido por procesos de difusión, de igual forma que ocurre con los poros de menor diámetro.

Pero en la roca no solo es importante la porosidad y la forma de los poros sino también su espectro porimétrico. La porimetría nos informa de la estructura interna del material y nos permite conocer las variaciones que van a experimentar durante el proceso de alteración, de igual forma que debido a los tratamientos de conservación.

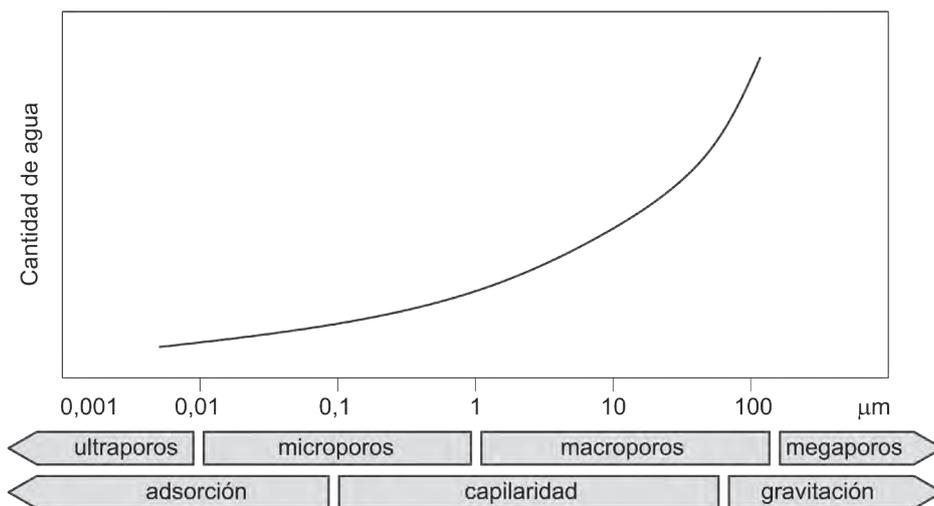


Fig. V.30. Cantidad y movilidad del agua en función del tamaño de los poros.

### Cristalización de sales

La erosión producida por las sales es una fuente importante de daños en los edificios históricos, llevándose a cabo principalmente a través de ciclos de cristalización-disolución. Éstos son cambios de fase que dependen de las propiedades termodinámicas de las sales siendo sensibles a las variaciones climáticas<sup>(358)</sup>. Sin embargo, la interacción entre las soluciones salinas en el interior de la estructura porosa de los materiales de construcción y el ambiente puede ser extremadamente compleja<sup>(359)</sup>.

El ensayo normalizado para el estudio de las piedras naturales (según UNE-EN 12370) establece en un 5 % el límite de la porosidad necesaria para realizar el ensayo de durabilidad de sales. No obstante, propiedades como el color, la rugosidad superficial y la velocidad de propagación de ondas pueden verse afectadas<sup>(360)</sup>.

Es sabido que las sales solubles ocasionan daños físicos y químicos en las piedras cuando cristalizan en su interior o en la superficie<sup>(361)</sup>. Las sales suelen producir efectos nocivos que se traducen en la creación de fisuras o en la apertura de las ya existentes. La pérdida de masa es uno de los efectos más importantes que produce la cristalización de las sales, y el único criterio cuantitativo que recoge la norma<sup>(362)</sup>. Las sales provocan saltación de granos y descohesión<sup>(363)</sup>. Al cristalizar las sales en el interior de las fisuras modifican el sistema microfisural de las rocas<sup>(364)</sup>. Existe relación entre el grado de fisuración y la velocidad de propagación de ondas<sup>(365)</sup>, por lo que también puede utilizarse este parámetro para cuantificar los cambios producidos en la red fractográfica debido al efecto de la sal. Las sales también producen daños que afectan al pulido, debido principalmente a la creación y apertura de fisuras, así como a la exfoliación y rotura de la piedra. Estos daños pueden ser

358.- Benavente, D., Sánchez Moral, S., 2011.

359.- Bionda, D., 2006.

360.- Alonso, F.J., 2008.

361.- Flatt, R.J., 2002; Tsui, N., 2003; Rodríguez-Navarro, C., 1999.

362.- Alonso, F.J., 2008.

363.- Cardell, C., 2003.

364.- Grossi, C.M., 1993.

365.- Sousa, L.M., 2002. y Valdeón, L., 1997.

cuantificados mediante la medida de la rugosidad<sup>(366)</sup>. La cristalización de sales puede dar lugar a cambios de color en la superficie de la piedra incluso después de ser eliminadas, pudiendo tener relación con las variaciones de rugosidad<sup>(367)</sup>.

El ensayo de cristalización de sales especificado en la norma consiste en realizar varios ciclos. Se ha comprobado que según avanzan los ciclos, si se generan nuevas fisuras o aumenta la apertura de las ya existentes, disminuye dicha velocidad. La rugosidad superficial aumenta con los ciclos y está provocada esencialmente por la apertura de los planos de exfoliación. En cuanto al color se produce una pérdida de luminosidad debido a cambios de estado de los minerales. Comparando el comportamiento de las piedras según los distintos parámetros, las disminuciones en la velocidad de propagación de las ondas son más significativas que las pérdidas de peso<sup>(368)</sup>.

Las sales de sulfato magnésico a menudo se producen a partir de la combinación de materiales de construcción combinados con la humedad, reaccionando para formar sales solubles que dan lugar a un deterioro por laminaciones de la piedra. Las fuentes de sulfato magnésico dentro de los materiales de construcción en edificios históricos se relacionan con el terreno subyacente, que puede contener sales que se introducen mediante el proceso de ascensión de humedad por capilaridad; el viento en forma de brisa marina salina; sales procedentes del origen geológico de la piedra o metabolismos biológicos. El sulfato cálcico normalmente produce costras sobre la superficie de la piedra y el sulfato magnésico es más soluble y se suele lavar con la lluvia en las zonas más expuestas; en las zonas protegidas puede actuar como superficie de secado, arrastrando sales de otras partes adyacentes del paramento sujetas a humedecimientos periódicos<sup>(369)</sup>.

La composición de los materiales está directamente relacionadas con otras causas de intrusión de sales donde la estructura porosa juega un papel clave en el mecanismo de deterioro<sup>(370)</sup>.

Las sales pueden precipitarse a partir de las reacciones químicas entre los iones procedentes de un mortero o una piedra o la combinación de los iones con el material procedente de la contaminación. La fuente de los cationes de magnesio presentes en las eflorescencias de sulfato magnésico está muy relacionada con la composición de los materiales de construcción, sea dolomita o calcita magnésica, mármol dolomítico, etc<sup>(371)</sup>.

El conocimiento de la anisotropía de la piedra y su disposición condiciona la forma de trabajar del elemento y su posterior deterioro<sup>(372)</sup>. Este parámetro se puede estudiar midiendo la velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas, que también depende de la densidad del material, su porosidad, su mineralogía, su textura y anisotropía y su contenido en agua<sup>(373)</sup>.

El crecimiento de cristales salinos en el interior de los poros de un material rocoso puede generar tal grado de tensiones que superen el umbral de la resistencia a tracción

366.- Alonso, F.J., 2008.

367.- Benavente, D., 2003.

368.- Alonso, F.J., 2008.

369.- López Arce, P., 2008.

370.- Benavente, D., 2004 y Cultrone, G., 2007.

371.- López Arce, P., 2008.

372.- Fort, R., 2008.

373.- Álvarez de Buergo, M., 1994.

del material, llegando a su completa arenización<sup>(374)</sup>. Un aspecto que generalmente no se contempla es la influencia que la anisotropía tiene en el proceso de deterioro de los materiales pétreos, y en concreto en el mecanismo de cristalización de sales<sup>(375)</sup>.

Las velocidades sónicas medidas después de los ciclos de cristalización de sales, manifiestan un claro descenso de los valores registrados y las muestras presenta un mayor deterioro. La porosidad accesible al mercurio también aumenta después de los ciclos de cristalización de sales. El deterioro tras los ciclos produce un aumento de la porosidad y de la absorción de agua disminuyendo la velocidad de transmisión ultrasónica<sup>(376)</sup>.

La acción de las sales solubles contribuye eficazmente al deterioro químico-físico del material rocoso<sup>(377)</sup>. La acción de las sales sobre los materiales porosos está considerada como una de las principales causas de deterioro en los bienes culturales<sup>(378)</sup> e incluso en edificios o estructuras de nueva planta<sup>(379)</sup>. Las sales se acumulan en los poros de los materiales (piedra, mortero, ladrillo, frescos, metales, maderas, etc.) y dan lugar a procesos de degradación de diversa índole, en los que están implicados la aparición de eflorescencias y subeflorescencias.

El origen de los iones que forman las sales solubles es muy diverso: (i) Por lixiviación de rocas, morteros, ladrillos y otros materiales, así como de restauración; propio del subsuelo; (ii) por depósitos de productos atmosféricos naturales o de contaminación ambiental antropogénica; (iii) generado por el metabolismo de organismos; (iv) otros. La actividad iónica de las disoluciones que ascienden por capilaridad por los muros de los edificios depende de la naturaleza del subsuelo y la actividad en su entorno. En la atmósfera se encuentran partículas en suspensión, aerosoles y gases cuyos iones son capaces de formar depósitos de sales solubles sobre las piedras<sup>(380)</sup>.

### *Mecanismos de alteración*

El efecto de la cristalización de las sales solubles en los poros de los materiales de construcción es debido a una combinación de factores, entre los que cabe citar el tipo y propiedades de la sal, su concentración y el grado de sobresaturación en función de las condiciones ambientales y, por otra parte, las propiedades del material<sup>(381)</sup>.

La mayoría de las hipótesis sobre las causas de los procesos de alteración producidos por los depósitos salinos se basan en la aparición de tensiones físico-mecánicas generadas por incompatibilidad esférica entre el volumen de sal en crecimiento y el del poro<sup>(382)</sup>; esta presión que se ejerce en todas direcciones da lugar a fisuras en las cercanías de la superficie, como puede verse en la imagen a continuación.

Las secciones A, B y C muestran la evolución que experimenta una roca porosa a lo

---

374.- Fort, R., 2008.

375.- Ruedrich, J. y Siegesmund, S., 2007.

376.- Fort, R., 2008.

377.- Esbert, R.M., 2007.

378.- Arnold, A., 1996.

379.- Rafai, N. et al. 1996.

380.- Ortiz, M.P., 1998, p. 27.

381.- Ortiz, M.P., 1998, p. 35.

382.- Auger, F., 1989.

largo de sucesivos ciclos de cristalización de sales: a) las sales cristalizan en la superficie y en poros adyacentes; b) la presión ejercida por la acumulación de sales cristalizadas en los poros cercanos a la superficie genera la fuerza suficiente para abrir los poros dando lugar a una alteración microscópica; c) el proceso se repite cíclicamente avanzando la alteración en profundidad y como consecuencia, la pérdida de material se hace apreciable a simple vista.

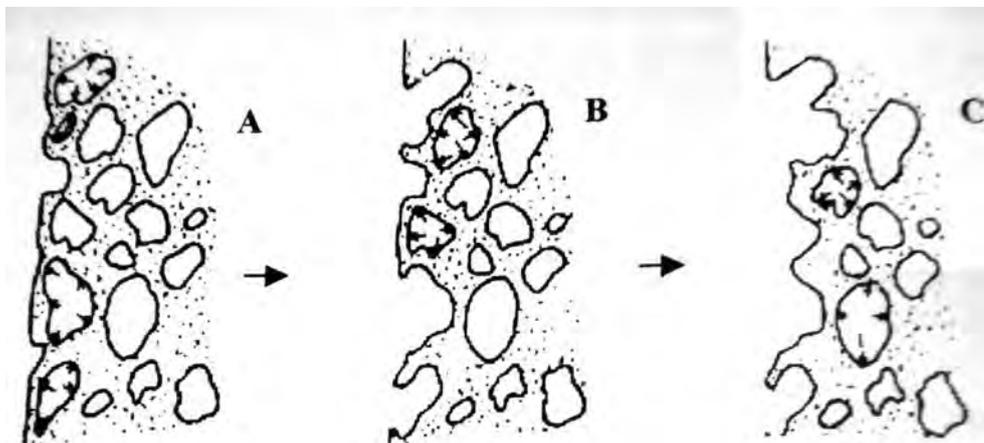


Fig. V.31. Modelo de alteración superficial por sales propuesto por Alonso, F.J. et al., 1987.

La presión de cristalización de las sales es directamente proporcional al daño engendrado, mientras que la durabilidad es directamente proporcional al tamaño del poro, es decir, la presión de cristalización está inversamente relacionada con el radio de los poros<sup>(383)</sup>.

### El color

Como ya sabemos, el color de los edificios cambia a lo largo del tiempo debido al depósito de contaminantes. En el pasado se formaban gruesas costras negras como consecuencia de la combustión de carbón. Actualmente existe la posibilidad de ennegrecimiento, pero derivado de productos diesel. Los edificios cuando se oscurecen tienden a alcanzar un valor límite de reflectancia que depende de la carga de carbono elemental. Los depósitos actuales tienden a ser más finos, menos oscuros y son más ricos en compuestos orgánicos derivados del petróleo, resultando su oxidación en tonos más cálidos de las superficies de piedras de colores claros<sup>(384)</sup>.

El color de las piedras depende de la fuente de iluminación, de la humedad a la que están sometidas, del acabado superficial y de sus características petrográficas (composición, textura y estructura).

También hay que tener presente que con el tiempo, la lluvia dirigida por el viento altera la distribución de la suciedad<sup>(385)</sup>.

Se ha atribuido un origen biológico a pátinas rojizo-anaranjadas de monumentos mediterráneos, con los óxidos de hierro y la materia orgánica actuando como colorantes de

383.- Gauri, K. y Punuru, A.R., 1989.

384.- Grossi, C.M. y Brimblecombe, P., 2008.

385.- Davidson, C., 2000.

la pátina<sup>(386)</sup>.

La tendencia del cambio de color y del ennegrecimiento se puede determinar experimentalmente (véase fig. V.32). El proceso se ajusta a un modelo exponencial que tiende a un determinado valor asintótico distinto de cero. La reducción de la contaminación ambiental puede conllevar una auto-limpieza de las fachadas de los edificios históricos debido a la acción de la lluvia. Asimismo, cambios tenues en el color, resultado de procesos de oxidación y de la actividad biológica son más obvios en estas superficies más limpias<sup>(387)</sup>.

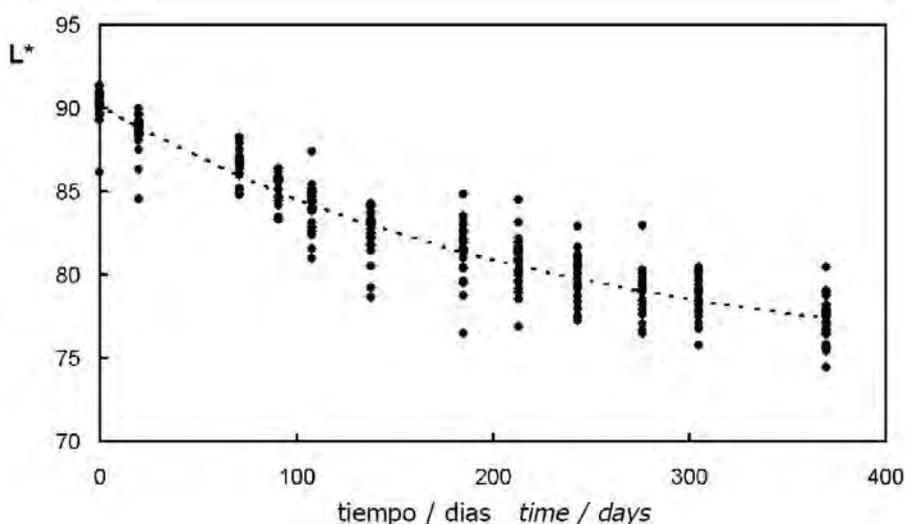


Fig. V.32. Variación de la luminosidad ( $L^*$ ) de una caliza porosa blanca (Hontoria).

El color de las piedras puede variar con el tiempo como consecuencia de su exposición a la intemperie, debido a la acción del agua y de los contaminantes atmosféricos y de la insolación. En este sentido, el color puede ser utilizado como indicador del nivel de alteración alcanzado por la piedra y, a veces, de la contaminación del ambiente<sup>(388)</sup>.

El color puede expresarse de forma cualitativa (a partir de su observación visual), y por lo tanto subjetiva; de forma semicuantitativa (a partir de una clave alfanumérica establecida tras su comparación con patrones llamados *cartas de colores*; y de forma cuantitativa (mediante parámetros numéricos obtenidos con ayuda de técnicas instrumentales como colorímetros y espectrofotómetros).

Las cartas de colores más utilizadas están basadas en el sistema Munsell. En rocas se toma como referencia la *Rock-Color Chart* y la *Munsell Soil Color Chart*. Los parámetros que se observan en la figura V.33 son:

- El tono o matiz (*hue*): corresponde a la tonalidad del color (rojo, azul, verde, etc.) y está relacionado con la longitud de onda de la luz.

- La claridad o luminosidad (*value*): corresponde a la claridad del color (de blanco a negro), relacionada con la intensidad luminosa y la reflectancia de la luz.

- El croma, pureza o saturación (*chroma*): corresponde al grado de viveza o intensidad del color.

386.- García Vallés, M., 1998 y Valls del Barrio, S., 2002.

387.- Grossi, C.M. y Brimblecombe, P., 2008.

388.- Esbert, R.M. et al., 1997, p. 22.

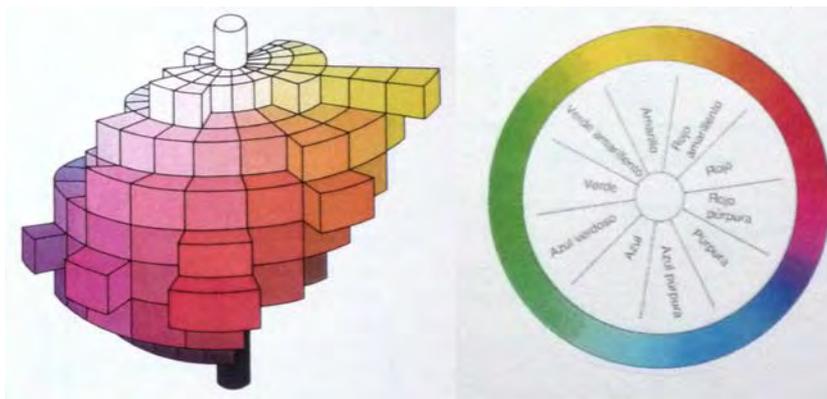


Fig. V.33. Sistema Munsell de color. a) Sólido de color. b) Proyección sobre el plano ecuatorial, con los tonos establecidos.

Por otro lado, los resultados que nos proporciona el colorímetro dependen del sistema RGB (rojo, verde, azul) y suelen representarse en distintos diagramas, como el  $L^*a^*b^*$ , cuyos parámetros colorimétricos se expresan mediante un código numérico (figura V.34):

- $L^*$  mide la claridad, entre 0 (negro) y +100 (blanco).
- $a^*$  y  $b^*$  están relacionados con el tono y el croma, variando  $a^*$  de -60 (verde) a +60 (rojo) y  $b^*$  de -60 (azul) a +60 (amarillo).

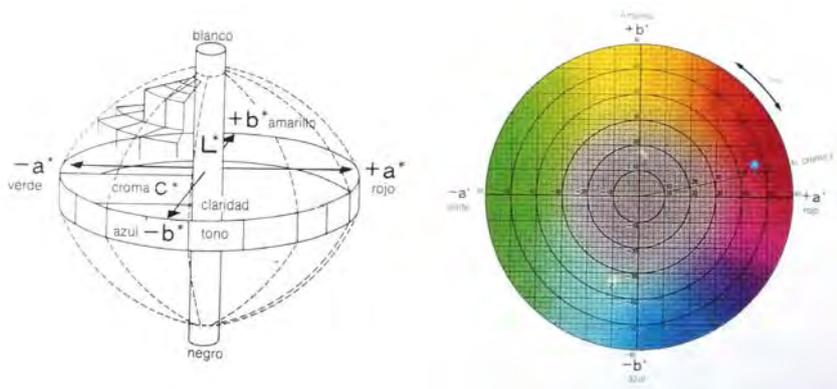


Fig. V.34. Sist.  $L^*a^*b^*$  de color. a) Esquema del sólido; b) Proyección sobre el plano ecuatorial.

### Costras negras

El fenómeno del ennegrecimiento (*soiling*) tiene una clara relación con el depósito de partículas.

El ennegrecimiento de las piedras en un ambiente urbano se puede medir mediante su luminosidad ( $L^*$ ). En ennegrecimiento depende del tipo de piedra (tipo petrográfico, color, características porosas (tamaño de poro, morfología y área de superficie específica) así como la rugosidad de la superficie), el tipo de exposición (protegida o no de la lluvia) y el tipo de ambiente (seco o húmedo). En este sentido, las piedras porosas muestran un comportamiento más homogéneo que las de naturaleza cristalina no porosas. Sobre piedras de tonalidad clara, las costras negras dependen proporcionalmente de la raíz cuadrada del tiempo y de las partículas suspendidas en la atmósfera.<sup>(389)</sup>

389.- Grossi, C.M.; Eibert, R.M., 2001.

### Ensuciamiento

El viento puede arrastrar partículas y hacerlas chocar contra las superficies, favoreciendo su deposición y adhesión por fuerzas de choque inercial siempre que lo permitan la velocidad, el ángulo de incidencia, la masa de las partículas, la rugosidad y la elasticidad del material de soporte. Las partículas pequeñas sufren deposición seca por transferencia turbulenta en una finísima capa de aire próxima a la pared. Por el día suelen depositarse las partículas finas y por las noches las medianas y gruesas. También se produce la dispersión general de todos los contaminantes<sup>(390)</sup>.

Las corrientes de aire, que cambian con brusquedad de velocidad y dirección, actúan de alguna medida sobre las fachadas produciendo una limpieza en seco. El viento ejerce una influencia clara en la dispersión y transporte de las emisiones de productos contaminantes. Allí donde el viento no actúa directamente, puede acceder a través de turbulencias o masas desviadas y rasantes, con una fuerza que dependerá de la velocidad del viento y de la altura sobre el nivel del suelo. El efecto abrasivo o de limpieza en seco por el viento tiene una importancia relativa. Suele ser mayor en las partes más expuestas de la fachada, como esquinas laterales o en la parte superior próxima a la cornisa, también cuando la capa exterior de revestimiento se halla suficientemente alterada, como en la caolinización de feldespatos, para permitir el arrastre apreciable de material. Sin embargo, en las partes bajas de la fachada, con viento incidente de menor intensidad y desviado en torbellinos rasantes, así como en las partes abrigadas por salientes u obstáculos, junto a las que aparecen zonas de remanso, la fuerza de abrasión disminuye considerablemente, pasando a ser superior la tasa de deposición. La pátina en estas partes irá aumentando lentamente si la acción del viento no es reforzada por el lavado ocasionado por la lluvia<sup>(391)</sup>.

El agua de lluvia que azota los edificios constituye, junto a la acción del viento, el más importante factor de limpieza de las fachadas, además de favorecer el saneamiento de la atmósfera eliminando una gran parte del polvo en suspensión. Dado que las gotas de agua en los núcleos urbanos suelen contener partículas sucias que han arrastrado en su caída, contribuirán más a incrementar el aporte de suciedad que a producir alguna forma de limpieza. La actuación del agua escurrida podrá contribuir al lavado, ocasionará manchas aisladas si arrastra y deposita abundante suciedad. Asimismo, la condensación de humedad ambiental suele ser motivo de fijación de partículas de contaminación<sup>(392)</sup>.

En cuanto a la erosión y el lavado de los materiales de revestimiento, si la fachada está seca una lluvia dotada de cierta fuerza e intensidad puede dar lugar a un lavado directo, pero requiere un gran aporte de líquido y energía de choque constante. Una vez mojada la fachada, incluso colmatados los poros, aparece la lluvia escurrida y la mayor parte del agua que choca es amortiguada por la lámina líquida formada, pasando a engrasarla sin apenas efecto posible sobre la propia suciedad. Los efectos del agua de lluvia que discurre por el plano de la fachada son: mojado, lavado, abrasión, erosión química, transporte y redistribución de la suciedad<sup>(393)</sup>.

390.- León, F.J., 1988, p. 49.

391.- Confróntese con León, F.J., 1988, p. 50-51.

392.- León, F.J., 1988, p. 52.

393.- León, F.J., 1988, p. 54-58.

En resumen, el agua batiente que accede a las fachadas durante la lluvia rebota hacia el exterior o es atrapada por la superficie, siendo parcialmente absorbida por capilaridad y adsorción. La lluvia capaz de escurrir por la fachada lo hace en forma de fina lámina o película, muy sensible a las irregularidades del paramento y con baja velocidad, siendo durante su trayectoria descendente absorbida continuamente por el material de revestimiento y su capa de suciedad. Una porción de las partículas de suciedad existentes sobre la fachada o aportadas por la lluvia penetran en la porosidad abierta con el agua absorbida o succionada. El agua deslizante produce una ligera erosión físico-química sobre el material, lo que va a favorecer el establecimiento de caminos preferentes. Otra consecuencia de la escorrentía es la de redistribución de la suciedad al depositar nuevamente las partículas arrastradas<sup>(394)</sup>.

### Plantas y microorganismos

Tanto las plantas superiores como los microorganismos inciden en la alteración de los edificios antiguos de diversas maneras, ya sea provocando fisuras por la acción directa de las raíces, obstruyendo desagües, o por la acción química de las sustancias segregadas por los microorganismos o producidas en la descomposición de sus restos<sup>(395)</sup>.

En el pasado, cuando la contaminación del aire era moderada, los líquenes colonizaron muchos monumentos, especialmente en el arco Mediterráneo, donde la radiación solar y la lluvia eran los más apropiados y, de hecho, muchos líquenes todavía se puede encontrar en las zonas más contaminadas de Portugal, España, Italia y Grecia. Más tarde, cuando el SO<sub>2</sub> y los sulfatos alcanzaron niveles más elevados, el ambiente se volvió tóxico para ellas, y desaparecieron de la mayoría de las ciudades, dejando en los monumentos de piedra los típicos signos de su presencia en el pasado, como por ejemplo, picaduras u oxalatos. Sin embargo, la microflora en las piedras representa un ecosistema complejo y altamente adaptable, ya que metabolizan sustratos inorgánicos y orgánicos de fuentes naturales o antropogénicas. Debido a su flexibilidad metabólica y la tolerancia notable contra el estrés osmótico (sales, por ejemplo) o compuestos tóxicos, la contaminación del aire puede provocar considerables cambios en la composición de la microflora colonizadora de la piedra, pero difícilmente se controlan los procesos de parada del biodeterioro<sup>(396)</sup>.

### *Bioalteración en los monumentos históricos*

La alteración de los minerales en el medio ambiente natural origina la destrucción de las rocas, contribuyendo así a la formación del suelo. Pero estos procesos resultan perjudiciales cuando afectan a los materiales rocosos que forman parte de los edificios históricos<sup>(397)</sup>.

Los parámetros que condicionan la colonización y el posterior crecimiento de los organismos son, entre otros<sup>(398)</sup>: (i) la luz, imprescindible para la fotosíntesis; (ii) el oxígeno,

394.- Véase León, F.J., 1988, p. 62.

395.- Carbonell, M., 1999, p. 27.

396.- Camuffo, D., 1998, p. 66.

397.- Gómez, G. en Mingarro, F., 1996, p. 399.

398.- Sameño, M. en VV.AA. "Metodología de diagnóstico...", 2003, p. 73-74.

aunque existen organismos anaerobios, la mayoría de los hongos necesitan oxígeno; (iii) el carbono, indispensable para el desarrollo de los organismos, pues forma parte de los polímeros que componen la estructura celular (puede ser asimilado por algas y bacterias como dióxido de carbono del aire); (iv) el nitrógeno; (v) el agua, indispensable para las células, cambios metabólicos, absorbida de la atmósfera, humedad o lluvia; (vi) la temperatura y el pH, que limitan la velocidad de crecimiento.



Fig. V.35. Enmugrecimiento en las juntas entre los sillares del zócalo en el Colegio del Patriarca.

Los procesos de biodeterioro sobre materiales pétreos se agrupan en tres grupos<sup>(399)</sup>: (i) microflora autótrofa, bacterias autótrofas, algas y líquenes; (ii) microflora heterótrofa, bacterias heterótrofas, actinomicetos y hongos; (iii) macroflora autótrofa, briofitos y plantas superiores.

A continuación se muestra cómo se produce la acción de las bacterias.

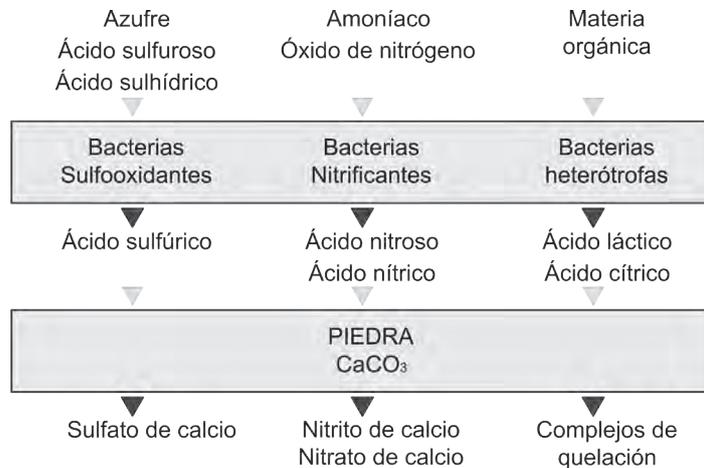


Fig. V.36. Esquema de la acción de las bacterias sobre la piedra.

Las bacterias atacan a la piedra utilizando métodos químicos, siendo las alteraciones que producen muy parecidas a las de origen puramente químico: costras negras, pulverización o exfoliación. El problema de establecer qué alteraciones pueden ser atribuidas a procesos químico y cuáles a microbiológicos ha sido largamente estudiado aunque sin resultados definitivos. Normalmente los procesos abióticos son los más importantes y el papel de las bacterias se tiene en cuenta cuando los análisis han demostrado una presencia consistente<sup>(400)</sup>.

399.- Véase Sameño, M. en VV.AA. "Metodología de diagnóstico...", 2003, p. 75.

400.- Caneva, G. y Nugari, M.P., 2000, p. 116-117.

La formación biológica del yeso, casi siempre presente entre los productos de degradación de las piedras calcáreas, es debida a la acción de las bacterias sulfooxidantes que utilizan varios compuestos reducidos del azufre para producir iones sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) que reaccionan con los iones calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) de la piedra formando el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )<sup>(401)</sup>.

En la figura siguiente se esquematiza el ciclo del azufre.

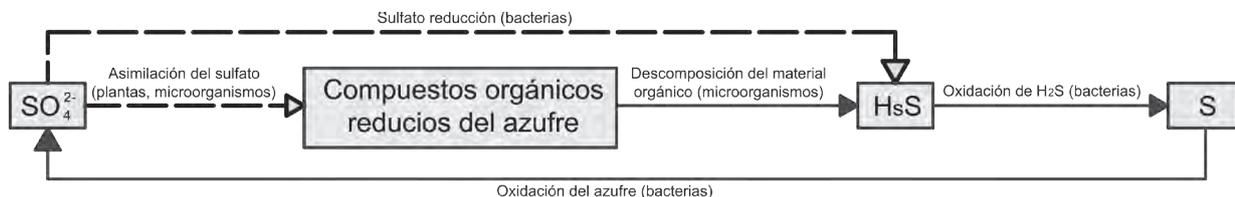


Fig. V.37. Ciclo del azufre.

En las partes bajas de los edificios puede ocurrir que existan sulfatos en el terreno, que se transforman y ascienden por capilaridad. No obstante, para explicar el deterioro en las partes altas hay que considerar otras fuentes de compuestos sulfurados, como contaminantes atmosféricos o residuos de colonizaciones biológicas anteriores<sup>(402)</sup>.

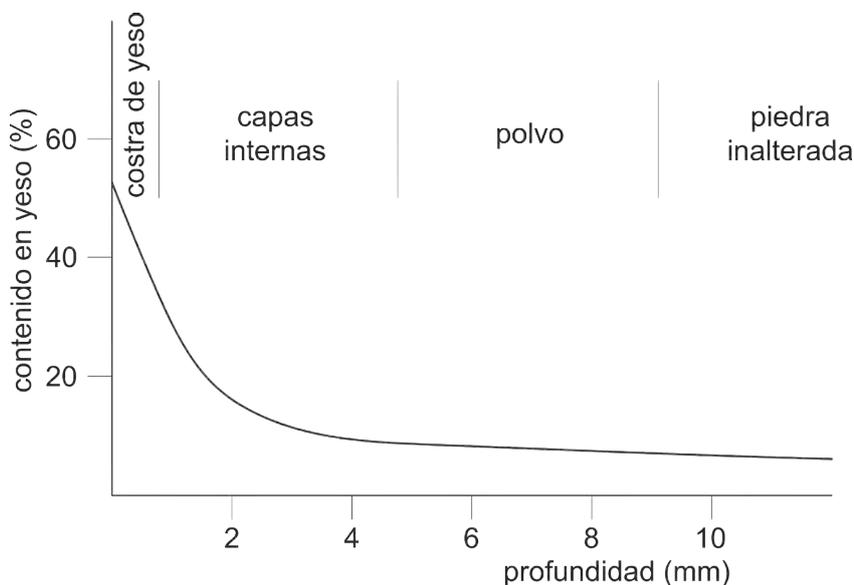


Fig. V.38. Composición de una costra de sulfatación sobre calizas.

Entre las especies de azufre, la más abundante es el  $\text{SO}_2$  y en áreas urbanas sus emisiones superan en varios órdenes de magnitud las de fuentes naturales. Por lo que está claro que es el  $\text{SO}_2$  el contaminante primario implicado en la formación de sulfato<sup>(403)</sup>.

### Choques térmicos

Los cambios bruscos y reiterativos de temperatura también afectan a la piedra generando tensiones entre la capa superficial y el interior, dada la baja conductividad térmica de la piedra y los cambios de humedad y sequedad que se producen en piedras muy porosas.

401.- Pochon, J. y Jatón, C., 1968.  
 402.- Caneva, G. y Nugari, M.P., 2000, p. 118.  
 403.- Hermosín, B., 1995, p. 14.

## V.4. BASE TEÓRICA SOBRE TERMOGRAFÍA

### Técnicas no destructivas aplicadas a la conservación del patrimonio histórico

Cuando realizamos ensayos de laboratorio con muestras de edificios habitualmente tiene un efecto destructivo sobre el monumento, en mayor o menor grado. Además, los ensayos destructivos (térmicos, mecánicos, etc.) destruyen las muestras totalmente. Creemos que es interesante analizar las ventajas de las diversas técnicas no destructivas con el fin de obtener información relevante para la conservación o reparación del edificio. Incluso, en algún caso, prever posibles estados de deterioro en función de una serie de indicadores.

Debido a las dimensiones del edificio que estamos estudiando, la dificultad de acceso para realizar los ensayos en algunas zonas del edificio y la información aportada, nos hemos centrado en la termografía infrarroja, que es la técnica que nos aporta mayor información.

Las técnicas no destructivas tienen algunas ventajas como los tipos de señales (naturales y artificiales), aplicación con o sin contacto con el material, métodos basados en señal única o múltiple... Entre los inconvenientes se encuentra la correcta interpretación de los resultados sobre el estado de deterioro del material, especialmente la piedra o el tapial, pues son materiales no homogéneos, con discontinuidades internas<sup>(404)</sup>.

Algunas de estas técnicas no destructivas con aplicación en edificación son:

- Ultrasonidos. En esta técnica, la interpretación de los datos se realiza a partir del análisis de las variaciones que dichos ultrasonidos experimentan a lo largo del material.
- Emisión acústica / actividad microsísmica. De tipo pasivo, se capta las ondas elásticas autogeneradas por el material cuando está sometido a tensiones.
- Tomografía. Con esta técnica se obtienen imágenes del interior del material.
- Termografía. Gracias a la cual generamos termogramas, imágenes con una escala de color en función de la temperatura de cada punto.

### Definiciones

En este apartado queremos definir los parámetros térmicos más importantes de los materiales y, de esta manera, caracterizar su comportamiento y así poder entender e interpretar los resultados de las medidas de temperatura tomadas sobre un cerramiento mediante la tecnología termográfica.

J. B. Joseph Fourier propuso la que se conoce como ley de Fourier, cuyo enunciado nos dice que *en un medio isótropo, la densidad del flujo térmico es proporcional a la conductividad térmica del material ( $\lambda$ ) y a su gradiente de temperatura:*

$$\varphi = -\lambda \Delta T \quad (\text{ecu. V.34})$$

este proceso de conducción del calor se genera de manera espontánea desde un cuerpo caliente hacia otro más frío.

Pasemos a definir algunos conceptos básicos.

404.- Montoto, M., 1996, p. 85.

Conocemos como *conducción térmica* al fenómeno por el cual el calor se transporta de regiones con mayor temperatura a regiones con menor temperatura.

La *conductividad térmica* ( $\lambda$ ) expresa la capacidad del material para transmitir el calor. Es el coeficiente entre la densidad del flujo térmico y el gradiente de temperatura (en W/m°C). Es característica de cada material y depende de: (1) la densidad del material (la conductividad aumenta con la densidad); (2) el grado de humedad (la conductividad aumenta con el grado de humedad del material); (3) la temperatura (solo influye en temperaturas muy elevadas, mayores a 1000 °C).

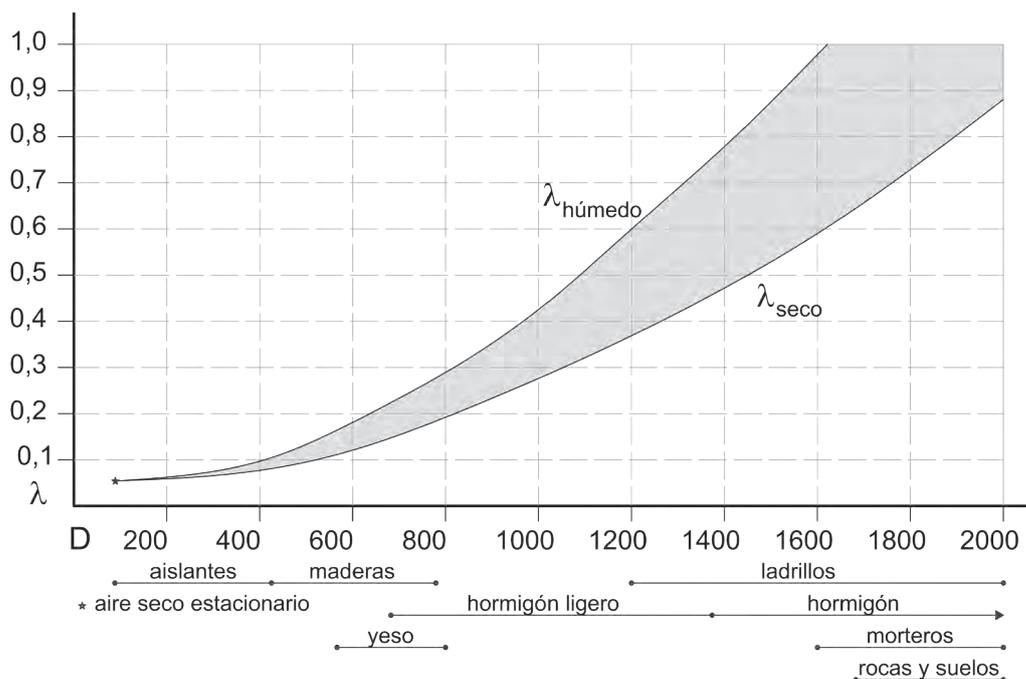


Fig. V.39. Relación entre densidad (D) y conductividad ( $\lambda$ ) para los materiales de construcción.

Concretamente la conductividad es la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano-paralelas de espesor unidad, cuando se establece una diferencia de temperaturas de un grado entre sus caras<sup>(405)</sup>.

La *resistencia térmica* (R) es una característica del cerramiento en la que influye el material (y por tanto su conductividad  $\lambda$ ), pero también su espesor e, siendo la expresión:

$$R = e / \lambda \quad \text{m}^2 \text{ °C/W} \quad (\text{ecu. V.35})$$

La resistencia térmica tiene en cuenta el régimen estacionario pero no la reacción del cerramiento frente a las variaciones bruscas de la temperatura exterior. Para evaluar las variaciones dinámicas véanse los parámetros difusividad y efusividad<sup>(406)</sup> descritos más adelante.

La *densidad* (D) es la magnitud que expresa la relación entre la cantidad de masa que caracteriza el material y su volumen (con unidades Kg/m³). A mayor densidad, mayor conductividad según una función exponencial<sup>(407)</sup>.

405.- Norma Básica de la Edificación NBE-CT 79, actualmente derogada.

406.- Grinzato, E., 1997.

407.- Véase González Cruz, E. M. 2003, p. 6.

La *densidad aparente* ( $D_a$ ) es una magnitud aplicada a materiales porosos, los cuales contienen intersticios, normalmente de aire, de forma que la densidad total del cuerpo es menor que la densidad del material poroso si se compactase.

El *calor específico* ( $C_p$ ) es la característica del material que expresa la cantidad de calor necesario para aumentar un grado la temperatura de una unidad de masa (unidades  $J/Kg \cdot K$ )<sup>(408)</sup>. La relación entre la densidad y el calor específico no difiere significativamente entre distintos materiales.

La *inercia térmica* ( $i$ ) es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la gana o pierde del entorno.

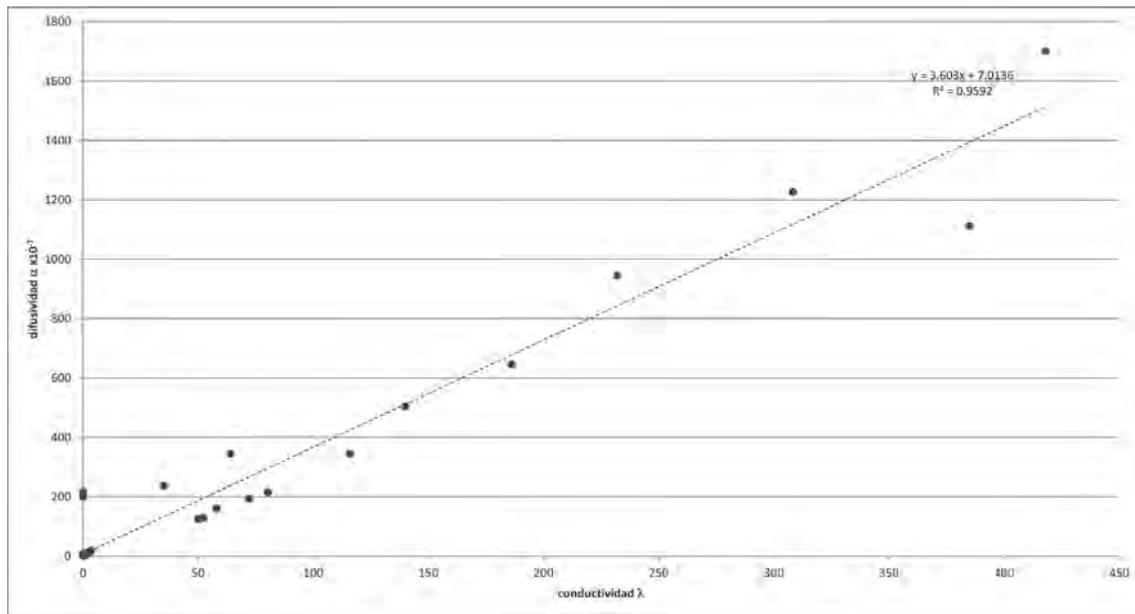


Fig. V.40. Relación entre difusividad ( $\alpha$ ) y conductividad ( $\lambda$ ) para los materiales de construcción.

La *difusividad* ( $\alpha$ ) caracteriza la rapidez con la que varía la temperatura del material ante una solicitud térmica, por ejemplo, ante una variación brusca de temperatura en la superficie. Se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \lambda / (D \cdot C_p) \quad m^2/s \quad (\text{ecu. V.36})$$

La difusividad térmica proporciona una información útil para caracterizar la estructura y microestructura de los materiales<sup>(409)</sup>.

La *efusividad* ( $\beta$ ) expresa la capacidad de un material para absorber o ceder un flujo de calor, calculándose como:

$$\beta = (\lambda \cdot D \cdot C_p)^{1/2} \quad Ws^{1/2}/m^2K \quad (\text{ecu. V.37})$$

La figura V.40 muestra la relación entre la conductividad ( $\lambda$ ) y la difusividad ( $\alpha$ ). Vemos que es una relación lineal cuyo valor es  $1/(D \cdot C_p)$ .

En la tabla siguiente se muestra algunas propiedades relacionadas con la construcción de los edificios.

408.- El agua es un caso especial, pues su calor específico es muy elevado ( $4187 J/KgK$ ), por lo que tiene una gran capacidad para almacenar energía (temperatura).

409.- Mercuri, F., 2011.

Material	$\lambda$ W/mK	D Kg/m <sup>3</sup>	C <sub>p</sub> J/KgK	$\alpha$ m <sup>2</sup> /s	$\beta$ Ws <sup>1/2</sup> /m <sup>2</sup> K
Aire	0,026	1,223	1063	2,20 x 10 <sup>-5</sup>	5,85 x 10 <sup>0</sup>
Agua	0,58	1000	4186	1,39 x 10 <sup>-7</sup>	1,56 x 10 <sup>3</sup>
Hierro	80,2	7874	473	72	13,34 x 10 <sup>-6</sup>
Mortero cemento	1,4	2100	669	7,01 x 10 <sup>-8</sup>	3,40 x 10 <sup>2</sup>
Madera de constr.	0,13	630	1360	1,52 x 10 <sup>-7</sup>	3,34 x 10 <sup>2</sup>
Ladrillos arcilla	0,814	1800	921	4,91 x 10 <sup>-7</sup>	1,16 x 10 <sup>3</sup>
Tapial	0,85	2000	900	4,72 x 10 <sup>-7</sup>	1,24 x 10 <sup>3</sup>
Piedra arenisca	1,3	2000	712	9,13 x 10 <sup>-7</sup>	1,36 x 10 <sup>3</sup>
Mármol	2,9	2590	800	1,40 x 10 <sup>-6</sup>	2,45 x 10 <sup>3</sup>
Acero	50	7800	512	1,25 x 10 <sup>-5</sup>	1,41 x 10 <sup>-4</sup>
Piedra caliza	2,1	2600	920	8,78 x 10 <sup>-7</sup>	2,24 x 10 <sup>3</sup>

Tabla V.5. Tabla de las propiedades térmicas de distintos materiales.

Cuando los materiales están sometidos a cambios cíclicos debidos al clima del lugar debemos introducir otros parámetros combinación de los anteriores<sup>(410)</sup>, como son:

El *calor específico volumétrico* ( $D \cdot C_p$ ) se caracteriza por la capacidad de almacenamiento de calor. Ya que el calor específico varía muy poco entre los materiales, la capacidad de almacenamiento de calor depende en gran medida de la densidad de los mismos.

La *emisividad* ( $\varepsilon$ ) es la proporción de radiación térmica emitida por una superficie o muestra debida a una diferencia de temperatura. Es la transferencia de calor debida a la emisión de ondas electromagnéticas entre dos superficies. El valor de la emisividad se encuentra entre 0 (para materiales perfectamente reflejantes como un espejo) hasta 1 (para los perfectamente absorbentes como el cuerpo negro)<sup>(411)</sup>. Para los materiales de construcción habituales el valor de la emisividad es mayor de 90 % ( $\varepsilon > 0,90$ ), lo que significa que más del 90% de la energía que fluye desde su superficie será energía emitida y, una pequeña parte será reflejada desde el ambiente. Por lo tanto, los resultados obtenidos a partir de una medición termográfica serán fiables<sup>(412)</sup>. Además, la emisividad es prácticamente constante para materiales no metálicos siempre que la imagen termográfica se tome con ángulos comprendidos entre 0° y 65° respecto a la perpendicular<sup>(413)</sup>. No obstante, la emisividad varía en función de la longitud de onda (medias y altas longitudes de onda en el espectro infrarrojo) y de la temperatura del material, influyendo directamente en la superficie del material y su temperatura<sup>(414)</sup>.

La energía emitida por un material y recogida por la cámara termográfica depende de:

$$Q_{\text{emitida}} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A_s \cdot T_s^4 \quad \text{vatios (W)} \quad (\text{ecu. V.38})$$

Donde  $\varepsilon$  es la emisividad,  $\sigma$  la constante de Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ),  $A_s$  el área de la superficie y  $T_s$  la temperatura de la superficie. Podemos considerar que si la emisividad es superior al 90% para los materiales que empleamos,  $\sigma$  es una constante y la

410.- Véase González Cruz, E. M. 2003, p. 4.

411.- Avdelidis, N.P., 2002.

412.- Rodríguez Liñán, C. 2011.

413.- Cañas Guerrero, I., 2005.

414.- Avdelidis, N.P., 2002.

superficie siempre es la misma, la energía emitida por el material es la que capta la cámara termográfica con gran precisión.

Si consideramos un material de dimensión semi-infinita a una temperatura uniforme  $T_0$ , y la superficie del material es llevada bruscamente a una temperatura  $T_1$ , el cálculo de la densidad de flujo que pasa a través de su superficie puede hacerse a partir de la Ley de Fourier<sup>(415)</sup>:

$$\varphi_0 = -\lambda(dT/dt)_{x=0} = (T_1-T_0)(\lambda DC_p/\pi t)^{1/2} = \beta(T_1-T_0 / (\pi t)^{1/2}) \quad (\text{ecu. V.39})$$

De tal manera que la densidad de flujo (flujo térmico por unidad de superficie) que penetra en el material es proporcional a su efusividad.

La mayor o menor cantidad de aire dentro de un material (por ejemplo un material con poros o huecos) determina su conductividad y su densidad. El aire es un mal conductor térmico, por lo que cuanto más aire contiene un material más dificultad presenta a la transmisión de calor y menor es su conductividad<sup>(416)</sup>.

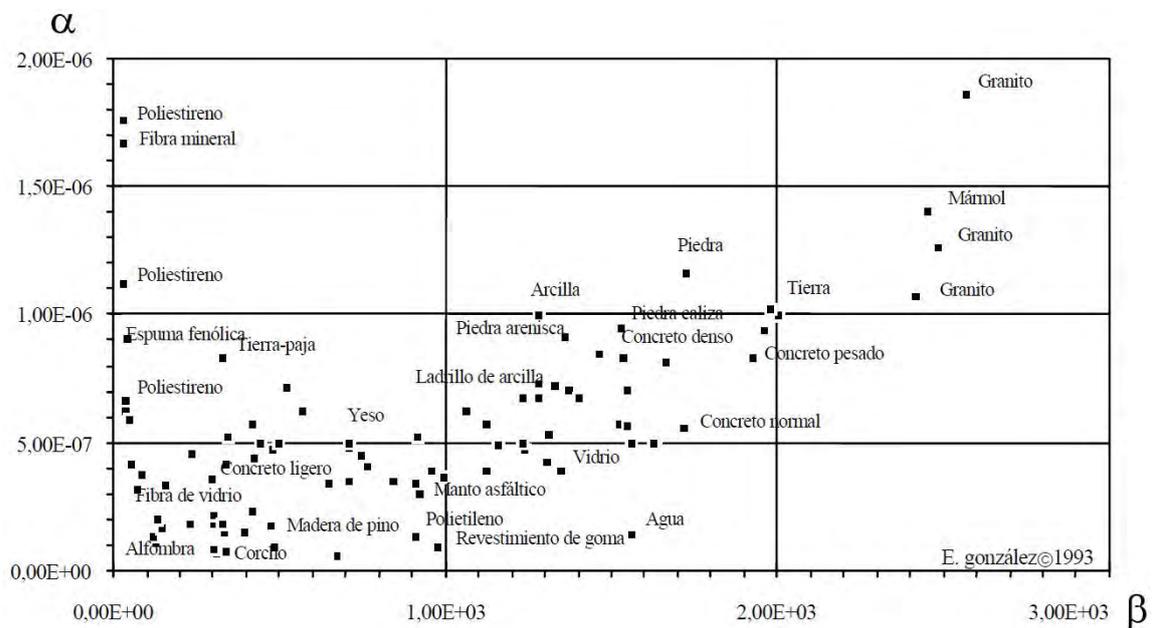


Fig. V.41. Relación entre difusividad ( $\alpha$ ) y efusividad ( $\beta$ ) para los materiales de construcción.

Si, además, el material presenta humedad, se ven afectadas las propiedades ópticas, la densidad, el calor específico y la conductividad térmica (que aumenta) y cualquier cambio en la temperatura es más lento<sup>(417)</sup>. El agua, en estado líquido o gaseoso, penetra en un elemento constructivo debido a fenómenos de tensión superficial, adherencia, capilaridad, porosidad, filtración, gravedad o difusión del vapor<sup>(418)</sup>.

Los materiales con baja efusividad  $\beta$  incrementan más rápidamente su temperatura según la siguiente expresión<sup>(419)</sup>:

$$T_{(t)} = Q / \beta(\pi t)^{1/2}, \text{ donde } Q = D \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (\text{ecu. V.40})$$

415.- Sacadura, J. F. 1982.  
 416.- González cruz, E. M., 2003, p. 5.; Maldague, X. 2002.  
 417.- Grinzato, E., 2002.  
 418.- Llinares Galiana, J., 2000, p. 56.  
 419.- Avdelidis, A. 2004.

## Impedancia térmica de un cerramiento

Los cerramientos se pueden considerar como sistemas que, a parte de su complejidad térmica de aislantes, desfasan, filtran y aplanan las ondas térmicas. Las perturbaciones térmicas debidas a una ráfaga de viento o al paso de una nube que oculta los rayos solares, son retenidas por cualquier cerramiento que actúa de filtro para las grandes frecuencias. Son los cerramientos muy inerciales los que hacen lo mismo con las ondas diarias u olas de calor y frío de varios días. La magnitud que mide el grado de atenuación de una onda variable es el producto de la resistencia térmica ( $R$ ) por la capacidad calorífica ( $C_p \cdot D \cdot e$ ) del cerramiento<sup>(420)</sup>. En verano, los muros con una gran inercia térmica evitan que en las horas centrales del día la temperatura del edificio se dispare y, en invierno, el muro acumula calor en las horas en las que hay sol y lo distribuye a lo largo del día<sup>(421)</sup>.

El paralelismo entre los campos eléctrico y térmico es un hecho constatado hace muchos años, y la analogía eléctrica se ha venido convirtiendo en una importante herramienta de cálculo para el estudio de los problemas térmicos<sup>(422)</sup>.

La *impedancia* define la transferencia de calor de un cerramiento en estado dinámico. La *impedancia térmica* es el cociente de la amplitud de la onda de temperatura exterior y la amplitud de la onda del flujo de calor<sup>(423)</sup>. De esta manera,  $|Z| = |T| / |Q|$ .

En su forma más sencilla, la expresión del módulo y de la fase de la impedancia térmica en un muro homogéneo es<sup>(424)</sup>:

$$|Z| = R \cdot (1 + (\omega RC/4)^2)^{1/2} \quad \text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad (\text{ecu. V.41})$$

$$\delta = \arctg(\omega RC/4) \quad \text{horas} \quad (\text{ecu. V.42})$$

Donde  $R$  es la resistencia térmica,  $C$  la capacidad térmica (que es igual al producto de  $C_p \cdot D \cdot e$ ) y  $\omega$  la frecuencia de la onda térmica. El desfase  $d$  muestra el tiempo (en horas) que tarda la onda de temperatura exterior en penetrar hacia el interior del cerramiento.

Sin embargo, el máximo valor de  $\delta$  que se puede obtener mediante la ecuación es de 6 horas. Para muros pesados debe aplicarse una aproximación de orden superior, al menos de orden tres, cuyas expresiones son:

$$|Z| = R \cdot ((1 - \frac{2}{3}(\omega RC/9)^2) + (\frac{1}{12}(19(\omega RC/9) - (\omega RC/9)^3))^2)^{1/2} \quad (\text{ecu. V.43})$$

$$\delta = \arctg((\frac{1}{3}(19(\omega RC/9) - (\omega RC/9)^3))/(4 - \frac{8}{3}(\omega RC/9)^2)) \quad (\text{ecu. V.44})$$

Como la amplitud de la temperatura exterior es conocida y la impedancia se puede obtener con las ecuaciones que hemos mostrado anteriormente, la amplitud de la onda del flujo de calor en la cara interna del cerramiento se obtiene como  $|Q| = |T| / |Z|$ .

Como podemos ver en la siguiente gráfica, la impedancia  $Z$  decrece rápidamente. El ejemplo muestra el caso de un muro de espesor 0,8 m como es el del Colegio de Corpus Christi:

420.- Domínguez, M. 1999, p. 69.

421.- Blanco, F., 2011.

422.- Véase Domínguez, M. 1999, p. 69.

423.- Confróntese con Blanco, F., 2011.

424.- Domínguez, M. 1999, p. 69.

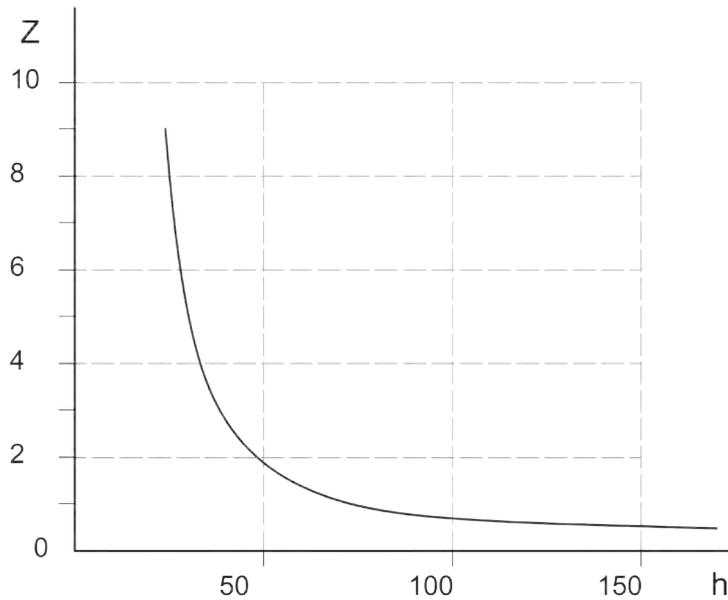


Fig. V.42. Evolución de la impedancia Z en muro de gran espesor (0,8 m).

Debemos tener en cuenta que los cerramientos de los edificios sufren la acción del sol de forma periódica, es decir, que las ondas térmicas tienen un período de 24 horas.

Tratamos de analizar a continuación cómo influyen los distintos parámetros estudiados en la onda de temperatura que llega a la cara interior del cerramiento. Si seguimos con el ejemplo para un muro como el del Colegio del Patriarca, cuyo espesor es de 0,80 m, se muestra en la figura V.43 el gráfico de temperaturas entre 0 y 20 °C, así como la temperatura interior que varía suavemente. Dicha onda llega a la cara interior del cerramiento con un desfase, con ciertas horas de retraso respecto de la temperatura exterior. El resto datos empleando una caliza como material son:  $\lambda = 2,1 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ;  $C_p = 920 \text{ J/Kg}^\circ\text{K}$ ;  $D = 2600 \text{ Kg/m}^3$ .

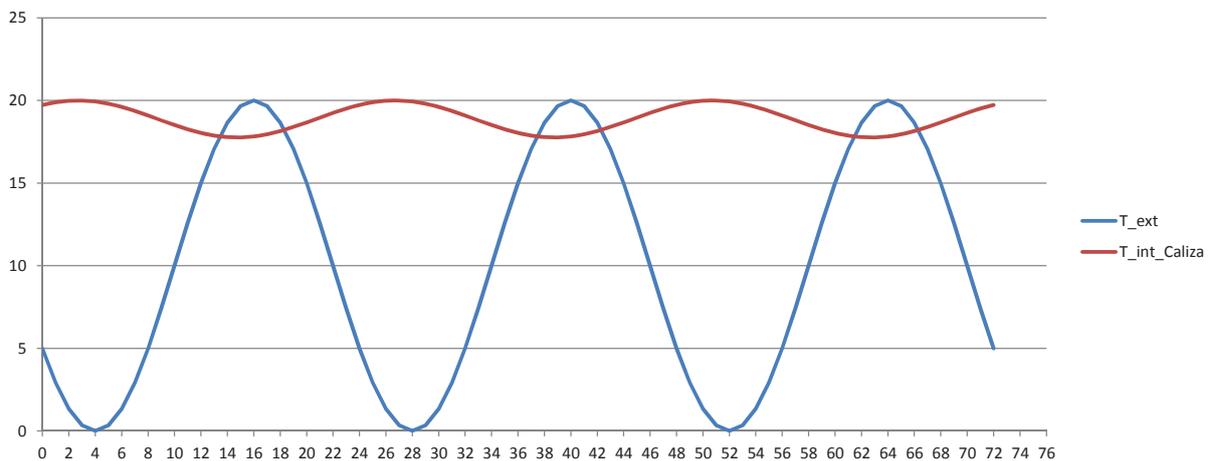


Fig. V.43. Onda térmica exterior e interior (°C/h).

Sea T el período de la onda sinusoidal y  $\theta_0$  la amplitud de la onda en el punto de abscisa cero. La ecuación de la temperatura en este punto es:

$$\theta_0 = \phi_0 \cdot \text{sen} (2\pi \cdot t / T) \tag{ecu. V.45}$$

Teniendo en cuenta ciertas hipótesis<sup>(425)</sup>, en el punto de abscisa x es:

425.- Croiset, M., 1976, p. 230-231.

$$\theta_0 = \mu \cdot \phi_0 \cdot \text{sen} (2\pi \cdot (t - \varphi) / T) \tag{ecu. V.46}$$

Donde  $\mu$  (la amortiguación) y  $\varphi$  (el retraso) son funciones de  $x$ .

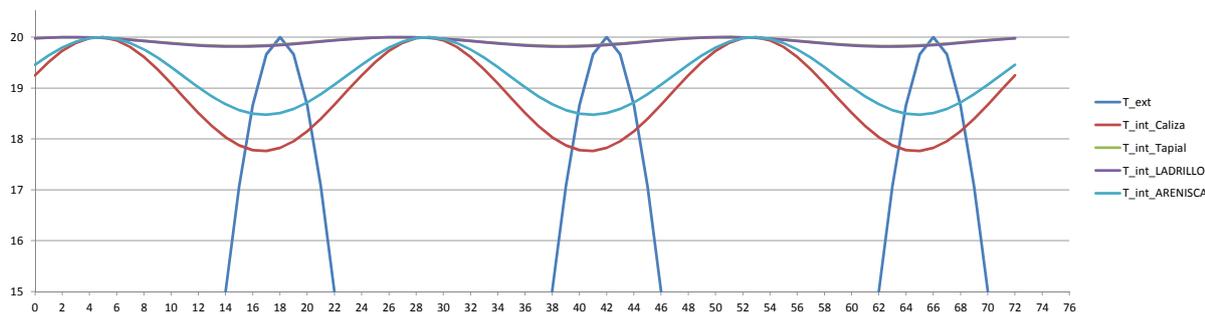


Fig. V.44. Detalle de la onda térmica exterior e interior para distintos materiales.

En la figura V.44 se han calculado los mismos parámetros pero para distintos materiales, cuyas características se indican a continuación:

- Tapial:  $\lambda = 0,85 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ;  $C_p = 900 \text{ J/Kg}^\circ\text{K}$ ;  $D = 2000 \text{ Kg/m}^3$ .
- Ladrillo:  $\lambda = 0,814 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ;  $C_p = 921 \text{ J/Kg}^\circ\text{K}$ ;  $D = 1800 \text{ Kg/m}^3$ .
- Arenisca:  $\lambda = 1,30 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ;  $C_p = 712 \text{ J/Kg}^\circ\text{K}$ ;  $D = 2000 \text{ Kg/m}^3$ .

La tabla V.6 recoge los parámetros y características analizadas.

Material	$\lambda$ (W/m <sup>°K</sup> )	$C_p$ (J/Kg <sup>°K</sup> )	D (Kg/m <sup>3</sup> )	Amplitud onda (°C)	Desfase $\delta$ (h)
Aire exterior	0,026	1007	1,16	10	0,00
Caliza	2,1	920	2600	1,12	9,28
Tapial	0,85	900	2000	0,09	9,29
Ladrillo	0,814	921	1800	0,09	9,19
Arenisca	1,30	712	2000	0,76	7,12

Tabla V.6. Parámetros, amplitud de la onda y desfase para distintos materiales.

La amortiguación y el desfase producidos por los muros de cerramiento dependen de las características de los mismos, pero también la altura a la que tomemos los datos.

AIDICO ha situado en esta iglesia diferentes sensores (inclinómetros, fisurómetros, termómetros) para monitorizar las fisuras y la inclinación que está sufriendo el edificio. Todos los datos recogidos por los sensores están monitorizados y se registran en una base de datos.



Fig. V.45. Disposición general de los sensores y detalle de un inclinómetro y un termómetro.

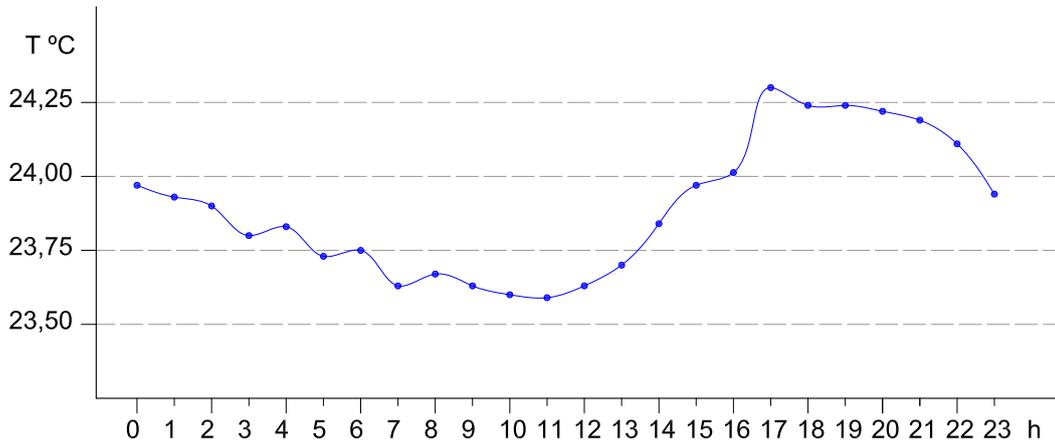


Fig. V.46. Termómetro T1. Temperaturas medias (junio 2012).

Se muestran a continuación los resultados tomados por dos termómetros situados en el interior de la iglesia de Ufiel, uno situado en la parte superior del muro (T1) y el otro en la inferior (T2).

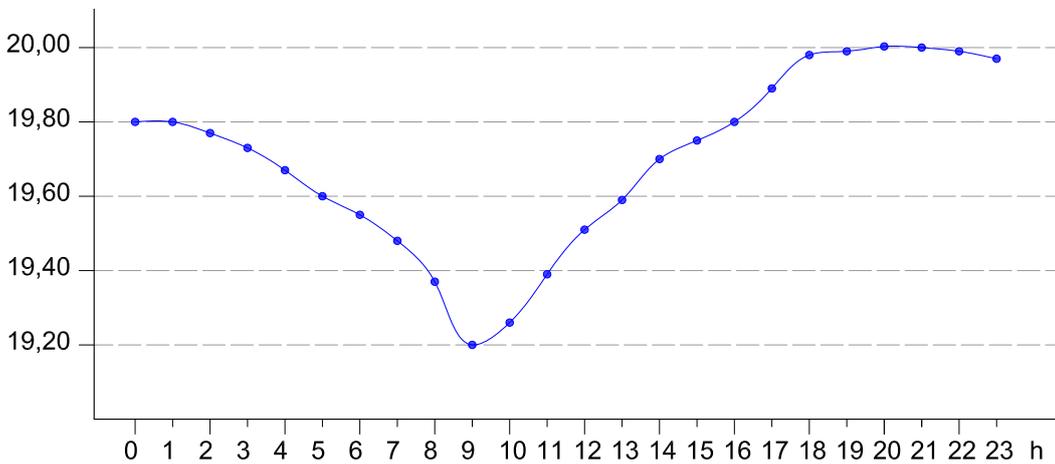


Fig. V.47. Termómetro T2. Temperaturas medias (junio 2012).

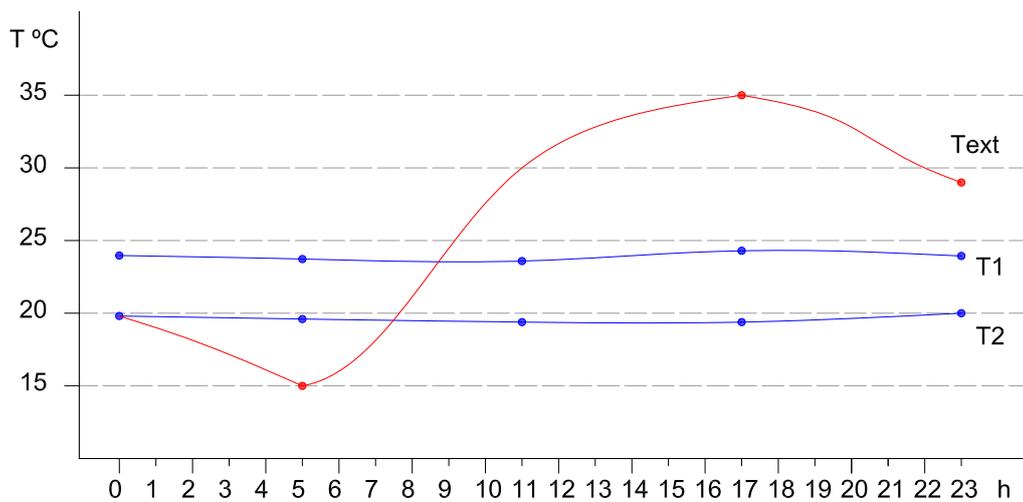


Fig. V.48. Comparativa entre la Temp int. y la ext. (junio 2012).

Como podemos apreciar en la anterior figura, en comparación con la temperatura

exterior, la variación de la temperatura interior es prácticamente constante en un rango de 1 °C. La temperatura registrada en la parte superior del muro (T1) es mayor debido seguramente a que el aire caliente tiende a ascender y a que la parte superior del edificio siempre está más expuesta al sol.

Las temperaturas mínimas tienden a alcanzarse entre las 5 y las 6 h de la madrugada, y las temperaturas máximas se sitúan sobre las 16-17 h de la tarde.

Por lo tanto, la diferencia entre las temperaturas exteriores mínima y máxima es de 12 horas. Si observamos la gráfica del termómetro T1, las temperaturas tienden a incrementarse a partir de las 11 h, por lo que hay un desfase de 6 horas. Sin embargo, el termómetro T2 situado en la parte inferior del muro registra un ascenso de las temperaturas desde las 9 h, por lo que el desfase es de 4 horas.

De la figura V.49 se desprende que el parámetro que modifica en mayor medida la amplitud de la onda en la cara interior del cerramiento es la densidad, posteriormente el espesor del cerramiento y por último la resistividad (espesor e / conductividad λ).

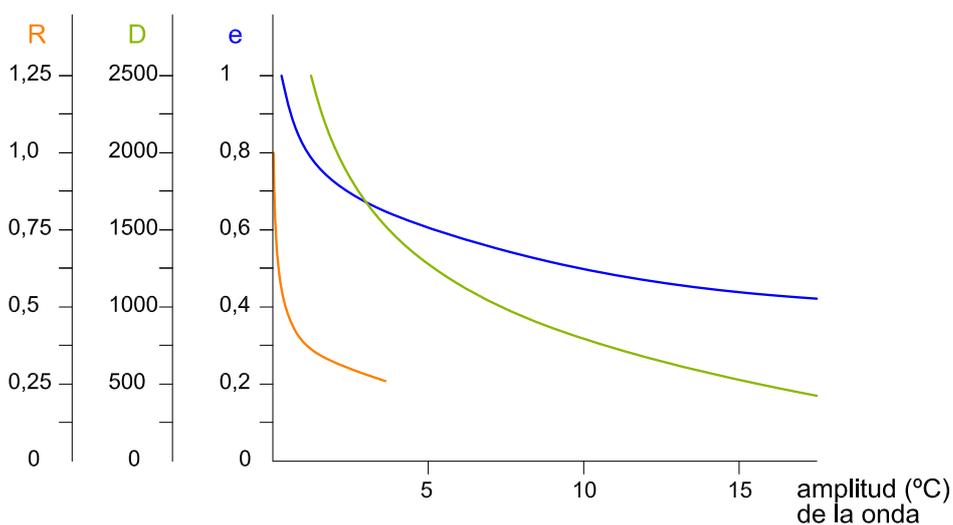


Fig. V.49. Evolución de la amplitud de la onda de temperatura en la cara interior del cerramiento en función del espesor, de la densidad y de la resistividad ( $e/\lambda$ ).

### Inercia térmica de un cerramiento

Si queremos evaluar la inercia térmica de un cerramiento debemos contemplar distintos parámetros como son:

$$R = e / \lambda \quad q = (T_i - T_e) / R_T \quad R_T = R + 0,11 + 0,06 \quad Q = D \cdot C_p \cdot e \cdot T_m$$

$$\tau = Q / q \quad h = \tau / 3600 \quad T_m = (T_{se} + T_{si}) / 2 \quad T_{se} = T_e + q \cdot 0,06$$

$$T_{si} = T_i - q \cdot 0,11$$

Siendo R la resistencia térmica; e el espesor [m]; λ la conductividad térmica [Wm<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>]; τ el tiempo que tarda el muro en calentarse o enfriarse [segundos]; h el mismo tiempo pero en [horas]; D la densidad [Kg/m<sup>3</sup>]; C<sub>p</sub> el calor específico [JKg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>]; T<sub>m</sub> la temperatura media entre T<sub>se</sub> (la temperatura exterior de la superficie) y T<sub>si</sub> (la temperatura de la superficie interior) [° C].

Nosotros tratamos de relacionar el tiempo que un muro tarda en enfriarse con su densidad, por lo que relacionamos ambos parámetros y denotamos  $h_D$  como el tiempo en función de la densidad<sup>(426)</sup>, tal que  $h_D/D$  es igual a:

$$h_D/D = C_p \cdot e \cdot T_m \cdot (0,17 + e / \lambda) / \Delta T \cdot 1/3600 \quad (\text{ecu. V.47})$$

Y viceversa, la densidad en función del tiempo que tarda en enfriarse:

$$D/h_D = 3600 \cdot \Delta T / (C_p \cdot e \cdot T_m \cdot (0,17 + e / \lambda)) \quad (\text{ecu. V.48})$$

Que, para un caso concreto,  $h_D/D$  y  $D/h_D$  son constantes. Es decir, si tomamos varias medidas en un mismo muro,  $e$ ,  $C_p$ ,  $\lambda$  y el incremento de  $T$  y  $T_m$  son constantes.

Siguiendo el ejemplo del Colegio del Patriarca, los muros tienen un espesor  $e = 0,80$  m, el calor específico que tomamos es el de la caliza ( $C_p = 920 \text{ JKg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ) y  $\lambda = 2,1 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $T_e = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Entonces,  $h_D/D = 0,0512\dots$  y  $D/h_D = 19,5280\dots$

Si tan solo tenemos en cuenta la inercia térmica de un cerramiento, en la figura V.50 se muestra en el eje de abscisas el tiempo que tarda en enfriarse dicho muro (es decir, la inercia térmica, en horas), en el de ordenadas la temperatura que registramos en la superficie exterior, y las distintas rectas oblicuas el caso concreto para las densidades que aparecen ( $D = 500, 1000, 1500, 2000$  y  $2500 \text{ Kg/m}^3$ ). El procedimiento que debemos seguir consiste en fijar el tiempo, por ejemplo a las 25,6 horas, cuando registremos una temperatura determinada en la superficie exterior del paramento y podremos conocer la densidad del material.

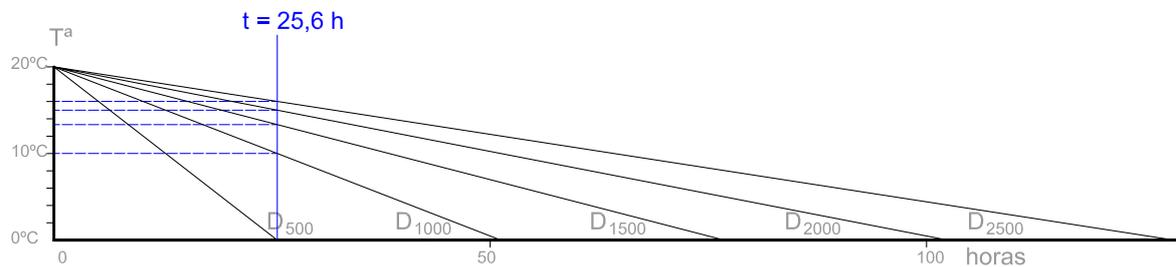


Fig. V.50. Inercia térmica del muro del Patriarca.

En el siguiente gráfico mostramos la misma gráfica pero para distintos tiempos (que corresponden al momento en que se enfría totalmente el muro en función de cada densidad).



Fig. V.51. Inercia térmica del muro del Patriarca.

Por ejemplo, las temperaturas registradas en función de la densidad del material y según diferentes horas serían las que se muestran en tabla V.7.

426.- Para confrontar los resultados con los obtenidos al aplicar la cámara termográfica.

D vs Temp.	T 1h	T 8h	T 25,6h	T 51,2h	T 76,8h	T 102,42h
500	19,22	13,75	0	0	0	0
1000	19,61	16,88	10	0	0	0
1500	19,74	17,92	13,33	6,66	0	0
2000	19,80	18,44	15	10	5	0
2500	19,84	18,75	16	12	8	4

Tabla V.7. Temperaturas en función de la densidad del material y según diferentes horas.

En la figura V.52 se muestra la temperatura del cerramiento en función de la densidad y el tiempo transcurrido.

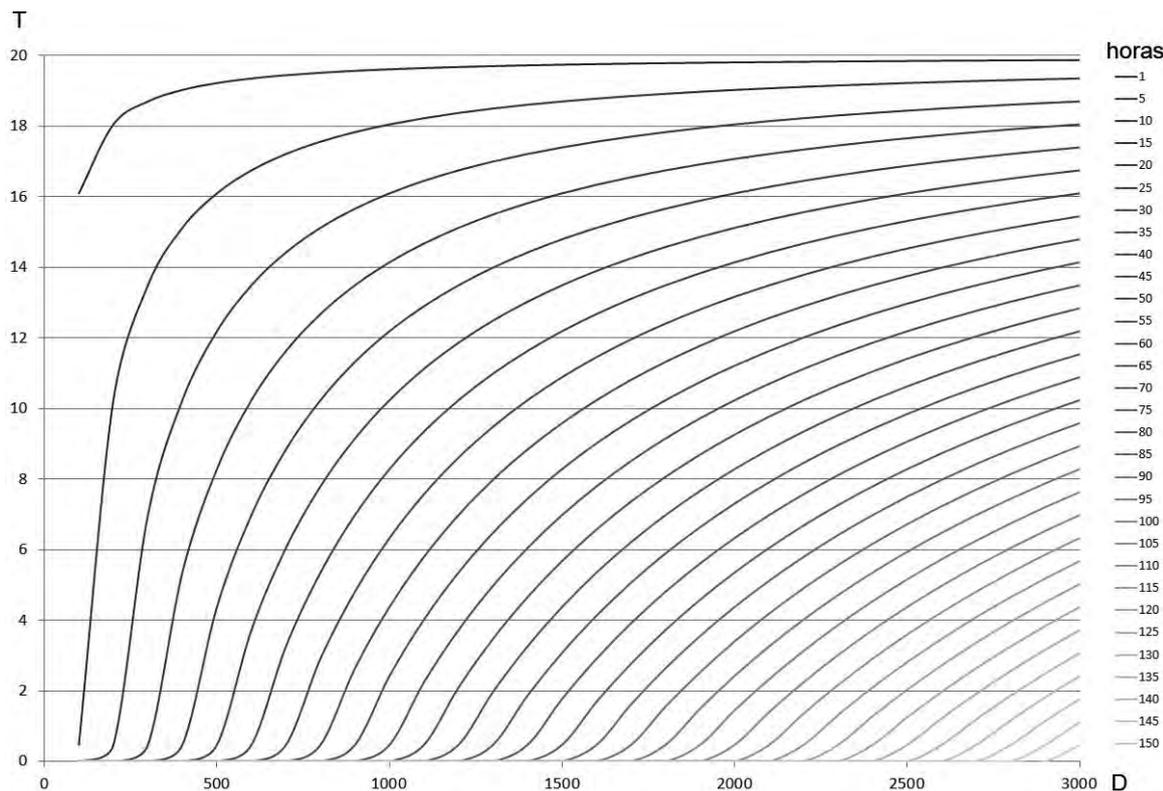


Fig. V.52. Temperatura del cerramiento en función de la densidad y el tiempo transcurrido.

En el eje de abscisas se encuentra la Densidad, que varía entre 100 y 3000 Kg/m<sup>3</sup>. En el eje de ordenadas tenemos la temperatura del cerramiento. Cada una de las curvas que se muestran corresponde a un tiempo determinado. La utilidad de esta gráfica consiste en que cuando vamos a tomar la medida de temperatura sobre un cerramiento que se está enfriando, esto se produce a un tiempo determinado desde la puesta del sol. En función de la densidad de cada material, la temperatura que mantiene será una u otra. Aquellos materiales con mayor inercia térmica conservarán mejor la temperatura en contra de aquellos que tengan una menor inercia. Manteniendo constantes los parámetros que hemos comentado anteriormente, es la densidad el único que varía, por lo que podemos concluir que aquellos materiales que dispongan de mayor densidad conservarán mejor su temperatura y, por tanto, tendrán un registro mayor.

La ecuación que rige las curvas de la figura V.52 es la siguiente:

$$T = -T_i / h_D \cdot h + T_i \tag{ecu. V.49}$$

Para un edificio real, tan solo habría que emplear las tres o cuatro primeras curvas (con tiempo de enfriamiento de 10-15 horas), puesto que como hemos dicho, el período es cíclico y en cuanto amanece se va incrementando de nuevo la temperatura de los materiales.

En la figura V.53 se puede constatar cómo si aumenta la porosidad disminuye la densidad aparente del material y, por tanto, la temperatura, cuando lleva ocho horas enfriándose, disminuye.

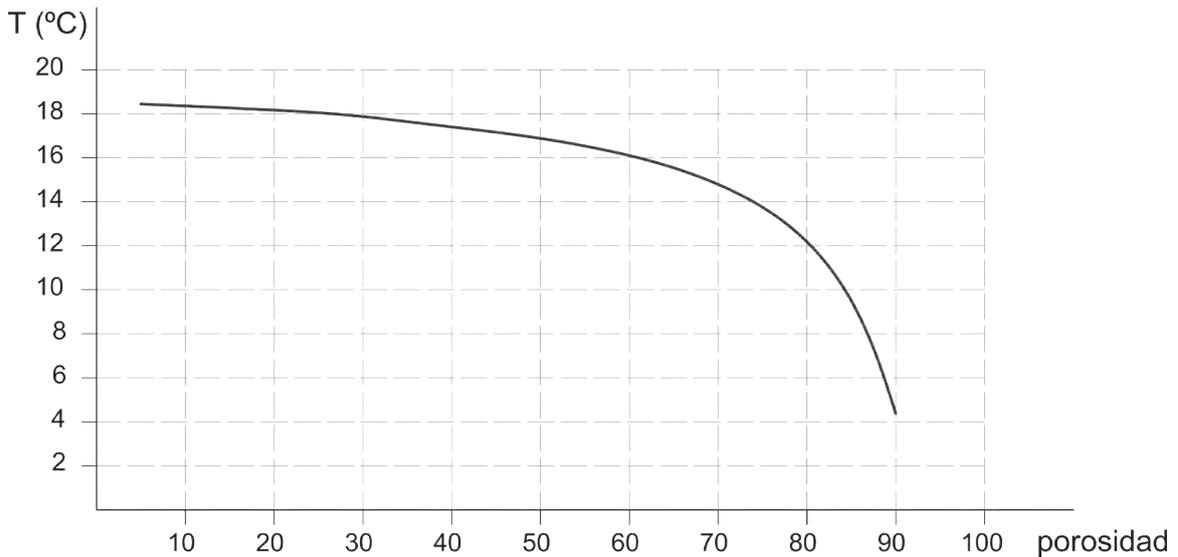


Fig. V.53. Relación entre la porosidad de un material y la temperatura de la cara exterior del cerramiento (espesor = 0,8 m; tiempo  $t = 8$  h.; Densidad = 3000 Kg/m<sup>3</sup>).

#### Datos climatológicos de la ciudad de Valencia<sup>(427)</sup>

Podemos considerar la energía irradiada por el sol como uniforme, pero la densidad incidente en los cerramientos depende de la situación geográfica, orientación de las fachadas del edificio, la estación del año y las condiciones meteorológicas<sup>(428)</sup>.

En la siguiente figura se muestran los valores históricos de las temperaturas máximas y mínimas de la ciudad de Valencia, desde el año 1938 hasta 2010.

Podemos apreciar el rango en el que han fluctuado las temperaturas a lo largo del día durante todos estos años.

427.- este apartado está ampliado en el Anejo VIII.6 "Anejo de Ensayos".

428.- Grinzato, E. 1997.

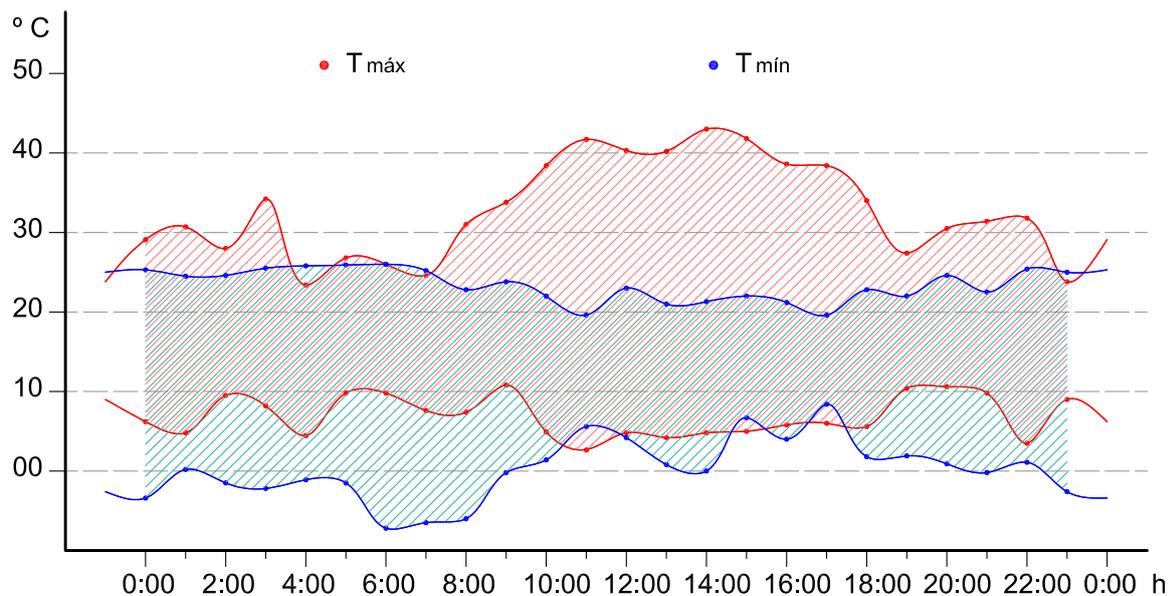


Fig. V.54. Valores históricos de temperaturas en Valencia (1938-2010).

A continuación indicamos la temperatura y la humedad relativa del entorno del Colegio del Patriarca. Para ello se han evaluado trece puntos alrededor del edificio y nueve en sus inmediaciones (en el mismo barrio). La figura muestra los valores medios de siete campañas realizadas entre febrero y julio de 2011 en las que se recogieron más de quinientos registros<sup>(429)</sup>.

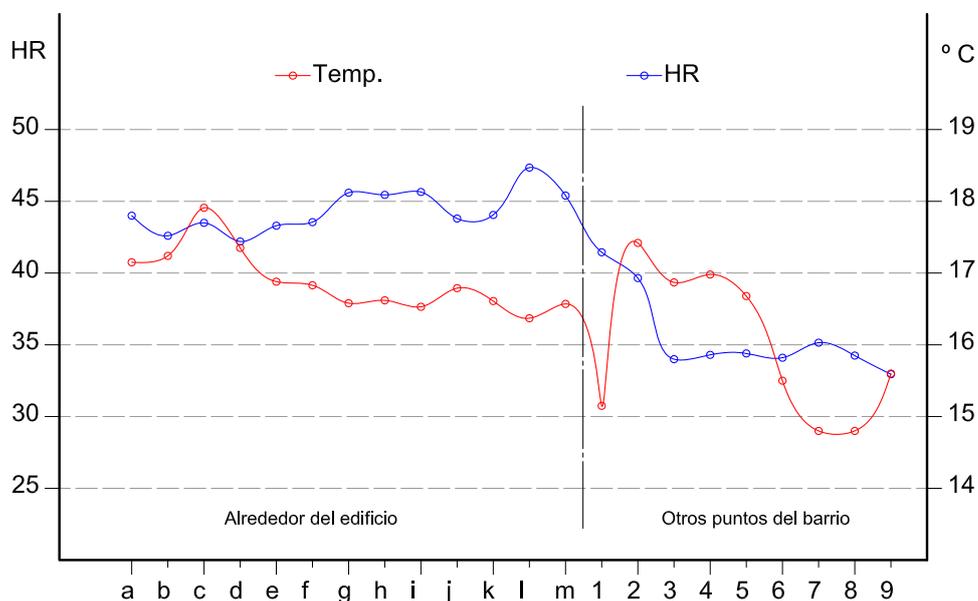


Fig. V.55. Valores de temperatura y humedad alrededor del Colegio de Corpus Christi

429.- Con un termohigrómetro de precisión.

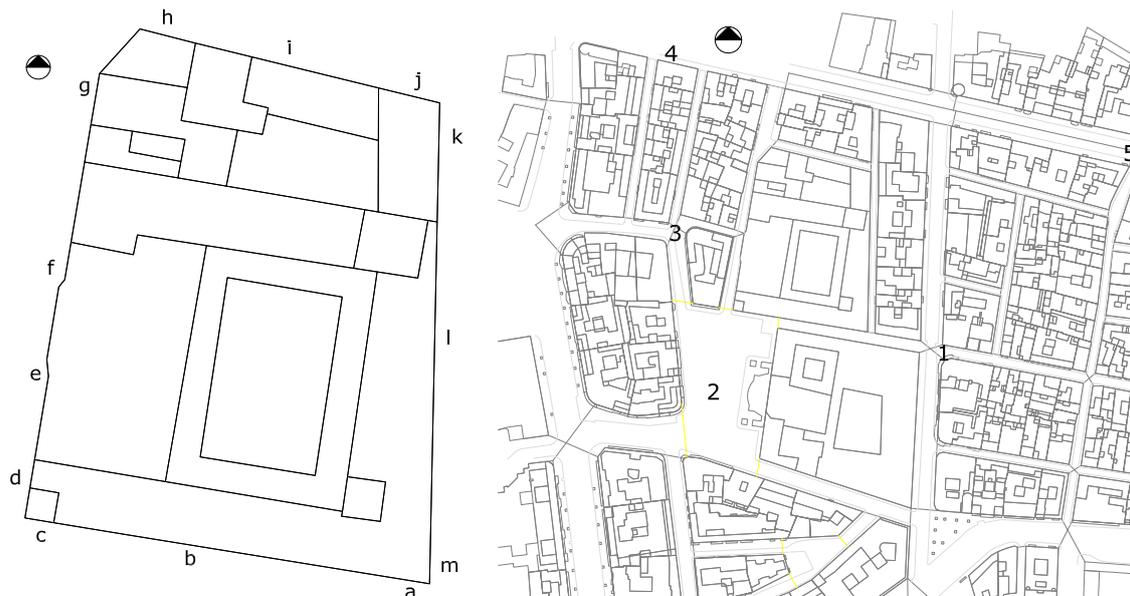


Fig. V.56. Planos donde se sitúa a los puntos de toma de datos.

En la figura V.57 se indican las horas sin sol en la ciudad de Valencia para el año 2011. Lógicamente, son aquellas horas entre la puesta (ocaso) y la salida del sol (orto). Se indica la hora oficial peninsular y se considera el horario adelantado desde marzo hasta octubre.

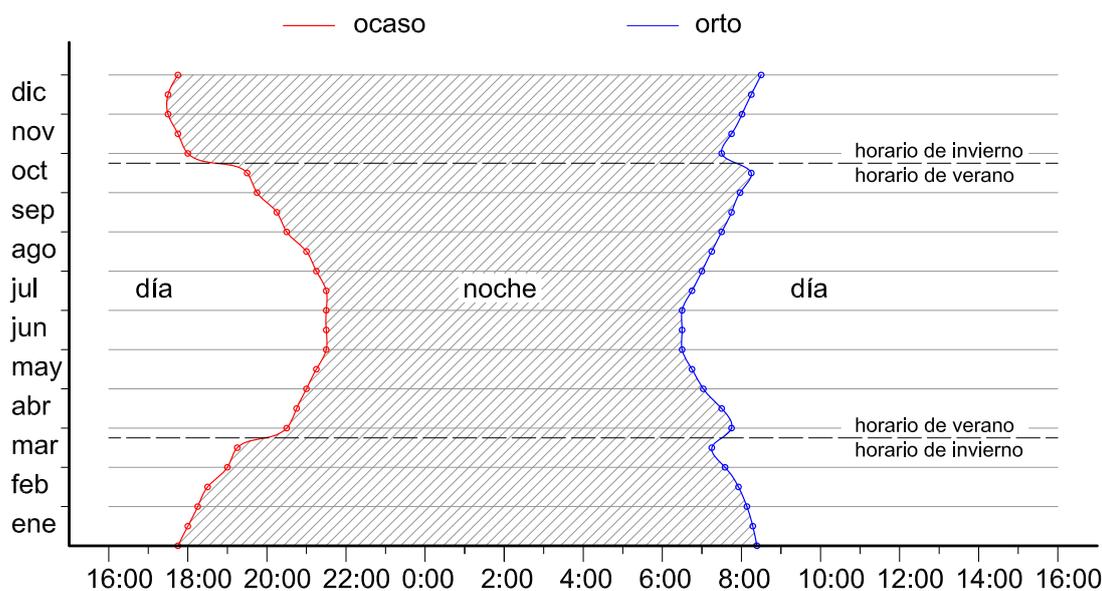


Fig. V.57. Salida y puesta del sol en Valencia (2011).

### Aplicación de la termografía

En ocasiones resulta difícil realizar ensayos de laboratorio en un edificio histórico. Hasta ahora la termografía infrarroja ha sido empleada para aportarnos información de la temperatura superficial de los materiales, pero con un mejor análisis puede contribuir con más datos a nuestra investigación. Midiendo y cuantificando los parámetros que nos ofrece esta técnica no destructiva podemos llegar a identificar diversos materiales de un mismo cerramiento o comprobar diferencias entre un mismo material. Este capítulo presenta

una nueva metodología para estudiar los materiales de construcción del edificio que nos ocupa, el Colegio de Corpus Christi<sup>(430)</sup>.

Existen varias modalidades en el uso de la tecnología infrarroja. La *termografía pasiva*, que consiste en que el material o el cerramiento se caliente debido al efecto natural de la energía solar. La *termografía activa*, que consiste en calentar la muestra de manera artificial, normalmente con lámparas. Dentro de la termografía activa tenemos una variante llamada *termografía de impulsos*<sup>(431)</sup>, que básicamente consiste en calentar la muestra durante un intervalo muy corto de tiempo (milisegundos) mientras se registra la evolución de la temperatura en el tiempo. Para esta variante se suelen emplear lámparas de *flash*, normalmente con una potencia limitada para no dañar el material. También disponemos de la *termografía encerrada*<sup>(432)</sup> o cíclica, en la que la muestra se calienta periódicamente al generarse un campo de oscilaciones de temperatura conocidas como ondas térmicas.

La visibilidad de los defectos que pudiera haber sobre un cerramiento empleando la tecnología termográfica depende de la profundidad a la que se encuentren. Sí que es posible detectar algunos daños en función de su tamaño y de la distancia a la superficie a la que se encuentren. Por supuesto, si el defecto es pequeño, se encuentra relativamente profundo y tiene características térmicas similares a las del muro no será posible detectarlo, pero en muchos otros casos sí, apreciándose en la imagen termográfica un cambio significativo en la temperatura registrada<sup>(433)</sup>. Esto es debido a que la temperatura que registra la cámara, aunque haga referencia a la superficie del cerramiento, claramente influyen los parámetros intrínsecos de los materiales así como la inercia térmica del muro. Cuando se detecta un defecto se debe a que este tiene otras propiedades y llega a modificar la temperatura de la superficie en su entorno más inmediato.

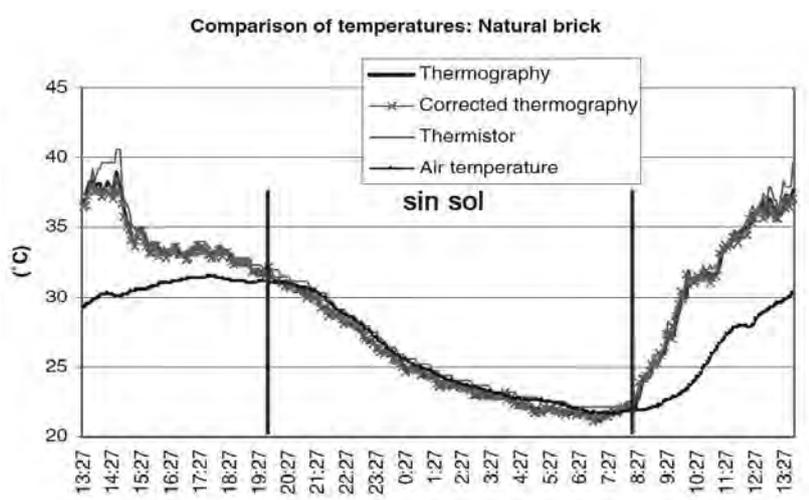


Fig. V.58. Comparación de las temperaturas para un ladrillo.

El patrón térmico de la superficie depende en gran medida de las características del material (difusión térmica, porosidad y densidad). La posibilidad de visualizar claramente los defectos de un material depende de la diferencia entre las características térmicas

430.- Lerma, C., Mas, Á., Gil, E., Galiana, M., 2012 (Working paper).

431.- Mercuri, F., 2011.

432.- El autor emplea el término *lock-in thermography*. Mercuri, F., 2011.

433.- Para más información, incluso con otras técnicas (georádar, etc.) véase Carlomagno, G.M., 2011 y Madruga, F.J., 2010.

de los materiales y la falta de homogeneidad existente. Los materiales que tienen una conductividad térmica muy elevada (y, por tanto, su difusividad  $\alpha$ ) están sometidos a una propagación de calor demasiado rápida con el consiguiente contraste débil en la imagen termográfica<sup>(434)</sup>.

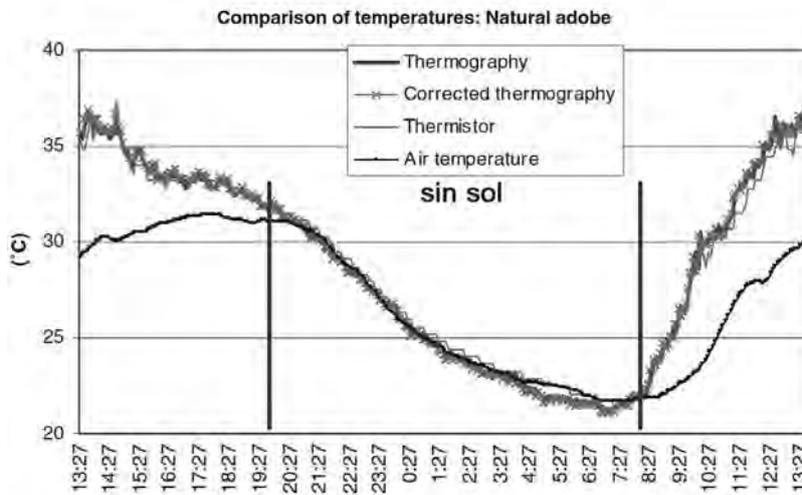


Fig. V.59. Comparación de las temperaturas para adobe.

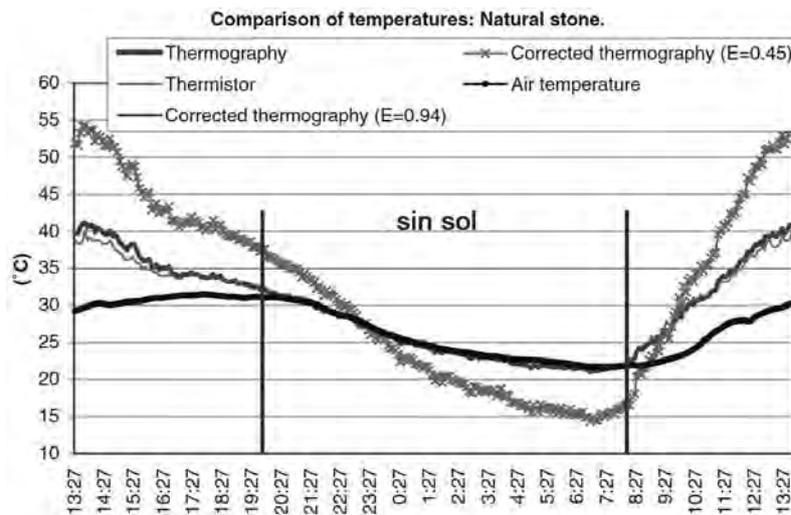


Fig. V.60. Comparación de las temperaturas para una piedra (granito).

Por lo tanto, podemos emplear la termografía para conocer el proceso constructivo del edificio, evaluar in situ los materiales y determinar la posible presencia de daños, estudiar la patología y las condiciones de deterioro, así como identificar la humedad de las fábricas. En definitiva, relacionar condiciones de deterioro con las áreas isotérmicas<sup>(435)</sup>.

En las anteriores figuras podemos ver una comparación de la temperatura tomada con una cámara termográfica, para distintos materiales, respecto de otros métodos (termopares, temperatura ambiente y termografía corregida (teniendo en cuenta la emisividad)).

Podemos concluir que, en ausencia de sol, los datos obtenidos de la termografía son muy precisos.

434.- Meola, C.; Carlomagno, G., 2004.

435.- Danese, M., 2010. Rosina, E., 1998. Rosina, E., 2001. Gerdali, E., 2004. Luwding, N., 2004.

Cuando los rayos solares ya no inciden sobre los materiales la temperatura registrada se puede considerar independiente del color. La diferencia de temperatura entre distintos materiales es debida en gran medida a su inercia térmica. Los ladrillos son piezas pequeñas que incrementan o disminuyen su temperatura más rápidamente que, por ejemplo, las piedras, que por otro lado tienen una gran capacidad de almacenar energía y tardan más tiempo en calentarse o enfriarse. La diferencia de temperatura puede asociarse a la densidad y calor específico, pero si las muestras son pequeñas no llegará a evidenciarse<sup>(436)</sup>.

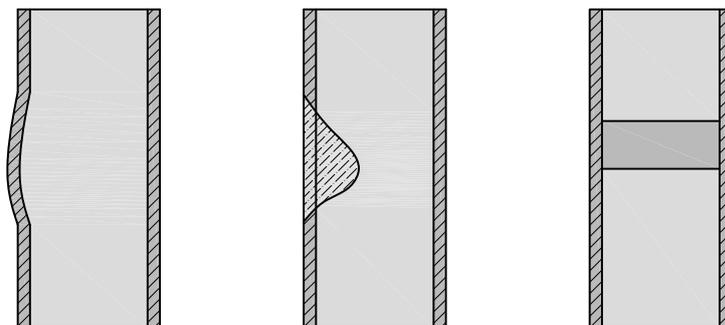


Fig. V.61. Defectos que influyen en la lectura de la temperatura con cámara termográfica.

Al interpretar imágenes termográficas podemos considerar, como sugiere M. Danese<sup>(437)</sup>, la variación de temperatura en distintos puntos del muro. Aquellas áreas donde se produzcan discontinuidades térmicas pueden ser puntos con defectos en el material. Sin embargo, aquellos puntos con una temperatura similar representan la inercia térmica del muro, la tendencia del elemento a resistir cambios térmicos, y dependen de las características del material, la humedad y los daños<sup>(438)</sup>.

En algunos casos, cierta concentración de humedad puede ser considerada como una variación local de la temperatura de la superficie de los materiales porosos<sup>(439)</sup>. Un puente térmico de 50 mm supone un incremento de temperatura de hasta 0,3 °K<sup>(440)</sup>.

Algunos autores recomiendan explorar las grandes cantidades de datos y tomar decisiones acerca de las múltiples imágenes termográficas de una manera visual, pues facilita su interpretación, la caracterización del tipo de material y el estado de deterioro del material<sup>(441)</sup>.

Un método eficaz para detectar zonas con humedad en los edificios consiste en tomar imágenes térmicas a distintas horas (al mediodía y al anochecer) y observar el incremento o decremento de temperaturas de cada zona. Aquellas regiones con pequeñas diferencias de temperatura indican zonas que tienen humedad, puesto que el agua conserva el calor. Y zonas con fuertes contrastes de temperatura muestran zonas secas<sup>(442)</sup>.

Una vez humedecido un cerramiento, los factores de los que depende el secado del mismo son: temperatura, humedad relativa, microentorno, porosidad y comportamiento

436.- Cañas Guerrero, I. 2005.

437.- Danese, M., 2010.

438.- Campbell, J.B., 1996.

439.- Grinzato, E., 1997.

440.- Grinzato, E., 1997. Simulación de puentes térmicos con un  $\Delta T$  de 20 °K entre el interior y el exterior.

441.- Danese, M., 2010.

442.- Lerma, J. L., 2011..

mecánico del material, así como la duración de los ciclos humedad/secado<sup>(443)</sup>. Además, cuando el material es poco poroso el contenido de humedad es bajo también, y cuando el material es bastante poroso tiene un mayor contenido de agua. Los materiales de construcción son medios porosos y pueden deteriorarse a través de la entrada de humedad produciéndose la degradación del material, la disolución de los compuestos, la migración de la sal y su cristalización o cambios volumétricos incluyendo hinchazón, grietas y desprendimientos<sup>(444)</sup>.

Recordemos que la teoría que describe el proceso de evaporación y secado de materiales de construcción porosos se ha desarrollado ampliamente en este capítulo.

El empleo de la termografía para el estudio de la humedad tiene como objeto identificar los efectos de la refrigeración por evaporación en la superficie del paramento en relación con la tasa de evaporación y la cantidad (contenido) de humedad presente en los muros. Para ello es importante conocer la temperatura y la humedad relativa del ambiente. Supongamos que en un mismo paramento tenemos una zona húmeda y otra seca; a medida que el proceso de secado de la zona húmeda se lleva a cabo se reduce la diferencia de temperatura entre ambas zonas y con el entorno.

Las zonas de las esquinas, que ofrecen una mayor superficie disponible para la evaporación, muestran temperaturas más bajas. En experimentos recientes se ha demostrado que un mayor contenido de humedad supone una mayor temperatura del material, en comparación con otras zonas o materiales que contengan menos humedad. En cualquier caso, es evidente el efecto refrigerante de la evaporación, pues la temperatura es menor que la ambiental<sup>(445)</sup>. Además, las propiedades del material influyen significativamente en la tasa de evaporación y, por tanto, en la velocidad con la que el material cede al ambiente el contenido de humedad.

En la parte inferior de los muros se visualiza una zona con humedad que muestra una forma parabólica en vertical, cuyo nivel máximo se determina por la succión capilar. Las curvas de la parábola se generan en función de la velocidad de secado a lo largo de la superficie. Para la interpretación de las imágenes térmicas de muros con humedad es necesario conocer las diferencias entre las propiedades del material, el comportamiento del proceso de secado, el factor de resistencia a la difusión y la distribución del tamaño del poro<sup>(446)</sup>.

#### *Influencia del ángulo de la cámara*

Las imágenes termográficas se deben tomar situando la cámara lo más perpendicularmente posible a la superficie. Normalmente no hay mucha variación cuando la imagen termográfica se toma con ángulos comprendidos entre 0° y 65° respecto a la perpendicular<sup>(447)</sup>.

En la Figura V.62 se muestra una secuencia de imágenes tomadas a la misma hora,

---

443.- Binda, L., 2010.

444.- Válek, J. 2010.

445.- Véase Válek, J., 2010.

446.- Confróntese con Válek, J., 2010.

447.- Cañas, I., 2005.

pero hemos ido cambiando el ángulo de la cámara. Podemos apreciar cómo cambia la temperatura registrada por la cámara. La gráfica siguiente (fig. V.63) refleja los datos cuantitativos; la variación de la temperatura, en grados centígrados, según el ángulo de inclinación de la cámara respecto de la vertical. Claramente el ladrillo experimenta una mayor variación de temperatura por el hecho de inclinar la cámara, mientras que la piedra se ve poco afectada por este hecho.

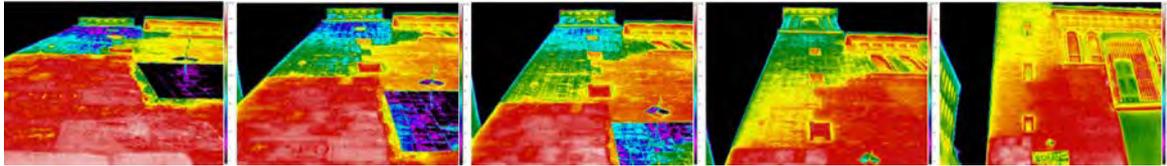


Fig. V.62. Influencia del ángulo de la cámara IR en la obtención de temperaturas.

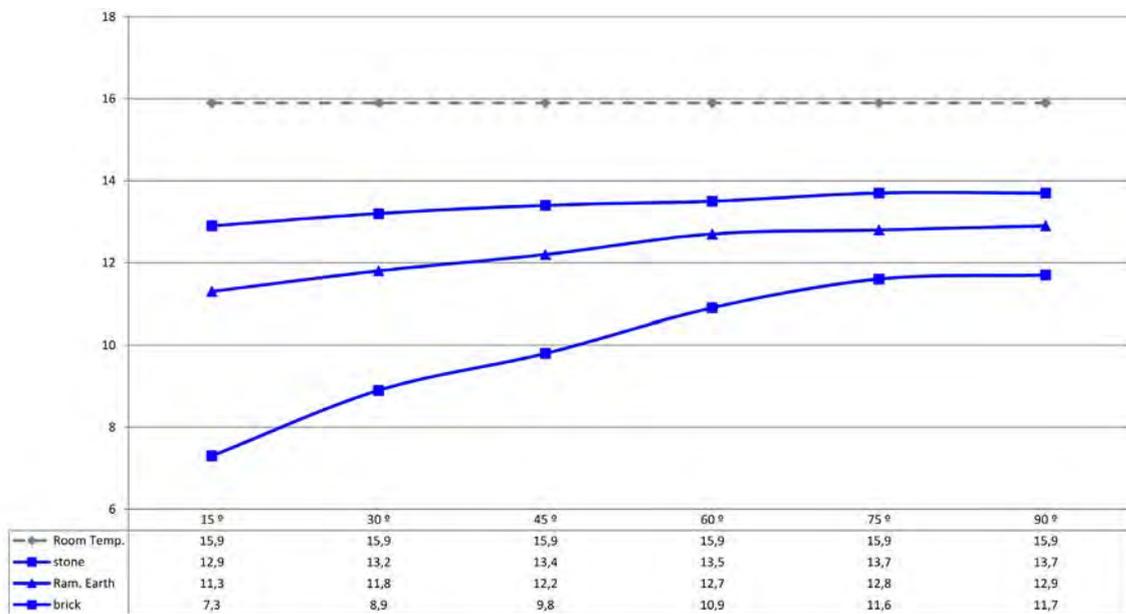


Fig. V.63. Variación de temperatura en °C según ángulo de inclinación de la cámara.

En la figura V.64 hemos realizado el mismo procedimiento para observar cómo varía la temperatura registrada por la cámara infrarroja al cambiar el ángulo de la toma en la Iglesia de los Santos Juanes.

Toda la fachada analizada de la iglesia de los Santos Juanes está compuesta por piedra de Godella, la misma que el zócalo del Colegio del Patriarca.

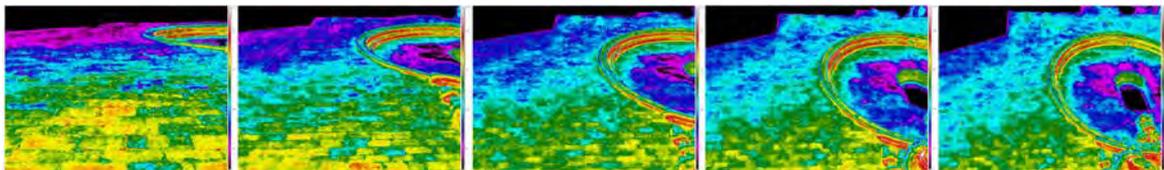


Fig. V.64. Influencia del ángulo de la cámara en la iglesia de los Santos Juanes.

V.- Análisis de los materiales de construcción

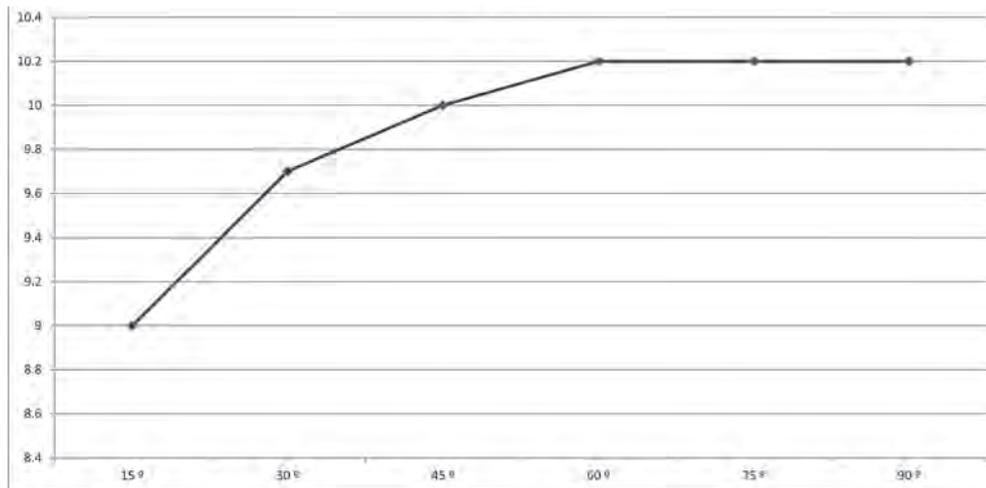


Fig. V.65. Variación de temp. en °C según el ángulo de inclinación de la cámara respecto de la vertical en la Iglesia de los Santos Juanes.

## V.5. ENSAYOS DE LABORATORIO

### Introducción

Dentro de las técnicas experimentales utilizadas en el estudio de los materiales de construcción se encuentran los métodos químicos y físicos.

Entre los físicos destacamos los métodos difractométricos, los ópticos, los espectroscópicos y los térmicos.

El ensayo de difracción de rayos X emplea la radiación electromagnética X, que se caracteriza por su pequeña longitud de onda, que es la que le confiere, entre otras, la capacidad de atravesar materiales opacos a la luz. Todos los cristales, al ser alcanzados por un haz de rayos X los difunden simultáneamente. En general, las ondas disipadas interfieren unas con otras anulándose o reforzándose para formar un nuevo frente de ondas. Este fenómeno de interferencia constructiva es el que se conoce como difracción. Estas direcciones privilegiadas están condicionadas únicamente por la geometría de la red cristalina<sup>(448)</sup>.

El microscopio electrónico de barrido, habitualmente llamado SEM (del inglés *Scanning Electron Microscope*), genera un haz electrónico que incide con la muestra y produce los siguientes fenómenos. (i) Emisión de electrones secundarios, cuya señal se emplea para el estudio morfológico de las muestras. (ii) Emisión de electrones retrodispersados de alta energía informando sobre el número atómico medio de la muestra y sobre su composición.

La utilización del SEM permite<sup>(449)</sup>:

- Identificar los componentes presentes, tales como poros, fracturas, rellenos, pátinas, agregados de granos y minerales presentes (morfología y composición química).

- Evaluación del estado de conservación del material, mediante el análisis de las modificaciones morfológicas (aumento en la superficie específica de las partículas, presencia de nueva porosidad, existencia de fracturas, etc.

- Acción del biodeterioro, causado por la acción de algas y hongos sobre los materiales.

- Caracterización del sistema poroso de los materiales, evitando malas interpretaciones de la Porosimetría de Inyección de Mercurio, como en el caso de los poros *en cuello de botella*.

La microscopía electrónica de barrido también identifica las sales solubles, que a veces resulta complicadas de detectar empleando difracción de rayos X. Permite visualizar cómo y dónde están las sales y proporciona información morfológica de los cristales.

También podemos aplicar el SEM al estudio de las costras negras de contaminación, pues tiene una gran incidencia en las zonas urbanas. En realidad las costras negras están formadas por yeso (una sal). Por *costra negra* se entiende una capa de color negro o gris oscuro compuesta por yeso y minerales de la roca soporte. A veces presentan morfologías esponjosas y un cierto espesor, de hasta varios centímetros, provocando la arenización de la roca infrayacente. Las partículas de la costra tienen diversas formas según su procedencia (calefacción, automóviles, centrales térmicas, etc.). Se cree que estas partículas con-

448.- Sebastián, E.M., en VV.AA. 1996, "Técnicas de diagnóstico..." p. 9.

449.- Ortega, M. en VV.AA. 1996, "Técnicas de diagnóstico..." p. 28.

taminantes actúan como catalizadores en las reacciones que permiten la transformación del SO<sub>2</sub> atmosférico en ácido sulfúrico y de esta manera lleva a la formación de yeso<sup>(450)</sup>.

MÉTODO INSTRUMENTAL	INFORMACIÓN APORTADA
MICROSCOPIA ÓPTICA Láminas delgadas Secciones pulimentadas Polvo	Caracterización mineralógica Textura Posibles trazas de alteración Composición del material Posibles fases de neoformación Eventuales estratos de alteración Eventuales estratos de policromía Eventuales estratos de tratamientos Tratamientos efectuados
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO	Composición química y mineralógica Procedencia de la piedra Aspectos mineralógico-petrográficos Identificación de especies cristalinas Fases de neoformación Morfología microscópica de la alteración Composición química de la alteración Tratamientos efectuados
DIFRACCIÓN DE RAYOS X Secciones pulimentadas Polvo	Composición elemental Procedencia de la piedra Identificación de fases cristalinas Indicaciones sobre el grado de cristalinidad Fases de neoformación Tratamientos efectuados
FLUORESCENCIA DE RAYOS X	Composición elemental cualitativa Composición elemental cuantitativa Tratamientos efectuados

Tabla V.8. Resumen de ensayos y la información aportada.

### *Caracterización petrográfica de las rocas sedimentarias*

El origen y las condiciones de formación de las rocas determinan su composición química y mineralógica, así como su textura y estructura, de las que derivan las características mecánicas y ornamentales. Centrándonos en las calizas, la calcita (carbonato cálcico) es el principal mineral y representa normalmente más del 90 % de la roca. Cuando las calizas son muy puras su color es casi blanco, pero lo más común es que contengan cantidades minoritarias de minerales procedentes de la arcilla, cuarzo, feldespatos, pirita, oxihidróxidos de hierro, etc. que le confieren colores predominantemente grises o crema. Están ampliamente distribuidas geográficamente, tienen gran facilidad de labrado, buenas propiedades mecánicas, una densidad media (2,5 - 2,7 g/cm<sup>3</sup>), una dureza aceptable y, además, toman el pulimento con facilidad. Las calizas, sin embargo, se alteran con cierta sencillez debido a procesos de disolución, cristalización de sales, actividad biológica... y son especialmente sensibles a los efectos de la polución atmosférica<sup>(451)</sup>.

### *Toma de muestras y criterios para la elección de los ensayos*

El dilema al que nos enfrentamos los investigadores al estudiar materiales pertenecientes a edificios patrimoniales, es el intento de preservar la total integridad de los mismos

450.- Ortega, M. en VV.AA. 1996, "Técnicas de diagnóstico..." p. 30.

451.- Velilla, N. en VV.AA., 1996, "Técnicas de diagnóstico...", p. 14-22.

a la vez que deseamos realizar una profunda caracterización petrológica, con el objetivo de interpretar los datos y programar una adecuada intervención.

Los métodos de ensayo utilizados deberían tener un carácter inocuo para la piedra<sup>(452)</sup>, pero inevitablemente necesitamos hacer uso de ensayos destructivos para el estudio de la composición química y mineralógica, así como de la estructura y textura del material, con el objetivo de conocerlo en profundidad y poder establecer las pautas de su intervención<sup>(453)</sup>. Dada esta situación, hemos recurrido a la tecnología que nos permita realizar el estudio petrográfico a partir de muestras de tamaño muy reducido.

La elección de los ensayos realizados ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- En primer lugar, el objetivo de dicho estudio es obtener un conocimiento detallado del material estableciendo las pautas para una correcta limpieza y reintegración de las piezas disgregadas, así como determinar las características que debe cumplir el material escogido en posibles restituciones, sustituciones o reproducciones de las piezas faltantes.

- Además, hay que tener en cuenta que la degradación física, química o biológica de los materiales pétreos viene determinada tanto por su composición mineralógica y sus correspondientes interrelaciones (estructura y textura internas), así como por su grado de exposición a las condiciones medioambientales, que determinarán su futura alterabilidad. El frente al agua de lluvia es uno de los principales agentes de alteración, además de ser medio de transporte de otras sustancias agresivas para el pétreo<sup>(454)</sup>. Será, por tanto, el más relevante en términos de durabilidad, regulado por el sistema poroso de la piedra (porosidad accesible, distribución porosimétrica en función del tamaño y volumen de los poros, forma de los poros, etc).

### Descripción de las canteras

En los contratos y en la documentación consultados se nombran dos tipos de roca, de Godella y de Ribarroja.

En el Convenio celebrado en 1590 entre D. Miguel de Espinosa, Rector del Colegio de Corpus Christi, y el maestro de obra Guillem del Rey *acerca de la Iglesia que el dicho Maestre Guillem Rey ha de hacer en dicho Collegio y Seminario* se indica:

*I) (...) que toda la obra que en los capítulos infraescritos se nombrara haya de ser y sea de piedra labrada como abaxo se dira de la mejor que se hallare en las pedreras de Godella.*

*XV) (...) que toda la sobre dicha obra haya de ser y sea de piedra serrada de las piedras de Godella tiniente de buen grano, igual y sin mollerones y que no tenga blanduras todo a conocimiento de maestre Gregorio o de otra qualquier persona que por parte de su s<sup>o</sup> Illma. fuere nombrada.*

Posteriormente, del Convenio entre el Rector del Colegio de Corpus Christi y Guillem del Rey para la terminación de la iglesia del Colegio extraemos:

*I) (...) que el dicho maestre Guillem de Rey ha de hacer una portalada de piedra muy buena de la pedrera de Godella de buen grano sin mollerones (...).*

*II) (...) que el dicho maestre Guillem de Rey haia de enlosar de piedra de Ribaroia [Ribarroja] todo el cuerpo de la iglesia con losas de dos palmos en cuadro y medio palmo de grueso o por lo*

452.- Montoto, M., 2001.

453.- Veniale, F., 2008.

454.- Sebastián Pardo, E., 2008.

menos quatro dedos, bruñidas, de buen grano, sin mollerones exceptadas las capillas y esto ha de ser desde la portada de la iglesia hasta los pilares del crucero donde ha de poner una rexa.

IX) (...) que el dicho maestre guillem de rey ha de hacer dos o mas vasos según le señalaren, digo bocas de vasos con sus piedras de la misma piedra de Ribarroja, brunyda con buen grano en proporsion necessaria y conveniente.

Y también en la obra del claustro, en los capítulos hechos entre el Rector y Consiliarios del Colegio de Corpus Christi y Guillem del Rey sobre la obra del claustro del dicho Collegio que ha de hacer el dicho Guillem del Rey:

I) Primeramente esta tratado y concertado que dicho Guillem del Rey sea tenido y obligado a hacer y obrar los quatro cantones y esquinas del claustro de dicho collegio de piedra de Ribarroja buena bruñida esmolada y bien labrada los quales an e tener en ancho quatro palmos a cada parte antes mas que menos de la orden dórica que las baças y columpnas pedirán y de altaria cinquenta y cinco palmos y mas si serán menester hasta el remate de la obra según la traça de aquella.

II) Ittem ha de hazer en cada uno de los pies de los dichos quatro cantones dos pedestrales uno a cada parte que den raçon a los demás pedestrales de la dicha obra para que sobre ellos carguen las columpnas de mármol de las cantonadas y han de ser de la misma piedra de Ribarroja buena bruñida esmolada y bien labrada.

IV) Ittem ha de hazer veinte y dos pedestrales y mas si serán menester para la orden de abaixo del dicho claustro de piedra de Ribarroja buena bruñida esmolada y bien labrada y han de ser todos desentos (sic) y desnudos con su baça sotabaça y su corniza haya de ser de tres pieças y no mas.

V) Ittem ha de hazer veinte y seis Arcos o los que serán menester para la primera orden ques la orden baixa del dicho claustro de la misma piedra de Ribarroja buena bruñida esmolada y bien labrada (...).

VII) Ittem ha de hazer en la primera orden que es la baixa del dicho claustro alrededor de todo aquel un alquitrave, un fris y una corniza de orden dórica de la dicha piedra de Ribarroja (...).

VIII) Ittem ha de hazer en la segunda orden jónica del dicho claustro que es la orden de arriba otros veinte y seis arcos o los que serán menester de la dicha piedra de Ribarroja (...).

Además, en el Libro de Construcción del Colegio se recogen las siguientes partidas:

16 carretadas de piedra larga de la pedrera de Godella para la portada que sale a la Plaza de la Cruz Nueva a Nicolas estevan pedrapieuqero, costo la carretada a 18 reales.

Guillem del rey: piedra de Godella para el patio que esta delante de la cocina del colegio.

Guillem del rey: bola de piedra de Ribarroja en la escalera grande del colegio (otra se rompió).

Guillem del rey: puerta de piedra de Ribarroja en la sacristía del Colegio.

Guillem Roca albañil: quitar una puerta de piedra de Ribarroja y poner otra en la cuadra de las reliquias de la iglesia del colegio.

#### La cantera de la piedra de Godella

Las piedras provenientes de la cantera de Godella tienen su ubicación perfectamente localizada.

Respecto a la caracterización del material pétreo, la piedra de Godella es una caliza, por lo que pertenece al grupo de rocas carbonatadas no detríticas. Son rocas formadas por precipitados químicos cuya composición mineralógica es a base de calcita con granos individuales no visibles. Es una caliza de tipo lagunar que conserva restos de plantas y nódulos, así como arcilla en concentraciones variables<sup>(455)</sup>.

La cantera, hoy extinta, se encuentra entre los pueblos de Godella y Rocafort, como

---

455.- Véase Mas, Á., 1990, pp. 287-290.

se puede ver en la imagen V.62.

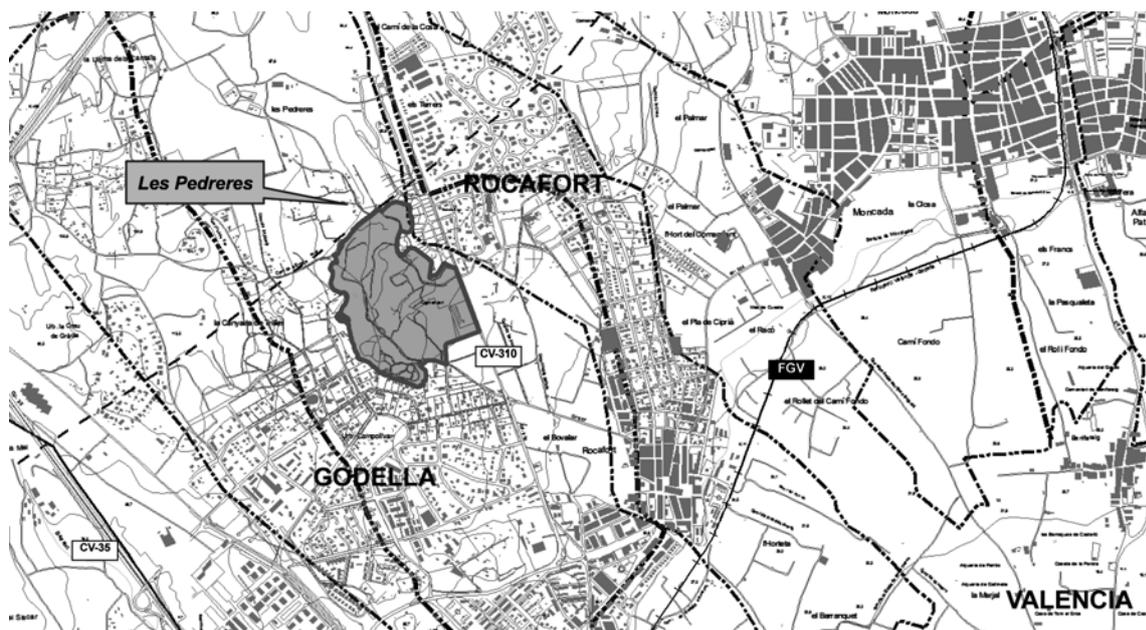


Fig. V.66. Situación de la cantera de Godella sobre un mapa actual.

Si contrastamos el mapa anterior con el suministrado por el Instituto Geológico y Minero de España para Burjasot<sup>(456)</sup>, veremos que la descripción de este último es muy general (a una escala muy amplia).

Aunque superficialmente se aprecian estratos más recientes, se observa cómo debajo existe otro de gran potencia perteneciente al Terciario. En concreto se trata de calizas con gasterópodos y margas.

El terciario de la hoja de Burjasot se encuentra en su mayor parte situado en la mitad occidental, se apoya discordante sobre materiales mesozoicos, y en general cubierto discordantemente por una potente secuencia de sedimentos cuaternarios, salvo en la parte SW, que es donde mejor están representados, tanto por la menor potencia del Cuaternario como por la erosión producida por el río Turia y sus afluentes. Por encima de los niveles correspondientes al tramo Helveciense-Tortonense (areno-arcilloso) se sitúa un tramo calcáreo. Son micritas (pelmicritas, biomicritas, intrabiomicritas) frecuentemente recristalizadas y localmente dolomitizadas, en las que llega a perder totalmente la textura original. Se suelen presentar con aspecto masivo, con abundantes lentejones margo-arcillosos, de color blanco. Son muy cristalinas y oquerosas, apareciendo frecuentemente carstificadas. Contienen abundante fauna, que aunque no permite su datación exacta, sí proporciona datos en cuanto al ambiente de sedimentación; así en la base contienen moluscos, lamebraquios y briozoos que indican un ambiente costero, mientras que hacia el techo contienen gasterópodos y algas que corresponden a un ambiente lacustre. Todo ello permite, por comparación litológica, asumir una edad Vindoboniense-Pontiese. La potencia puede alcanzar 25 m, siempre en función del grado de erosión que haya afectado al techo<sup>(457)</sup>.

456.- Ministerio de Industria, 1974.

457.- Ministerio de Industria, 1974, memoria de la Hoja 696.

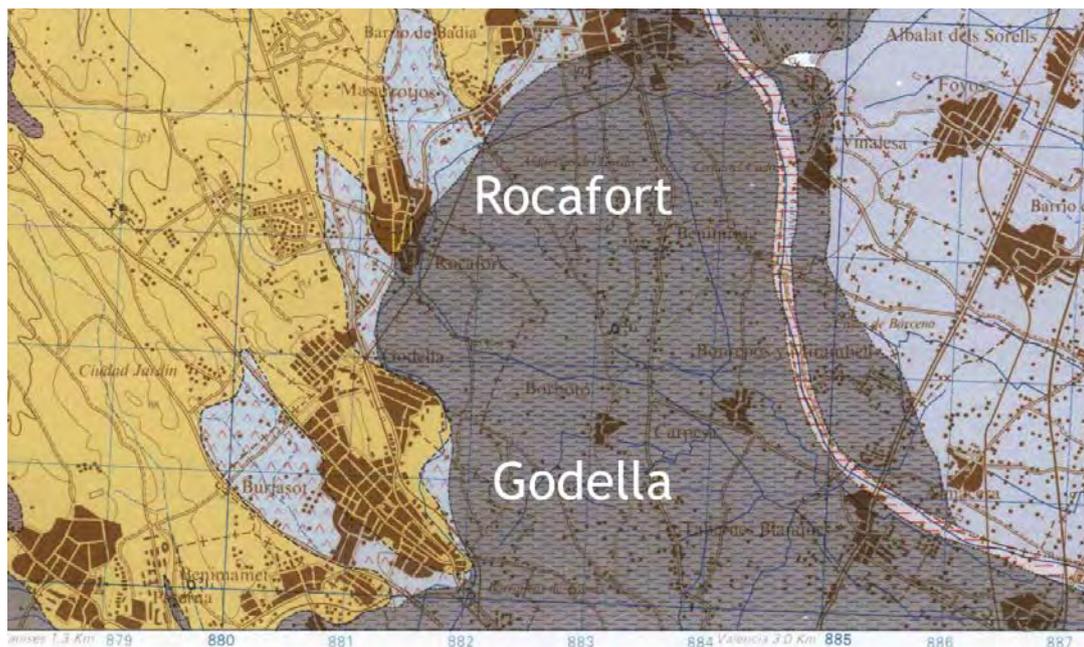


Fig. V.67. Detalle sin escala del mapa geológico nacional E:1/50.000, hoja 696 "Burjasot".

#### *La cantera de la piedra de Ribarroja*

Aunque en los contratos se le nombra como piedra de Ribarroja, pensamos que la cantera de la que se extrajo esta roca proviene en realidad de la cantera de Liria.

En la zona de Ribarroja predomina el Jurásico, margocalizas y calizas microcristalinas. Sin embargo, en la zona de Liria se encuentran varios estratos del Cretácico, en concreto la cantera podría corresponder a unas calizas micríticas con miliólidos (Lacacinas), puesto que la caracterización petrográfica de la muestra M24, tal y como se describe más adelante, pone de manifiesto que se trata de una caliza biomicrita con una textura micrítica y bioclástica inequigranular (con fragmentos de fósiles, predominantemente valvas de ostrácodos y moluscos bivalvos, así como foraminíferos, muy mal seleccionados desde 0,08 mm a 1 mm). Aunque los fósiles están muy fragmentados siendo difíciles de identificar si bien han podido observarse foraminíferos como el que aparece en la fotografía. También contiene moldes de fósiles rellenos de cemento calcítico. Masas micríticas como matriz, como micritas grumelares y posibles fósiles micritizados.

La formación dolomítica precedente a la que nos ocupa (Santoniense) evoluciona a techo hacia una facies marina más somera de calizas microcristalinas con Miliólidos del tipo Lacazina. En la Hoja de Liria este tramo apenas tiene representación, habiéndose señalado su presencia en la columna de Hiervas. Aquí, el espesor total es de 50 m y la litología es de calizas micríticas, calizas dolomitizadas y dolomías brechificadas en forma alternante. Tampoco aquí está completamente desarrollado el Santoniense, pero se describen de muro a techo: (i) Alternancia de calizas recristalizadas y margas con *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Rotalinas* y *Ostrácodos*. (ii) Calizas micríticas con *Lacazinas* y otros tipos de *Miliólidos* muy bien estratificadas. A techo se encuentran nódulos de sílex. Se reconocen: *Vidalina* cf. *hispánica*, *Stomiosphaeras*, *Valvulaminas*, *Terquemellas*, *gasterópodos* y *Tex-*



### Listado de muestras

Para la obtención de las muestras pétreas del edificio hemos procurado seleccionar aquellas que resultan representativas, teniendo en cuenta el tipo de piedra, morfología de alteración, orientación, exposición a los agentes atmosféricos y situación, siempre procurando causar el menor daño posible al edificio.

En general se trata de muestras de pequeñas dimensiones, pero suficientes para realizar los ensayos más adecuados.

En la siguiente tabla se listan las distintas muestras, así como su localización.

CÓDIGO	ORIENTACIÓN	SITUACIÓN
M01	E	-
M02	E	-
M03	N	-
M04	N	Zócalo
M05	W	Zócalo
M06	S	-
M07	S	Izquierda de la puerta principal
M08	S	Izquierda de la puerta principal
M09	INT	Vestíbulo izquierdo, puerta derecha, jamba derecha
M10	W	Base de la jamba, base del campanario
M11	S	Piedra anaranjada de la portada izquierda
M12	S	Piedra gris en zona de piedra anaranjada, portada izq
M13	S	Piedra gris abujardada, fachada sur izq
M14	S	Izq puerta iglesia, bajo M12, tono ámbar
M15	E	Junto al punto L, parte superior del zócalo
M16	W	Izq puerta campanario abajo
M17	S	Parte izq puerta abajo
M18	W	Costra superficial del zócalo junto a bajante
M19	S	Piedra anaranjada de la portada izq
M20	S	Jamba izquierda puerta colegio
M21	S	Jamba derecha puerta colegio
M22	S	Portada fachada sur?
M23	W	Jamba izq abajo puerta campanario
M24	W	Jamba izq abajo puerta campanario
M25	S	Jamba derecha puerta colegio
M26	N	Pretil río Turia
M27	N	Pretil río Turia
M28	W	Zócalo junto a la bajante
M29	W	Zócalo junto a la puerta del campanario (izq)
M30	E	Zócalo parte superior
M31	-	Muestra de cantera
M32	-	Muestra de cantera

Tabla V.9. Listado de muestras del Colegio de Corpus Christi.

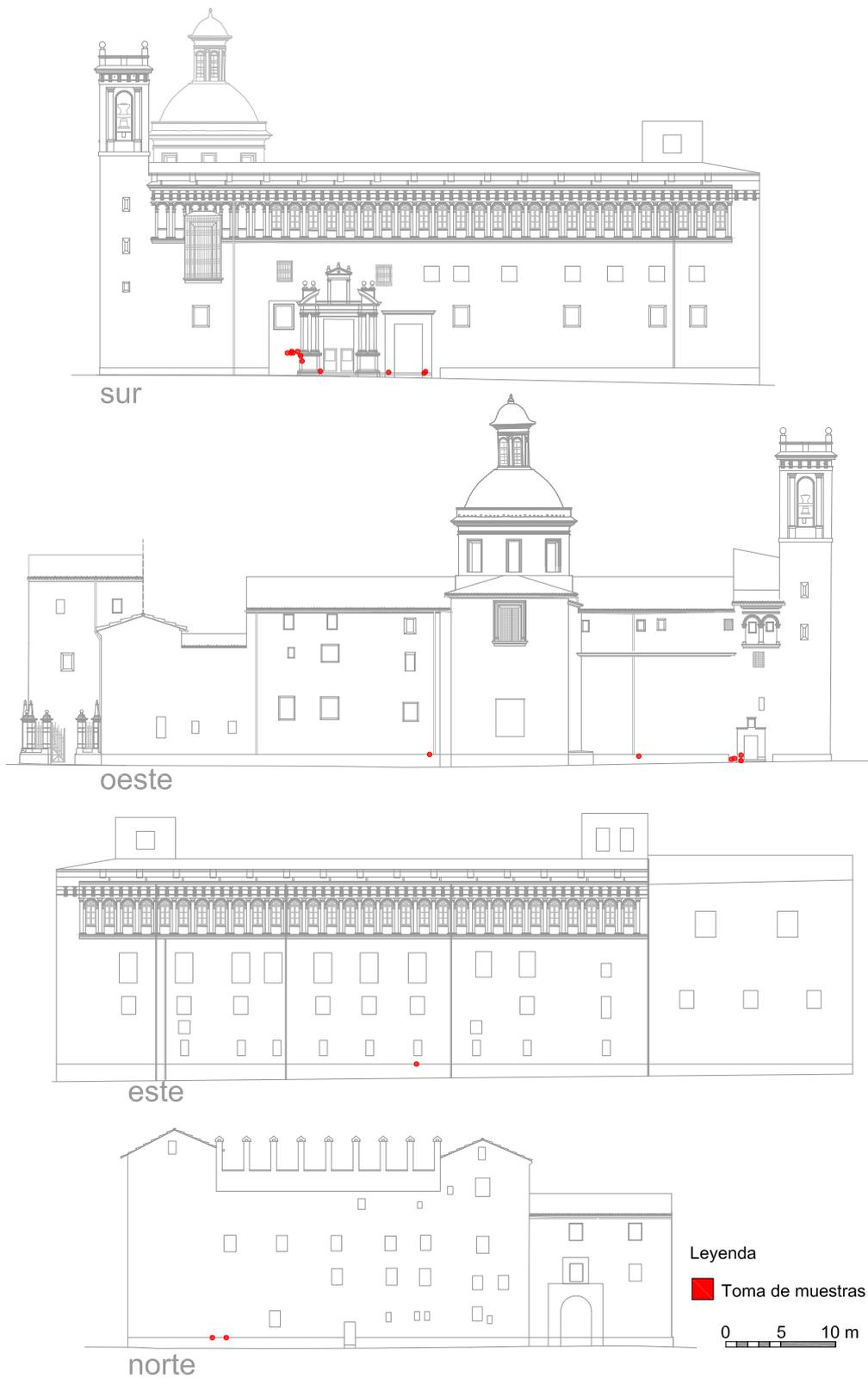


Fig. V.70. Situación general de los puntos de toma de muestras.

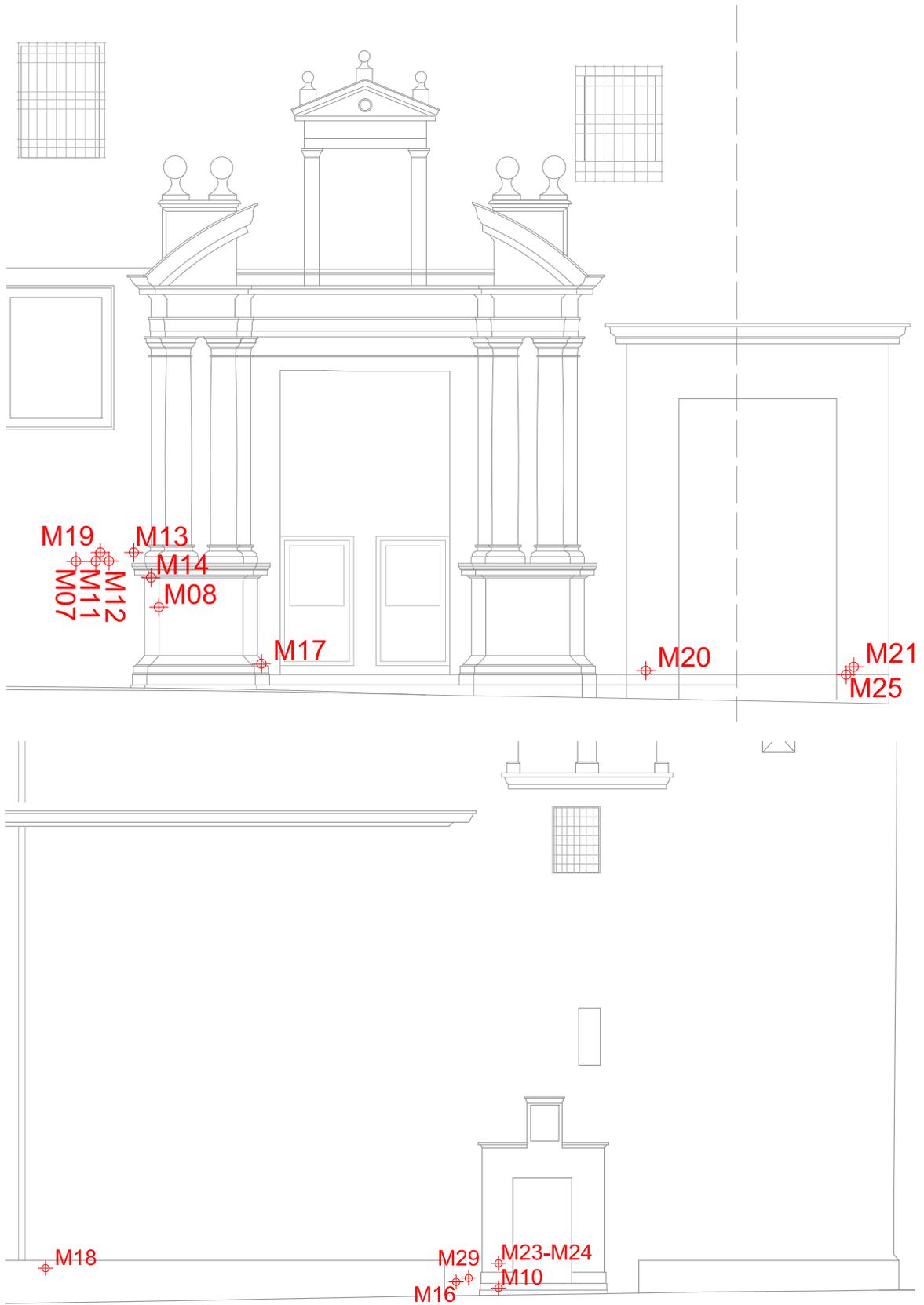


Fig. V.71. Dos detalles de la situación de los puntos de toma de muestras. Fachadas sur y oeste.

## Resultados. Caracterización del material pétreo

Con el fin de conocer las propiedades de los materiales que nos ocupan, a continuación se detallan los diversos análisis y estudios realizados en las universidades Politécnica de València, de Alicante y de Oviedo. Se han caracterizado los materiales pétreos desde el punto de vista petrográfico, geoquímico y petrofísico.

En el Anejo 6 "Anejo de Ensayos" puede encontrarse información ampliada y detallada de los ensayos e instrumentos utilizados.

Estos ensayos nos proporcionan un amplio conocimiento de la composición mineralógica de los materiales pétreos, tanto en forma cualitativa como cuantitativa, así como de su estructura y textura (modo y parámetros de mayor relevancia en la interpretación de las propiedades físicas del pétreo)<sup>(458)</sup>.

Las propiedades físicas de las rocas dependen de los minerales que la forman, del volumen de poros, de la forma de los mismos y de la naturaleza de los fluidos que los rellenan. Estudiadas las propiedades de los minerales, la porosidad es la última responsable del comportamiento del pétreo<sup>(459)</sup>. Los datos aportados por el estudio petrográfico nos permitirán caracterizar en profundidad el sistema poroso del pétreo, estableciendo los principales parámetros hídricos del material relacionados con el comportamiento alterológico y la durabilidad<sup>(460)</sup>. Consideramos innecesario por tanto la realización de otros ensayos complementarios para la caracterización física de la piedra, puesto que se trata de ensayos destructivos que requieren un volumen de muestra considerable (UNE-EN-1925:1999: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad; UNE-EN-13755:2008: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica; y UNE-EN-1936:2007: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente de la porosidad abierta y total. Se requieren unas dimensiones de pieza relativas a un cubo o cilindro de 50 o 70 ± 5 mm en los dos primeros casos y de 60 mm de volumen en el tercero), lo cual supone, en nuestro caso, mermar de modo considerable el material pétreo del edificio estudiado.

Se ha descartado en este estudio la caracterización mecánica mediante los ensayos de resistencia a compresión (UNE-EN 1926:2007), resistencia a flexión bajo carga concentrada (UNE-EN 12372:2007) y resistencia a flexión a momento cortante (UNE-EN 13161:2008), debido al tamaño de muestra requerido, un prisma de 50 x 50 x 300 mm<sup>3</sup>.

De la misma manera, descartamos también el ensayo de resistencia a la heladicidad (UNE-EN 12371:2002) al tener en cuenta las condiciones climatológicas de la ciudad de Valencia. Se trata de una zona geográfica en la que impera el clima Mediterráneo, caracterizado por ser un clima suave y húmedo, sin temperaturas extremas a lo largo del año. Las precipitaciones son estacionales, estableciéndose los mínimos en los meses secos del verano y los máximos en el otoño por el efecto de la gota fría. Véase el apartado anterior V.4. "Base teórica de termografía > Datos climatológicos de la ciudad de Valencia" y en Anejo VIII.6 "Anejo de Ensayos". Según los datos de la Agencia Estatal de Meteorología en que se

---

458.- Esbert, R.M., 2008, p. 89.

459.- Ordóñez, S., en Mingarro, F., 1996, p. 193.

460.- Esbert, R.M. 2008, p. 89.

establecen las condiciones climatológicas medias anuales para la ciudad de Valencia<sup>(461)</sup>, observamos que el número medio de heladas en todos los meses del año es cero, por lo que se trata de un estudio innecesario dentro de nuestro contexto.

### Ensayo de Densidad

este ensayo ha sido realizado en la Universidad de Alicante y dirigido por el profesor David Benavente, del grupo de Petrología Aplicada del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, centro asociado al CSIC.

Para obtener la densidad de las muestras se ha empleado un picnómetro de Helio; los resultados se muestran en la tabla V.10:

MUESTRA	TIPO	Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	D <sub>r</sub> media	Densidad conjunto (g/cm <sup>3</sup> )	D <sub>c</sub> media	Porosidad total (%)	P <sub>t</sub> media
M20 a	Ribarroja	2,59	2,61	2,40	2,25	7,36	13,81
M20 b		2,63		2,09		20,26	
M24 a	Ribarroja	2,64	2,66	2,51	2,53	4,81	4,89
M24 b		2,69		2,56		4,96	
M28 a	Godella	2,63	2,66	1,98	1,93	24,70	27,45
M28 b		2,67		1,99		25,28	
M28 c		2,69		1,82		32,37	
M29 a	Godella	2,58	2,56	2,19	2,19	15,21	14,56
M29 b		2,54		2,18		13,91	
M31 a	Cantera	2,56	2,56	2,49	2,52	2,60	1,86
M31 b	Godella	2,57		2,54		1,12	

Tabla V.10. Ensayo de Densidad con picnómetro de Helio.

Puesto que las muestras están compuestas principalmente por calcita como veremos, recordemos que la densidad de la calcita pura es 2,71 g/cm<sup>3</sup>.

La densidad real hace referencia a la densidad sin tener en cuenta la porosidad, mientras que la densidad del conjunto se refiere a la densidad aparente, considerando la porosidad.

### Resultados

Claramente, la muestra de la cantera de Godella (M31) tiene una baja porosidad por no haberse degradado al no haber estado expuesta a las mismas condiciones que las situadas en el edificio. En segundo lugar, las muestras que tienen menor porosidad son las de Ribarroja (M24 y M20) y luego las de Godella (M29 y M28).

En general, la densidad real de la piedra de Godella se aproxima a los 2,56 g/cm<sup>3</sup> mientras que la de Ribarroja alcanza unos valores mayores, 2,66 g/cm<sup>3</sup>.

Respecto de la porosidad, las conclusiones son similares. La menor porosidad la presente en primer lugar la muestra de cantera, después la de Ribarroja y, por último, la de Godella.

461.- Aemet, 2010.

### Estudio de residuos insolubles

El ensayo de los residuos insolubles pretende obtener el porcentaje de impurezas que tiene una muestra calcárea. Dicho ensayo es sencillo a la vez que estándar y lo ha realizado el propio autor en el Laboratorio de Geología y Geoquímica de los servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Oviedo (Facultad de Geología).

El procedimiento llevado a cabo es el que se describe a continuación: Tras romper las muestras hasta el tamaño de lentejas, después se redujo a polvo (figura V.72) con el objetivo de que la reacción química con el ácido clorhídrico que añadimos posteriormente sea más rápida al haber mayor superficie específica. Dichas muestras en polvo se mantuvieron ocho horas en la estufa a 60 °C para eliminar la humedad.



Fig. V.72. Reducción a polvo de las muestras M24, M29 y M32.

Para el posterior filtrado de las muestras se ha empleado papel de filtro, y se pesaron tras haber permanecido también varias horas en la estufa a 60 °C.



Fig. V.73. Papeles de filtro, estufa y balanza de precisión.

En probetas de vidrio se introdujo una cantidad pesada de muestra. Posteriormente se añadió ácido clorhídrico (ClH) disuelto al 10 % hasta que finalmente la reacción química dejó de producir burbujas ( $\text{CO}_2$ ) y, por tanto, dejó de reaccionar. Al estar disuelto el ácido al 10 % la mayoría de las impurezas y otros minerales distintos a la calcita no se disuelven.



Fig. V.74. Reacción con el ClH y papeles de filtro con las impurezas depositadas.

A continuación se vertió el contenido en otras probetas de vidrio en las que habíamos colocado un embudo y en su interior el papel de filtro, de tal manera que las impurezas (en estado sólido sin disolver) se quedan fijadas en el papel. Cuando ha terminado el proceso de filtrado introducimos nuevamente los papeles en la estufa (varias horas a 60 °C).

Como no se pueden pesar los papeles calientes, hay que dejar que se enfríen, pero sabiendo que en contacto con la atmósfera absorberían humedad rápidamente, los introducimos en un recipiente con gel de sílice que la absorbe. Una vez que se han enfriado los papeles de filtro procedimos a su pesado.

Las muestras seleccionadas fueron la M24 (Ribarroja), la M29 (Godella) y la M32 (Cantera de Godella). Se muestran los resultados en la tabla siguiente:

MUESTRA	PAPEL DE FILTRO (gr)	MUESTRA (gr) INTRODUCIDA	PAPEL + IMPUREZAS MEDIA	SOLO IMPUREZAS (gr)	IMPUREZAS %	IMPUREZAS % MEDIA	TIPO DE PIEDRA
M24 a	0,714	1,011	0,757	0,043	4,253%	4,585 %	Ribarroja
M24 b	0,658	1,027	0,709	0,050	4,917%		
M29 a	0,535	2,019	0,560	0,025	1,213%	2,189 %	Godella
M29 b	0,480	2,023	0,544	0,064	3,164%		
M32 a	0,638	1,039	0,668	0,030	2,887%	2,801 %	Godella
M32 b	0,669	1,013	0,697	0,027	2,715%		
sin muestra	0,676	0,000	0,679	0,003	-	-	

Tabla V.11. Resultados de la muestra insoluble.

### Resultados

La muestra M29, que pertenece al zócalo (tipo Godella), tiene aproximadamente el mismo porcentaje de impurezas (2,2 y 2,8 % respectivamente) que la muestra de la cantera (M32). La de cantera un poco más debido a que no se ha deteriorado. Esta muestra de cantera en realidad es la que menos dispersión tiene en los datos obtenidos.

La muestra M24 (tipo Ribarroja) pertenece a la portada del campanario y tiene más del doble de impurezas (4,6 %).

### Difracción de rayos X (DRX)

Las muestras M24 (Ribarroja), M29 (Godella) y M32 (Cantera de Godella) se hicieron polvo para posteriormente realizar un análisis por Difracción de Rayos X (DRX). Estos ensayos se realizaron en la Universidad de Oviedo, en el Laboratorio de Geología y Geoquímica de los servicios Científico-Técnicos. En el Anejo VIII.6 de Ensayos se encuentra información técnica del mismo.

En la figura V.75 se han superpuesto los diagramas de la difracción de rayos X de las tres muestras y se ha escalado de tal forma que el eje de ordenadas coincida en todas ellas. Además, ligeramente se han desplazado horizontalmente las gráficas para poder observar las diferencias que existen entre los picos.

En la figura V.76 se muestra la gráfica de la muestra M24, que posee dos perfiles

admitidos, el de la Calcita y el del Cuarzo. Las muestras M29 y M32 (tipo Godella) tan solo admiten el perfil de la Calcita, no poseen cuarzo.

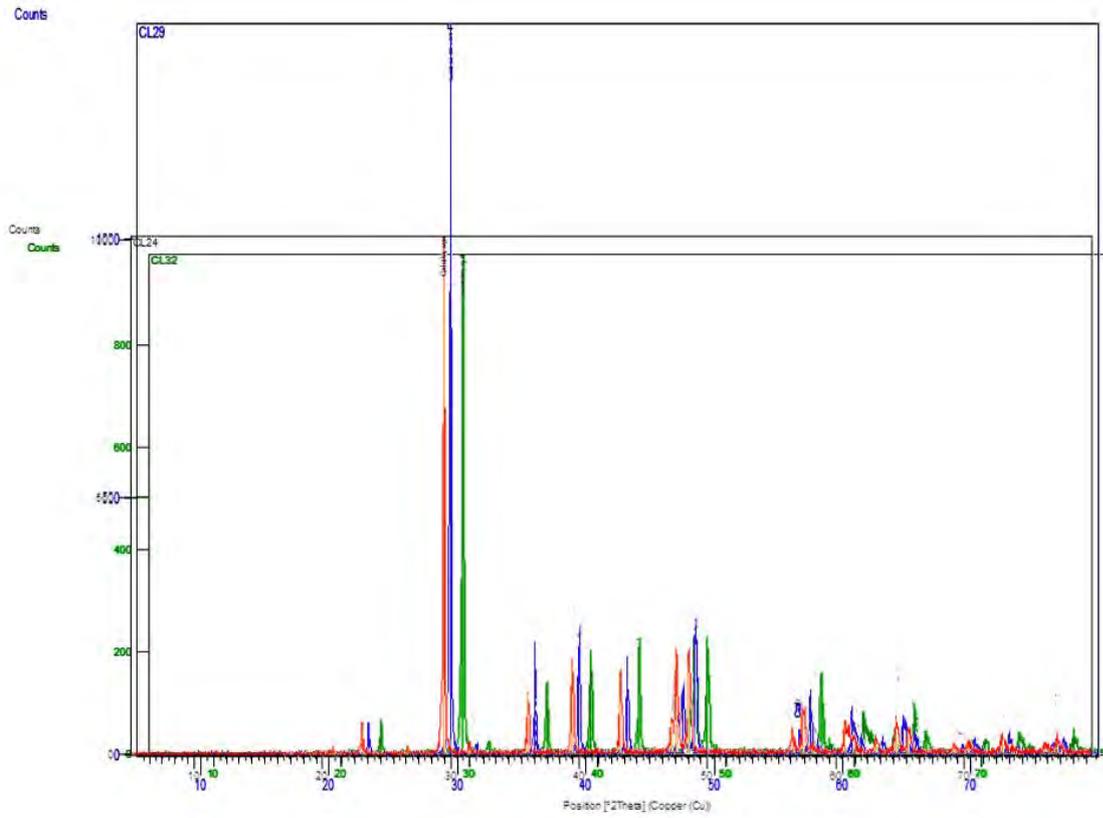


Fig. V.75. DRX de las muestras M24, M29 y M32.

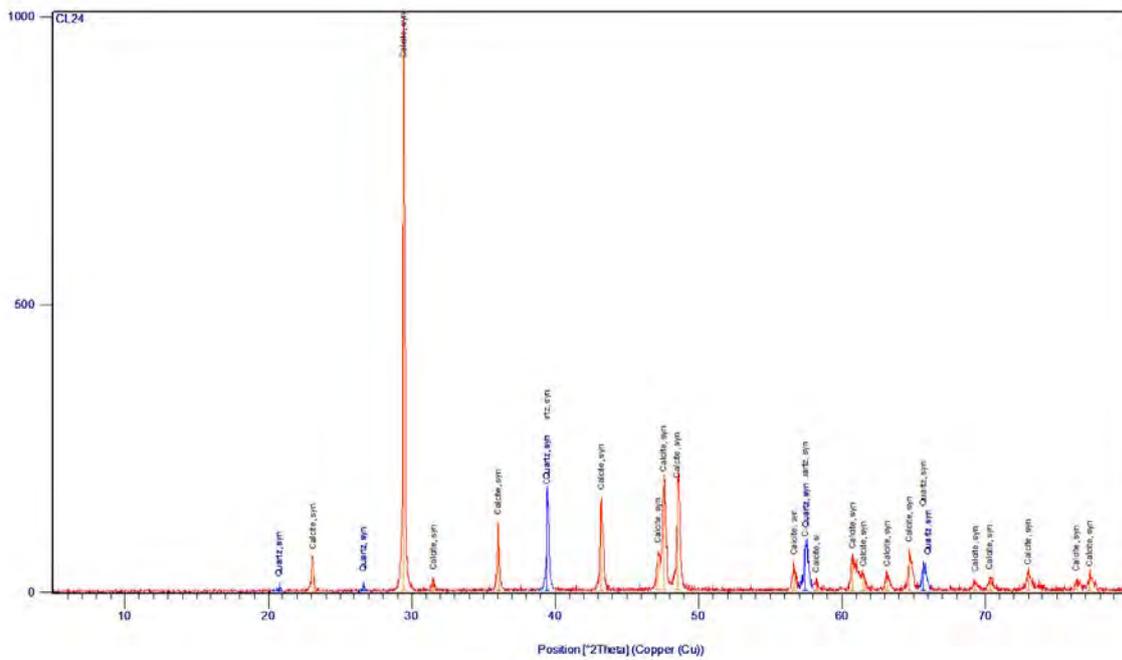


Fig. V.76. Perfiles de Calcita (naranja) y Cuarzo (azul) de la muestra M24 (Riabarroja)

### Resultados

Según estos datos, la muestra de Ribarroja posee cuarzo, mientras que las dos muestras de Godella no. Podemos, por tanto, señalar esta diferencia entre ambas.

### **Descripción petrográfica de la Piedra de Ribarroja**

este ensayo ha sido realizado en la Universidad de Alicante por la Dra. M<sup>a</sup> Ángeles García del Cura y por el Dr. David Benavente (responsable del laboratorio), del grupo de Petrología Aplicada del Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, centro asociado del CSIC.

La muestra M24 pertenece al tipo que denominamos de *Ribarroja*.

### *Denominación*

Caliza. Biomicrita según Folk, Packestone según Dunham.

### *Descripción macroscópica*

Estructura: A escala de muestra de mano de pequeño tamaño y de sección delgada se observa un criptobandeado dado por la orientación preferente de fragmentos de fósiles. Contiene algunas vénulas de calcita de grosor milimétrico perpendiculares a la estructura general de la roca. También se observan estilolitos rellenos en gran parte por cemento calcítico. (Habría que definir la estructura general de la roca en ejemplares de mayor tamaño). En el ejemplar estudiado es patente la presencia de planos de discontinuidad (fisuras) paralelos a la superficie, debidos a procesos de alteración.

Textura: Micrítica y bioclástica inequigranular (con fragmentos de fósiles, predominantemente valvas de ostrácodos y moluscos bivalvos, así como foraminíferos, muy mal seleccionados desde 0,08 mm a 1 mm). Aunque los fósiles están muy fragmentados siendo difíciles de identificar si bien han podido observarse foraminíferos como el que aparece en la fotografía. También contiene moldes de fósiles rellenos de cemento calcítico. Masas micríticas como matriz, como micritas grumelares y posibles fósiles micritizados. La composición textural puede experimentar variaciones dadas las características estructurales de la roca.

Composición mineralógica: Componentes principales: Calcita (100%).

Componentes accesorios (determinados por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) con análisis EDS): Oxihidróxidos de hierro (de alteración de piritas, según las morfologías observadas en el MEB) y cuarzo en forma de clastos de tamaño aleurítico.

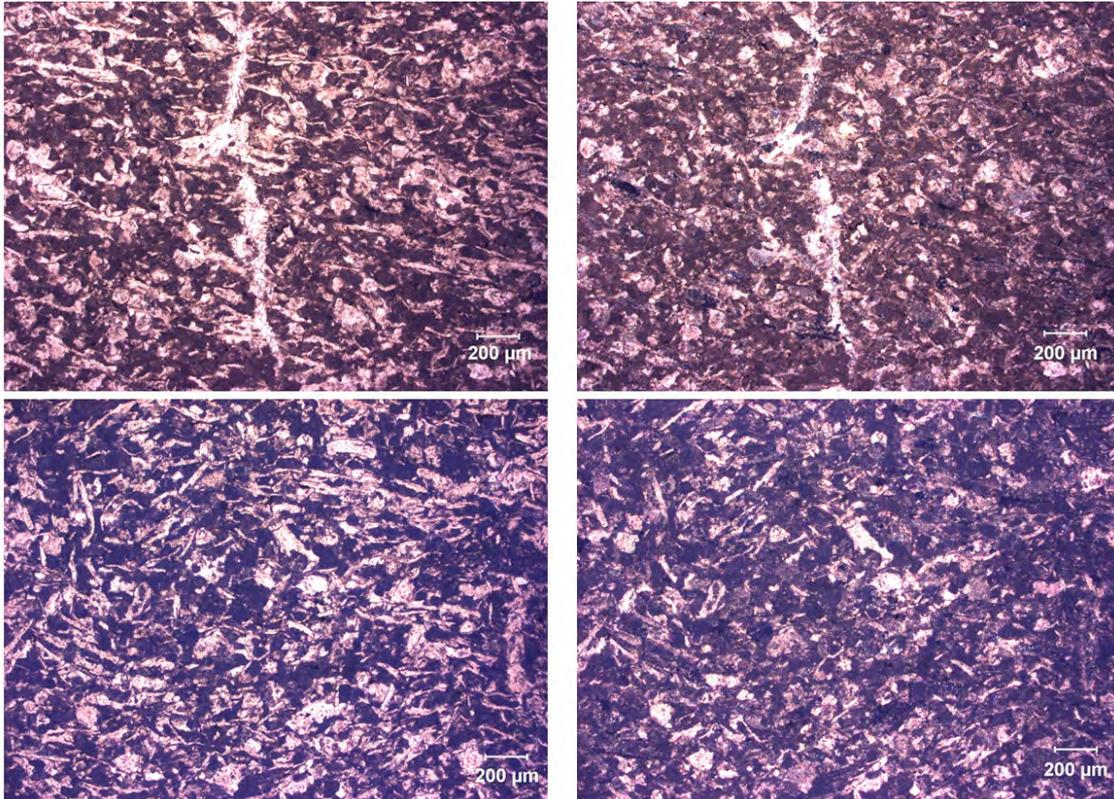


Fig. V.77. Fotomicrografías de microscopio óptico de polarización mostrando la textura general de la roca (micrita y fragmentos de fósiles): en A y B se observan además vénulas de calcita de pequeño grosor perpendiculares a la estructura general de la roca. A y C fotos realizadas con nícoles paralelos B y D con nícoles cruzados.

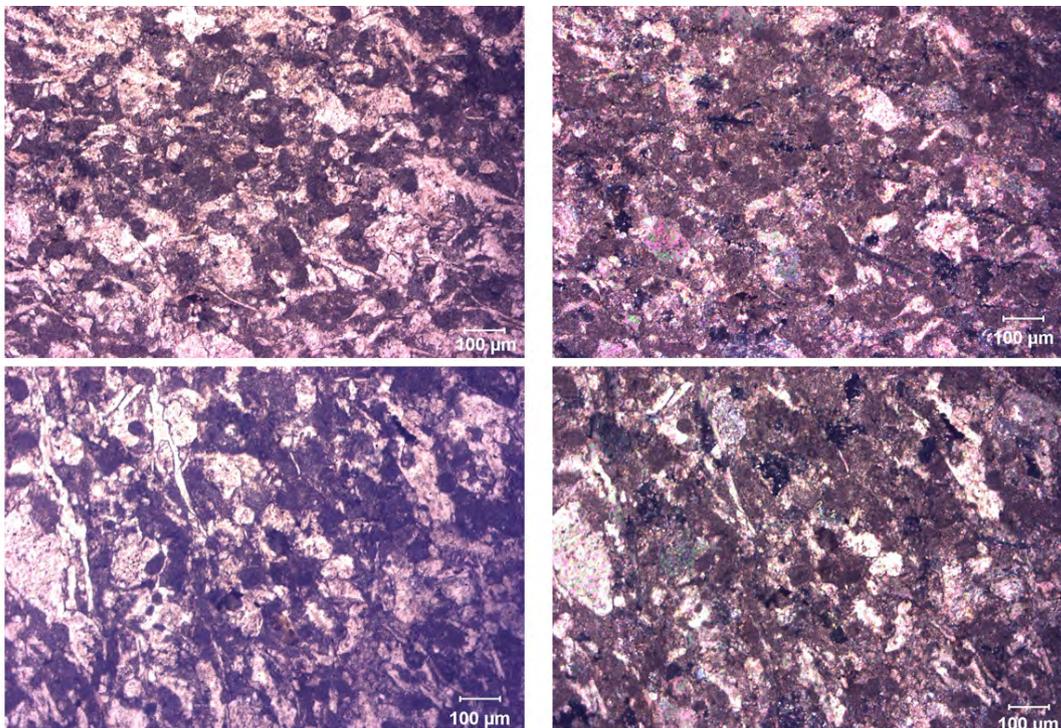


Fig. V.78. Fotomicrografías de microscopio óptico de polarización mostrando fragmentos y moldes de fósiles, en general no identificables, junto con micrita con diferentes texturas. A y C nícoles paralelos, B y D nícoles cruzados.

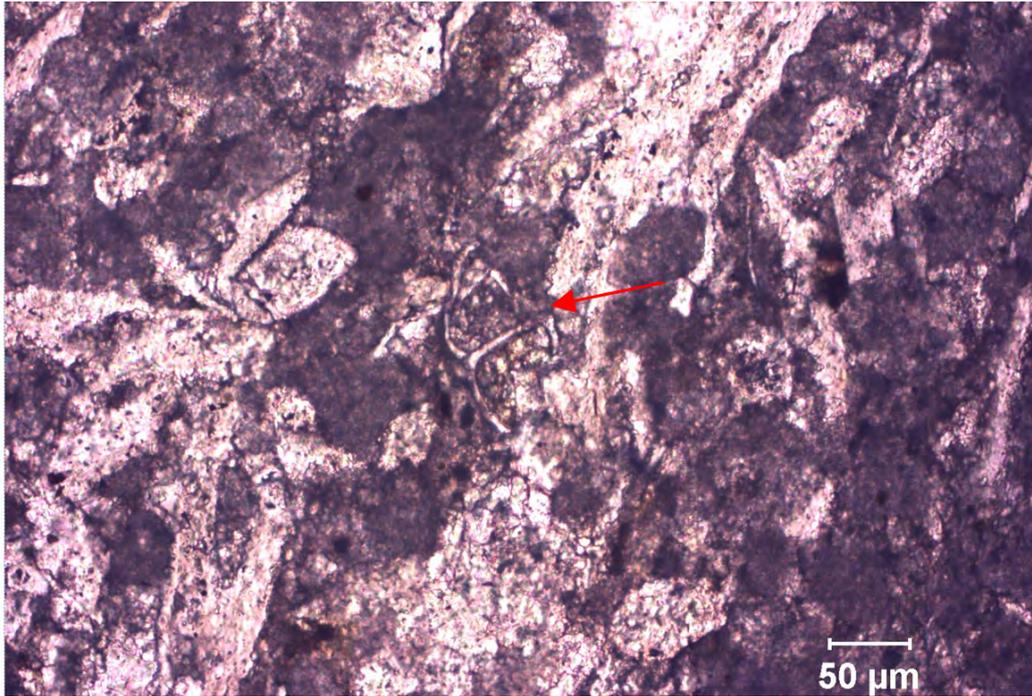


Fig. V.79. Fotomicrografía de microscopio óptico de polarización realizada con nícoles paralelos en cuya parte central (flecha) se observa una concha de foraminífero rellena de cemento calcítico.



Fig. V.80. Fotomicrografía de Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) trabajando a bajo vacío en modo de electrones retrodispersados mostrando oxi-hidróxidos pseudomórficos de pirita framboidal.

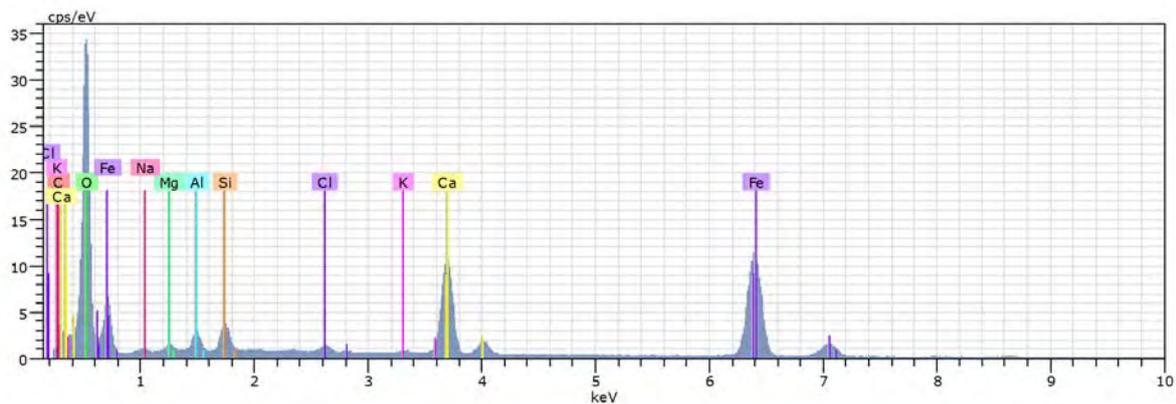


Fig. V.81. El EDX muestra el análisis químico del área de los oxo-hidróxidos.

### Descripción petrográfica de la Piedra de Godella

Las piedras calizas están formadas por precipitados químicos cuya composición mineralógica es a base de calcita con granos individuales no visibles, composición química de carbonato cálcico y su denominación común es la de caliza travertínica. La caliza de tipo lagunar, como la que nos ocupa, conserva restos orgánicos de plantas y nódulos y concentraciones variables de arcilla<sup>(462)</sup>.

La piedra que constituye el zócalo perimetral del edificio tiene una disposición secuencial de tipo travertínica con acción algal (algas). En su formación hubo períodos más carbonatados y períodos con más arcillas y se dio lugar en un lago o charca de poca profundidad. Conserva bien restos morfológicos de vegetales. Los huecos pueden deberse a la disposición de juncos. Conserva pequeños orificios, no todos son vegetales, también los debidos a acciones residuales de algas. Pueden tener una silueta o un perfil irregular.<sup>(463)</sup>

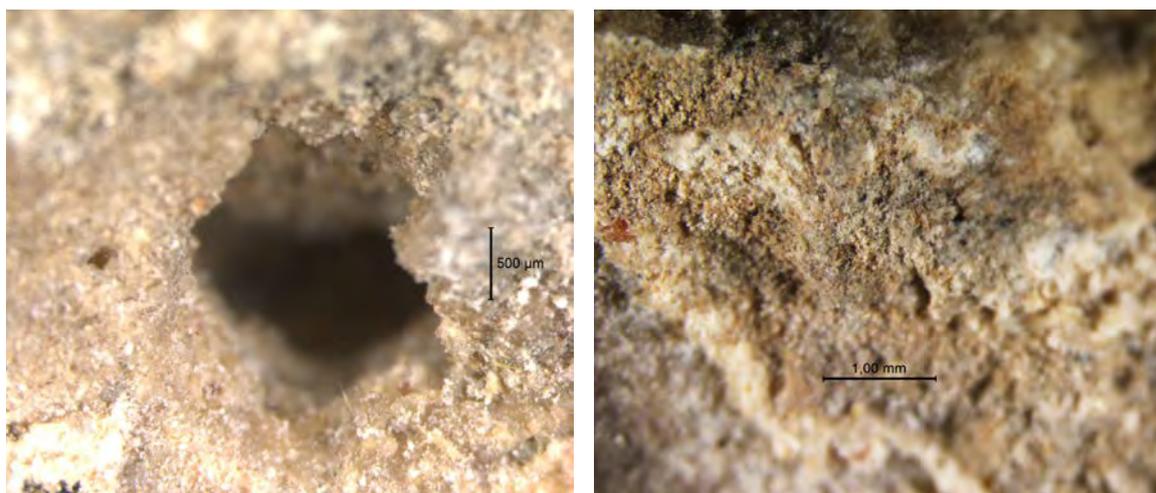


Fig. V.82. Piedra de Godella vista con la lupa binocular. Fachada oeste.

La presencia de arcillas puede dejar huecos de poca profundidad ya que las arcillas se precipitaban en forma redondeada. La concentración estaba vinculada a cuestiones estacionales. Una charca unas 5 veces la Plaza del Patriarca a la que llegarían torrentes de

462.- Mas, Á., 1990, p. 287.

463.- Alonso Matilla, L.Á., 2011, documento interno.

agua que arrastran finos que se posaban y decantaban. Se suelen crear pequeñas corrientes de convección. Por corriente electrostática se agrupan las arcillas ricas en carbonatos. Si hay pequeños flujos temporales hace que no se pose horizontalmente según un ritmo y se hacen nódulos. No caen en planos sino en disposición lenticular<sup>(464)</sup>.

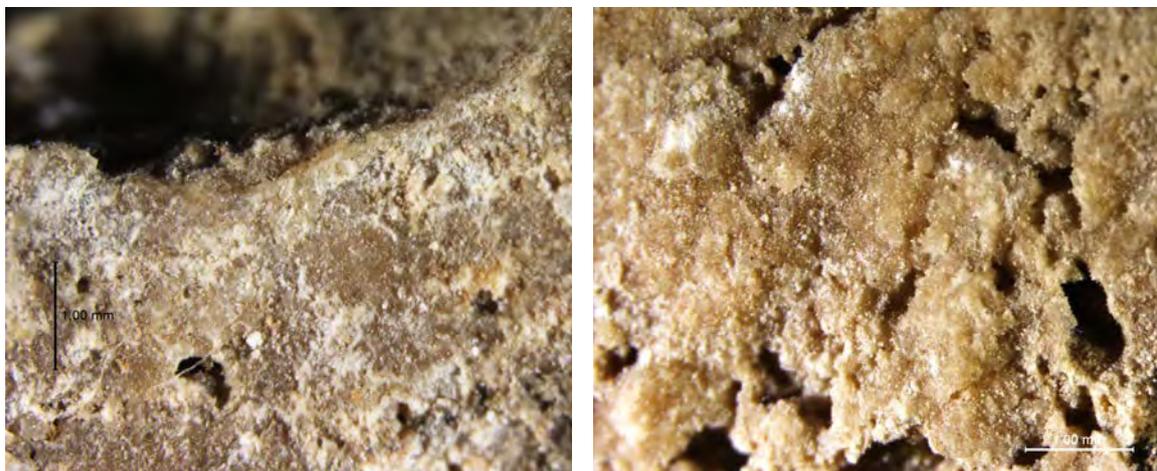


Fig. V.83. Lupa binocular. Piedra de Godella. Fachada oeste.

Esta es una caliza travertínica formada por calcita de color beis que deja grandes huecos o cavidades, de gran cristalinidad secundaria. A su vez está formada por carbonatos dispuestos en un bandeado de diverso colorido creando franjas alternas de partes más y menos porosas, que se disponen paralelamente a los estratos de su formación<sup>(465)</sup>.

Se trata de una roca de fuerte porosidad donde sus poros se encuentran intercomunicados entre sí. Los espacios vacíos son de tamaño muy variable y pueden atribuirse a porosidad primaria intergranular y, en segundo lugar, a porosidad secundaria de tipo móldico.

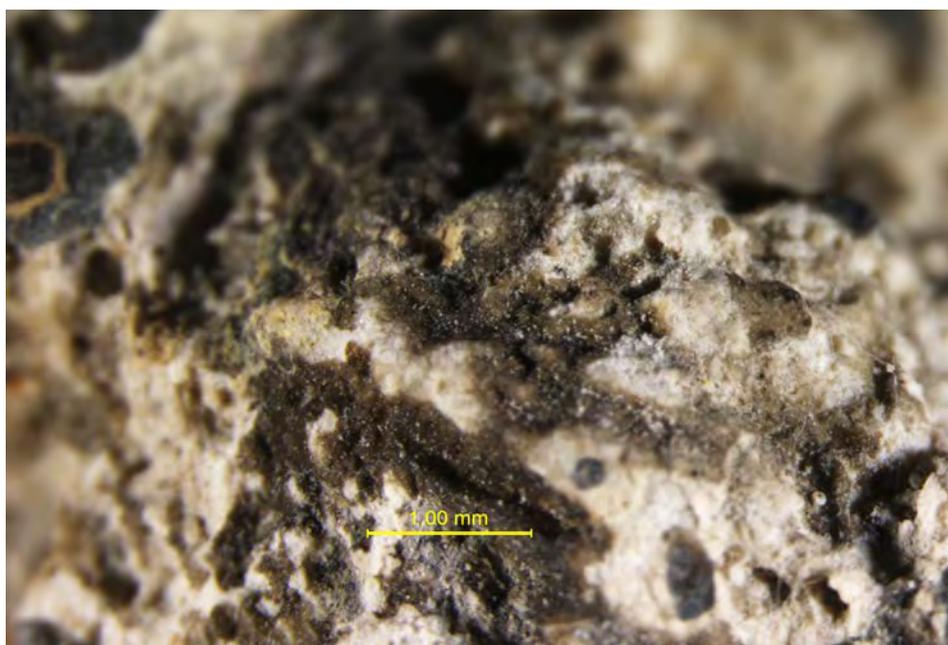


Fig. V.84. Piedra de Godella vista con la lupa binocular. Fachada oeste.

464.- Alonso Matilla, L.Á., 2011, documento interno.

465.- Mas, Á., 1990, p. 295.

De las muestras obtenidas en cantera concluimos que se trata de una roca caliza microgranulada con recristalizaciones de origen, menos porosa o si lo fue, estos poros se han rellenado por precipitación de carbonatos<sup>(466)</sup>.

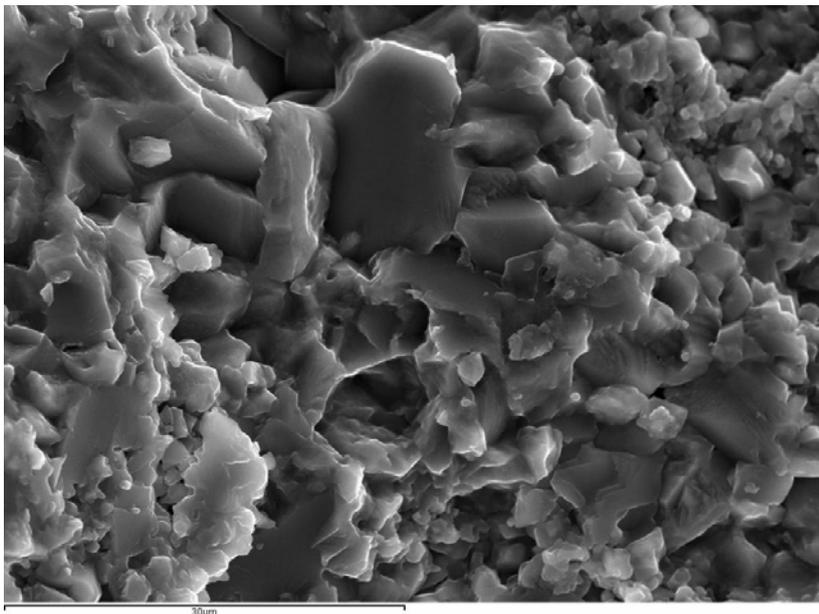


Fig. V.85. Vista de la piedra de Godella en el Microscopio electrónico.

En el análisis por microscopio electrónico de barrido (SEM) podemos apreciar como la recristalización en las muestras frescas es masiva, sin apenas cemento dando en su conjunto un agregado de cristales. Los cristales de calcita son romboedros tabulares de caras perfectas, observándose los planos de crecimiento situados alrededor de los poros<sup>(467)</sup>.

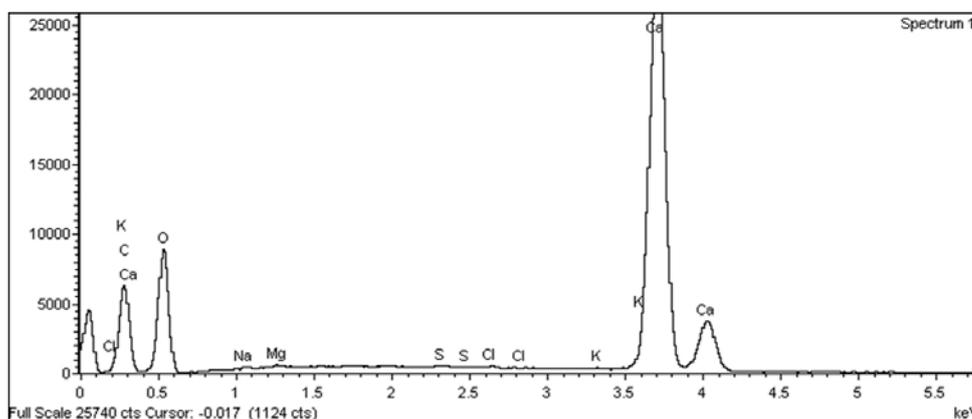


Fig. V.86. El EDX muestra el análisis químico de la piedra de Godella. Fachada oeste.

El contenido de carbonato cálcico lo comprobamos con el análisis por EDX realizado sobre granos de la zona micrografada.

466.- Véase en Mas, Á., 1990, p. 297.

467.- Mas, Á., 1990, p. 300.

V.- Análisis de los materiales de construcción

Element	Weight %	Atomic %
O K	63.89	81.47
Na K	0.18	0.16
Mg K	0.16	0.14
S K	0.12	0.08
Cl K	0.10	0.06
K K	0.07	0.04
Ca K	35.48	18.06
Totals	100.00	

Tabla V.12. Composición química de la toma 1.

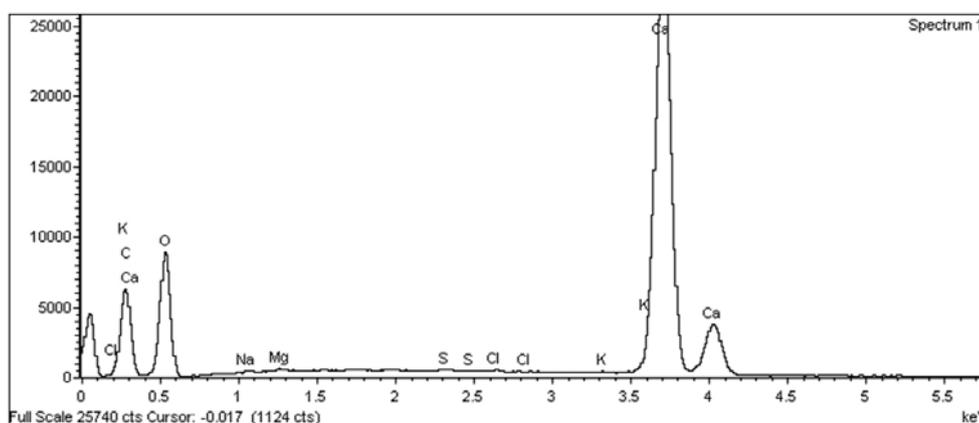


Fig. V.87. El EDX muestra el análisis químico de la piedra de Godella. Fachada oeste.

Element	Weight %	Atomic %	Compd %	Formula
Na K	0.35	0.42	0.47	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.32	0.37	0.54	MgO
S K	0.24	0.21	0.59	SO <sub>3</sub>
Cl K	0.19	0.15	0.00	
K K	0.14	0.10	0.16	K <sub>2</sub> O
Ca K	70.08	48.75	98.05	CaO
O	28.69	50.00		
Totals	100.00			

Tabla V.13. Composición química de la toma 2.

*Lámina delgada de la piedra de Godella*

Con la ayuda del microscopio petrográfico podemos identificar y confirmar los minerales principales y secundarios de la roca. En la imagen siguiente se muestran las láminas delgadas. Se ha realizado dos procedentes de la muestra M29.



Fig. V.88. Preparación de las muestras y láminas delgadas CL1 y CL2.

Las imágenes se han tomado con un microscopio óptico con y sin luz polarizada (nicoses paralelos y cruzados). Se observa que es una piedra de tipo travertínico. Con pequeños granos, algunos alargados, a veces difíciles de ver.

Se confirman los poros y huecos que reconocíamos con la lupa binocular, así como que se trata de una caliza microgranulada sin estructura predeterminada con una alta porosidad y grandes cavidades. Se observa una gran recristalización de cristales de calcita, es decir, suponemos que había pequeños cristales (la precipitación ya se había producido), y han ido aumentando de tamaño. Se observa la buena cementación de la roca con zonas de recristalización donde se desarrollan cristales perfectos y poca estratificación.

La diversidad de sus poros es muy irregular pudiendo caracterizarla en primer lugar de macroporosidad y alta microporosidad. Además, no se encuentran restos de microfósiles en sus huecos intergranulares subredondeados<sup>(468)</sup>.

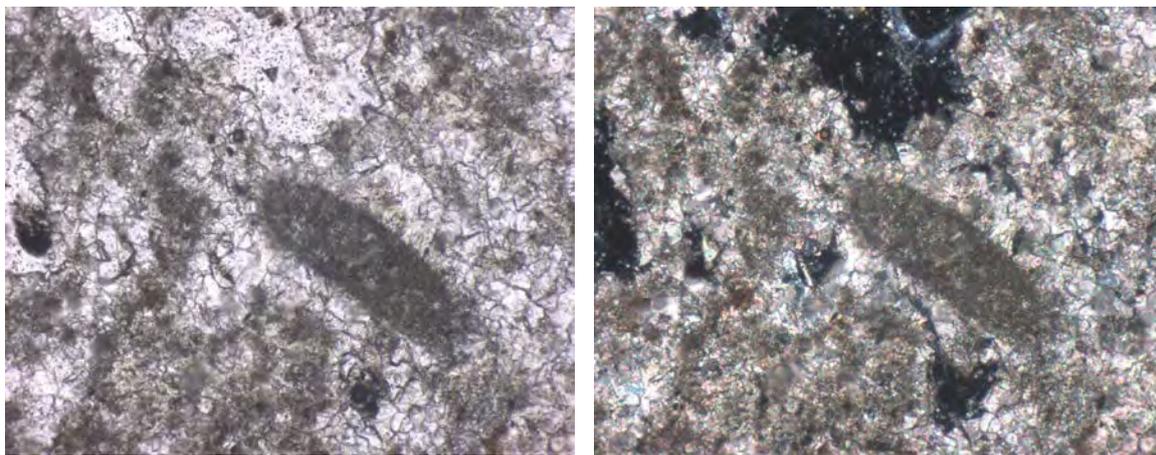


Fig. V.89. Granos alargados de calcita (x63).

468.- Mas, Á., 1990, p. 299.

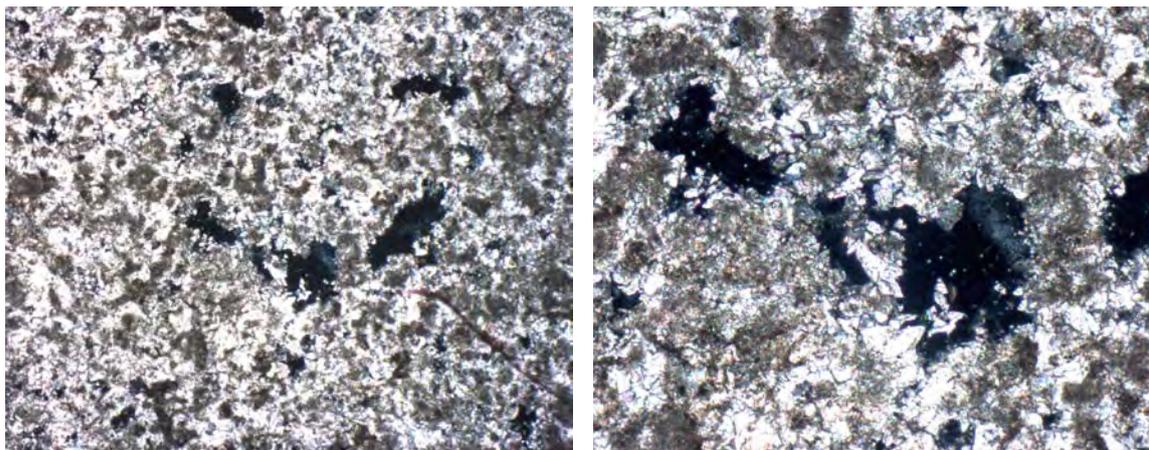


Fig. V.90. Recristalización de calcita (x25 y x63).

Se aprecia muy bien la porosidad, de hecho se trata de una gran porosidad primaria intercomunicada con cristalización en forma de *dientes de perro* (con forma irregular en su perímetro). Se observan procesos de recrystalización en los poros, pues es este un buen lugar para que comience la recrystalización al circular por ellos agua con una alta concentración de sales. Asimismo, se han producido alternancias micrítico microespartitas primarias.

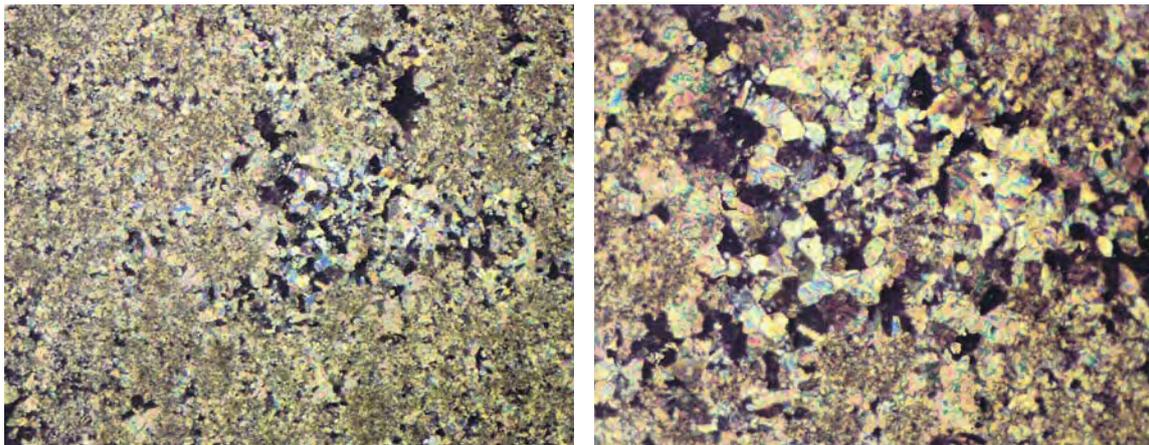


Fig. V.91. Muestra de cantera C-1 (x50 y x100).

También se aprecian estructuras carbonatada de gusanos y otros pequeños elementos biológicos.

En la figura V.91 tenemos una muestra de cantera con la que podemos comparar algunos aspectos. Se observa una micrita poco evolucionada a términos esparíticos. Es notablemente menos porosa que las muestras del edificio.

De la muestra de cantera también observamos y confirmamos que se observan zonas rellenas de recrystalización de calcita sobre macroporos y fisuras. Es una caliza cristalina con agregados de cristales perfectos en forma de racimos con buena cementación. Aparece como una caliza variablemente arcillosa cuya procedencia en parte se debe a una precipitación con implicación orgánica<sup>(469)</sup>.

469.- Mas, Á., 1990, p. 299.

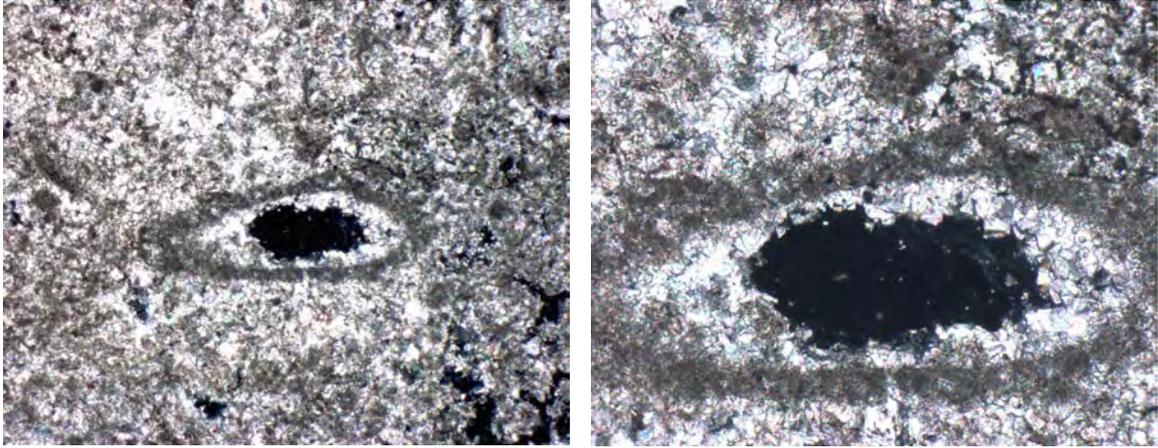


Fig. V.92. Restos de estructuras de gusanos (x25 y x63).

En los poros puede quedar retenida alguna burbuja de aire, tal y como se aprecia en la siguiente figura:

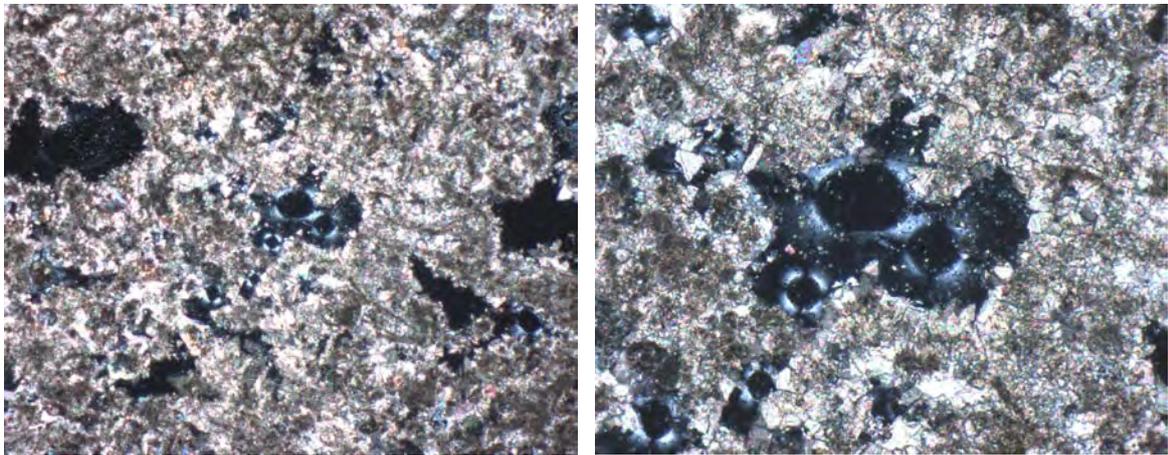


Fig. V.93. Burbujas de aire retenidas en los poros (x25 y x63).

Se aprecian de manera adecuada poros alargados e intercomunicados.

En las muestras estudiadas no se ha observado ningún cristal de cuarzo, tal solo de calcita. A continuación se muestra un ejemplo del cristal de calcita:

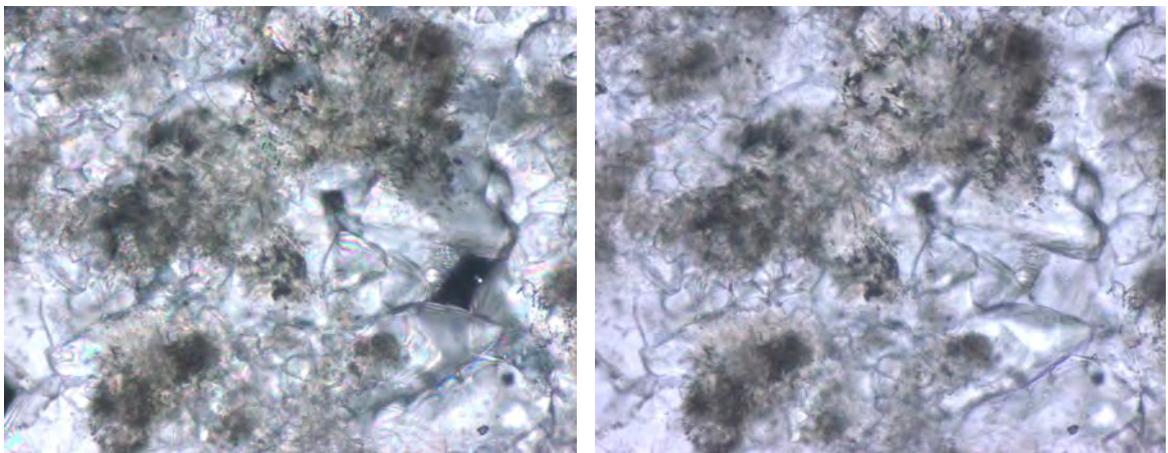


Fig. V.94. Imagen de cristales de Calcita (x250).

Las imágenes anteriores también están tomadas con y sin luz polarizada.

Y en la figura V.95 se muestra un cristal alargado de calcita:

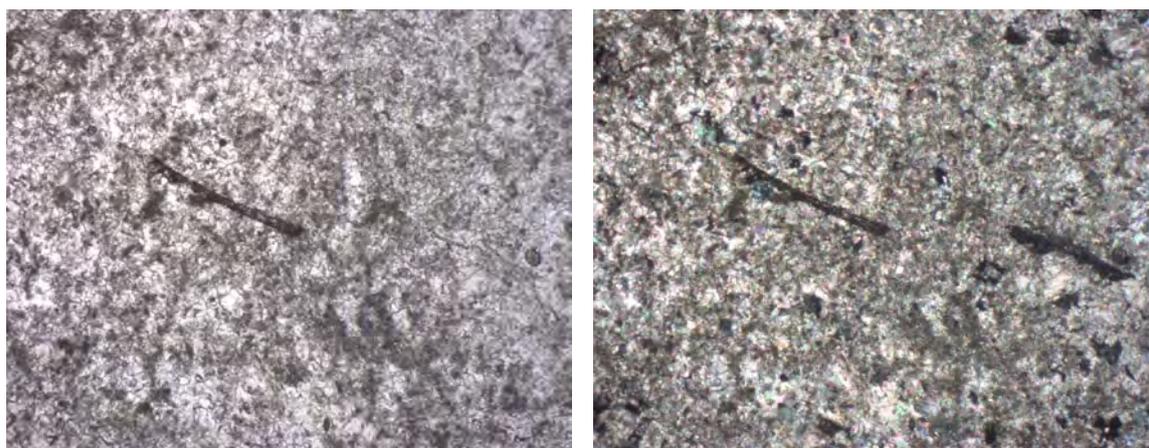


Fig. V.95. Imagen de cristales alargados de calcita (x25).

Con luz polarizada, al girar la muestra en el microscopio y debido a las interferencias que produce la luz, se muestran u ocultan los cristales, en este caso, de Calcita.

## Caracterización geoquímica

### Fluorescencia de rayos X

este ensayo ha sido dirigido en la Universidad de Alicante por el Dr. David Benavente (responsable del laboratorio), del grupo de Petrología Aplicada del Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Las tablas que se muestran a continuación han sido elaboradas por el autor a partir de los datos que se encuentran en el Anejo VIII.6 "Anejo de Ensayos".

este ensayo proporciona la composición química del material en términos de elementos y óxidos.

A continuación se muestran los resultados de elementos químicos. En color gris, los elementos derivados del propio ensayo (donde se emplean elementos metálicos). No deben considerarse en nuestro estudio.

Ribarroja	M14	Ribarroja	M19	Ribarroja	M20	Ribarroja	M24
Ca	39,7	Ca	39,4	Ca	39,4	Ca	37,7
O	18	O	18,8	O	18,8	O	17,5
Si	1,12	Si	1,04	Si	1,6	Si	0,952
Mg	0,358	S	0,653	Mg	0,456	Al	0,383
Al	0,245	Pt	0,563	Al	0,391	S	0,36
Fe	0,225	Mg	0,393	Fe	0,31	Mg	0,346
Cl	0,141	Fe	0,373	S	0,24	Fe	0,33
K	0,115	Al	0,337	K	0,172	K	0,165
S	0,109	K	0,123	Pt	0,0547	Au	0,0621
P	0,0775	Th	0,072	P	0,0429	P	0,0394
Pt	0,0574	Au	0,0524	Sr	0,0289	Sr	0,0337
Au	0,0523	Sr	0,0414	L.O.I.:	38,56	L.O.I.:	42,18
L.O.I.:	39,82	P	0,0327	suma	100,06	suma	100,05

suma	100,02	Se	0,0285
		L.O.I.:	38,06
		suma	99,97

Tabla V.14. Resultados de las pruebas de fluorescencia de rayos X.

Godella	M15	Godella	M28	Godella	M29	Godella	M31
Ca	39,7	Ca	40,1	Ca	39,5	Ca	39,6
O	16,6	O	16,7	O	16,6	O	16,7
Si	0,238	Mg	0,294	Mg	0,324	Si	0,406
Mg	0,229	Si	0,187	S	0,233	Mg	0,198
S	0,137	S	0,182	Si	0,212	S	0,155
Fe	0,0831	Pt	0,137	Pt	0,174	Fe	0,0908
Sr	0,037	Sr	0,0539	Ba	0,168	Sr	0,0591
Al	0,0357	Au	0,0481	Sr	0,0638	Au	0,0525
P	0,0185	L.O.I.:	42,22	Au	0,0545	L.O.I.:	42,7
L.O.I.:	42,97	suma	99,92	L.O.I.:	42,64	suma	99,96
suma	100,05			suma	99,97		

Tabla V.15. Resultados de las pruebas de fluorescencia de rayos X.

	Godella	Ribarroja
Ca	39,73	39,05
O	16,65	18,28
Si	0,27	1,18
S	0,18	0,34
Pt		0,23
Mg	0,26	0,39
Fe	0,09	0,31
Al		0,34
K		0,14
L.O.I.	42,63	39,66
suma	99,80	99,90

Tabla V.16. Valores medios de fluorescencia.

	Ribarroja				Godella				Ribarroja	Godella
	M14	M19	M20	M24	M15	M28	M29	M31	MEDIA	MEDIA
MgO	0,59	0,65	0,76	0,57	0,38	0,49	0,54	0,33	0,64	0,43
Al2O3	0,46	0,64	0,74	0,72	0,07	0,00	0,00	0,00	0,64	0,07
SiO2	2,40	2,22	3,43	2,04	0,51	0,40	0,46	0,87	2,52	0,56
P2O5	0,18	0,08	0,10	0,09	0,04	0,00	0,00	0,00	0,11	0,04
SO3	0,27	1,63	0,60	0,90	0,34	0,45	0,58	0,39	0,85	0,44
K2O	0,14	0,15	0,21	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
CaO	55,53	55,17	55,07	52,72	55,53	56,17	55,27	55,46	54,62	55,61
Fe2O3	0,32	0,53	0,44	0,47	0,12	0,00	0,00	0,13	0,44	0,12
SeO2	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
SrO	0,03	0,05	0,03	0,04	0,04	0,06	0,08	0,07	0,04	0,06
PtO2	0,07	0,66	0,06	0,00	0,00	0,16	0,20	0,00	0,26	0,18
Cl	0,14	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Au	0,05	0,05	0,00	0,06	0,00	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05

BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19
L.O.I.	39,82	38,06	38,56	42,18	42,97	42,22	42,64	42,70	39,66	42,63
suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,01	100,00	100	100

Tabla V.17. Tabla resumen de los compuestos encontrados en la fluorescencia.

### Porosimetría de mercurio

Los datos que obtenemos de la porosimetría de mercurio, además de los extraídos del estudio petrográfico, permiten caracterizar en profundidad el sistema poroso del material pétreo, del cual depende, en su mayor medida, el comportamiento hídrico del material.

La porosimetría de mercurio es una técnica experimental que se utiliza para estimar las presiones capilares en los materiales porosos. Es un método sencillo y rápido, basado en el hecho de que el mercurio es un metal líquido que no moja y que por tanto, necesita ser sometido a cierta presión para que penetre en el sistema poroso del material estudiado. Introducida la muestra en el dispositivo sumergida en mercurio, va siendo sometida a presión, de modo que el mercurio empieza a introducirse en los poros. A medida que la presión aumenta, el tamaño de poro detectado será cada vez más pequeño. Es por tanto posible caracterizar el sistema poroso aumentando gradualmente la presión de inyección y midiendo el volumen de mercurio introducido en la roca, obteniendo la llamada curva de intrusión. Llegado al punto máximo de presión y volumen de mercurio introducido en la roca, se va disminuyendo gradualmente la presión ejercida, forzando la salida del mercurio y obteniendo entonces la denominada curva de extrusión. La diferencia de volumen en la curva de intrusión y de extrusión para una misma presión, se debe a la dificultad del mercurio para abandonar los poros tipo  *cuello de botella*  o  *throat*  y a la variación del ángulo de contacto. Este fenómeno denominado histéresis proporciona información sobre la porosidad atrapada, muy importante en la retención de fluidos y en los futuros procesos de alteración de la roca. Del volumen de mercurio introducido extraemos datos sobre la porosidad conectada y el rango de tamaño de poros, obtenido derivando la curva de intrusión con respecto al radio. El intervalo de radios de poro que se puede determinar con esta técnica comprende dimensiones desde 0,002 a 100  $\mu\text{m}$ .

Hemos analizado los ensayos de porosimetría de mercurio realizados sobre ocho muestras de piedra de Godella de la iglesia de los Santos Juanes<sup>(470)</sup>.

En la figura V.96 se muestra el resultado del ensayo de porosimetría de la muestra M-10, con volumen de poros acumulado y la frecuencia para cada tamaño de poro.

470.- Véase Mas Tomás, Á. 1990.

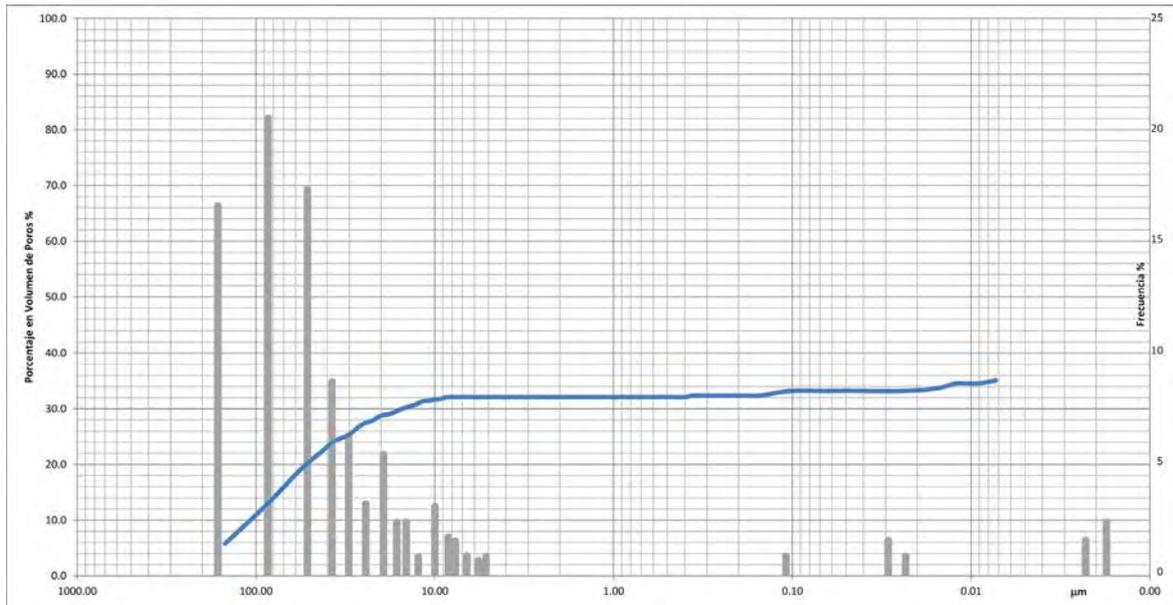


Fig. V.96. Porosimetría. Muestra M-10ext (volumen de poros acumulado en %).

En la figura V.97 tenemos los resultados, en volumen de poros acumulado, para todas las muestras analizadas.

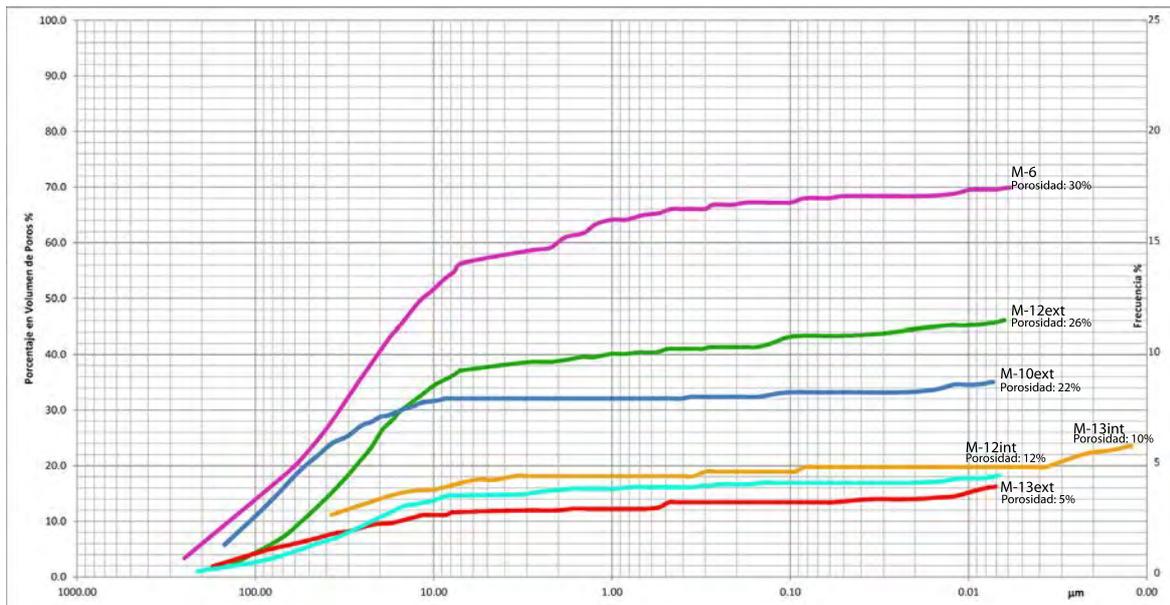


Fig. V.97. Ensayos de porosimetría de mercurio (volumen de poros acumulado en %).

A continuación podemos ver todos los resultados en una única gráfica, con volumen de poros acumulado y la frecuencia para cada tamaño de poro de todas las muestras.

En la figura V.98 hemos situado el espectro de tamaños de poro para cada una de las muestras. Esta figura tan solo nos enseña, para cada muestra, los tamaños de poro que nos indica el porosímetro de mercurio.

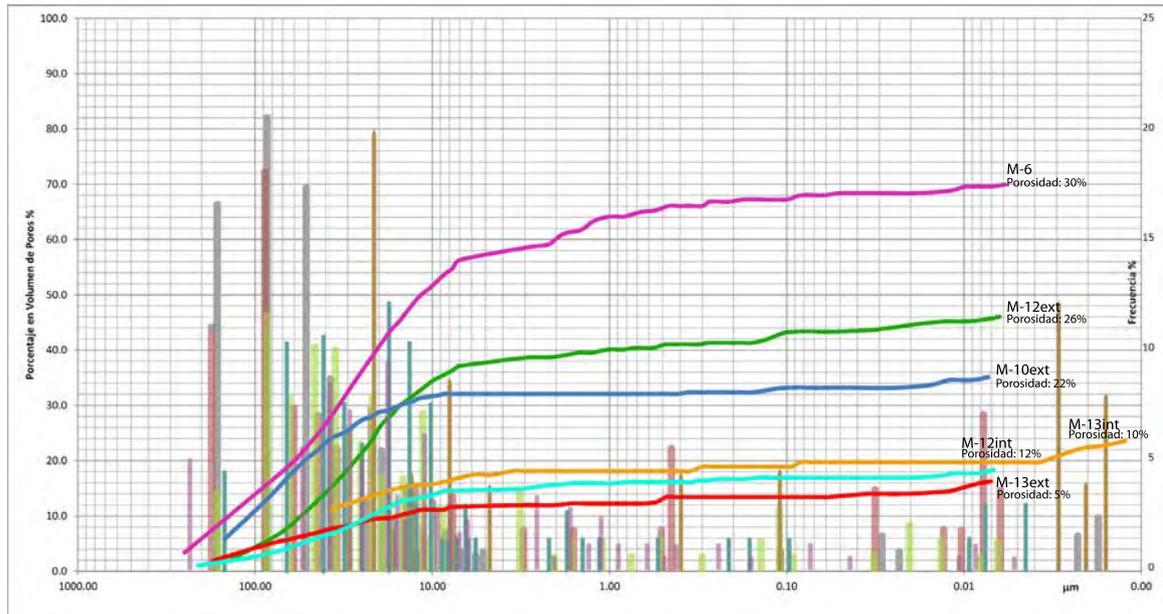


Fig. V.98. Porosimetría. Volumen acumulado y frecuencia en %.

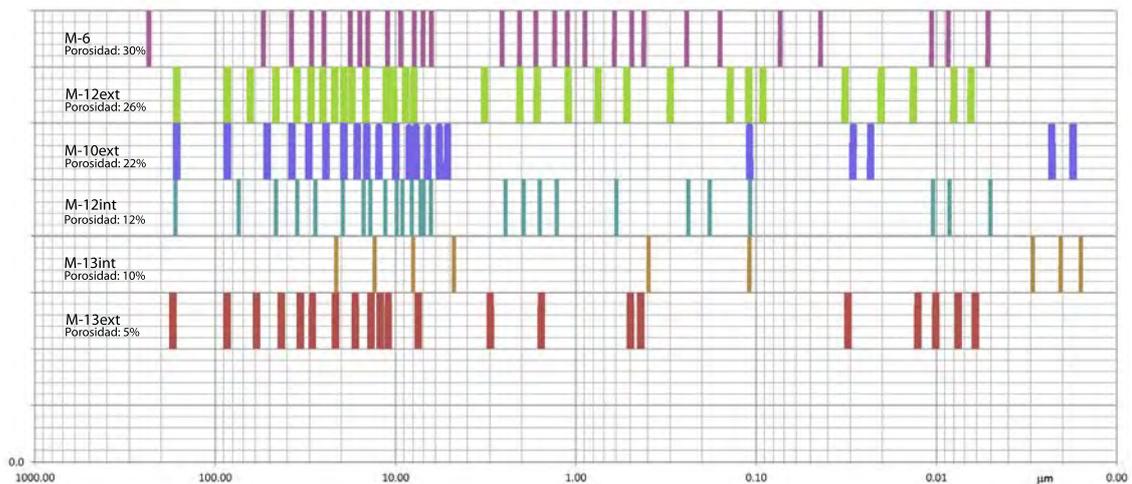


Fig. V.99. Porosimetría. Espectro de tamaños de poro de las muestras analizadas.

Podemos concluir que tienen una gran incidencia los poros de gran tamaño (cerca nos a 100  $\mu\text{m}$ ). Con menos importancia, pero en los tamaños de poro más pequeños (0,01  $\mu\text{m}$ ) se produce un pequeño repunte.

Que la distribución del tamaño de poro se reparta fundamentalmente entre los de mayor y los de menor tamaño significa que la capilaridad no le afecta a corto y medio plazo. Los tamaños de poro mayores no son significativos desde el punto de vista de la capilaridad porque la gravedad no deja ascender al agua. Y aquellos poros de radio especialmente pequeño son pocos y por ellos circula poco volumen de agua.

Como hemos visto en los diferentes ensayos en este capítulo, la piedra de Godella original (de cantera) tiene poca porosidad (menor al 5 %). Sin embargo a lo largo de los siglos se ha ido degradando sobre todo cerca de la superficie de los paramentos incrementando los valores de porosidad de alguna de las muestras hasta el 30 %.

De hecho, en una misma muestra analizada por su cara interior y exterior, cerca de

la superficie de la roca aumenta la porosidad considerablemente por efecto de los mecanismos de degradación<sup>(471)</sup>.

### Estudio de las pátinas

En los planos de defectos analizados y comentados anteriormente ya se ha mostrado la ubicación de las pátinas rojiza y de las portadas, y se pueden observar diversas fotografías.

#### *Pátina de color rojizo*

Una pátina de color rojizo en el material pétreo puede darse por diversos motivos, como pueda ser simplemente una pintura, por la acción de microorganismos o debido a partículas ferrosas.

Puesto que hemos encontrado restos de pátina rojiza tanto en la piedra de Ribarroja como en el zócalo perimetral nos inclinamos a pensar que se trata de una pintura, probablemente una pintura de cal. Haberla encontrado tanto en el zócalo como en parte de la portada puede ser debido a que en algún momento no documentado de la historia del edificio quisieran entonar la piedra con el tapial y ladrillo. Posiblemente durante su período de construcción. Podemos observar en las diferentes fotografías que hay partes de la piedra que tienen esta pátina y sin embargo, hay otras zonas colindantes que están totalmente lavadas y en las que no se aprecia ningún rastro (ver figuras V.100 y V.101).



Fig. V.100. Restos de pátina rojiza en la piedra de Godella y de Ribarroja.

La piedra que rodea la portada principal, con una pátina anaranjada, tiene una estructura y textura diferentes. En concreto se aprecia exfoliación en bulbo (capas de cebolla), y sabemos que no es congénita, ya que dicha exfoliación es la respuesta del bloque una vez tallado, no está en función del plano de debilidad. La contaminación actúa en el perímetro y en la superficie del bloque<sup>(472)</sup>. La heladicidad, cambios bruscos de temperatura o la humedad no son frecuentes en la zona donde se sitúa el edificio y podemos descartarlos. La causa más probable es la contaminación por sulfuros, contaminación por cloruros del mar que a su vez también trae sulfatos. Los factores de la presencia de sulfatos son: i) vehículos, ii) calefacción iii) agua marina.

471.- Mas Tomás, Á. 1990, p. 411,412.

472.- Alonso Matilla, L.Á., 2011, documento interno.

La pátina anaranjada no es el color natural de la roca. Obsérvese que donde abrasa el viento no deja esa pátina. El viento pudo venir desde el oeste, de izquierda a derecha, porque el zócalo ha protegido una zona (marcada en la figura V.97). El medio metro inicial está muy afectado en cuanto a su deterioro, tanto por la capilaridad del subsuelo como por aguas fecales que han debido estar en contacto durante estos siglos. No podemos pensar que la roca aquí situada es menos competente y que el deterioro fue debido a una mala elección de los canteros que escogieron los sillares y los colocaron. También podemos apreciar que la roca de esta zona está descalcificándose.



Fig. V.101. Pátina anaranjada en la piedra junto a la portada.

En la figura siguiente vemos dos imágenes de las muestras de la portada, con la pátina rojiza por la cara exterior. En las observaciones realizadas con la lupa y el SEM sobre muestras con pátina rojiza no se aprecia ningún componente mineral u orgánico que nos haga pensar que la pátina sea debida a microorganismos o materiales ferrosos.



Fig. V.102. Muestras M19 y M11, piedra de Ribarroja, cuya pátina es rojiza.

En la figura V.103 vemos algunas imágenes tomadas con la lupa binocular.

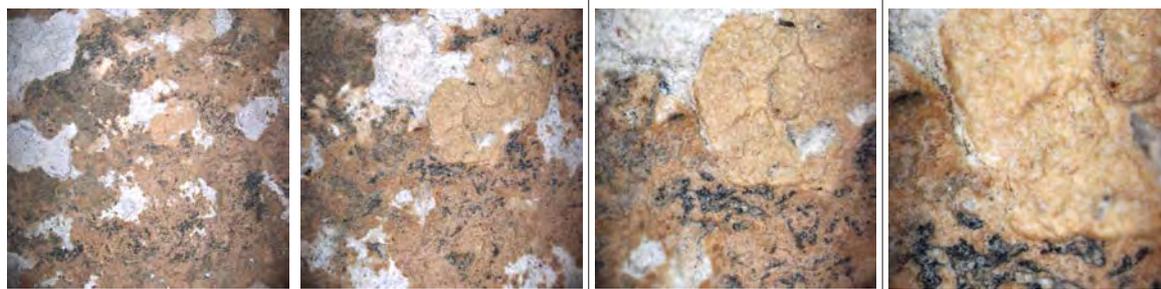


Fig. V.103. Muestra M11, vista en la lupa binocular. Aumentos: x8, x20, x40, x80

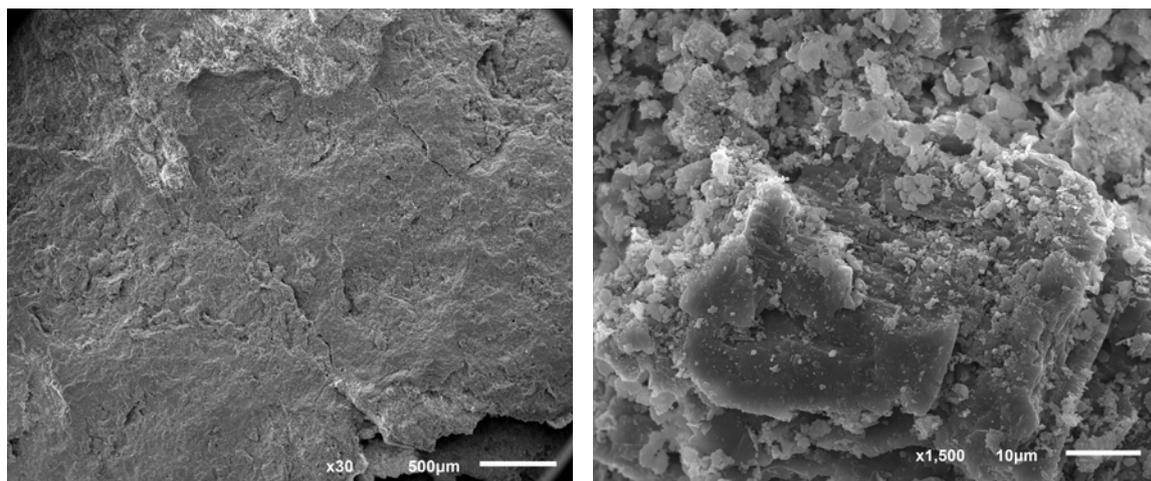


Fig. V.104. Muestra M11, en el SEM.

La figura V.104 muestra dos imágenes tomadas con el microscopio electrónico. La tabla V.18 así como la figura V.105 nos indican los resultados del análisis de elementos según el SEM para la muestra M11 (véase figura V.104b).

Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	C	O	Al	Si	K	Ca	Fe	Total
1	Yes	73.70	199.48				127.87		401.05
2	Yes	64.29	208.28	2.47	4.33		109.09	2.76	391.22
3	Yes	61.83	150.48	7.01	15.44	2.89	54.83	15.11	307.59
Max.		73.70	208.28	7.01	15.44	2.89	127.87	15.11	
Min.		61.83	150.48	2.47	4.33	2.89	54.83	2.76	

All results in weight%

Tabla V.18. Análisis de elementos de la muestra M11.

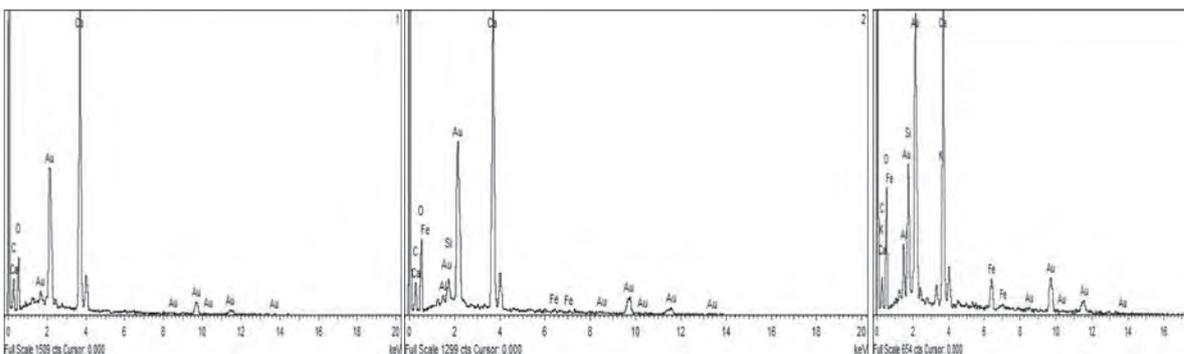


Fig. V.105. Análisis de elementos de la muestra M11.

*Pátina de las portadas*

Tanto en la portada del campanario (fachada oeste) como en la principal (sur) se aprecia en la piedra de Ribarroja una pátina de yeso. Este yeso se muestra en forma de granos de color negro, como puede observarse en las imágenes inferiores (figs. V.106-109).



Fig. V.106. Muestra M24, piedra de Ribarroja, cuya pátina contiene yeso.

Pensamos que en un momento dado se le aplicó a la piedra un revestimiento y, con el paso de los años y debido al contacto con el ambiente, han precipitado cristales de yeso.

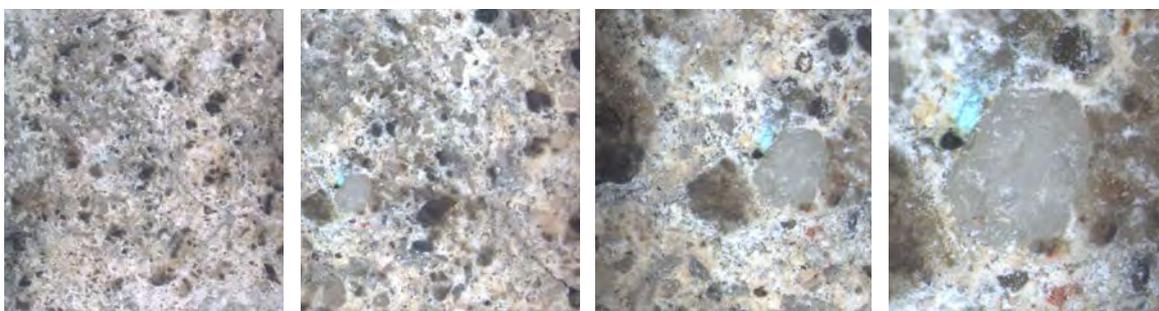


Fig. V.107. Muestra M24, vista en la lupa binocular. Aumentos: x8, x20, x40, x80

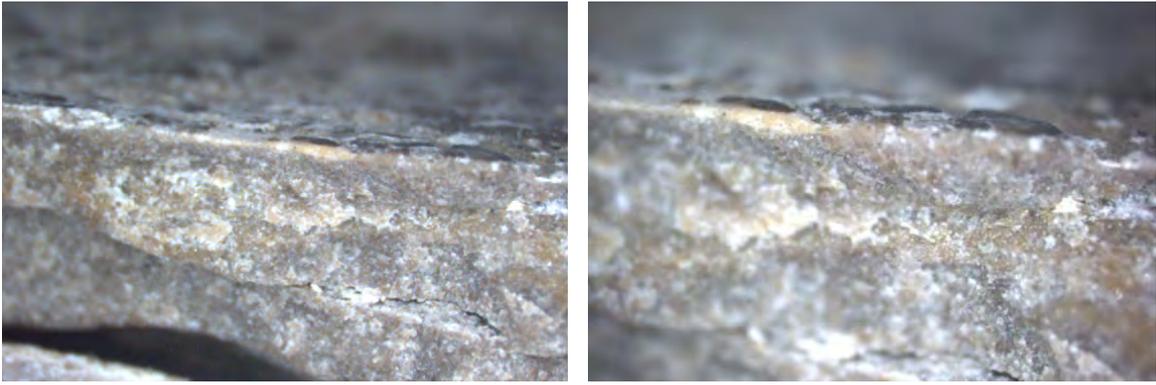


Fig. V.108. Muestra M24, en la lupa binocular, vista de perfil.

Se puede apreciar en la figura anterior, al ver la muestra de canto, que la pátina tiene muy poco espesor.

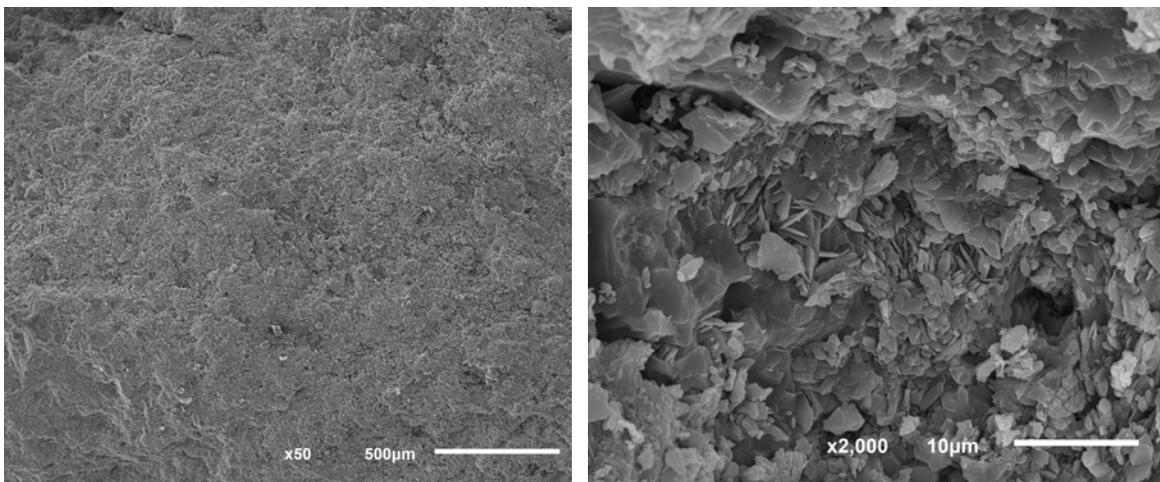


Fig. V.109. Muestra M24, en el SEM.

En la zona central de la figura V.109b se observan claramente los cristales alargados propios del sulfato de calcio. Estos cristales son de crecimiento, es decir, que se han formado en la roca.

## V.6. ESTUDIO DE LA PATOLOGÍA

### Introducción

Las medidas de conservación apropiadas al edificio objeto de estudio solo se pueden planificar y ejecutar en base a un diagnóstico preciso de los daños que suministre un conocimiento suficiente y fiable acerca de las piedras empleadas, los factores, procesos y su estado de deterioro. Mediante la metodología del mapeo se pueden registrar y documentar con precisión el tipo, la extensión, y la distribución de las piedras utilizadas y las lesiones que presentan<sup>(473)</sup>.

En la mayoría de edificios históricos se han usado diferentes tipos de piedra como material de construcción. Esta diversidad se debe a consideraciones arquitectónicas, trabajabilidad constructiva o artística, proximidad y facilidades de explotación de las canteras<sup>(474)</sup>.

El estado del deterioro de un monumento en piedra se caracteriza por el tipo, la intensidad y la extensión de los daños. El mapeo de las formas de alteración se ha mostrado como un procedimiento de investigación muy adecuado<sup>(475)</sup>.

---

473.- Fitzner, B. en VV.AA. "Técnicas de diagnóstico...", p. 123.

474.- Mas Tomás, Á., 1990.

475.- Fitzner, B. en VV.AA. "Técnicas de diagnóstico...", p. 124.

Grupo de formas de alteración	PÉRDIDA DE MATERIAL / FISURACIÓN			
Principales formas de alteración	Relieve (R) Cambios morfológicos de la superficie del material pétreo debido a una alteración parcial o selectiva	Retroalteración (W) Pérdida uniforme de material siguiendo el perfil de la superficie pétreo.	Arranques (O) Pérdida de fragmentos compactos de piedra	Fisuras (L) Líneas de fracturas y grietas en la superficie pétreo
Formas de alteración principales	Redondeamiento/muecasas (Rr)	Retroalteración debido a la desca-mación (Ws)	Arranques debido a una influencia antropogénica directa (guerras, vandalismo) (Ow)	Fisuras independientes de los estratos de la piedra (Li)
	Alteración concordante (Rp)			
	Alteración alveolar (Ra)			
	Alteración de componentes (Rc)	Retroalteración debido a otros tipos de pérdida de material (Wo)	Arranques debido a otra influencia mecánica (Oo)	Fisuras paralelas a los estratos de la piedra (Lp)
	Micro-karst (Rk)			
DESCOLORIDO/DEPÓSITOS CERCANOS A LA SUPERFICIE PÉTREO POROSA				
Descolorido (D) Alteración del color original de la piedra	Suciedad (I) Depósitos de suciedad en la superficie de la piedra	Costras (C) Depósitos sólidos ligados o en proceso de separación de la sup. pétreo	Depósitos de sal (E) Depósitos sueltos de agregados de sal	Colonización por organismos (B)
-	Placas individuales (FI)	Escamas muy delgadas (1-2 mm) debido a modelación de la piedra por el albañil (St)	-	-
	Placas múltiples (Fm)	Escama individual con un espesor variando de unos mm a varios cm (SI) Escamas múltiples (Sm)		
SEPARACIÓN DE MATERIAL - FORMAS DE TRANSICIÓN				
Desintegración granular a escamas (GF)	Escamas a placas (FS)	Placas a fragmentación (SP)	Escamas a fragmentación (FP)	Disgregación granular a fragmentación (GP)

Tabla V.19. Formas de alteración de las rocas.

Planos de patología

Materiales

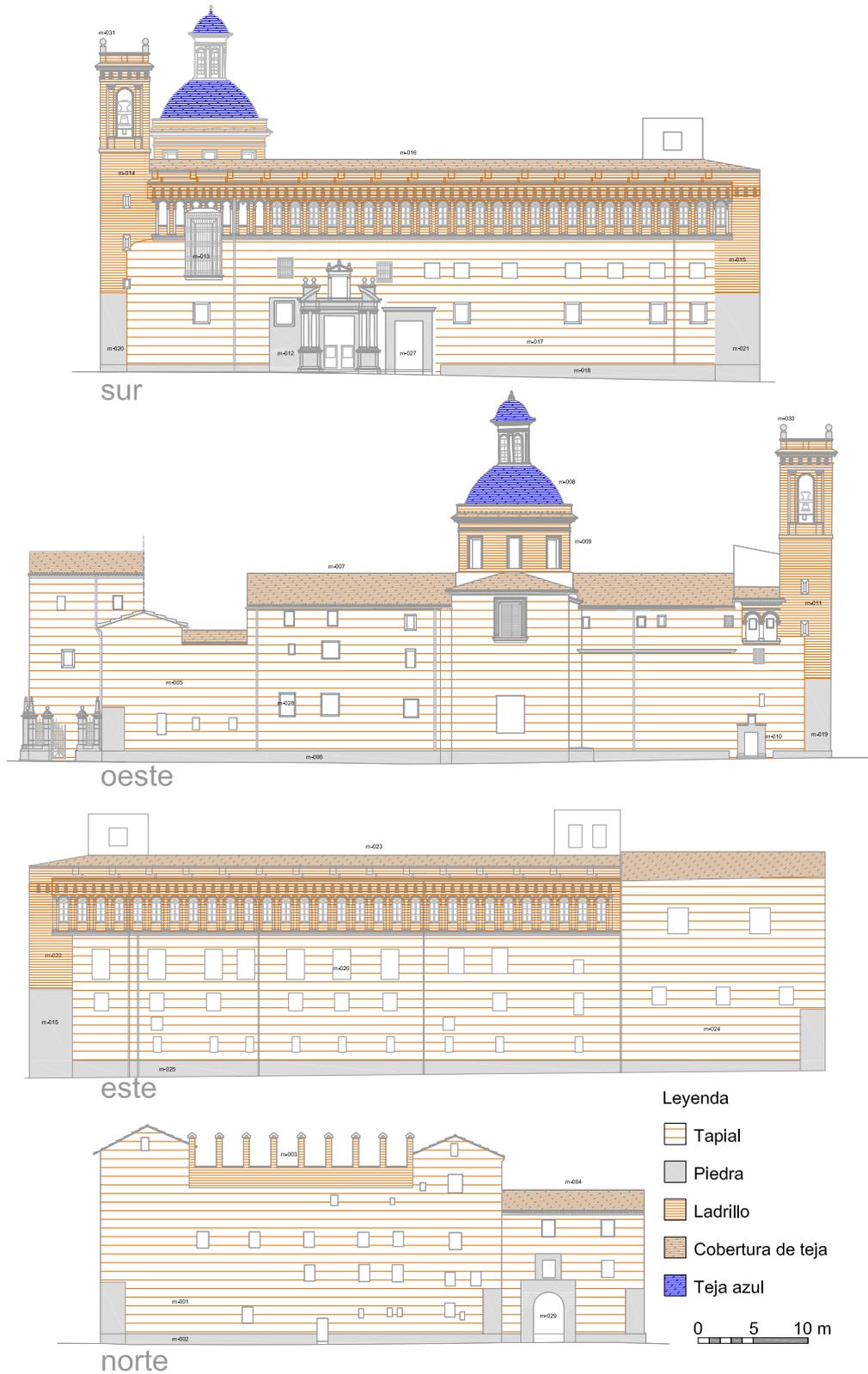


Fig. V.110. Estudio de los materiales que componen las fachadas del edificio.

En el primer plano tan solo mostramos los materiales principales que componen las fachadas del Colegio de Corpus Christi.

	S	W	E	N	TOTAL
Superficie	100 (26,7)	100 (24,7)	100 (26,7)	100 (18,1)	(100)
Huecos	10,0 (2,8)	4,2 (0,9)	6,1 (1,8)	4,0 (0,8)	(6,3)
Tapial	39,1 (10,4)	77,1 (19,1)	57,7 (17,6)	78,9 (14,3)	(61,4)
Piedra Godella	4,9 (1,3)	5,7 (1,4)	6,1 (1,9)	7,4 (1,3)	(5,9)
Piedra Ribarroja	11,1 (2,9)	2,8 (0,7)	3,1 (1,0)	3,6 (0,7)	(5,3)
Ladrillo	30,0 (8)	7,8 (1,9)	18,7 (5,7)	6,3 (1,1)	(16,1)

Tabla V.20. Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total)

Respecto al material pétreo podemos diferenciar dos grandes grupos, tanto por la documentación cotejada como por los análisis realizados. Por un lado, tenemos un zócalo perimetral compuesto por la *Piedra de Godella* y, por otro, diversas portadas y elementos decorativos realizados en *Piedra de Ribarroja*.



Fig. V.111. Piedra de Godella (izquierda) y piedra de Ribarroja (derecha).

Otro de los materiales predominantes es el tapial, que compone la mayor parte de los muros. En concreto, como ya se ha comentado en este trabajo, se trata de tapia valenciana compuesta de tierra apisonada y ladrillos.



Fig. V.112. Vista general y detalle de la tapia valenciana.

La torre campanario y la parte alta de las fachadas sur y este se encuentran realizadas con ladrillo visto.



Fig. V.113. Ladrillos de la parte superior de las fachadas sur y este.

La cobertura de tejas, como resulta habitual ya no es la original, pues estas piezas se rompen o fracturan por el uso normal y las inclemencias meteorológicas y se van sustituyendo, reparando o parcheando.



Fig. V.114. Vista general y detalle de la cubierta situada sobre la iglesia.

En la cúpula tenemos la característica teja vidriada azul propia de la Comunidad Valenciana que en este caso se va intercalando con teja vidriada blanca, tal y como podemos ver en la siguiente figura:



Fig. V.115. Cúpula (vista general y detalle) con tejas azules y blancas.

Fisuras

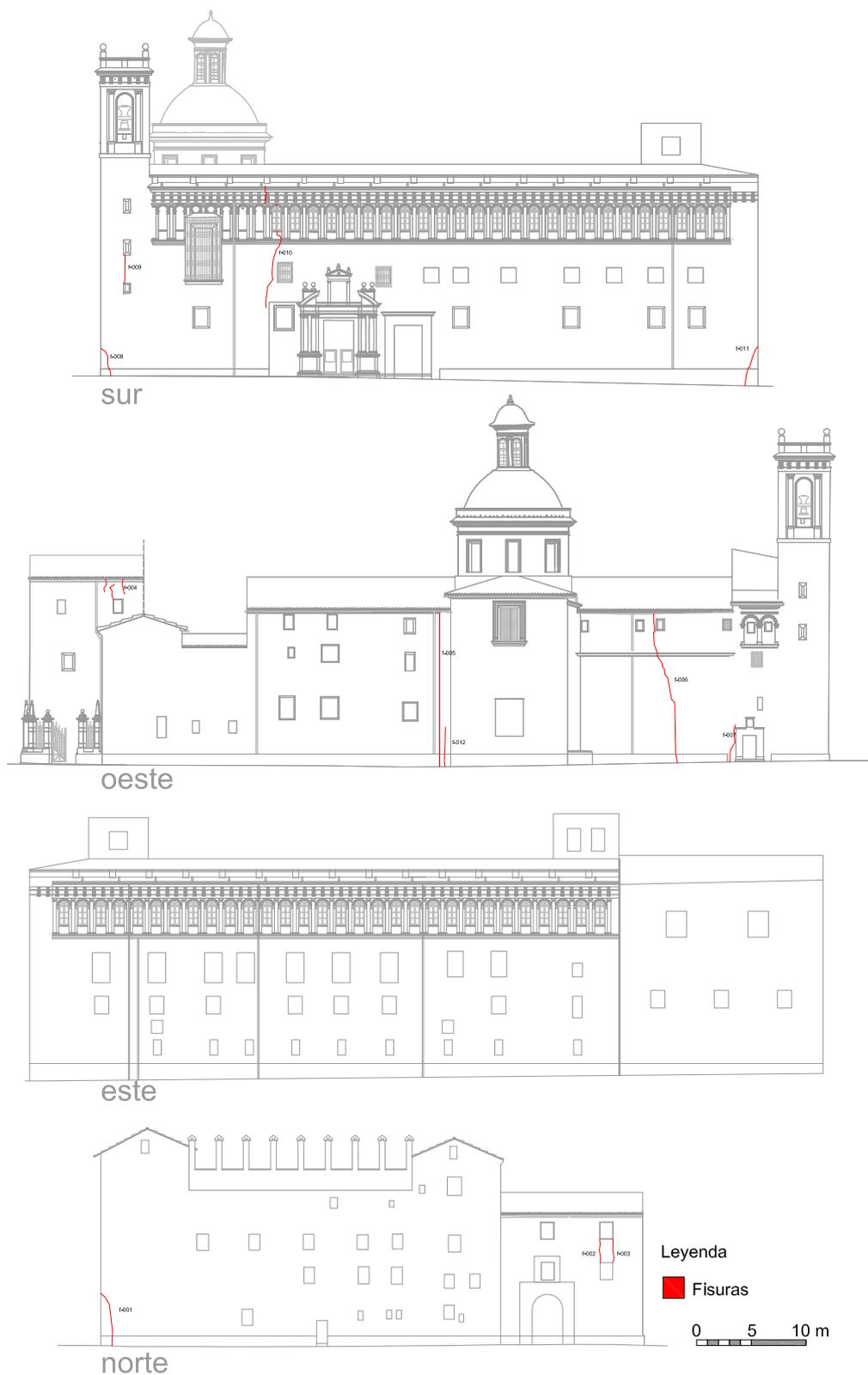


Fig. V.116. Estudio de las fisuras.

Se aprecian importantes fisuras en la junta entre dos materiales distintos o en juntas de ejecución entre distintas fases constructivas, así como otras fisuras de menor trascen-

dencia.

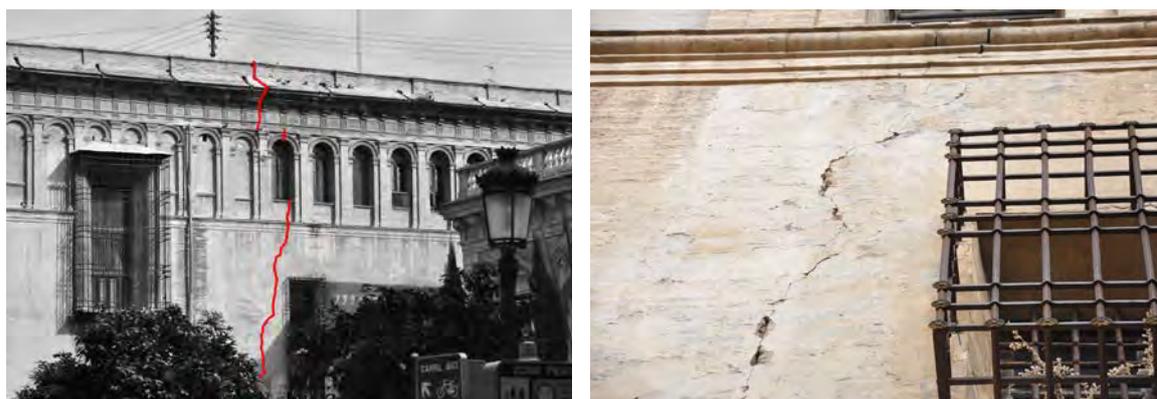


Fig. V.117. Fisura en la fachada sur.

Las fisuras de las imágenes V.113 y V.114 están situadas aproximadamente a la misma distancia respecto de la esquina sudoeste (véase también el plano de la fig. V.116). Esto nos hace pensar que, debido al peso del campanario o a movimientos del terreno, se ha producido un movimiento de descenso del edificio justo en la esquina sudoeste, rompiendo la fábrica en estos puntos. Hay que hacer notar que en el lugar donde se han producido las fisuras se encuentra una junta entre distintas fases de construcción, lo cuál siempre es una zona de discontinuidad más débil.



Fig. V.118. Fisura en la fachada oeste y en la esquina SW.

El Colegio ha instalado algunos fisurómetros para determinar si eran estables, pero se han eliminado en breve, por lo que las fisuras no deben estar progresando. De hecho, pensamos que una vez generadas, seguramente tras la construcción del edificio, se estabilizaron y no han vuelto a incrementarse. En una fotografía de 1978 (fachada oeste) y en una postal de principios del siglo XX (fachada sur) ya son apreciables sendas fisuras.

La tabla siguiente nos muestra la longitud de las fisuras que se encuentran en cada una de las fachadas, en metros lineales.

Orientación	S	W	E	N	TOTAL
Fisuras	20,5	40,1	-	9,5	

Tabla V.21. Longitud total (m) de las fisuras según la orientación.

Enfoscados / pinturas

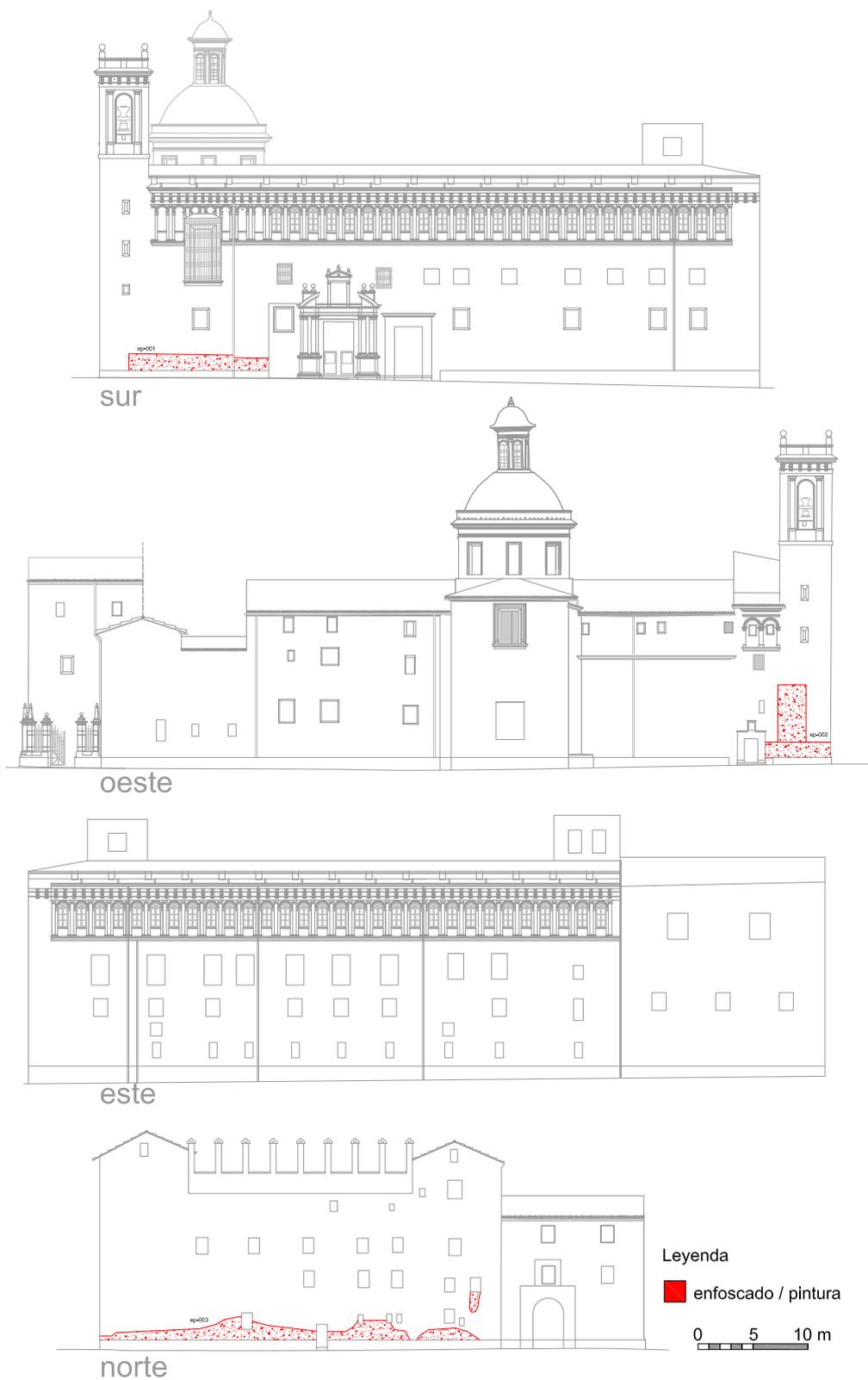


Fig. V.119. Estudio de los enfoscados o pinturas.

A continuación les mostramos la tabla donde se contabiliza la superficie de enfoscados o de pinturas:

	S	W	E	N	TOTAL
Superficie	100 (29,7)	100 (27,6)	100 (22,5)	100 (20,2)	(100)
Enfoscado/pintura	1,5 (0,4)	2,0 (0,5)		4,5 (0,9)	(1,9)

Tabla V.22. Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total).

Las pequeñas intervenciones que sufre el edificio en su mayoría son desafortunadas. Mostramos en estas imágenes dos ejemplos de reparaciones con mortero de cemento o grandes zonas con pinturas para cubrir otras pintadas o grafitis.



Fig. V.120. Enfoscados o pinturas que ocultan otros materiales.

Suciedad

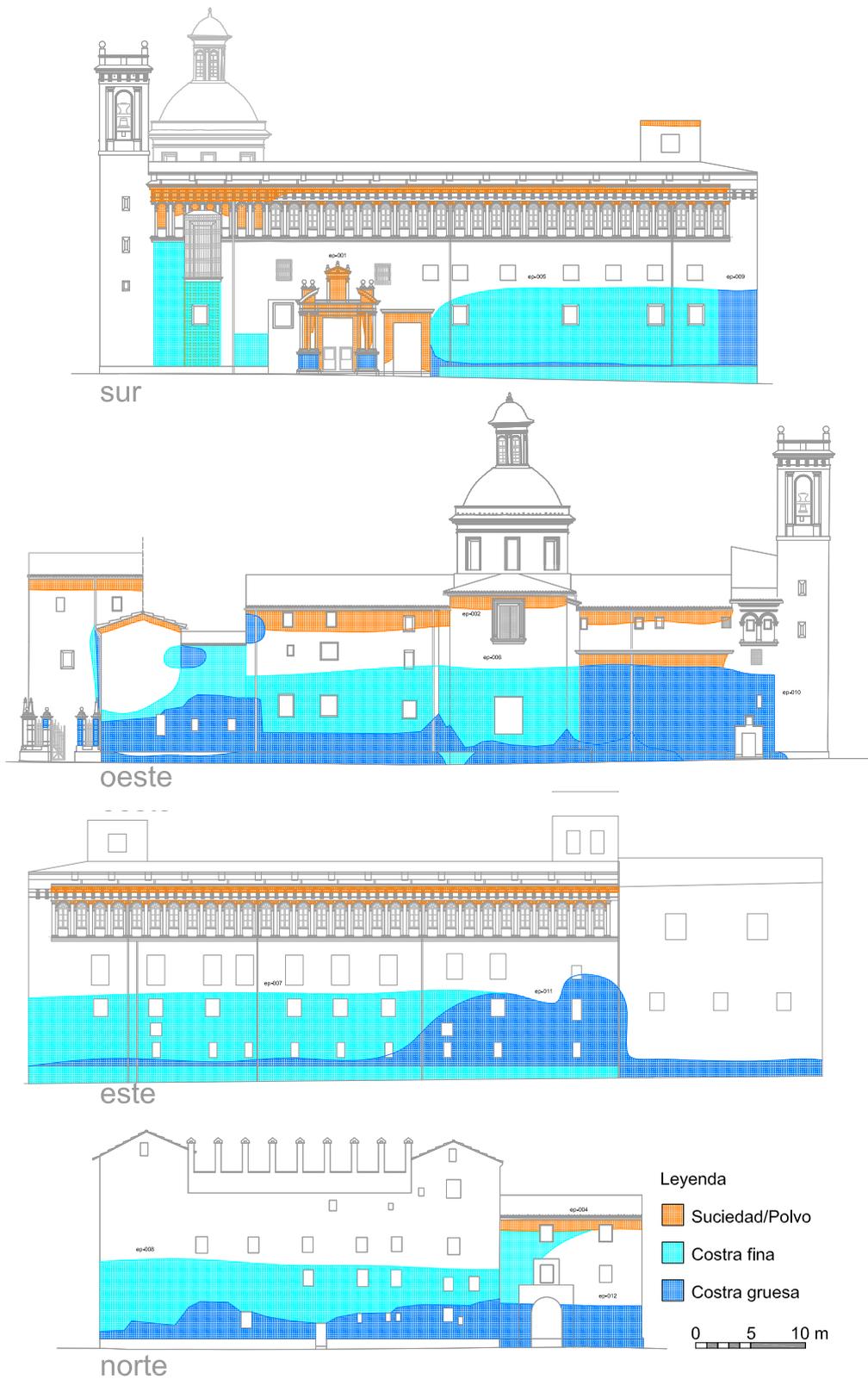


Fig. V.121. Estudio de la suciedad y costras finas o gruesas.

A continuación mostramos la tabla donde se recogen las superficies correspondientes:

	S	W	E	N	TOTAL
Superficie	100 (26,7)	100 (24,7)	100 (26,7)	100 (18,1)	(100)
Polvo	9,7 (2,6)	7,0 (1,7)	2,5 (0,8)	1,4 (0,2)	(4,6)
Costra fina	22,1 (5,9)	18,2 (4,5)	16,7 (5,1)	22,5 (4,1)	(19,6)
Costra gruesa	3,2 (0,8)	26,5 (6,6)	12,0 (3,7)	14,7 (2,7)	(13,7)
TOTAL	35,0 (9,3)	51,8 (12,8)	31,2 (9,6)	38,6 (7,0)	(38,7)

Tabla V.23. Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total).

En las figuras que mostramos a continuación se indican algunos ejemplos donde se observa la suciedad acumulada, ya sea bajo las impostas tomadas de la parte superior de la fachada sur o en las columnas de la portada principal.



Fig. V.122. Ejemplos de zonas con acumulación de polvo y suciedad.

En el edificio existen diversas zonas con costras más oscuras, como la de la figura V.123, que tienen un espesor considerable.



Fig. V.123. Ejemplos de zonas con costra fina (izq) y gruesa (dcha).

Lavado diferencial

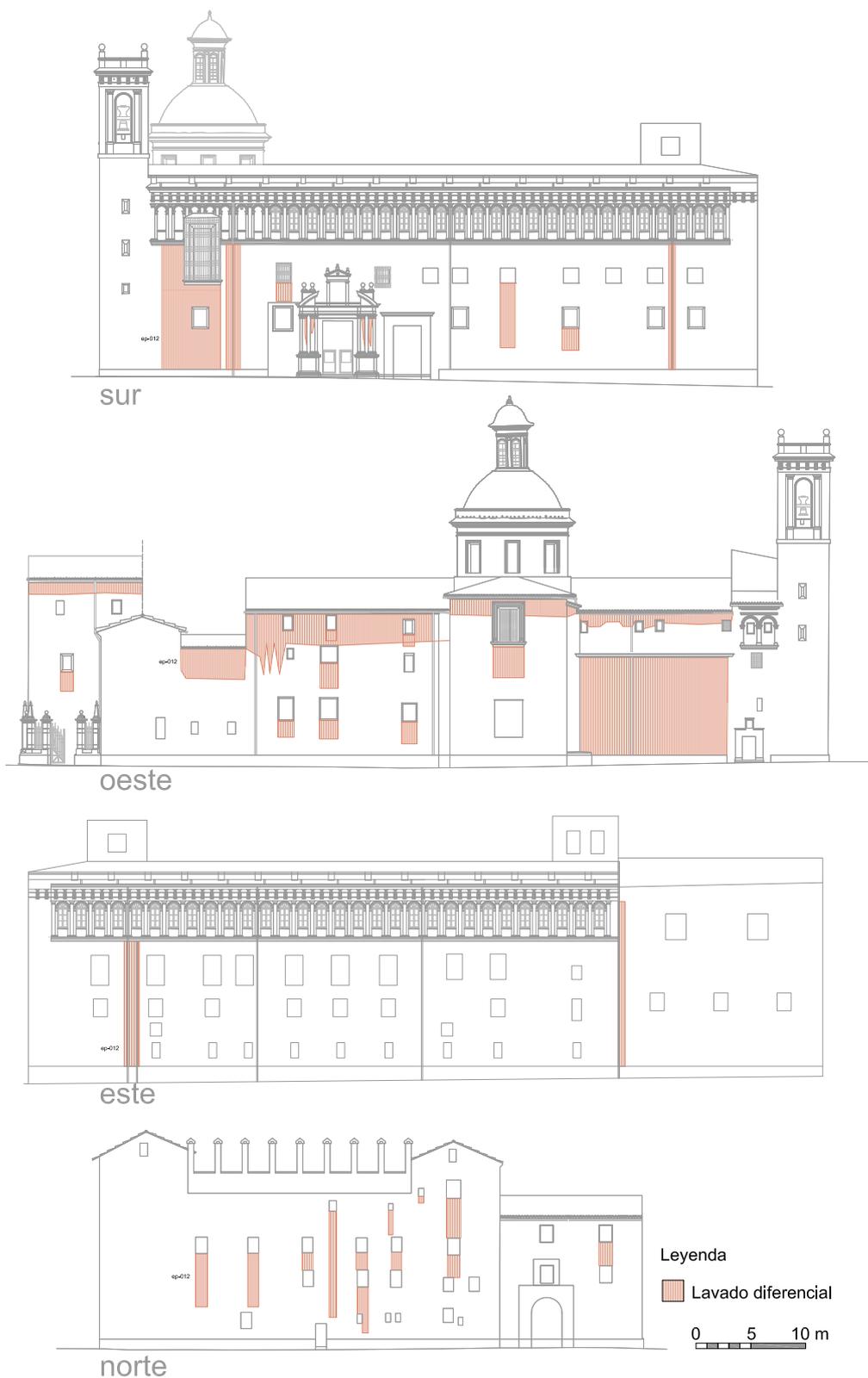


Fig. V.124. Estudio del lavado diferencial.

este estudio hace referencia a la distinta tonalidad que se aprecia en los paramentos debido al efecto de la lluvia que discurre por el paramento. El agua de lluvia elimina poco a poco la suciedad que se ha ido posando sobre la fachada. Aquellas zonas que estén protegidas de la circulación del agua no podrán eliminar esta acumulación de polvo y suciedad. Estas zonas suelen estar situadas bajo el alféizar de las ventanas, balcones, impostas o cornisas de cubierta, etc.

Algunos ejemplos del lavado diferencial son los siguientes:



Fig. V.125. Ejemplos de lavado diferencial.

Aquellas zonas que acumulan más suciedad siempre son más propensas a sufrir la degradación de los materiales.

A priori, la suciedad suele eliminarse adecuadamente con agua a presión.

Biodeterioro

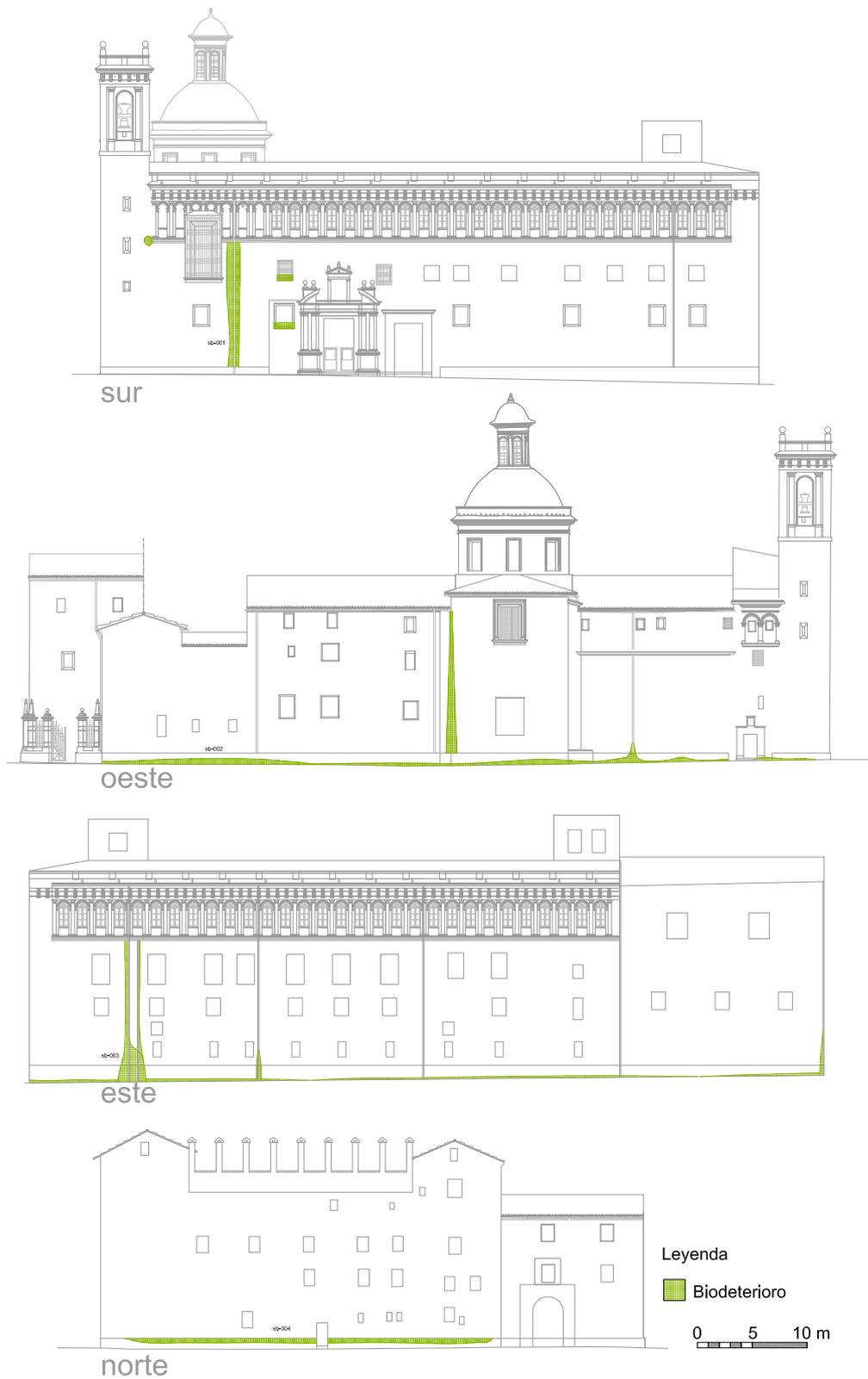


Fig. V.126. Estudio del biodeterioro.

La tabla siguiente muestra el área afectada por el biodeterioro:

	S	W	E	N	TOTAL
Superficie	100 (26,7)	100 (24,7)	100 (26,7)	100 (18,1)	(100)
Biodeterioro	0,4 (0,1)	1,5 (0,4)	2,6 (0,8)	6,2 (1,1)	(2,4)

Tabla V.24. Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total).

Aunque las plantas de gran tamaño no están generalizadas, apenas hay dos o tres localizaciones, sí es muy importante la presencia de microorganismos en aquellas zonas con una fuerte presencia de humedad.

Por ejemplo, hay bajantes pluviales que no funcionan de manera correcta o directamente se han eliminado y el agua de lluvia discurre abundantemente por el paramento. En estas zonas tienden a extenderse.

Otras zonas muy afectadas son los zócalos de piedra, especialmente en la fachada norte, como también era de esperar por su orientación.

La figura siguiente muestra algunos ejemplos de biodeterioro:



Fig. V.127. Ejemplos de biodeterioro.

Las plantas de gran tamaño deben eliminarse. Respecto a los microorganismos, será necesario aplicar productos fungicidas.

*Detritus de las palomas*

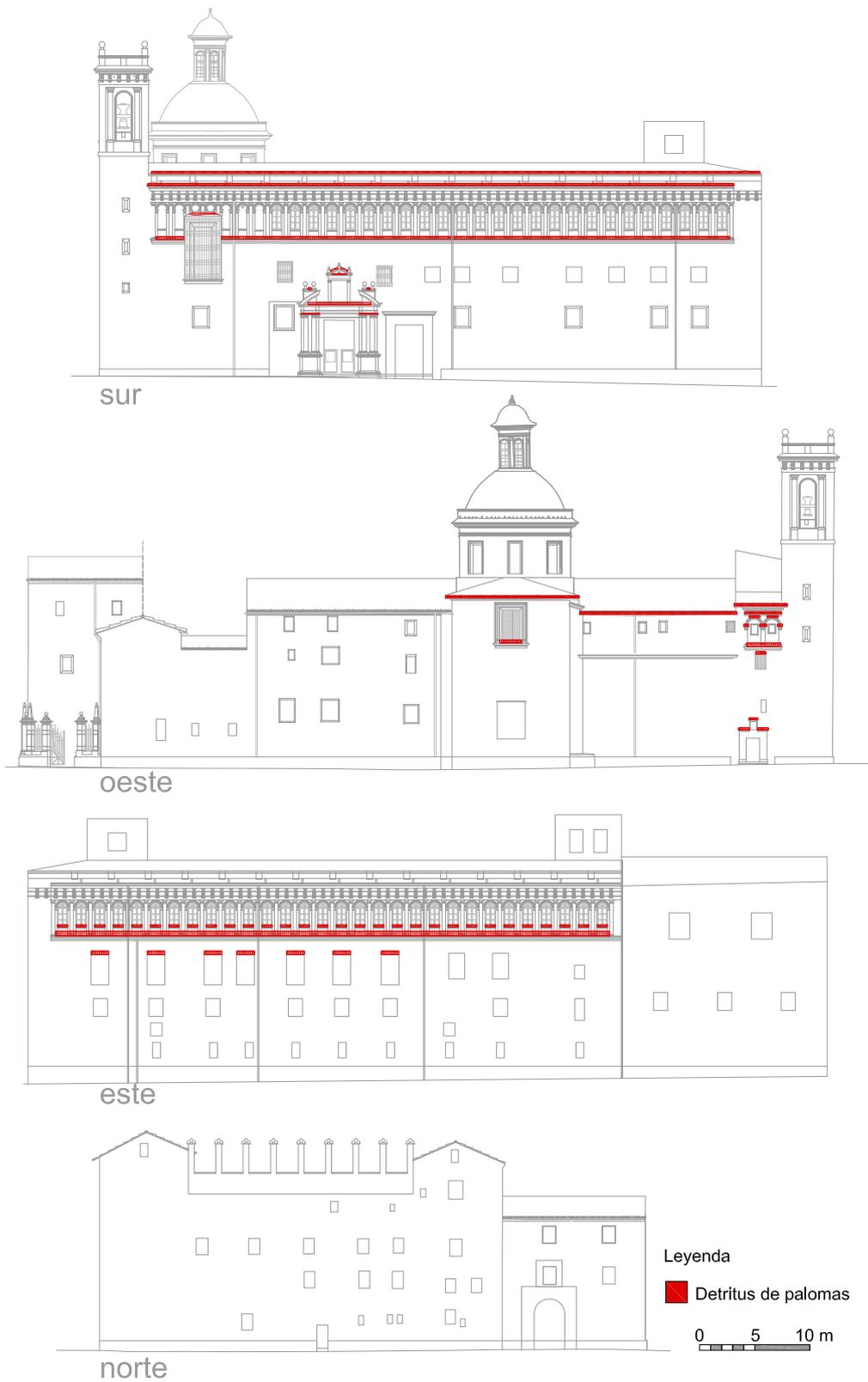


Fig. V.128. Estudio de los detritus de palomas.

Las palomas tienen una gran presencia en las arcadas de la fachada sur y este, zonas que por otro lado reciben una importante insolación durante todo el día. Estos animales aprovechan las repisas y los vierteaguas de las ventanas para acomodarse y hacer sus necesidades, ensuciando y deteriorando estas zonas, además de la calzada.

En la fachada oeste, en la esquina sudoeste también hay dos arquillos en la parte superior y los aprovechan de la misma manera.

Algunos ejemplos de detritus de palomas:



Fig. V.129. Ejemplos de detritus de palomas.

Una solución sencilla en este caso en que las palomas se encuentran en zonas muy localizadas sería disponer un circuito eléctrico, que da una pequeña descarga al animal cuando se apoya sobre el mismo.

### Humedad

El conocimiento del contenido de humedad de los cerramientos es fundamental al realizar un análisis de patología. Sabiendo que habitualmente los daños se limitan a pocos centímetros de profundidad en el muro.

Algunas causas de daños en los muros son los ciclos hielo-deshielo (que en Valencia no son significativos) o la transición de agua entre la superficie y el entorno debido a la evaporación, la condensación y el consiguiente ataque biológico. El tamaño de las zonas húmedas varía a lo largo del año, por lo que podemos apreciar eflorescencias de sales en el borde de estas zonas. Otra vía de humedad es la infiltración del agua de lluvia, sobre todo desde la cubierta o las bajantes<sup>(476)</sup>.

Se muestran a continuación diversos planos donde se puede apreciar la patología de los cerramientos exteriores que componen el edificio.

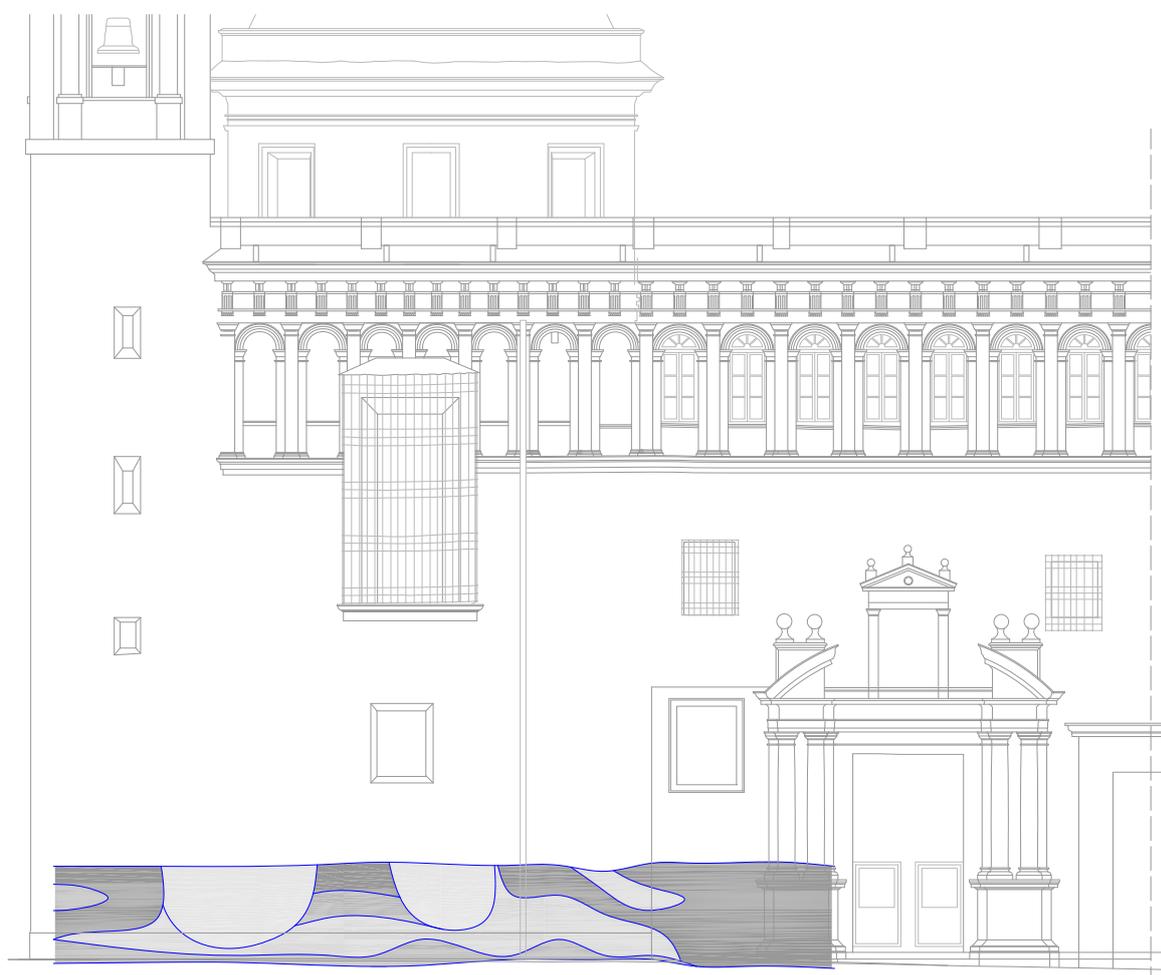


Fig. V.130. Humedad relativa en la parte inferior de los cerramientos. Fachada sur.

La figura V.130 se ha realizado tomando medidas de la humedad con un humidímetro<sup>(477)</sup>. Este aparato no nos da una medida exacta de la humedad que contiene el cerramiento (a priori refleja datos para madera), pero sí nos da un valor en porcentaje, lo que nos permite poder comparar distintos puntos y deducir qué zonas tienen más humedad.

476.- Grinzato, E., 2002.

477.- Humidímetro Testo, modelo 606.

Genera dichos valores en función de la resistencia que ofrece el material a una corriente eléctrica producida por el aparato, que genera con un diodo y que realiza una lectura a través del otro diodo receptor.

Las tonalidades de gris más oscuro indican un mayor contenido de humedad.

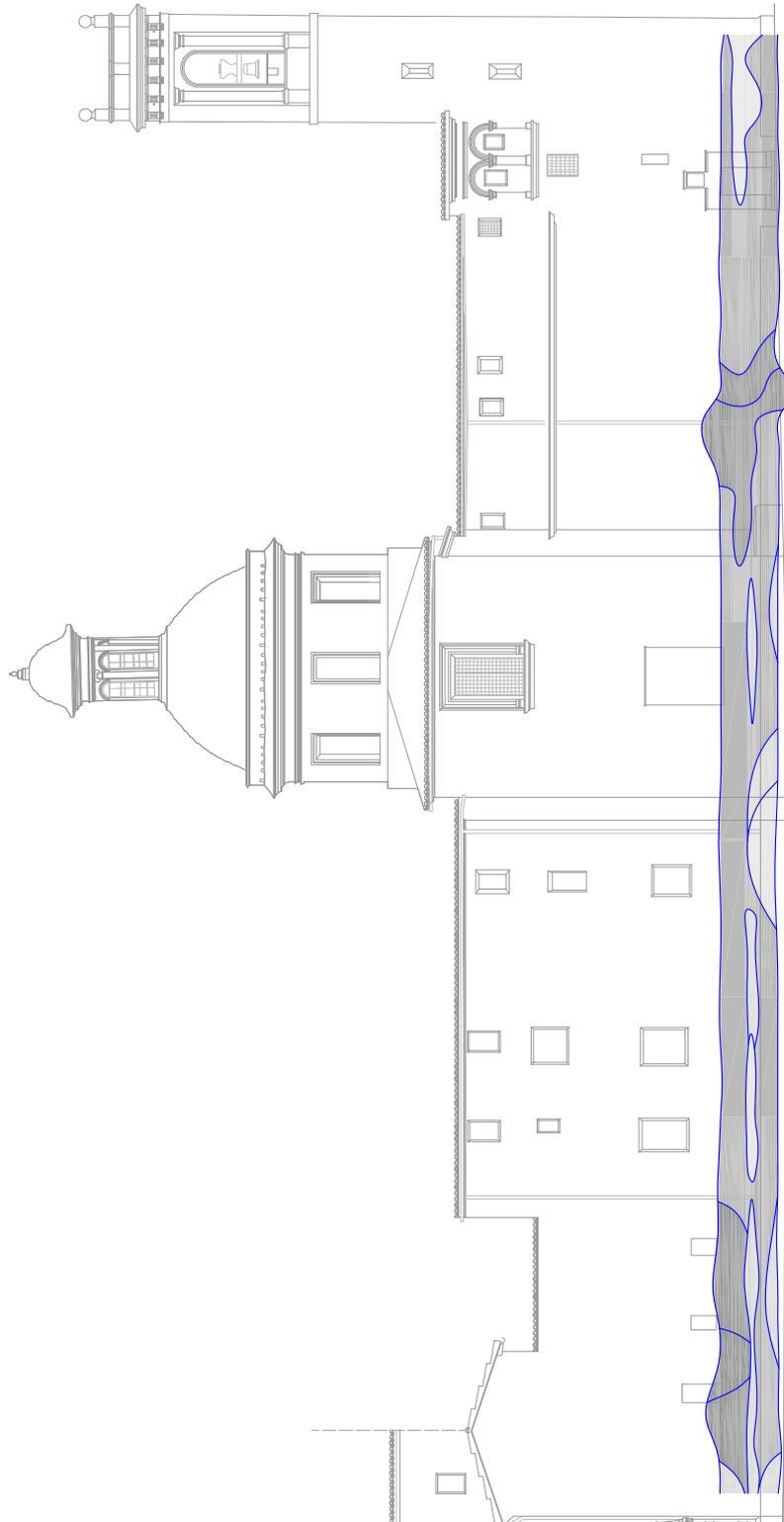


Fig. V.131. Humedad relativa en la parte inferior de los cerramientos. Fachada oeste.

Conocer el valor real de la humedad de los materiales que componen el cerramien-

to seguramente tampoco tenga un gran interés, pues el grado de humedad varía en función de la temperatura, humedad ambiente, presión, y otros parámetros climatológicos, por lo que el valor de la humedad sería permanentemente variable. Pero en un día dado sí podemos establecer un mapeado de la fachada y observar qué zonas tienen un incremento de la humedad por encima de la media y, de esta manera, detectar las posibles zonas afectadas. A la hora de realizar el muestreo es importante tener en cuenta parámetros que modifiquen la lectura del humidímetro, como puedan ser pinturas o materiales impermeables (nos dará un valor de humedad nulo), incidencia directa de los rayos solares, etc.

Del análisis de los planos del humidímetro podemos concluir que por encima de la rasante de la calle se concentra un mayor nivel de humedad, absolutamente normal teniendo en cuenta que las salpicaduras de la lluvia así como la humedad capilar del terreno se concentran en esta zona baja del cerramiento. El nivel de humedad debido a la ascensión capilar se incrementó en el momento en que se pavimentaron las calles, pues la humedad del subsuelo ya no podía evaporarse a través de las mismas y, en consecuencia, intentaba ascender y evaporarse a través de los muros del edificio.

Además, sobre el zócalo de piedra, en la base del cerramiento de tapial, se concentra también una mayor proporción de humedad debido a que la humedad se almacena, se asienta o simplemente queda retenida en la repisa superior de la piedra. A partir de esta cota se vuelve a crear una curva de humedad.

Este estudio tiene la limitación de la altura de la persona que realice la toma de datos, pues hay que aplicar el humidímetro sobre cada punto del paramento que queramos medir. Para completar este trabajo sería necesario disponer de los andamios o la maquinaria necesaria para acceder a la altura requerida.

*Eflorescencias salinas*



Fig. V.132. Estudio de las eflorescencias salinas.

La presencia de eflorescencias no está muy extendida en nuestro edificio. Apenas algunas zonas próximas a la cubierta en la fachada sur, la fachada oeste del campanario y aquellas zonas afectadas por los fallos en la evacuación de las aguas pluviales (bajantes, canalones, etc.).

Algunos ejemplos de las eflorescencias:



Fig. V.133. Ejemplos de eflorescencias.

Como hemos comentado en la base teórica, en ocasiones no puede solucionarse el problema de las eflorescencias mientras se mantenga la evaporación y, por tanto, el transporte de las sales hacia el exterior del muro.

Una solución no adecuada en este caso sería impregnar el paramento con un barniz para evitar la evaporación, pero en edificios históricos no debemos recurrir a esta solución por los problemas derivados que causaría (retención de humedad, cambios de tonalidad de la fachada, etc.).

Pátinas

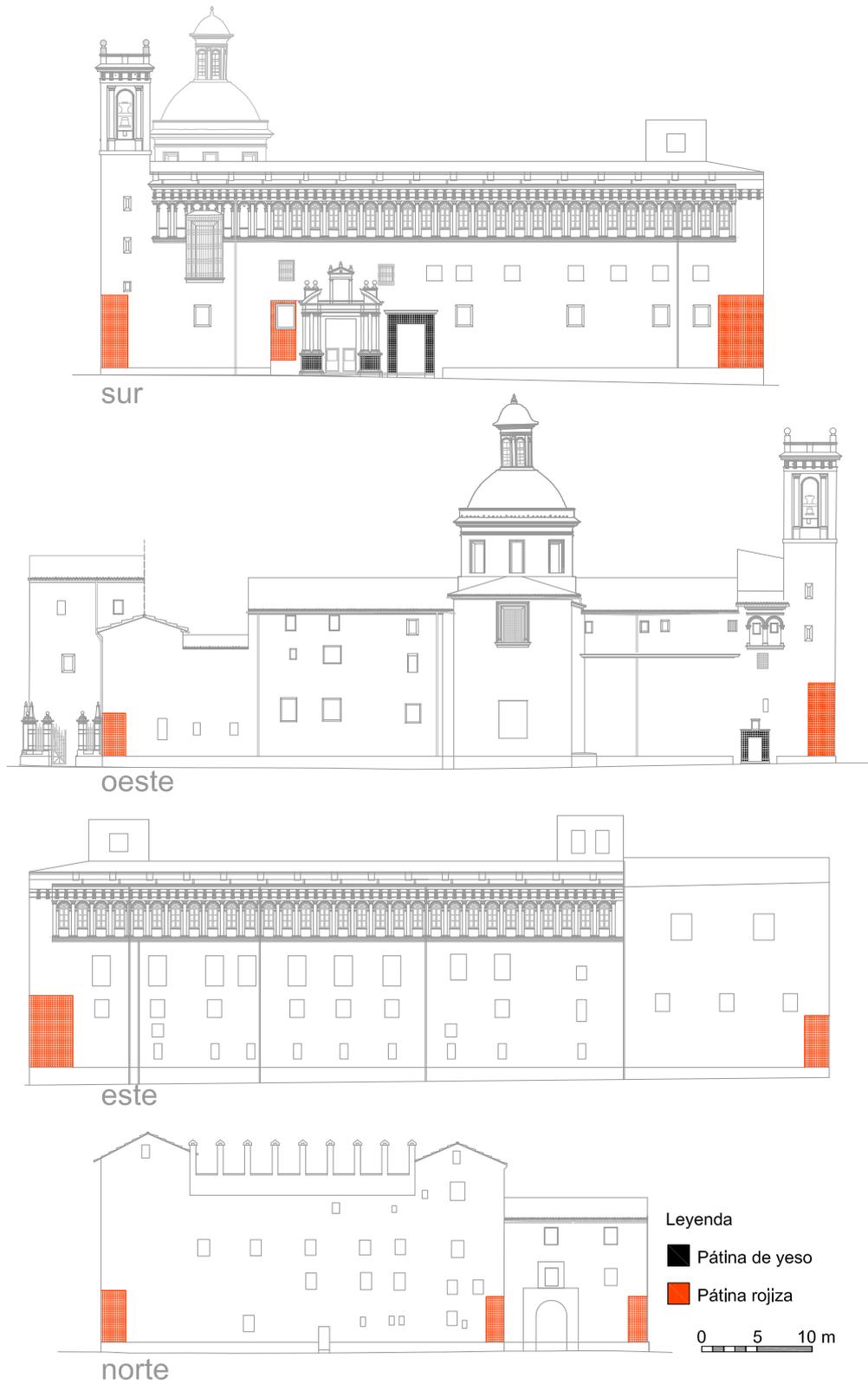


Fig. V.134. Estudio de las pátinas.

Algunos ejemplos de las pátinas rojizas:



Fig. V.135. Ejemplos de las pátinas rojizas.

La pátina de color rojizo se muestra claramente en las zonas próximas a las portadas y en la piedra de las esquinas. Sin embargo quedan restos de esta pátina en la piedra del zócalo perimetral, lo que nos hace pensar que estaría extendida a todo el material pétreo excepto las portadas principales, en que se observa una pátina que contiene sulfato de calcio (yeso).

Algunos ejemplos de las pátinas de yeso:



Fig. V.136. Ejemplos de las pátinas de yeso.

Erosión pétreo

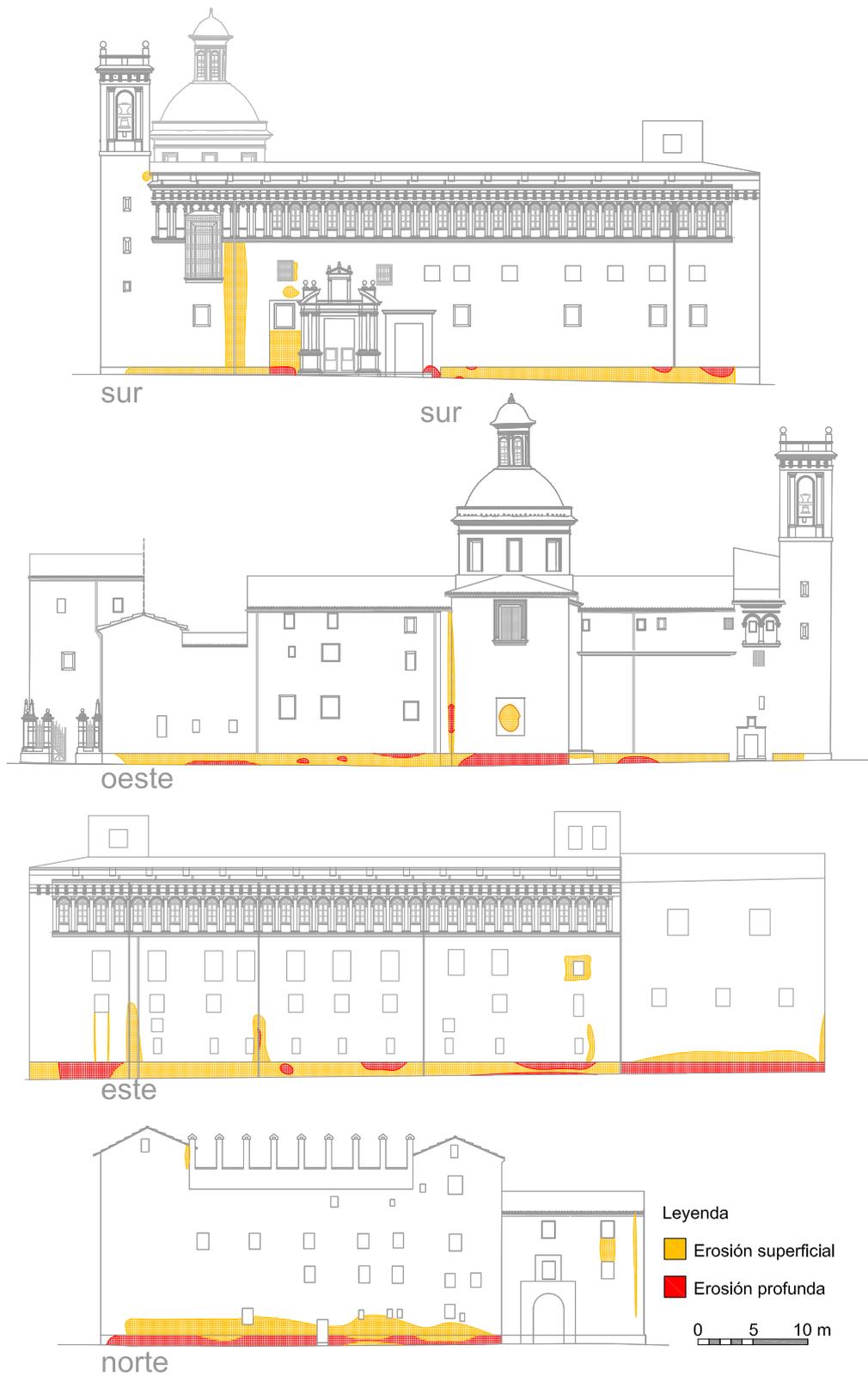


Fig. V.137. Estudio de la erosión de la piedra.

En esta tabla se muestra la superficie afectada por la erosión en cualquiera de los tipos de piedra:

	S	W	E	N	TOTAL
Superficie	100 (26,7)	100 (24,7)	100 (26,7)	100 (18,1)	(100)
Erosión sup.	5,9 (1,6)	4,6 (1,1)	6,3 (1,9)	6,4 (1,2)	(5,8)
Erosión prof.	0,4 (0,1)	1,5 (0,4)	2,6 (0,8)	6,2 (1,1)	(2,4)

Tabla V.25. Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total).

La erosión está relacionada evidentemente con los procesos de deterioro que se comentan en este capítulo.

Algunos ejemplos de la erosión pétreo:



Fig. V.138. Ejemplos de erosión pétreo.



Fig. V.139. Ejemplos de erosión pétreo.

Esta patología es difícil de solucionar, puesto que si la roca ya ha perdido material no podemos recuperarlo o recomponerlo. En aquellos sillares muy afectados se podría estudiar la posibilidad de hacer una sustitución, pero hemos de tener en cuenta que las canteras originales ya no se encuentran en explotación y estas zonas tendrían otra tonalidad y diferente comportamiento mecánico.

Resumen de los defectos descritos

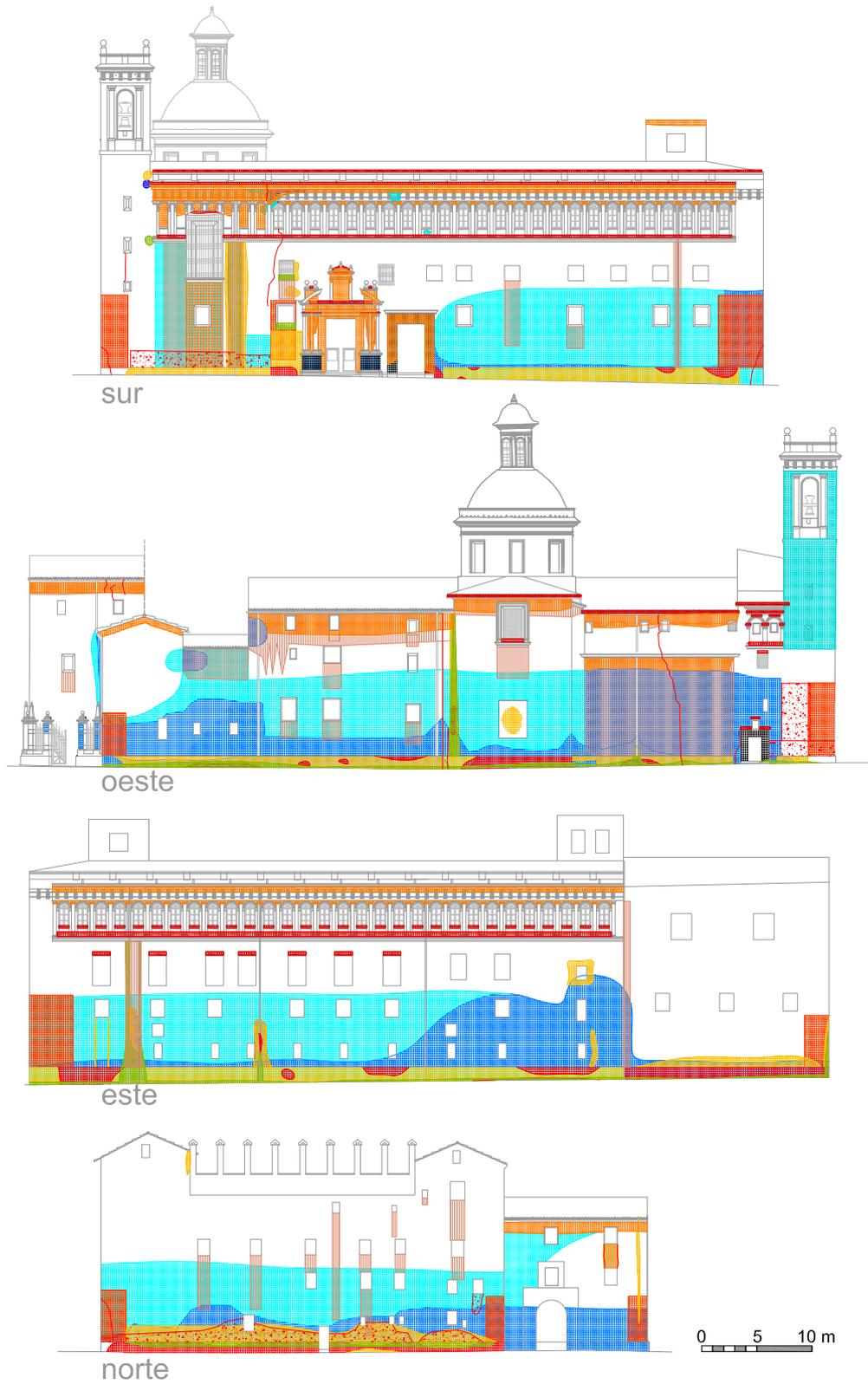


Fig. V.140. Resumen de los defectos descritos

En la figura anterior, así como en las tablas siguientes hemos recopilado todos los aspectos analizados en este apartado.

Leyenda

 Erosión superficial	 Biodeterioro
 Erosión profunda	 Lavado diferencial
 Detritus de palomas	 Suciedad / Polvo
 Baja concentración sales	 Costra superficial
 Alta concentración sales	 Costra profunda
 Pátina anaranjada	 Enfoscado / Pintura
 Pátina de yeso	 Fisuras

Fig. V.141. Leyenda empleada.

Por tanto, se muestra de manera simultánea, superpuestos, todos los planos de patologías estudiados anteriormente.

Tabla resumen de los defectos descritos; refleja los datos desde un punto de vista analítico.

	S	W	E	N	TOTAL
Superficie	100 (26,7)	100 (24,7)	100 (26,7)	100 (18,1)	(100)
Huecos	10,0 (2,8)	4,2 (0,9)	6,1 (1,8)	4,0 (0,8)	(6,3)
Tapial	39,1 (10,4)	77,1 (19,1)	57,7 (17,6)	78,9 (14,3)	(61,4)
Piedra Godella	4,9 (1,3)	5,7 (1,4)	6,1 (1,9)	7,4 (1,3)	(5,9)
Piedra Ribarroja	11,1 (2,9)	2,8 (0,7)	3,1 (1,0)	3,6 (0,7)	(5,3)
Ladrillo	30,0 (8)	7,8 (1,9)	18,7 (5,7)	6,3 (1,1)	(16,1)
Enfoscado/pintura	1,5 (0,4)	2,0 (0,5)		4,5 (0,9)	(1,9)
Polvo	9,7 (2,6)	7,0 (1,7)	2,5 (0,8)	1,4 (0,2)	(4,6)
Costra sup.	22,1 (5,9)	18,2 (4,5)	16,7 (5,1)	22,5 (4,1)	(19,6)
Costra prof.	3,2 (0,8)	26,5 (6,6)	12,0 (3,7)	14,7 (2,7)	(13,7)
Total suciedad	35,0 (9,3)	51,8 (12,8)	31,2 (9,6)	38,6 (7,0)	(38,7)
Biodeterioro	1,1 (0,3)	2,3 (0,6)	1,6 (0,5)	1,6 (0,3)	(1,7)
Erosión sup.	5,9 (1,6)	4,6 (1,1)	6,3 (1,9)	6,4 (1,2)	(5,8)
Erosión prof.	0,4 (0,1)	1,5 (0,4)	2,6 (0,8)	6,2 (1,1)	(2,4)

Tabla V.26. Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total).

La tabla muestra en primer lugar los diferentes materiales que componen las fachadas y los huecos que presentan. Respecto a los defectos, debemos apreciar que la erosión superficial y profunda se centra en el material pétreo (especialmente el situado en el zócalo) y aunque supone un pequeño porcentaje del total, representa una gran superficie del material. Aquello que afecta en mayor grado al edificio es la suciedad (polvo y costras superficiales y profundas), que supone entre el 30 y el 50 % de las fachadas. Las pinturas, enfoscados y biodeterioro son poco significativos en relación al conjunto, pero importantes en aquellas zonas donde se localizan. Aunque la tabla no refleja las fisuras (por ser dimensiones lineales), deben considerarse tanto por su extensión como por su importancia.

## Aplicación de la tecnología termográfica

### Análisis de la distribución de temperaturas

La imagen obtenida con una cámara termográfica muestra una serie de colores en función de la temperatura que registra la cámara<sup>(478)</sup>. Hemos realizado un análisis de cada uno de los puntos o píxeles de las imágenes con el fin de obtener de forma cuantitativa la cantidad de puntos que tienen una misma temperatura. Lo hemos representado con una gráfica (Fig. V.142) en cuyos ejes aparece la temperatura (abscisas) y la cantidad de píxeles (en porcentaje) que alcanzan cada uno de los valores (ordenadas). De esta manera conocemos de manera concreta si el elemento que estamos estudiando está más o menos caliente, puesto que una imagen termográfica muestra el intervalo de temperaturas, pero no indica su distribución.

También se muestra en esta misma figura la temperatura media (*average temperature*,  $T_a$ ) de todas las imágenes analizadas, que es de prácticamente 20 °C. La temperatura media se ha obtenido en base a la siguiente fórmula:

$$T_a = n \cdot T_i \cdot P_i / P_T \quad (\text{ecu. V.50})$$

Siendo  $T_a$ : Temperatura media, n: el número de imágenes termográficas;  $T_i$ : cada valor de temperatura,  $P_i$ : píxeles asociados a cada valor de temperatura,  $P_T$ : suma de todos los píxeles de la imagen.

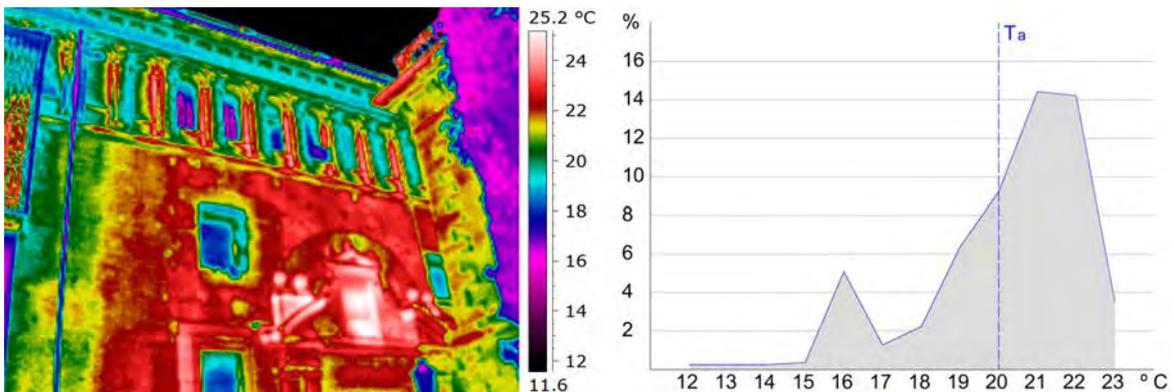


Fig. V.142. Distribución de temperaturas de una imagen termográfica.

La fotografía anterior muestra parte de la fachada principal del edificio y, como podemos apreciar, existe una gran variedad de temperaturas en su superficie. Al analizar la temperatura de cada uno de los píxeles de la imagen podemos obtener su temperatura media (en este caso 20,19 °C) y su distribución.

No obstante, para abordar un gran número de imágenes y el posterior cálculo de la temperatura de los cerramientos hemos empleado el programa Matlab, que nos muestra el valor de intensidad de cada píxel de una imagen en escala de grises. Este valor de intensidad varía de 0 a 255 y podemos transformarlo a un valor concreto de temperatura sabiendo el rango de temperaturas de la imagen y aplicando la siguiente fórmula:

$$T_i = T_{\min} + ((T_{\max} - T_{\min}) / 255 * I); \quad T_i > 0, I \in [0-255] \quad (\text{ecu. V.51})$$

Siendo  $T_i$  la temperatura que corresponde a un píxel determinado,  $T_{\min}$  y  $T_{\max}$  las tem-  
 478.- Existen diversas escalas de color en función de las marcas y según el uso (arquitectónico, ingenieril, médico...).

peraturas mínima y máxima medidas por la cámara termográfica, y el valor de intensidad del píxel (entre 0 y 255).

Con este programa hemos analizado un gran número de imágenes agrupando los píxeles en función de su temperatura asociada.

En la figura V.143 se observa cómo la distribución de temperaturas en los cerramientos del Colegio tiene una mayor distribución y, por tanto, mayores contrastes en la Toma 1 (13:00 h) que en la Toma 2 (21:00 h) en que la temperatura de los materiales se concentra alrededor de su temperatura media (19,23 °C).

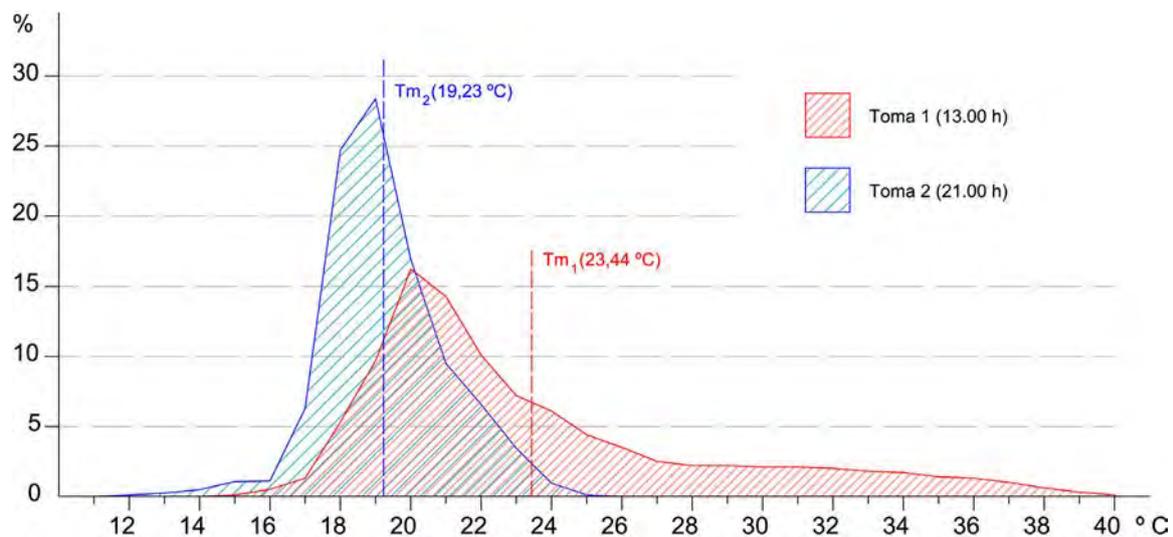


Fig. V.143. Distribución de temperaturas en los cerramientos del edificio.

### Análisis de los materiales

En cuanto al empleo de la termografía para el análisis de los materiales, hemos analizado la temperatura de los distintos materiales que constituyen el Colegio para calcular su temperatura media. En concreto, hemos estudiado el material pétreo, los ladrillos cara vista y el tapial que conforman las fachadas del edificio.

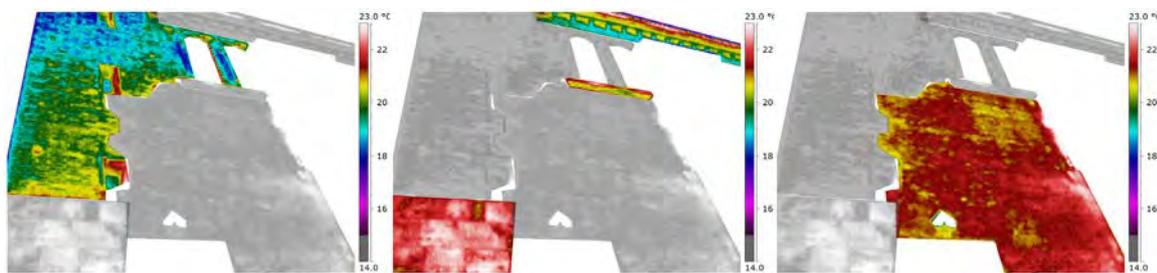


Fig. V.144. Análisis de los materiales de las fachadas (ladrillo, piedra y tapial).

En la figura anterior se han seleccionado los materiales que componen este tramo de cerramiento para su posterior análisis (figura V.144).

Luego comparamos la distribución de temperaturas sobre el mismo paramento (fig. V.145). Además, se muestra la temperatura media obtenida al analizar los gráficos anteriores. Para el caso de la piedra, le corresponde un valor de 19,56 °C, para el tapial 20,29 °C y

para el ladrillo 18,68 °C. La conclusión es que el material que conserva mayor temperatura tras la puesta del sol<sup>(479)</sup> es el tapial, luego la piedra y posteriormente el ladrillo.

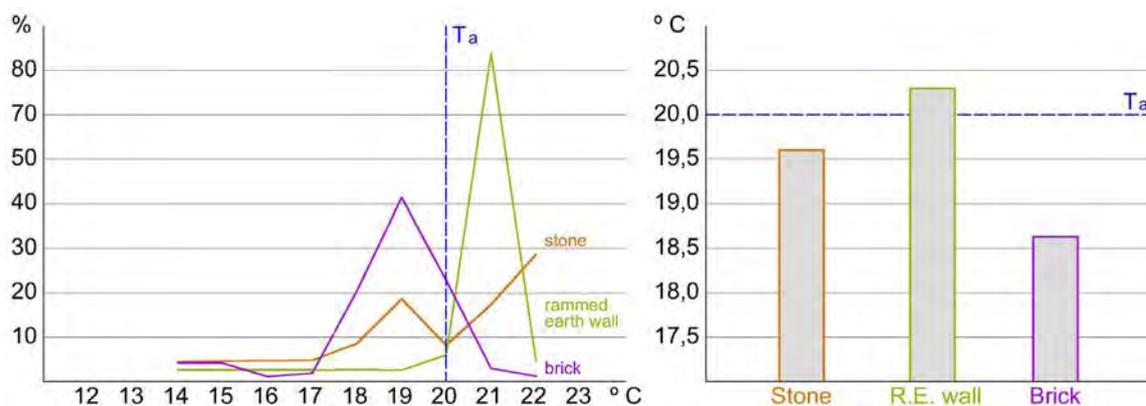


Fig. V.145. Distribución de temperatura y Temperatura media de los materiales de las fachadas (ladrillo, piedra y tapial).

Para el análisis de los materiales que componen los cerramientos hemos superpuesto la imagen IR con la gráfica de valores de temperaturas en una sección determinada de la imagen (ver figura V.146) de tal forma que se aprecia con gran claridad los distintos materiales con cambios bruscos de temperatura. En la fig. 146a la temperatura cambia en la junta del tapial (izq.) con la portada de piedra (dcha.); y en la fig. 146b entre la esquina de piedra (abajo) y de ladrillo (arriba).

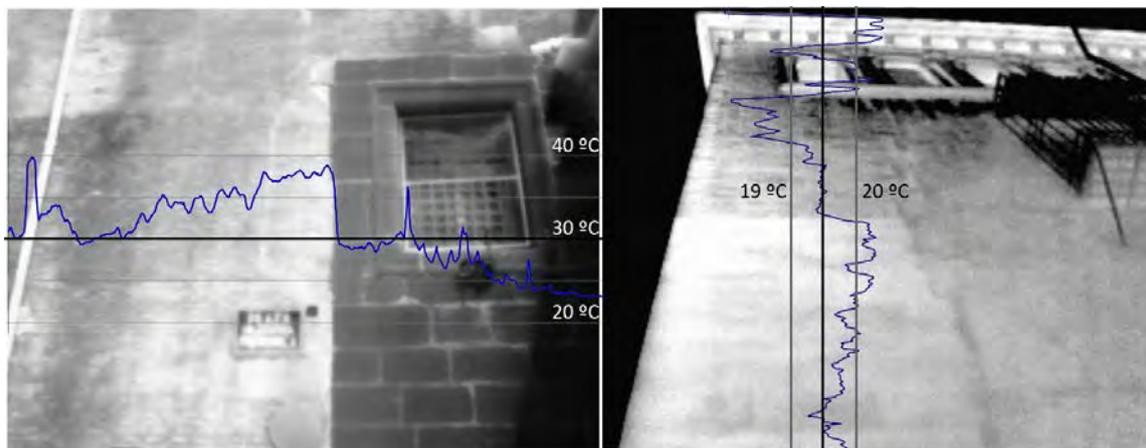


Fig. V.146. Superposición de imágenes IR con la gráfica de temperaturas.

También hemos analizado la tapia en dos tramos de una misma fachada que se ejecutaron en dos fases distintas del proceso constructivo del edificio<sup>(480)</sup>. La tapia realizada en Valencia durante muchos siglos contenía no solo tierra apisonada sino también ladrillos, con la finalidad de mejorar la resistencia y durabilidad del cerramiento. El muro estudiado forma parte de la fachada oeste del conjunto y, de hecho, pertenece a la iglesia. Una parte del muro está situada junto a las capillas laterales y otra parte está en el crucero.

En la figura V.147 tenemos dos imágenes termográficas tomadas a la misma hora (20:46 h) y con las mismas condiciones de temperatura (20 °C) y humedad. Si nos centramos en la parte central de cada una de las imágenes, que corresponde a la zona ejecu-

479.- En la ciudad de Valencia, en abril, tras las 20:30 h.

480.- Lerma, C. 2010, p. 123. Véase también el capítulo IV "Análisis del proceso constructivo".

tada con tapial, simplemente observando la paleta de temperaturas se evidencia que el comportamiento del material de la izquierda es diferente del de la derecha.

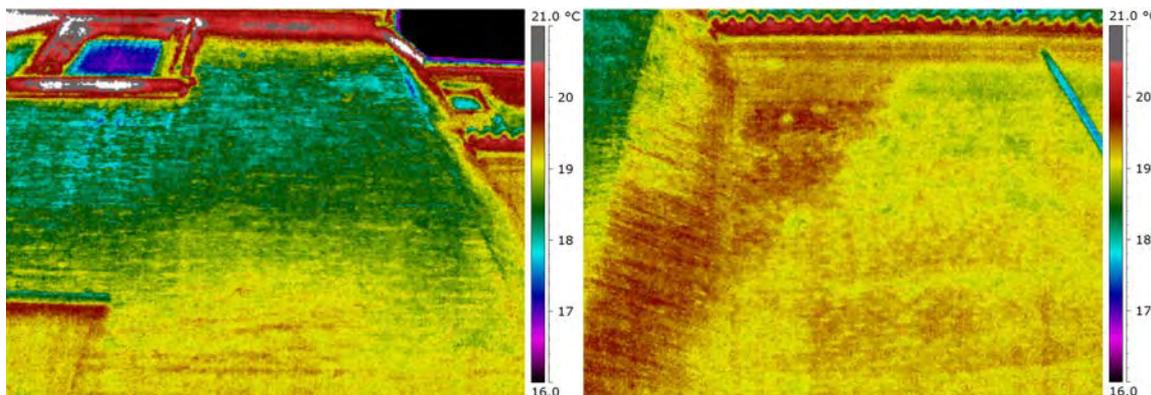


Fig. V.147. Análisis comparativo entre dos zonas de un mismo cerramiento (Fachada oeste).

Tal y como se ha explicado anteriormente, hemos procedido a cuantificar cada uno de los puntos de la imagen. Se han generado los gráficos de la figura V.148 que nos muestran la distribución de temperaturas de ambos tramos de muro y sus temperaturas medias. Es evidente que el comportamiento de estas dos partes del cerramiento es muy diferente para estar constituidos, teóricamente, por el mismo material. Este resultado apoya la hipótesis de que el tramo de muro del crucero de la iglesia se debió construir en otra fase constructiva del edificio.

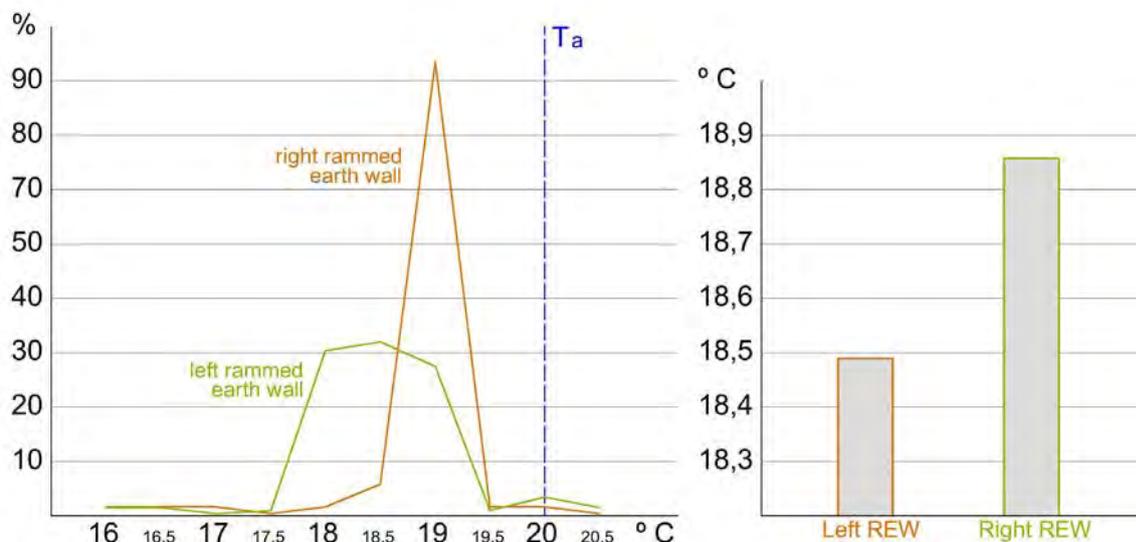


Fig. V.148. Distribución de temperaturas y Temp. medias del cerramiento (fachada oeste).

Sería muy interesante superponer los alzados elaborados a partir del escaneado láser del edificio con las imágenes termográficas para realizar mediciones más precisas tal y como propone Lagüela<sup>(481)</sup>. Sin embargo, el edificio que nos ocupa se encuentra en una trama urbana angosta, con calles largas y estrechas. Además, las cámaras que existen en el mercado actualmente no disponen de objetivos que permitan un gran ángulo de visión, por lo que debido a estos dos factores tendríamos que deformar la imagen termográfica en gran medida para poder superponerla con el alzado induciendo a errores no admisibles.

481.- Lagüela, S., 2011.

*Distribución de la temperatura ambiente*

Hemos aprovechado la fachada oeste de la iglesia de los Santos Juanes (C/ Cementerio de San Juan) pues se encuentra realizada toda ella con piedra de Godella a excepción del óculo situado en el centro de la misma<sup>(482)</sup>. De esta manera, en un paramento homogéneo se ha analizado la distribución de temperaturas desde la parte inferior hasta la superior de la fachada, tal y como se indica en la siguiente figura:

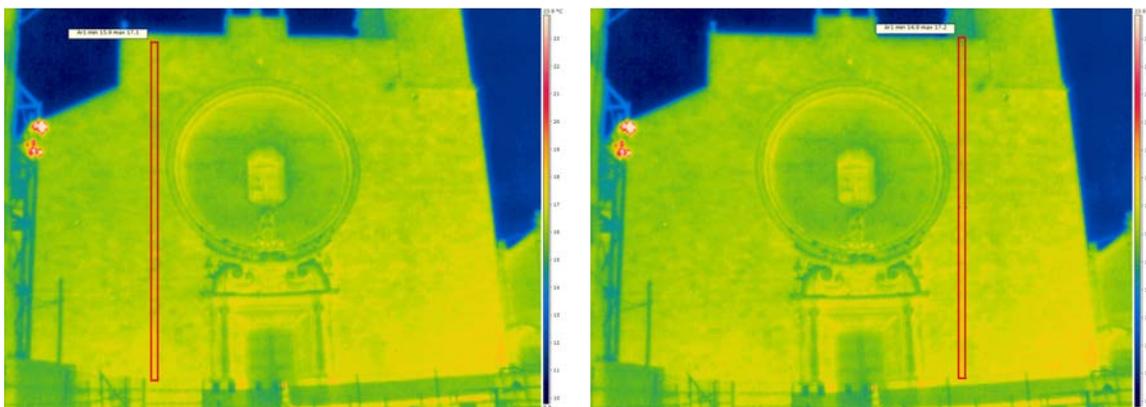


Fig. V.149. Termografía de la fachada oeste de la iglesia de los Santos Juanes.

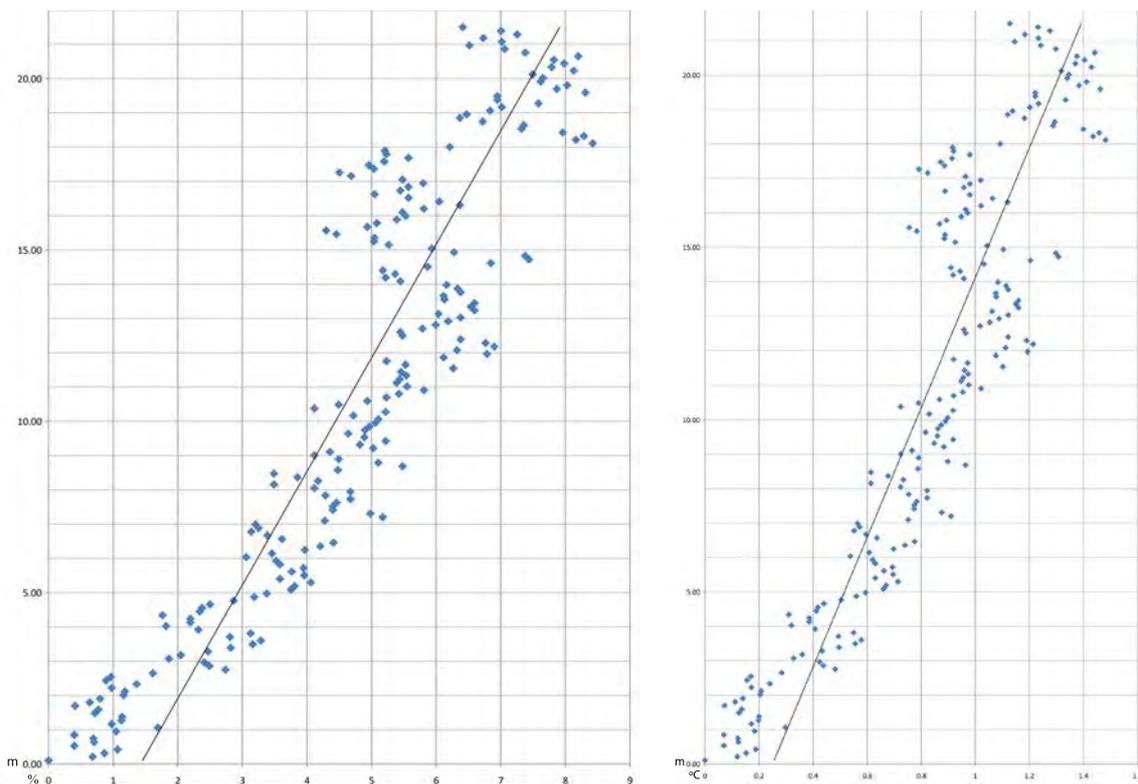


Fig. V.150. Estudio de la distribución de la temperatura ambiente en altura.

En la figura V.150a (izq.) se muestra cómo varía la temperatura de la fachada en porcentaje y en función de la altura. La línea de tendencia tiene la ecuación  $y = 0,3x + 1,4$  con una aproximación de  $R^2 = 0,82$ . Físicamente representa que la temperatura de la fachada disminuye en función de la altura con una proporción de un 5 % cada 12 metros.

En la figura V.150b (dcha.) se ha generado la misma línea de tendencia, pero en vez de porcentaje se ha usado grados Celsius. Véase Mas Tomás, Á., 1990.

de situar la variación de la temperatura en porcentaje se muestra la diferencia en grados centígrados.

Nuestro objetivo aquí es que sabiendo cómo varía la temperatura ambiente, podemos corregir la termografía para eliminar este factor externo. Para ello, hemos obtenido la temperatura de cada punto de la imagen<sup>(483)</sup>, hemos corregido la temperatura generando un algoritmo en una hoja de cálculo y hemos representado la imagen corregida con Matlab. La corrección de temperatura de la figura siguiente corresponde a 1,7 °C en vertical y 0,5 °C en horizontal.

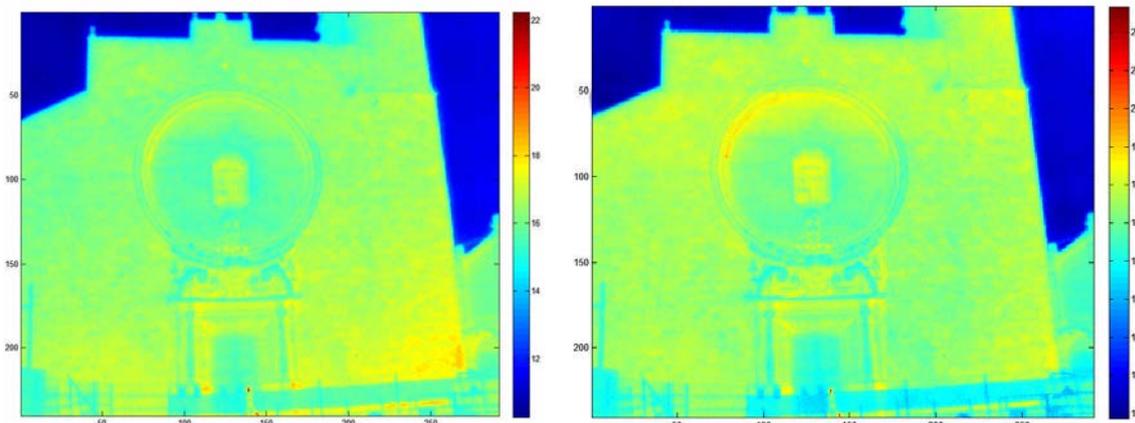


Fig. V.151. Imagen original y corregida la temperatura en vertical y horizontal.

Pero además, como sabemos la temperatura media del paramento, podemos filtrar los puntos de la imagen que se encuentren en un intervalo cercano a la misma con la intención de mostrar aquellos puntos que quedan fuera del rango, y poder así detectar las zonas conflictivas.

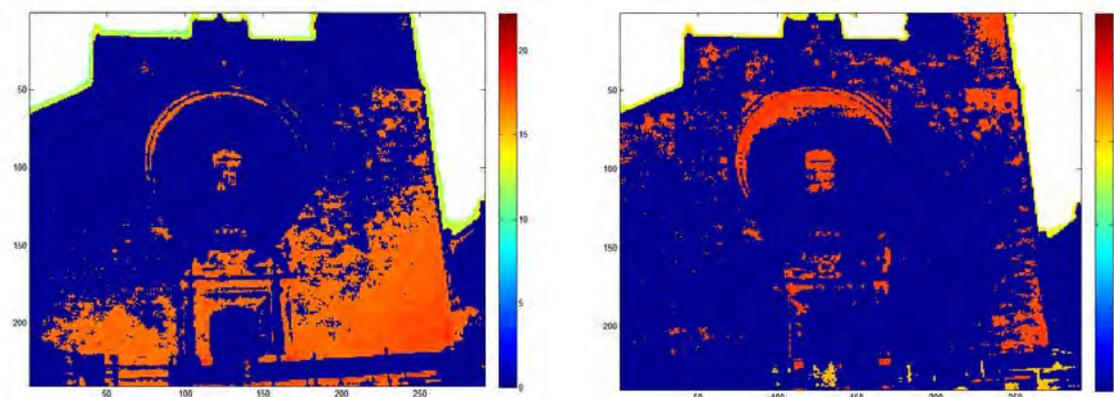


Fig. V.152. Imagen original y corregida la temperatura ambiente. En azul la temperatura media.

En la figura V.152a (izq.) se muestra la imagen termográfica sin corregir la temperatura ambiente. En color azul se reflejan los puntos que se encuentran a la temperatura media y en un intervalo superior e inferior de un 7 %. En la figura V.152b (dcha.) ya se ha corregido la temperatura ambiente. Las zonas más conflictivas son la esquina SE (dcha.), la parte superior del óculo, la zona superior derecha donde se sitúa una cornisa.

Si vemos un detalle de la misma fachada de la iglesia de los Santos Juanes, en la figura V.153a tenemos la termografía sin corregir (izq.) y corrigiendo (dcha.) la temperatura 483.- Con el programa FLIR QuickReport, suministrado online por el propio fabricante.

ambiente.

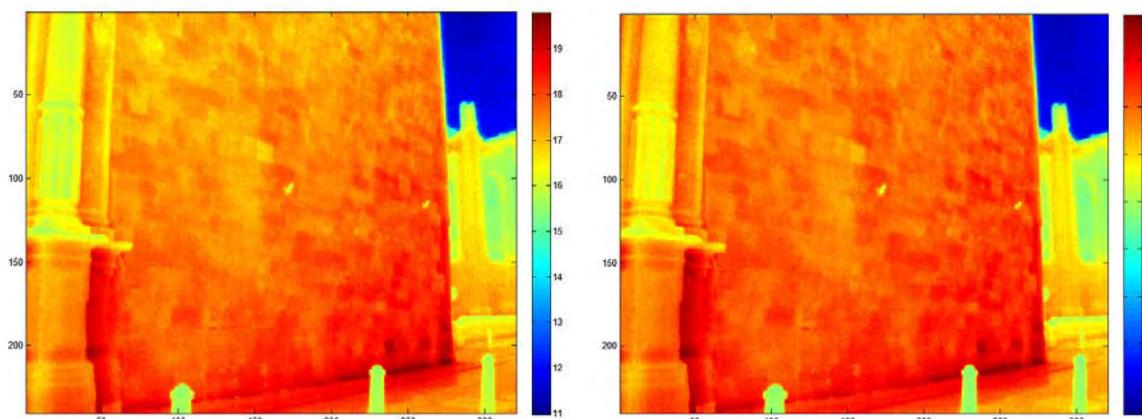


Fig. V.153. Imagen original y corregida la temperatura en vertical y horizontal.

A continuación filtramos aquellos puntos que se encuentran a la temperatura media del paramento (en este caso, 17,23 °C) y en un entorno del 3 %. También se ha representado la termografía sin corregir (izq) y corrigiendo (dcha) la temperatura ambiente.

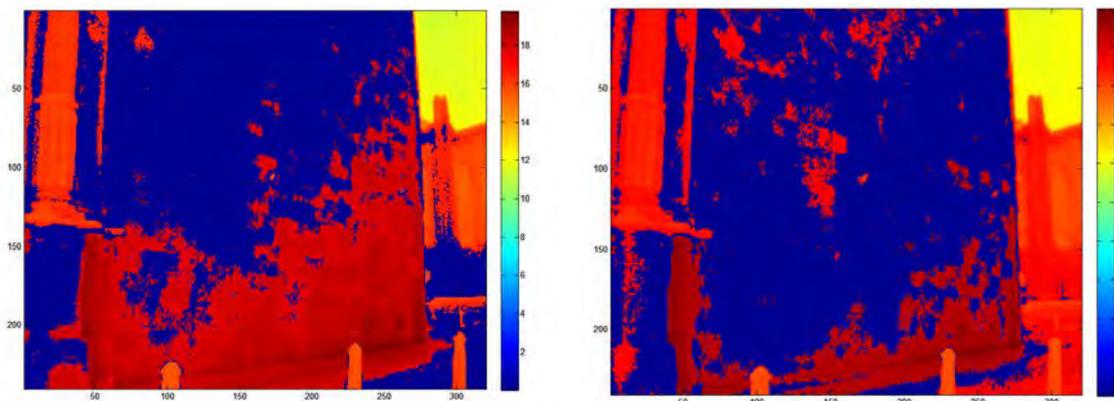


Fig. V.154. Imagen original y corregida la temperatura ambiente. En azul la temperatura media.

De esta manera, conociendo cómo varía la temperatura ambiente podemos corregirla y tratar de que no distorsione los cambios térmicos debidos al material.

#### *Identificación de la modulación de la tapia valenciana<sup>(484)</sup>*

Como sabemos, en cuestión de dos años se ejecutó la cimentación del perímetro del conjunto, un zócalo de piedra desde el que se levantan los muros construidos con tapia valenciana.

Los muros realizados con tapia valenciana se caracterizan porque a la tierra apisonada se le van intercalando distintas hiladas de ladrillos con el objetivo de rigidizar el muro. En el caso de los muros del Colegio-Seminario, la proporción es bastante elevada, de tal forma que prácticamente el espesor de la hilada de tierra y la de ladrillo son iguales.

La tierra empleada en la construcción de la tapia se tuvo que obtener de las excavaciones y movimientos de tierra generados en la propia obra del Colegio. Pensamos que la tierra extraída de la cimentación supuso un volumen suficiente para aprovecharlo en la

484.- Ler,ma, C., Mas, Á., Gil, E., 2012.

construcción del tapial, pues en la documentación consultada no existen registros de tierra que se trajera al Seminario. Sin embargo, sí existen partidas de obra para sacar o eliminar tierra sobrante. Por otro lado, los ladrillos que se empleaban en el tapial se traían del horno de Moncada, que el Patriarca Ribera tenía alquilado en exclusiva.



Fig. V.155. Termografía de la fachada sur.

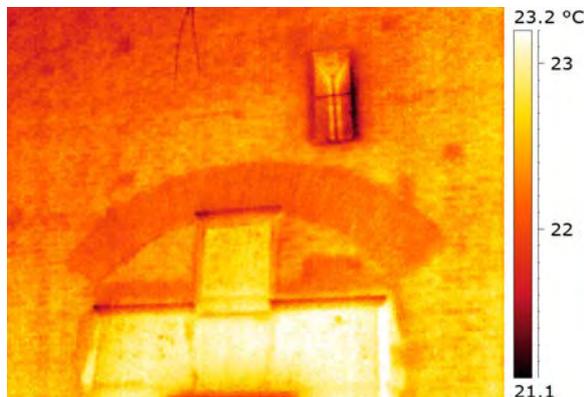


Fig. V.156. Termografía de la fachada oeste.

En este trabajo no nos ha interesado tanto el conocer la temperatura del material, con ayuda de la termografía, sino aprovechar los pequeños cambios de temperatura del material para identificar la modulación existente. Las figuras anteriores muestran dos imágenes termográficas donde se pueden apreciar los tapiales y los huecos para los travesaños.

En la figura V.157 vemos claramente las distintas hiladas de tapial. Esto es debido a que en cada junta horizontal se produce una discontinuidad de la temperatura. Hemos superpuesto finas líneas blancas para clarificar este aspecto.

En la figura V.160 podemos observar una vista general de todos los alzados del edificio y la distribución de las hiladas de tapial. La altura de cada hilada de tapia es de 5 palmos valencianos (1,13 m) y el espesor es de 3,5 palmos (0,79 m).

En la fachada principal, la sur, hay un total de 10 hiladas de tapial (Fig. V.160). En la fachada oeste hay hasta 12 hiladas. En la esquina nordeste tenemos una altura de 15 hiladas.

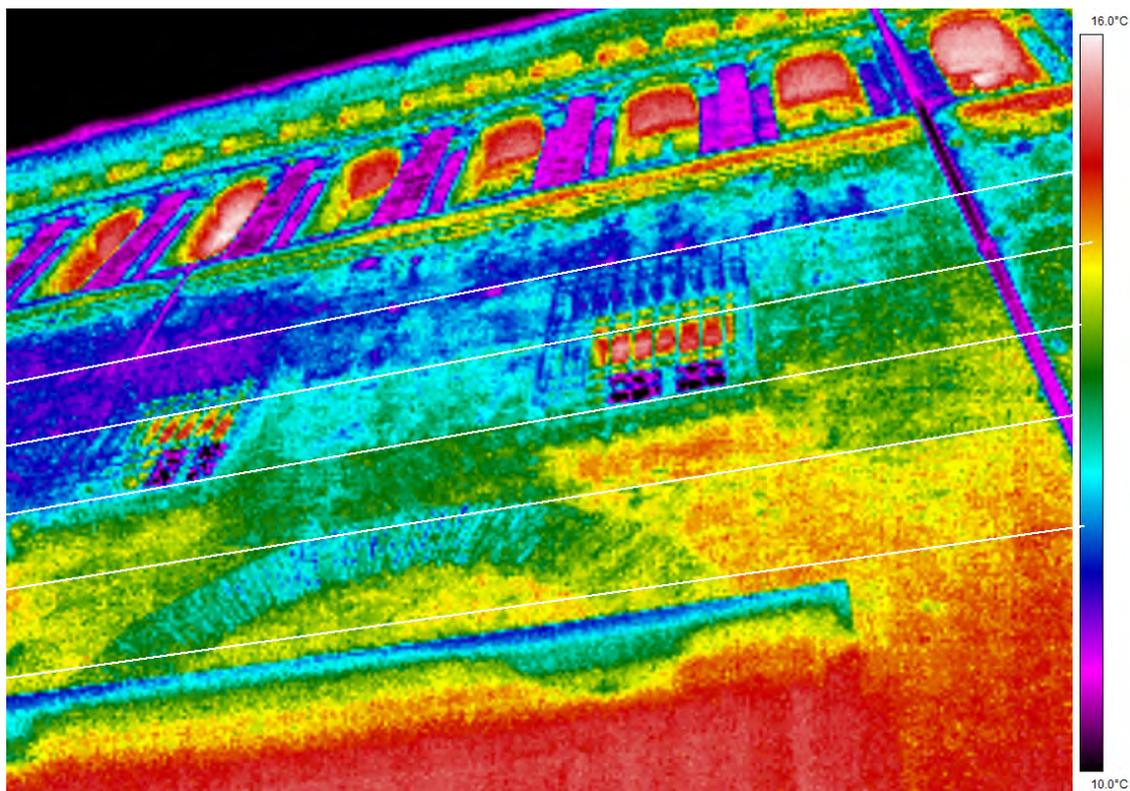


Fig. V.157. Superposición de las hiladas de tapial sobre una imagen termográfica.

Con diferencia, las juntas horizontales se aprecian con una mayor facilidad respecto a las juntas verticales de los tapiales en todos los alzados.

En la figura V.159 tenemos un detalle de los alzados oeste y sur. Hemos podido añadir algunas juntas verticales de los tapiales de la observación de las fotografías reales y de las tomadas con la cámara termográfica. Es factible pensar en que el módulo tendría una proporción 1 a 3 y, por tanto, la longitud de la tapia sería de 15 palmos (3,40 m). Cabe considerar que al existir múltiples huecos, cambios de material, etc. la distribución de las tapias no está perfectamente modulada.

En aquellas zonas donde no suele incidir el sol y la respuesta del material es más homogénea, también es más difícil identificar las juntas verticales de los tapiales.

Hemos incluido en la figura V.159 las fisuras más relevantes porque generalmente estas se producen por las zonas más débiles. Aparecen dos grandes fisuras que seccionan el edificio desde la base del muro hasta la cubierta. Además, se produce aproximadamente a la misma distancia (15 m) respecto de la esquina SW. En ambos casos el recorrido de las fisuras busca las juntas verticales de los tapiales o los huecos dejados por las agujas de madera, además de huecos y zonas donde cambia la inercia del cerramiento.

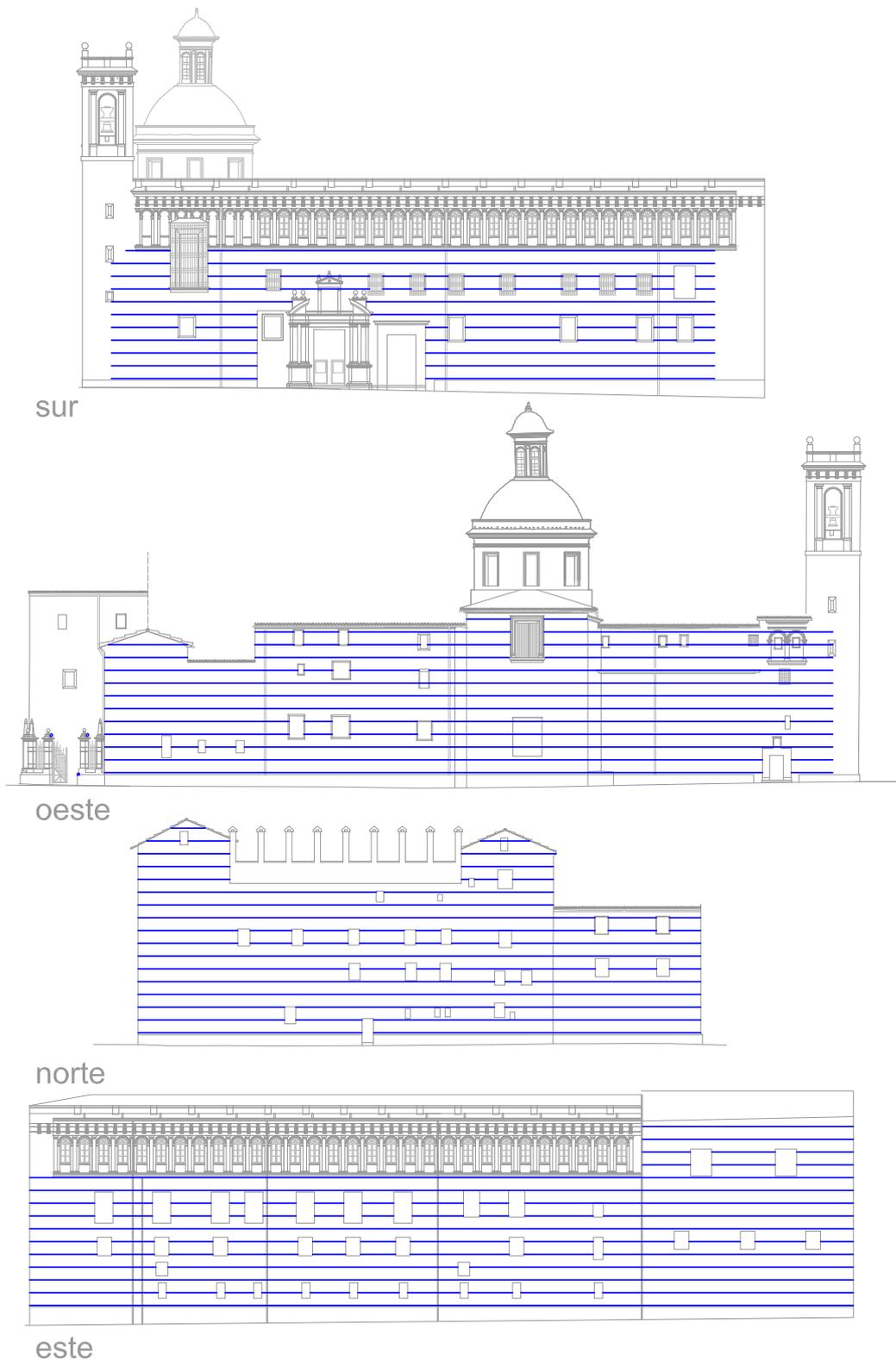


Fig. V.158. Vista general de las hiladas de tapial que componen el edificio.

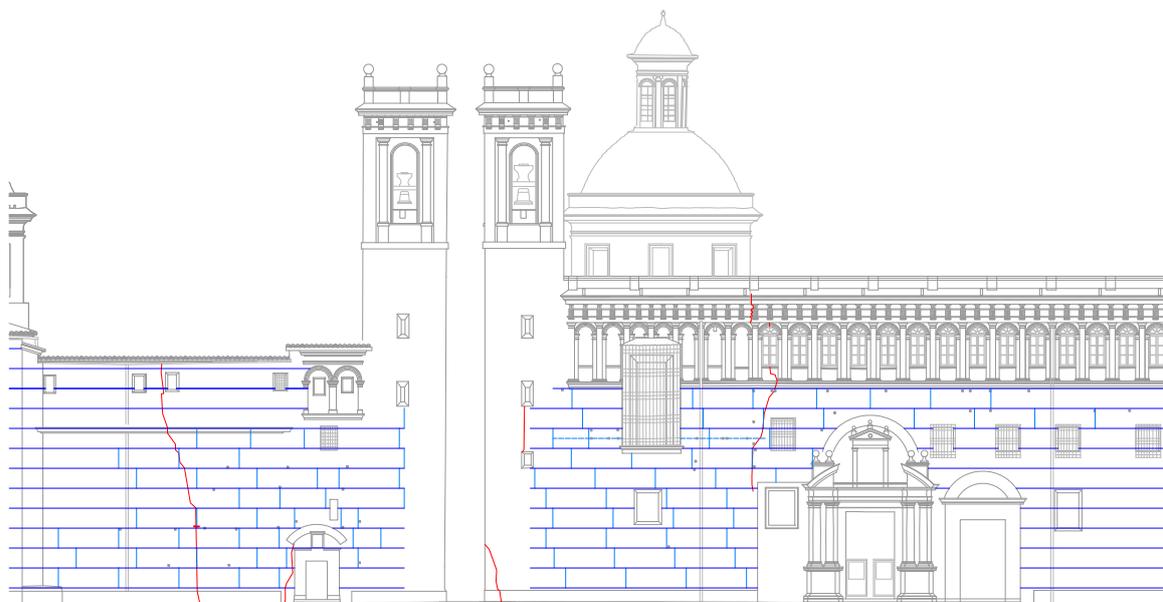


Fig. V.159. Detalle de la tapia, con algunas juntas verticales, y las fisuras más evidentes.

Existe abundante documentación sobre las partes principales del Colegio de Corpus Christi. Sin embargo, los muros perimetrales del edificio realizados en tapial se construyeron en los primeros años -y no existe un contrato específico- o junto a elementos importantes.

En primer lugar hemos realizado un análisis constructivo en base a la documentación citada. Los datos han sido tratados de manera objetiva y así hemos generado diversos gráficos que nos han ayudado a entender mejor el proceso constructivo.

Después hemos analizado un gran número de imágenes tomadas con la cámara termográfica observando sutiles líneas horizontales y algunas verticales. Estas líneas corresponden a las distintas hiladas de tapial, con sus juntas horizontales y verticales. De esta manera hemos podido determinar las dimensiones del módulo que se empleó en la construcción del edificio, 5 pies de altura, 15 de longitud y 3,5 de espesor.

La fachada sur del Colegio tiene la peculiaridad de que se construyó en varias fases. Del contrato<sup>(485)</sup> para la ejecución de las fachadas sur y este, por los maestros Miguel Rodrigo y Antonio Marona, podemos extraer algunos textos interesantes. Por ejemplo, se indica que se tiene que derribar parte de la fachada y posteriormente rehacer las hiladas (en el texto se les denomina hilos) de tapial para ajustarse a la nueva cota impuesta por el coro y, de esta forma, que encajen los revoltones (del forjado) en la tapia. Después, en otro ítem, se especifica que habrá que construir el muro de tapial hasta la segunda cubierta, dejando sus 'ligadas' para la demás obra. Ligadas o ligaduras, se entiende las adarajas y endejas necesarias para continuar con la obra. En el contrato también se obligaba al contratista a reutilizar la tierra de los tapias derribados o que tuvieran disponible dentro del Colegio.

485.- Boronat, P., 1904.



Fig. V.160. Superposición de las hiladas de tapial sobre una fotografía de la fachada sur.

**Identificación de la patología en los materiales**

*Estudio de los problemas de humedad*

El empleo de la termografía para el estudio de la humedad tiene como objeto identificar los efectos de la refrigeración por evaporación en la superficie del paramento en relación con la tasa de evaporación y la cantidad (contenido) de humedad presente en los muros<sup>(486)</sup>.

Aprovechando la época de lluvias en Valencia (octubre-noviembre)<sup>(487)</sup> dejamos que el edificio se empapara de agua antes de realizar el estudio termográfico.

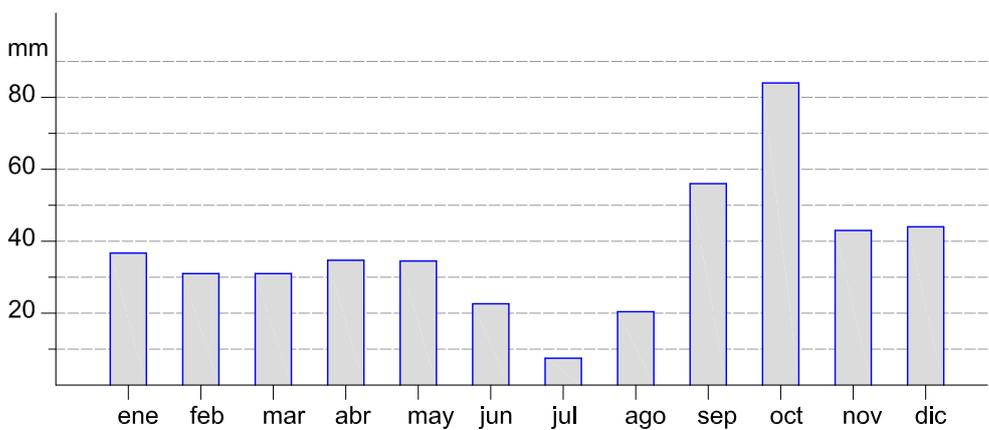


Fig. V.161. Precipitación media en Valencia (1937-2012).

486.- Válek, J. et al. 2010.

487.- Véase VIII.6 "Anejo de Ensayos", con más datos climatológicos.

El objetivo de realizar el estudio al haber llovido es que las diferencias en el comportamiento térmico de los materiales se incrementan y es más sencillo detectar problemas de aislamiento, deterioros diversos en la piedra, etc.

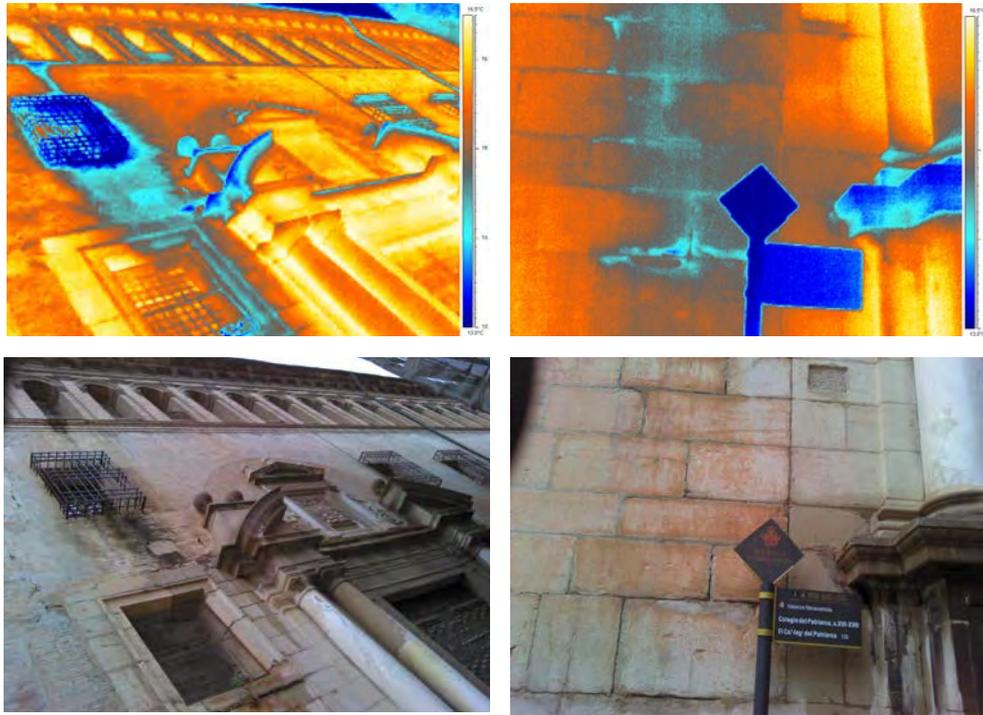


Fig. V.162. Zona húmeda a la izquierda de la portada de la iglesia.

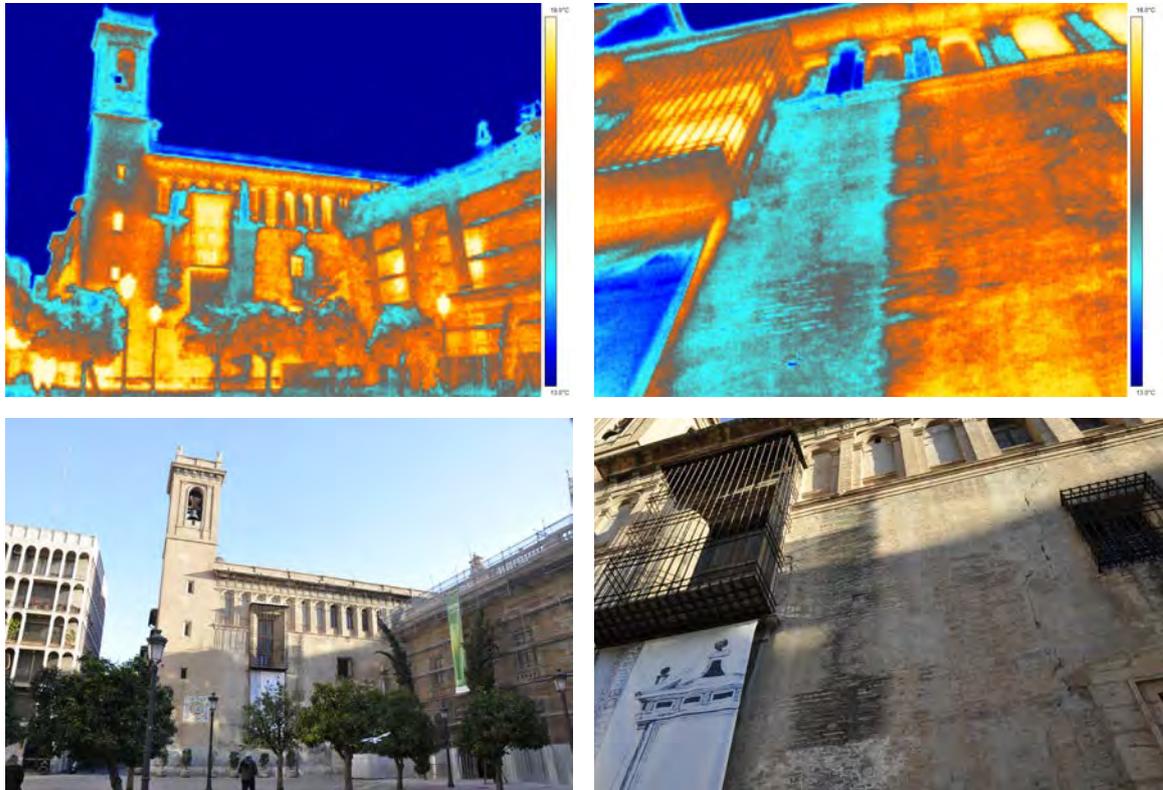


Fig. V.163. Vista general y detalle de la fachada principal (sur).

En la imagen termográfica se observa una zona claramente a menor temperatura.

En concreto se ha producido un descenso del 10 % respecto de las áreas colindantes. Corresponde a una zona por la que ha discurrido el agua y, en consecuencia, la ha refrescado. Anteriormente, nos hemos centrado en esta zona para explicar los desconchados que sufría la piedra. Este deterioro se ha visto favorecido por las continuas escorrentías del agua por esta zona.

En la figura V.163 podemos ver una zona de la fachada principal (sur) también afectada por la escorrentía del agua. En este caso es debido a que la bajante de aguas pluviales de la cubierta se eliminó y el agua cae libremente por el paramento. Si vemos las fotografías observamos que en dicha zona ha sufrido han proliferado los microorganismos y las eflorescencias.

Podemos identificar sillares colocados posteriormente (reposiciones) porque su temperatura es mayor (un 5 % en la fig. V.164) que la de los sillares situados en su entorno. En la figura V.165 y debido a la lluvia la parte superior del zócalo se encuentra mojada y a una temperatura inferior al resto del zócalo. Sin embargo, podemos ver cómo las reposiciones tienen un comportamiento térmico distinto.

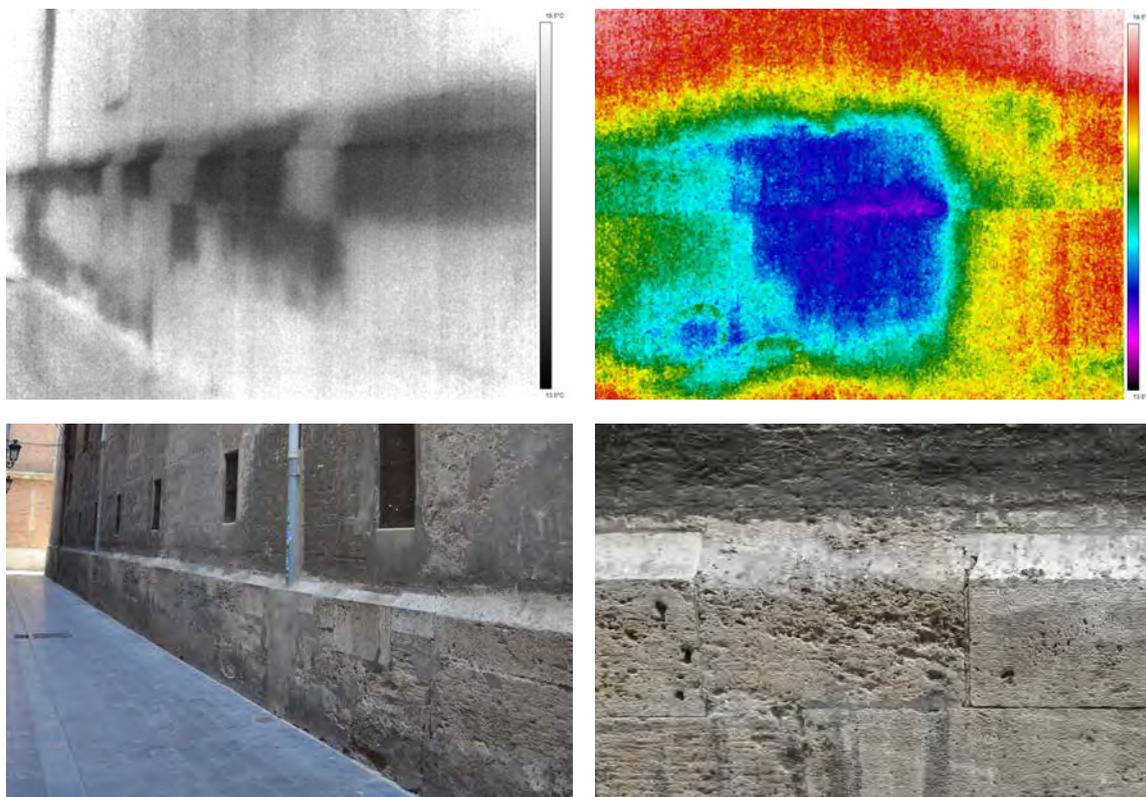


Fig. V.164. Vista general y detalle del zócalo de la fachada este.

La parte inferior del zócalo se ve afectada sobre todo por el agua de lluvia que salpica desde en el pavimento y produce un humedecimiento que va erosionando lentamente la piedra. En las imágenes siguientes se aprecia cómo existe una zona claramente diferenciada.

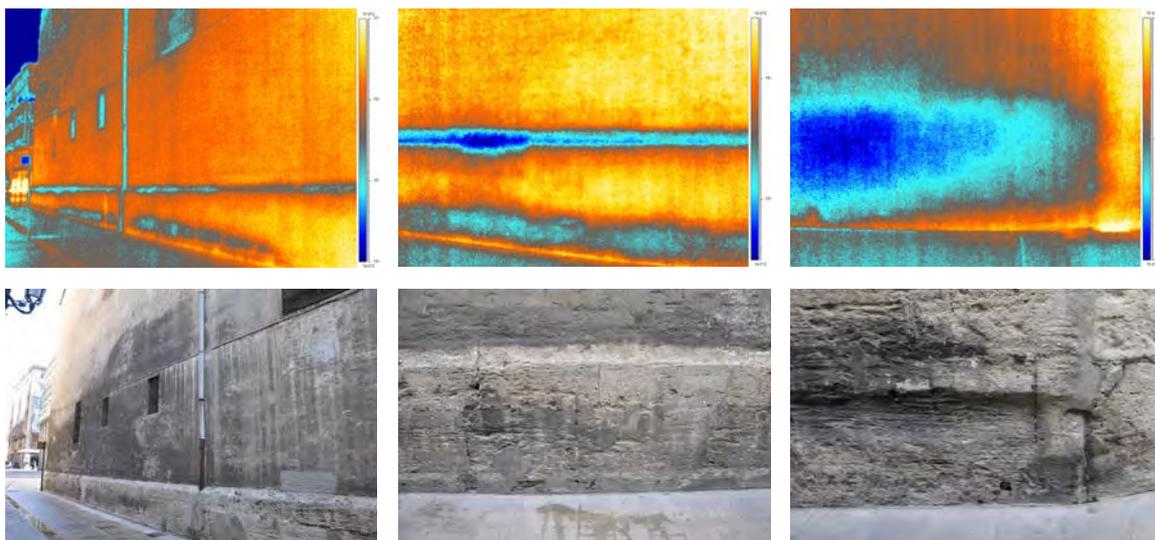


Fig. V.165. Vista general y detalle de la zona inferior del zócalo.

Las esquinas son zonas que siempre se encuentran a una temperatura inferior porque desde un punto de vista geométrico, el material pierde calor por una mayor superficie (por dos caras). Si además se suma que el agua de lluvia la humedece constantemente, la respuesta es la aparición de actividad biológica, sales, lavado, etc (fig. V.166).

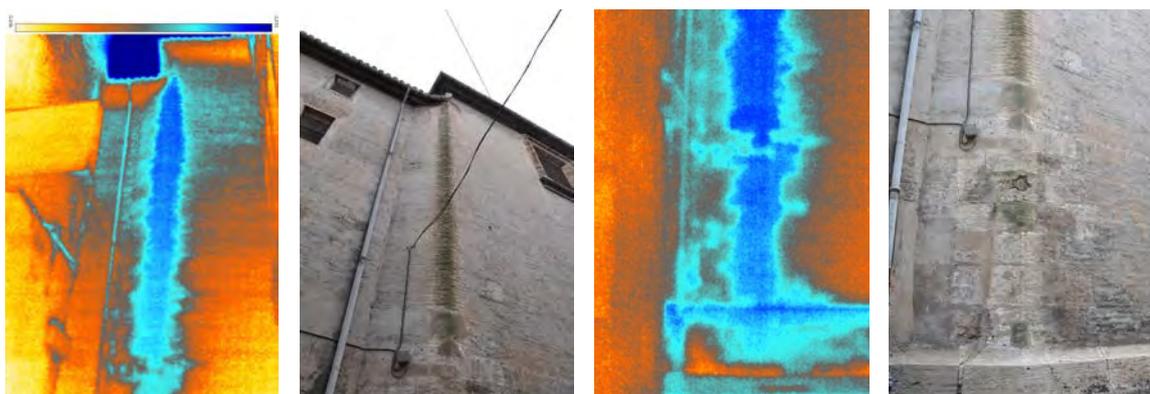


Fig. V.166. Vista general y detalle de una esquina.

#### *Ascensión de agua por capilaridad*

Los muros de los edificios están en contacto con el terreno húmedo. El agua asciende a través de ellos gracias a las fuerzas capilares. Al mismo tiempo se produce el secado de los muros por efecto de la evaporación a través de sus superficies. Normalmente se produce un equilibrio entre los dos fenómenos generando un perfil o frente de ascensión capilar.

En el proceso de secado se pueden distinguir dos etapas (véase figuras V.18 y V.167). Una primera corresponde a la evaporación de agua de la superficie, lineal en función del tiempo. Esta etapa depende de las fuerzas capilares y de la naturaleza de la solución<sup>(488)</sup>. La segunda etapa tiene un ritmo mucho más lento de evaporación y corresponde con la difusión del vapor de agua a través del medio poroso hacia la superficie<sup>(489)(490)</sup>.

488.- Hammecker, C., 1995.

489.- Scherer, G.W., 1990.

490.- Freitas, D.S., 2000.

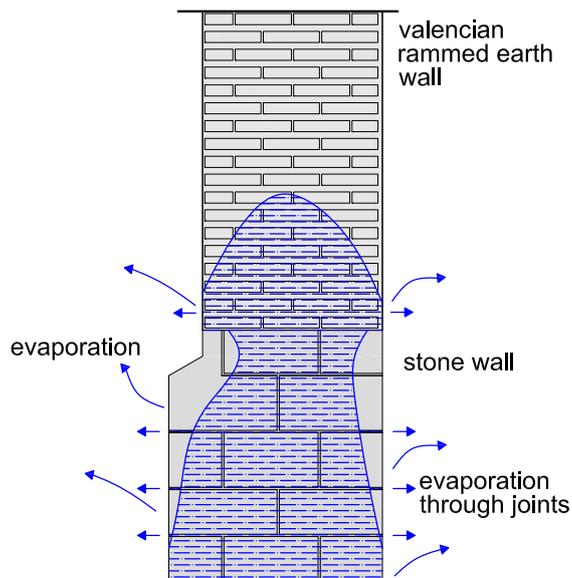


Fig. V.167. Ascensión capilar en el muro de piedra y tapial.

Siguiendo la ecuación V.32 obteníamos una altura de equilibrio de  $h = 0,71$  m para el caso del Colegio del Patriarca. El zócalo perimetral de piedra tiene una altura entre 0,5 y 1,5 m, por lo que habrá zonas donde el frente de ascensión capilar alcanzará el muro de tapia valenciana (tierra apisonada y ladrillos), tal y como se muestra en la figura V.167.

Los ensayos realizados en el laboratorio se han hecho según la norma UNE-EN 1925:1999, la cuál nos especifica un método para determinar el coeficiente de absorción de agua por capilaridad de la piedra natural.

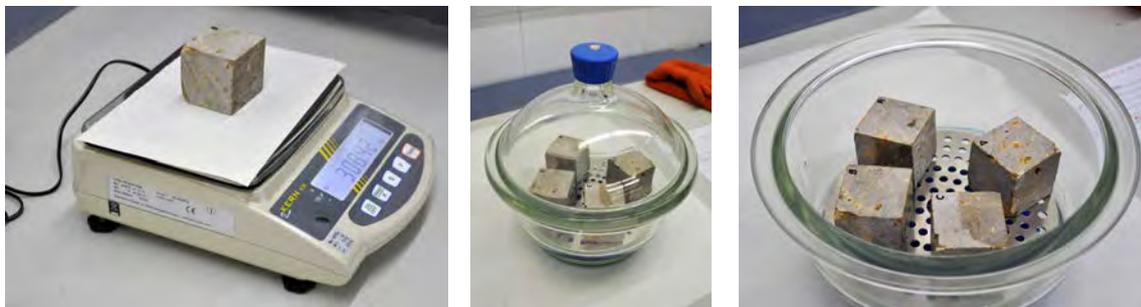


Fig. V.168. Báscula de precisión (0,01 g) y desecador.

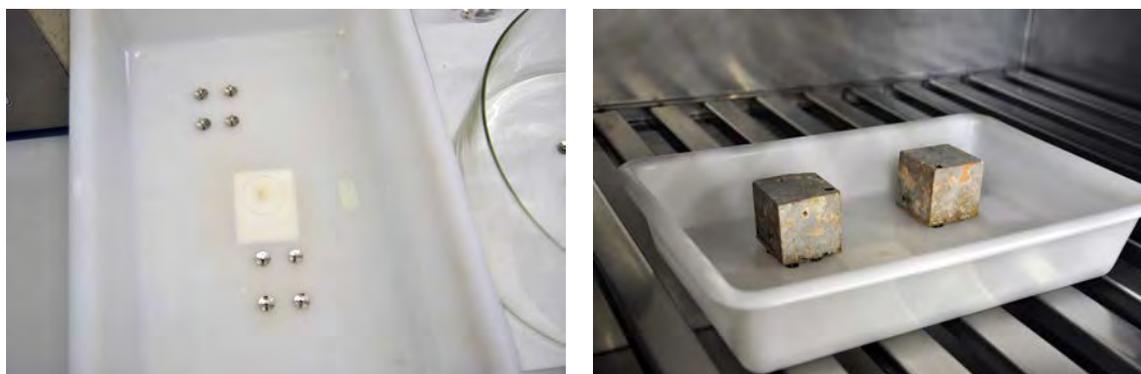


Fig. V.169. Recipiente para las muestras en el ensayo de absorción de agua por capilaridad.

En la figura V.169 tomamos fotografías de la báscula de precisión empleada en el

ensayo (con precisión de centésimas de gramo) y el desecador de vidrio para que las muestras no absorban la humedad ambiente mientras reducen su temperatura al sacarlas de la estufa.

Según las prescripciones del ensayo, después de secar la probeta hasta masa constante, esta se sumerge en  $3 \pm 1$  mm de agua por una de sus caras (fig. V.169) y se mide el incremento de la masa en función del tiempo con una precisión de 0,01 g (tabla V.27). Para alcanzar masa constante las probetas se mantuvieron en el horno a 75 °C durante 5 días, pesándose cada 24 horas.

	0	132	165	320	455	1540	2980	5870	10170	11625	13035	14475	15915	min
Muestra A	323.24	323.27	323.29	323.34	323.38	323.45	323.52	323.64	323.77	323.79	323.79	323.79	323.79	g
Muestra B	308.35	308.80	308.87	309.02	309.12	309.46	309.62	309.74	309.90	309.92	309.94	309.94	309.94	g

Tabla V.27. Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad.

Según la citada norma, los resultados deben expresarse en un gráfico que muestre la masa absorbida, en gramos divididos por el área de la base sumergida de la probeta, en  $m^2$ , en función de la raíz cuadrada del tiempo, en segundos. El gráfico se debe aproximar por dos líneas rectas, siendo la pendiente de la recta en el primer tramo el valor de  $C_1$ .

Por lo tanto, en la Fig. V.170 se refleja la absorción de agua por capilaridad en función de la raíz cuadrada del tiempo (en segundos), para una probeta con un coeficiente de absorción bajo, con  $C_1 = 0,27 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}$  para la muestra A y  $C_1 = 0,72$  para la muestra B.

$$\text{Donde } C_1 = (m_i - m_d) / A \cdot \sqrt{t_i} \quad (\text{ecu. V.52})$$

Con  $C_1$ : coeficiente de absorción de agua por capilaridad ( $\text{g/m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}$ ), que además es la pendiente del primer tramo de la gráfica;  $m_i$ : masas sucesivas de la probeta durante el ensayo (g);  $m_d$ : la masa de la probeta seca (g); A: área de la cara sumergida en agua ( $m^2$ ), para la muestra A es  $49,65 \times 49,90 \text{ mm}^2 = 0,002478 \text{ m}^2$  y la de la muestra B  $49,55 \times 47,80 \text{ mm}^2 = 0,002368 \text{ m}^2$ ;  $t_i$ : son los tiempos transcurridos desde el inicio del ensayo hasta el momento de medición (s).

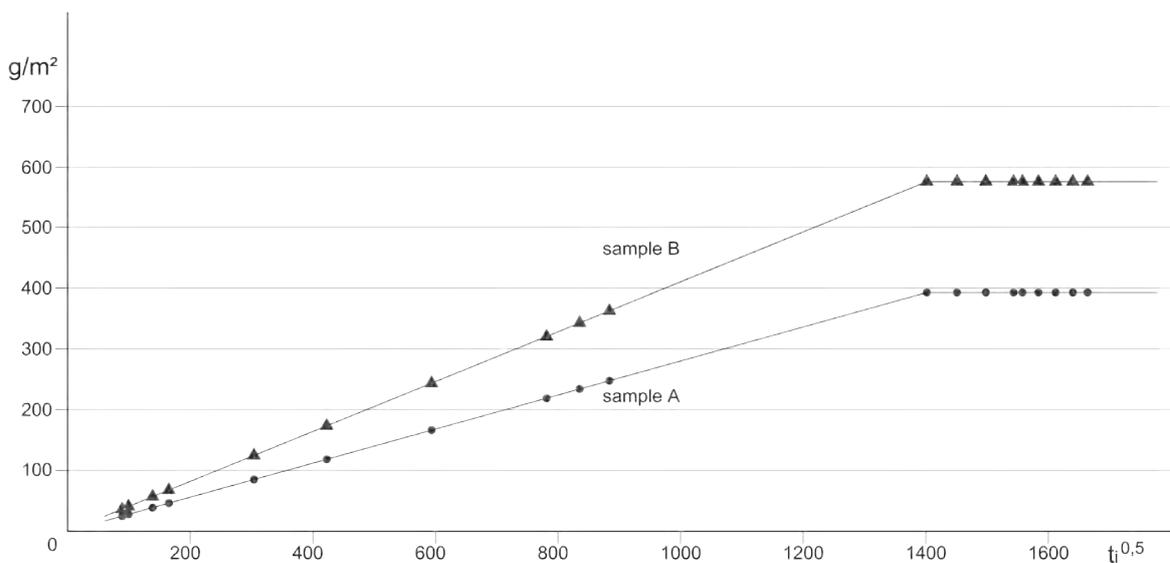


Fig. V.170. Absorción de agua por capilaridad en función de la raíz cuadrada del tiempo (s).

Los resultados de este ensayo con muestras de cantera nos muestran que la absorción de agua por capilaridad es lenta en función del tiempo.

En experimentos recientes se ha demostrado que un mayor contenido de humedad supone una mayor temperatura del material, en comparación con otras zonas o materiales que contengan menos humedad. En cualquier caso, es evidente el efecto refrigerante de la evaporación, pues la temperatura es menor que la ambiental<sup>(491)</sup>. Además, las propiedades del material influyen significativamente en la tasa de evaporación y, por tanto, en la velocidad con la que el material cede al ambiente el contenido de humedad.

Una vez humedecido un cerramiento, los factores de los que depende el secado del mismo son: temperatura, humedad relativa, microentorno, porosidad, comportamiento mecánico del material y duración de los ciclos humedad/secado<sup>(492)</sup>.

En la Fig. V.171 se puede ver claramente cómo la curva generada por la ascensión capilar del agua del subsuelo se refleja en la imagen infrarroja.



Fig. V.171. Ascensión del agua por capilaridad vista (a) con la cámara termográfica, (b) fotografía y (c) superposición de (a) y (b).

En los ensayos de laboratorio que hemos llevado<sup>(493)</sup> a cabo se observa que una vez humedecido el material comienza la evaporación del agua, descendiendo claramente la temperatura de su superficie. Conforme el material pierde esta humedad recupera su temperatura.

En la figura V.172 se aprecia el contenido de humedad en porcentaje respecto del peso seco de seis muestras, apreciándose cómo evoluciona la pérdida de peso en función del tiempo. La gráfica hace referencia a tres curvas, cada curva representa la media de dos muestras, con distinto grado de humedad que tienden a equilibrarse con la humedad ambiental. La curva (a) hace referencia a dos muestras que estuvieron inmersas en agua durante 72 horas, la (b) tan solo 5 minutos y la (c) se dejó como referencia con las condiciones ambientales de temperatura (24,3 °C) y de humedad (52,9 %).

En la siguiente figura se observa la evolución de la temperatura de dichas muestras. La curva (a), con mayor porcentaje de humedad requiere más tiempo para evaporar el agua absorbida y, por tanto, mantiene una temperatura reducida durante más tiempo. La curva (b), al tener menos humedad, la evapora con mayor facilidad y comienza a ascender su temperatura con más brevedad. La curva (c) al no variar su contenido de humedad inicial también mantiene constante su temperatura.

491.- Válek, J. 2010.

492.- Binda, L., 2010.

493.- Siguiendo a Gayo, E. et al. 1996.

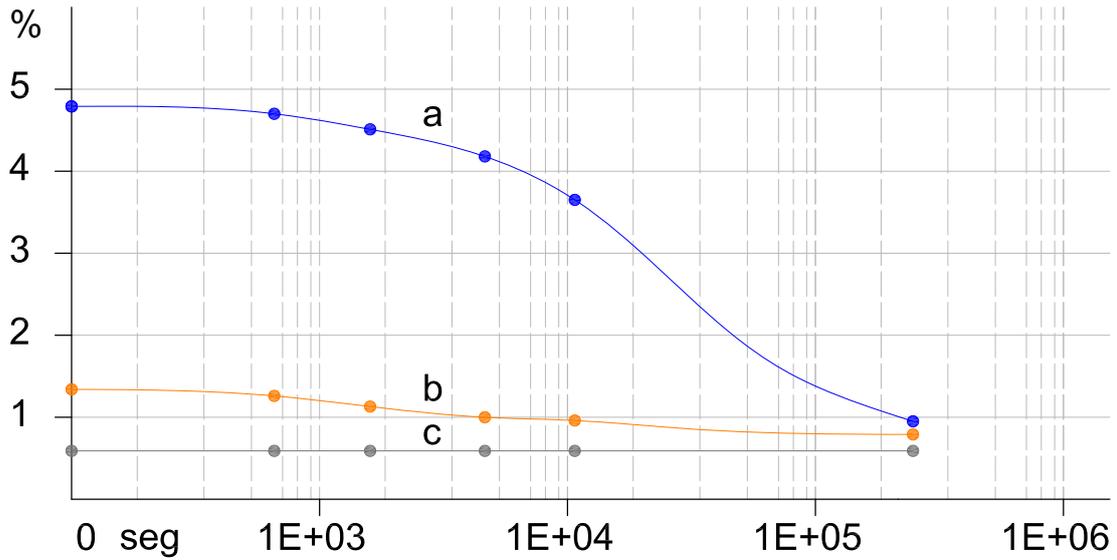


Fig. V.172. Pérdida de peso para muestras con diferente grado de humedad.

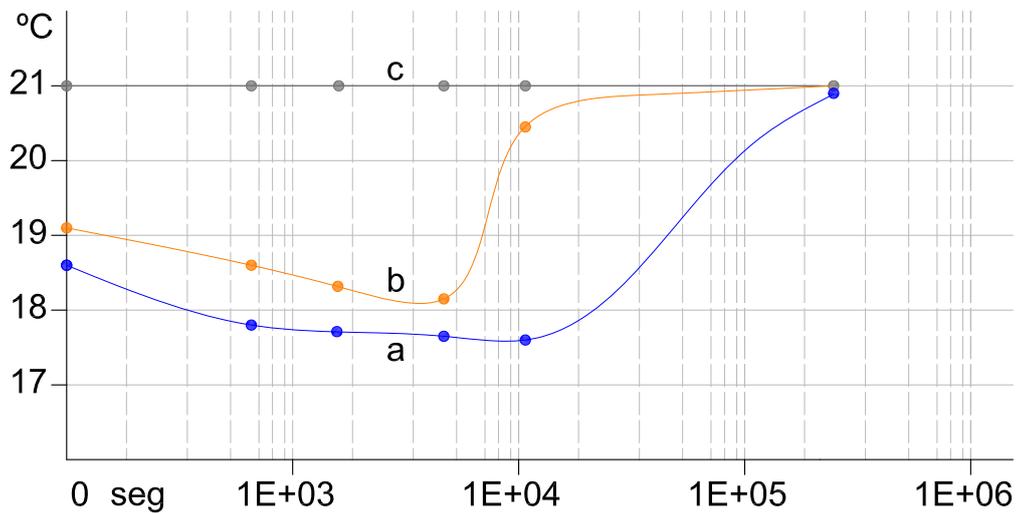


Fig. V.173. Temperatura con evaporación para muestras con diferente grado de humedad.

La pérdida de peso se ha obtenido pesando sucesivamente las muestras en una balanza de precisión (0,01 g), mientras que la temperatura se ha recogido empleando la cámara termográfica.

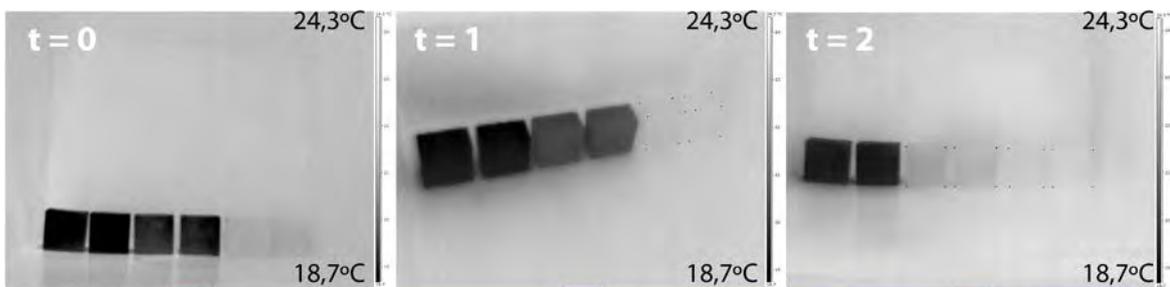


Fig. V.174. Termografías del proceso de evaporación.

En la imagen superior vemos termografías en tres etapas del proceso de evaporación. De las seis muestras, las dos primeras (izq.) corresponden a la curva (a), las dos siguientes (centro) a la curva (b) y las dos últimas (dcha.) a la curva (c). En esta escala de grises, el

color negro indentifica las temperaturas menores (hasta 18,7 °C) y al color blanco tienden las mayores temperaturas (temperatura ambiente: 24,3 °C). Puede observarse cómo las dos muestras de la derecha, que han permanecido a temperatura y humedad ambiental, prácticamente ni se detectan. Conforme avanza el experimento y las otras cuatro muestras pierden humedad van igualando su temperatura a la ambiental.

*Absorción de agua*

También hemos realizado el ensayo correspondiente para determinar la absorción de agua a presión atmosférica con muestras de cantera de la piedra de Godella, según la norma UNE-EN 13755, la cuál nos indica:

*Después de secar hasta masa constante, cada probeta se pesa y, a continuación, se sumerge en agua a presión atmosférica durante un período de tiempo específico. Se determina la absorción de agua a presión atmosférica, expresado como porcentaje, mediante la proposición de la masa de la probeta saturada (obtenida a masa constante) y la masa de la probeta seca.*

Debemos calcular:

$$A_b = 100 \cdot (m_s - m_d) / m_d \tag{ecu. V.53}$$

Siendo  $A_b$  la absorción de agua a presión atmosférica.

Los resultados que hemos obtenido se reflejan en la tabla V.28:

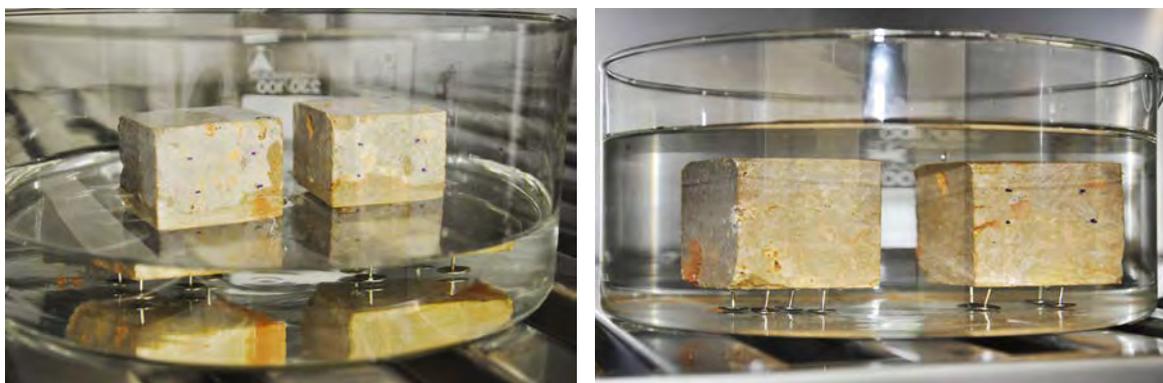


Fig. V.175. Muestras C y D en el ensayo de absorción de agua a presión atmosférica.

	0	180	240	315	1605	3045	5885	11630	13025	31770	min
Muestra C	319.87	320.55	320.76	320.88	320.93	321.09	321.17	321.21	321.24	321,40	g
Muestra D	318.12	318.53	319.38	319.40	319.46	319.63	319.86	320.07	320.08	320,24	g
	41855	53365	62005	72115	83635						min
Muestra C	321,48	321,55	321,59	321,61	321,65						g
Muestra D	320,32	320,37	320,35	320,38	320,39						g

Tabla V.28. Resultados del ensayo de absorción de agua a presión atmosférica.

De lo que deducimos los valores correspondientes:

$A_b$  (muestra C): 0,43 %

$A_b$  (muestra D): 0,62 %

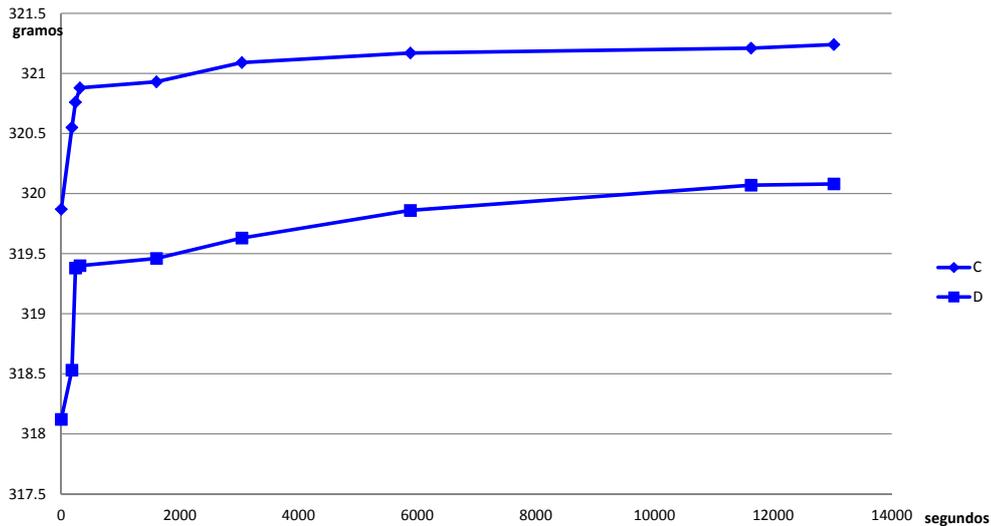


Fig. V.176. Muestras C y D en el ensayo de absorción de agua a presión atmosférica.

Los resultados de la tabla V.28 los mostramos en la fig. V.176. Vemos que en las dos muestras ensayadas la evolución ha sido muy similar. Se ha producido un gran incremento de peso en los primeros momentos, dejando paso posteriormente a una lenta evolución que continúa aumentando la masa de las muestras.

*Cristalización de sales*

En función de la velocidad de evaporación ( $V_1$ ) y de la velocidad de migración del agua hacia la superficie ( $V_2$ ) se produce una morfología de deterioro distinta por la cristalización de las sales en el material<sup>(494)</sup>.

La eflorescencia es la cristalización de las sales sobre la superficie exterior del material. La costra es una lámina compacta en la parte externa del material. Se identifica por su dureza, por su color (costras negras) y por contener productos carbonosos de contaminación (hollín, polvo...). La escama es una lámina de unos pocos milímetros de espesor que se desprende paralelamente a la superficie.

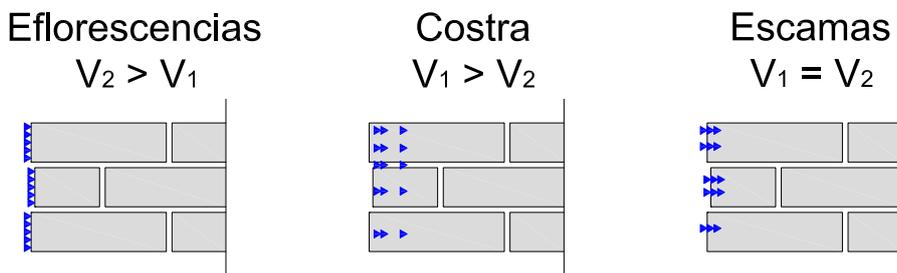


Fig. V.177. Morfología del deterioro en el material producida por la cristalización de sales.

(i) Eflorescencias. Cristales de sales, como sulfatos de potasio y sodio son habituales en los muros, sobre todo en los meses de verano. Las sales eflorescentes que forman marcan la posición de los frentes de evaporación, que pueden estar en la superficie de los materiales porosos o con la misma frecuencia justo por debajo de la superficie dentro de

494.- Rossi, R., 1988.

los propios poros.

El origen de los iones que forman las sales solubles es muy diverso: Por lixiviación de rocas, morteros, ladrillos y otros materiales, así como de restauración; propio del subsuelo; por depósitos de productos atmosféricos naturales o de contaminación ambiental antropogénica; generado por el metabolismo de organismos; otros. La actividad iónica de las disoluciones que ascienden por capilaridad por los muros de los edificios depende de la naturaleza del subsuelo y la actividad en su entorno. En la atmósfera se encuentran partículas en suspensión, aerosoles y gases cuyos iones son capaces de formar depósitos de sales solubles sobre las piedras<sup>(495)</sup>.

El zócalo que se muestra a continuación muestra el ascenso de humedad por capilaridad con una marca clara. Debemos tener en cuenta que esta fachada nunca recibe la luz solar directamente por estar orientada a norte. En función de la velocidad de evaporación de esta fachada la patología creada es de eflorescencias.



Fig. V.178. Zócalo con eflorescencias, (a) foto, (b) termografía y (c) detalle de eflorescencias.

Se puede observar en la figura siguiente como la zona inferior en la que se han depositado las sales se muestra con la cámara termográfica como una zona de mayor temperatura. Hemos de considerar que las sales aumentan localmente la densidad de la zona donde se sitúan.



Fig. V.179. Sillar con eflorescencias, (a) termografía, (b) foto y (c) superposición de (a) y (b).

Las consecuencias de la acumulación de sal son que: (a) Las sales pueden bloquear los poros y los capilares a través de los cuales el agua se evapora y, por lo tanto, hacer subir el frente aumentando en consecuencia la humedad<sup>(496)</sup>; (b) Se producen daños en el material por la constante disolución y recristalización de ciertas sales que se da por los cambios de humedad y temperatura. Las sales de sulfato de sodio depositadas a partir de las aguas subterráneas pueden ser especialmente destructivas para los edificios y monumentos<sup>(497)</sup>.

495.- Ortiz, M.P., 1998.

496.- Oliver, A., 1988.

497.- De Clercq, H., 2008.

(ii) Costras negras. También podemos aplicar la termografía infrarroja al estudio de las costras negras de contaminación. En realidad, las costras negras están formadas por yeso (una sal), pero tiene una gran incidencia en las zonas urbanas.

Por costra negra se entiende una capa de color negro o gris oscuro compuesta por yeso y minerales de la roca soporte. A veces presentan morfologías esponjosas y un cierto espesor, de hasta varios centímetros. Provocan la arenización de la roca infrayacente<sup>(498)</sup>.

En la figura V.176 se muestra la costra negra que se ha formado en la parte superior de la fachada oeste del Colegio. Se trata de una zona que suele mojarse por estar próxima a la cubierta. Al estar en la parte más alta del cerramiento recibe abundante luz solar que facilita la evaporación del agua y la formación de sales.

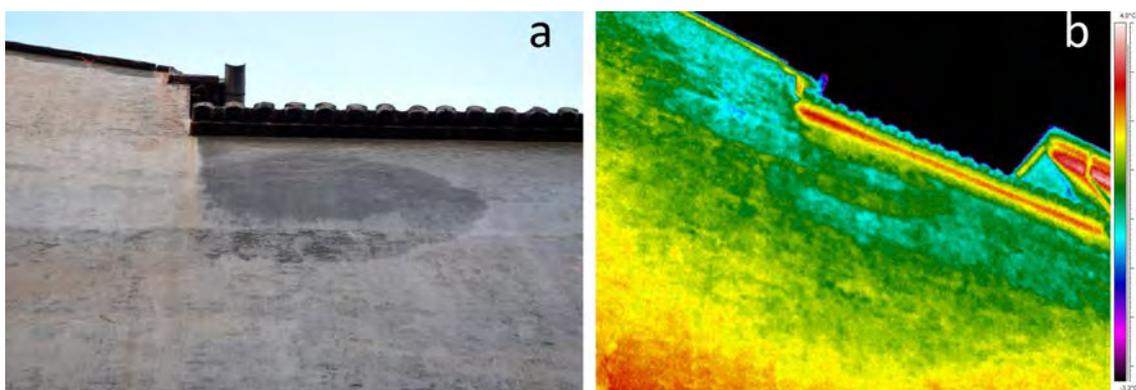


Fig. V.180. Costra negra en la parte superior del cerramiento. Fotografía (a) y termografía (b).

(iii) Escamas. En el edificio que nos ocupa, a la izquierda de la portada principal (fachada sur) se levanta una pared con sillares de Ribarroja. Independientemente de la pátina rojiza que trataremos más adelante, debido a la degradación que está sufriendo la piedra se están generando una serie de desconchados. No todos son visibles a simple vista, pero la cámara termográfica los detecta con facilidad. Si la degradación que sufre el material pétreo es por exfoliación tal y como observamos, es decir, *levantamiento y separación de una o más lascas o capas (alteradas o no) de espesor uniforme (varios milímetros), paralelamente entre sí y a planos estructurales o de debilidad de la piedra*<sup>(499)</sup>, las lascas que se separan de la matriz de la roca tienen poco espesor y se enfrían con gran rapidez.



Fig. V.181. Zócalo con escamas, (a) foto, (b) termografía y (c) detalle de eflorescencias.

La fachada que enfrenta al zócalo mostrado anteriormente se encuentra sitiada a sur y sí que recibe radiación solar, por lo que la velocidad de evaporación es mayor y la patología que se genera es la de escamas, tal y como puede apreciarse en la anterior figura.

498.- Ortega, M., 1996.

499.- Ordaz, J., Eibert, R.M 1988 et al.

Los ensayos que hemos realizado en el microscopio electrónico (SEM) así como de difracción de rayos X (XRD) (Fig. V.185) nos muestran que la pátina exterior (Fig. V.184a y Tabla V.29) contiene yeso mientras que la parte interna no (Fig V.184b y Tabla V.29).

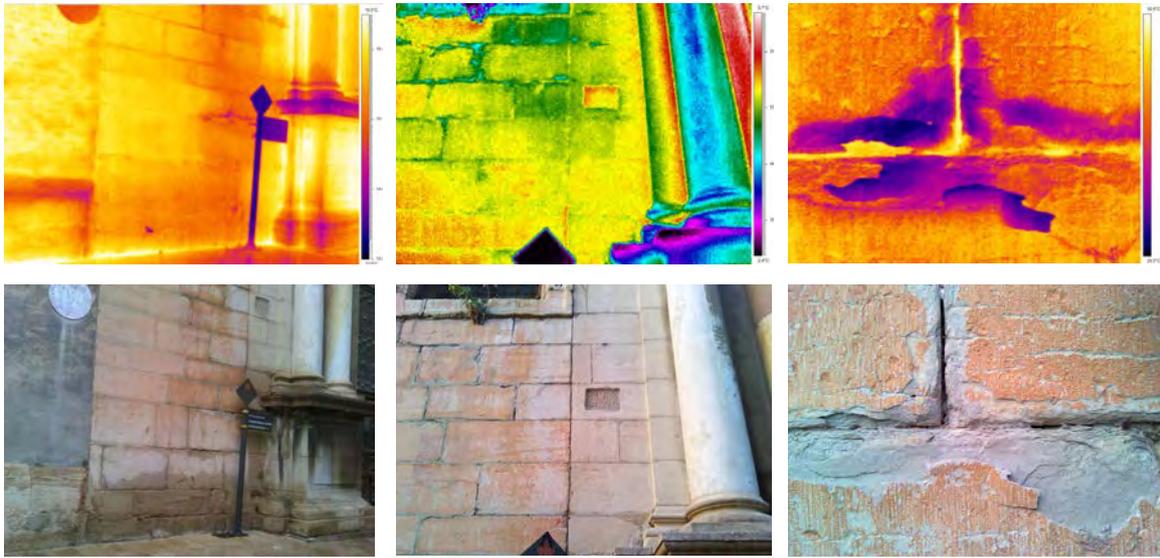


Fig. V.182. Vista general de un desconchado (fachada sur).

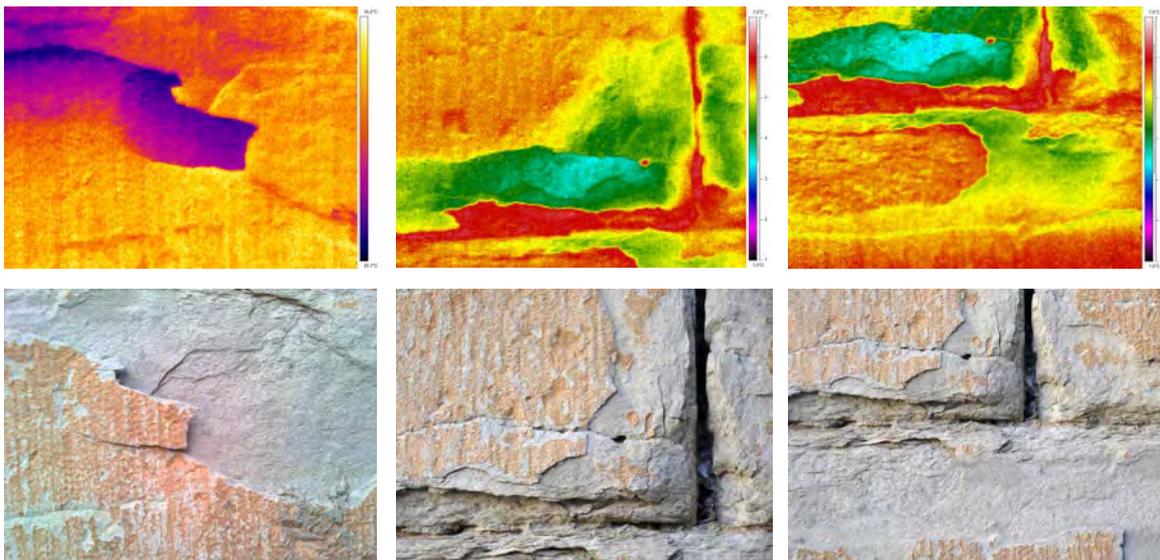


Fig. V.183. Detalle de un desconchado (fachada sur).

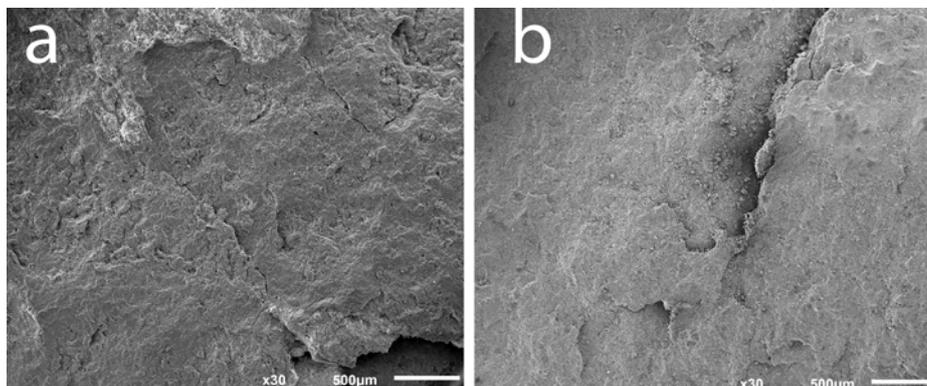


Fig. V.184. Piedra de Ribarroja, parte externa (a) y parte interna (b) en el SEM.

V.- Análisis de los materiales de construcción

Fig. V.184a	C	O	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Total
(exterior)	83.99	202.70	6.37	15.31	1.06	2.61	59.63	6.66	378.33

Fig. V.184b	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Au	Total
(interior)	199.66	1.71	3.15	9.35	110.68	3.90	77.38	405.82

Todos los resultados en peso (%)

Tabla V.29. Análisis químico en SEM.

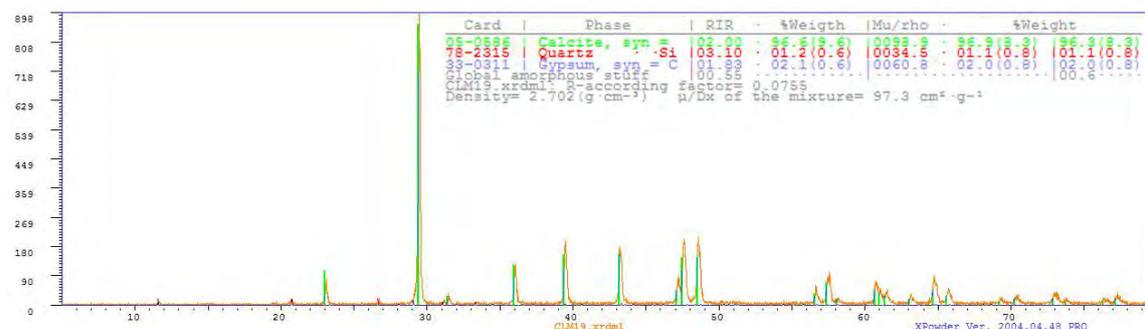
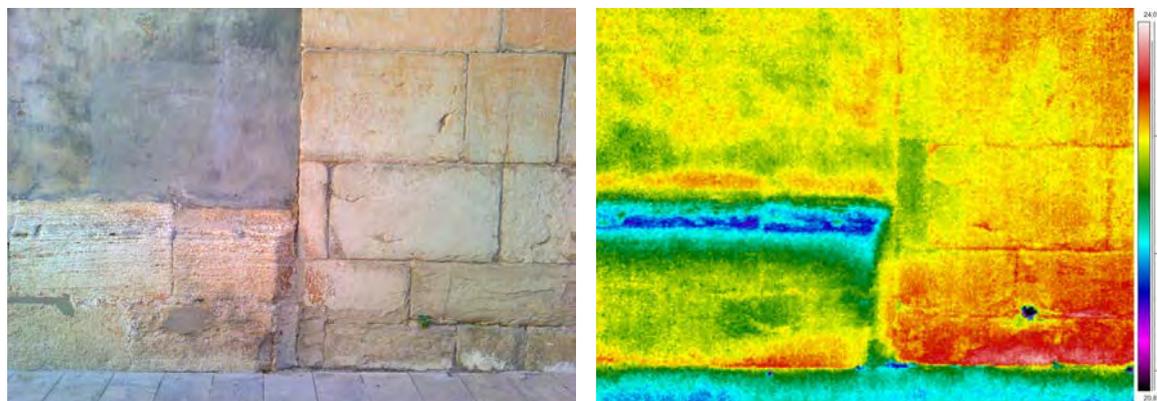


Fig. V.185. Difracción de rayos X (XRD) de la parte exterior de la roca de Ribarroja.

Identificación de distintos materiales por sus características

En la imagen siguiente se puede ver el zócalo de piedra de Godella y la piedra de Ribarroja. La imagen termográfica está tomada a las 7:12 h, tras casi 12 horas sin soleamiento<sup>(500)</sup>, siendo la temperatura ambiente de 7,3 °C.



Muestra	Godella (izq)	Ribarroja (dcha)
D <sub>r</sub> media (g/cm <sup>3</sup> )	2,60	2,64
Porosidad media	15 %	5 %
Temperatura	80 % (3,27 °C)	100 % (4,07 °C)

Fig. V.186. Comparativa de termografía entre la piedra de Godella y la de Ribarroja.

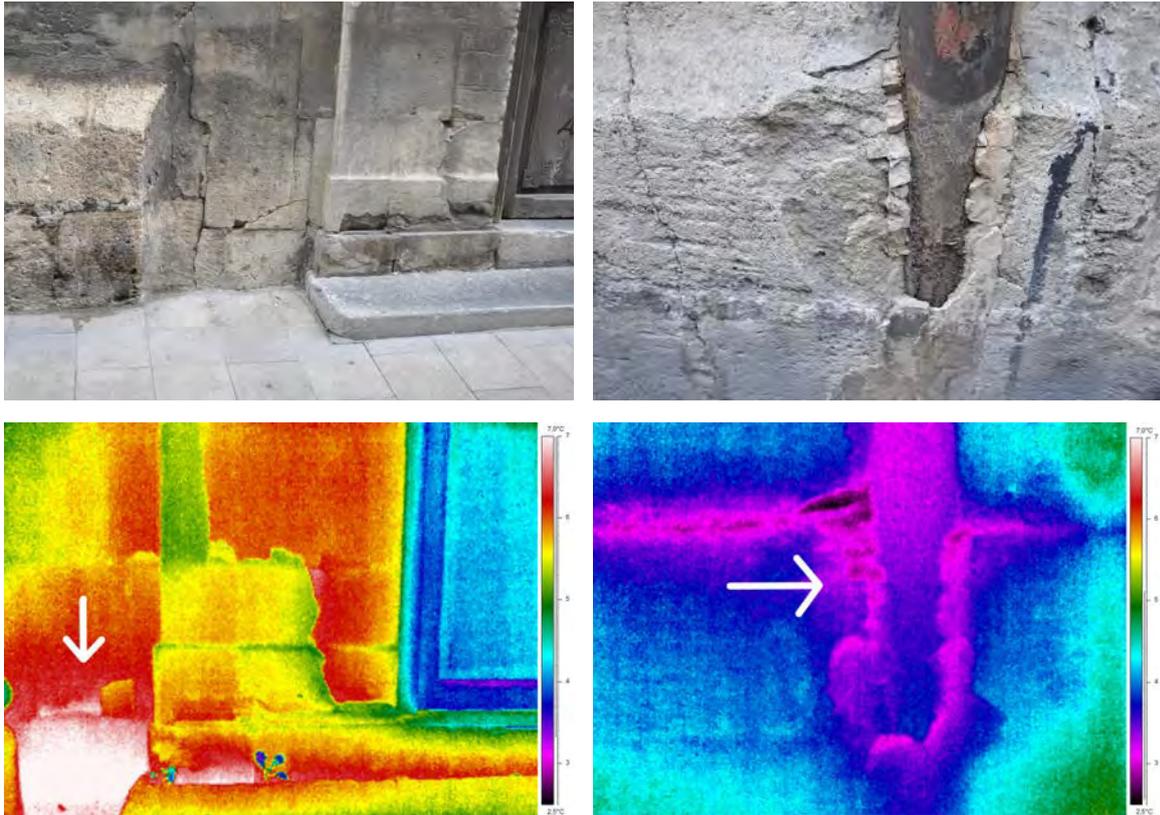
Teniendo en cuenta que la piedra de Ribarroja es menos porosa y más densa (valores medios), la termografía describe una respuesta térmica un 20% mayor que en la de Godella. Una piedra más densa y más compacta tiene mayor inercia térmica y conserva mejor la temperatura.

500.- Véase de nuevo Cañas Guerrero, I., 2005, comentado en V.4. Base teórica sobre termografía.

*Comparación de propiedades (piedra de Godella)*

Las imágenes que se muestran en la figura V.182 describen dos puntos donde hemos analizado la densidad y la porosidad en el laboratorio quedando reflejados los datos en la tabla inferior.

Ambas muestras pertenecen al mismo tipo de piedra (Godella) pero la M28 que se encuentra situada junto a una bajante pluvial en malas condiciones posee en la actualidad una mayor porosidad (casi el doble) si bien la densidad real es algo mayor. Las imágenes termográficas fueron tomadas entre las 7:59h (M29) y las 8:09h (M28).



Muestra	M29	M28
Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	2,56	2,61
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,19	1,93
Porosidad	14,56 %	27,45 %
Temperatura	100 % (5,77 °C)	60 % (3,44 °C)

Fig. V.187. Comparativa de propiedades de la piedra de Godella.

*Comparación de propiedades (piedra de Ribarroja)*

Las imágenes que se muestran en la figura V.183 describen de nuevo dos puntos donde hemos analizado la densidad y la porosidad en el laboratorio quedando reflejados los datos en la tabla inferior.

Ambas muestras pertenecen al mismo tipo de piedra (Ribarroja), la M24 se sitúa en la jamba izquierda de la puerta del campanario (fachada oeste), mientras que la M20 se encuentra en la jamba izquierda de la puerta del Colegio (fachada sur). Las imágenes termográficas fueron tomadas entre a las 7:33 h (M24) y las 7:59 h (M20) respectivamente.



Muestra	M24	M20
Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	2,66	2,61
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,53	2,25
Porosidad	4,89 %	13,81 %
Temperatura	100 % (6,0 °C)	92 % (5,5 °C)

Fig. V.188. Comparativa de propiedades de la piedra de Ribarroja.

Tipo	Ribarroja		Godella		Cantera Godella
	M24	M20	M29	M28	
Orientación	W	S	W	W	-
D real (g/cm <sup>3</sup> )	2,66	2,61	2,56	2,61	2,56
D aparente	2,53	2,25	2,19	1,93	2,52
Porosidad (%)	4,89	13,81	14,56	27,45	1,86
Temperatura (°C)	6,00	5,50	5,77	3,44	-
Temperatura (%)	100	92	96	57	-

Tabla V.30. Comparación de las muestras M20, M24, M28, M29.

Tipo Muestra	M-6	M-9	Godella M-10	Godella M-12	Godella M-13	Cantera Godella C-1
Orientación	E	E	S	W	S	-
D real (g/cm <sup>3</sup> )	2,84	3,09	3,17	3,23	3,23	3,03
D aparente	2,36	2,87	2,58	2,48	2,91	2,93
Porosidad (%)	30,4	9,07	21,50	25,88	9,41	4,36

Tabla V.31. Comparación de las muestras de la Iglesia de los Santos Juanes.

En laboratorio hemos comparado dos muestras calizas de diferente densidad. De una parte, una muestra de cantera de piedra de Godella ( $D_a = 2,55 \text{ g/cm}^3$ ) y de otra una muestra de piedra de Bateig ( $D_a = 2,21 \text{ g/cm}^3$ ). El ensayo consistió en mantener las muestras durante 72 horas a  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  y registrar con la cámara termográfica la pérdida de calor en función del tiempo (en segundos). Las condiciones ambientales fueron  $24,3 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $50,3 \%$  de humedad relativa.

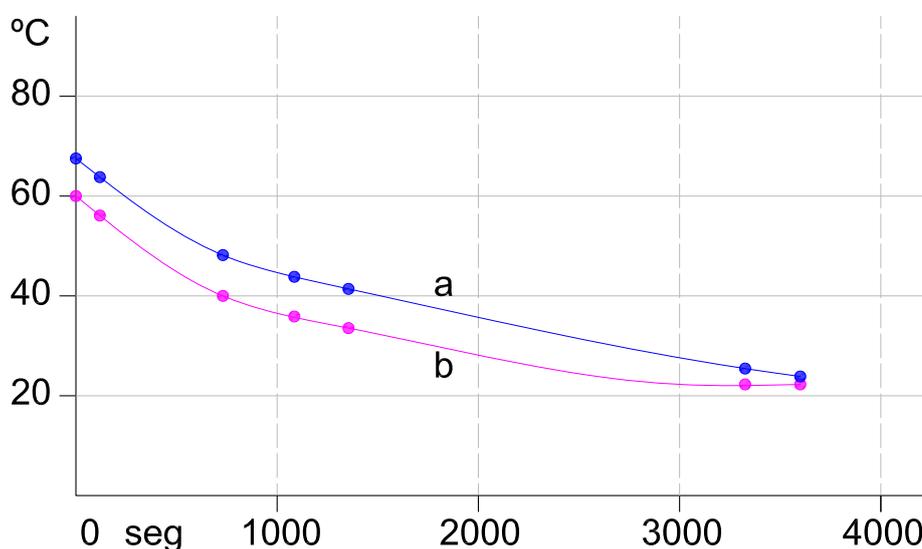


Fig. V.189. Pérdida de temperatura de dos muestras con diferente densidad.

La curva (a) corresponde a la muestra de Godella y la (b) a la de Bateig.

En las siguientes imágenes se aprecia en color la pérdida de temperatura, siendo la piedra de Godella la muestra de la izquierda.

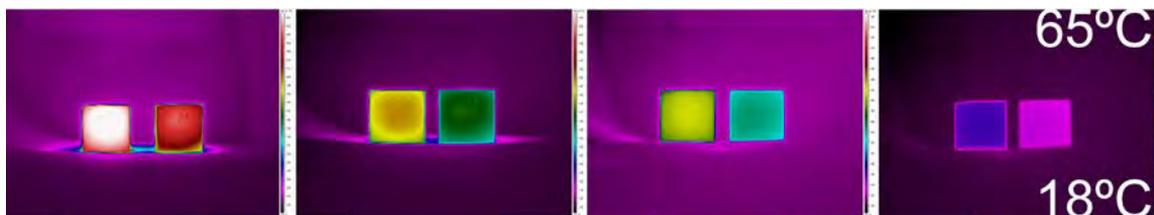


Fig. V.190. Termografía de la pérdida de temperatura de dos muestras con diferente densidad.

Se aprecia cómo a lo largo del tiempo, la muestra de Godella siempre registra una mayor temperatura, por lo que podemos corroborar que cuando la muestra tiene mayor densidad también registra una mayor temperatura.

*Deterioro por pérdida de densidad*

En la figura V.91 podemos ver una zona del zócalo de piedra de Godella. Todos los sillares son del mismo tipo de piedra, situados en la misma orientación (oeste), pero en la parte izquierda de las imágenes se ha producido alveolización.

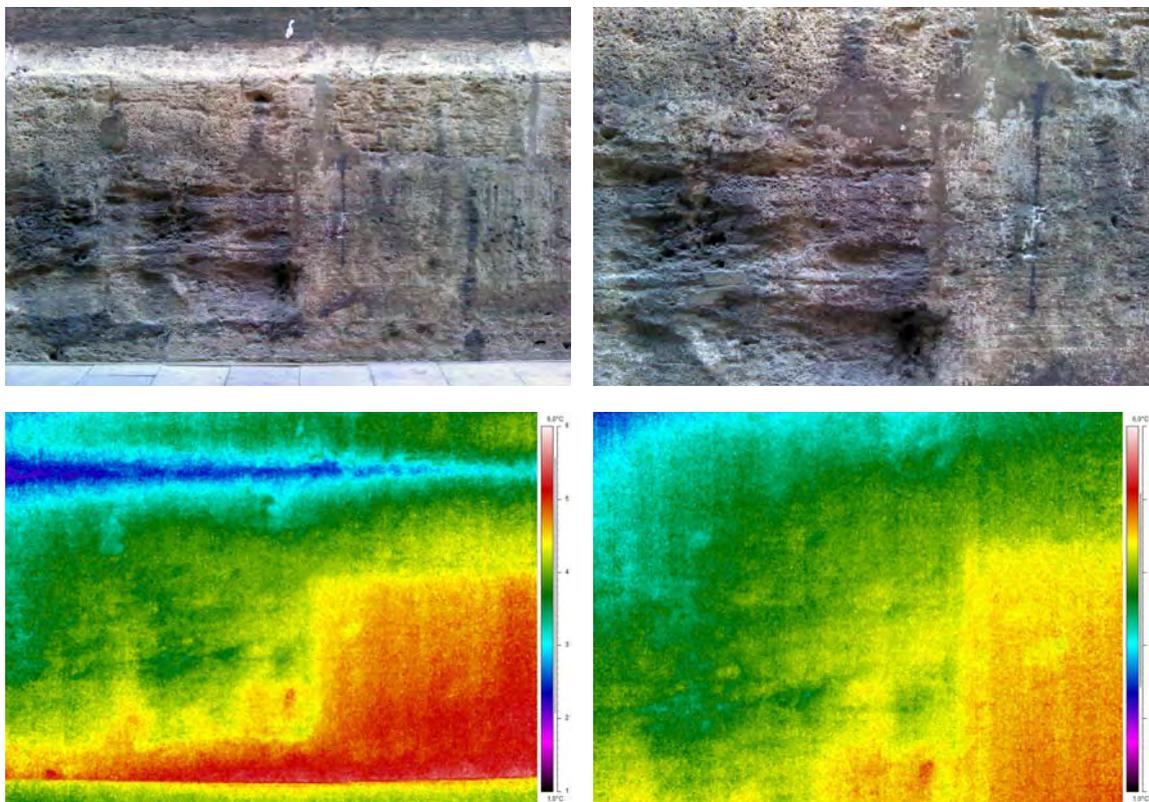


Fig. V.191. Termografía de zonas con distinta erosión superficial.

En las imágenes termográficas se aprecia claramente cómo la zona deteriorada ve reducida su temperatura hasta en un 15 %, ya que la zona izquierda tiene una temperatura media de 4,1 °C y la de la derecha 4,8 °C.

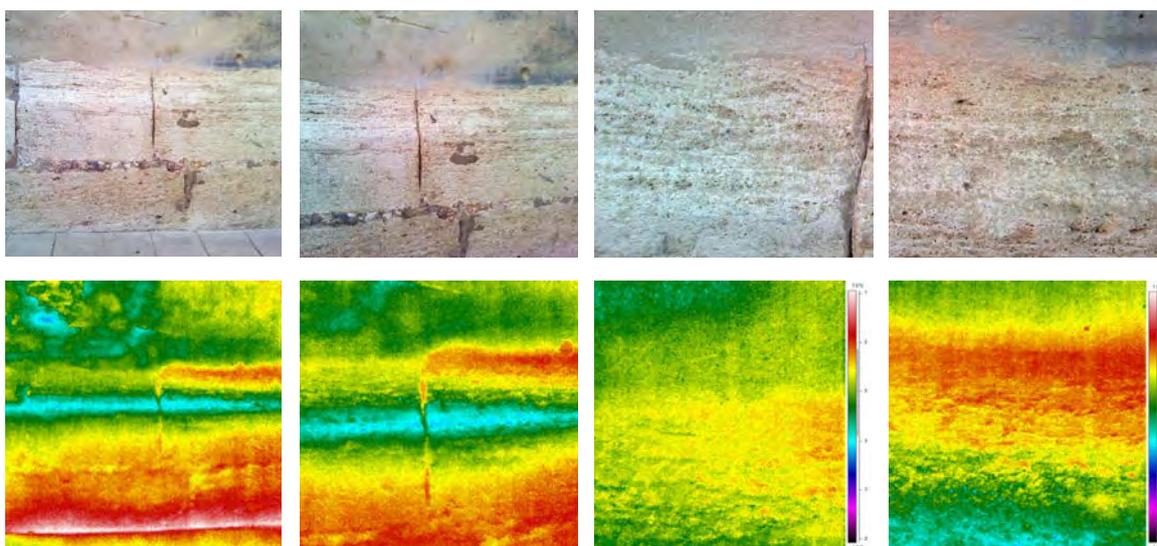


Fig. V.192. Zócalo con piedra de Godella, zona lavada (izq) y con pátina (dcha).

En el laboratorio forzamos el deterioro del material haciéndolo reaccionar con ácido clorhídrico (HCl al 25%). El ácido disuelve la roca calcárea y deja los residuos insolubles. Conseguimos así disminuir la densidad de la muestra.

Vemos a continuación la reacción exotérmica cuando reacciona el HCl con la muestra de piedra caliza.

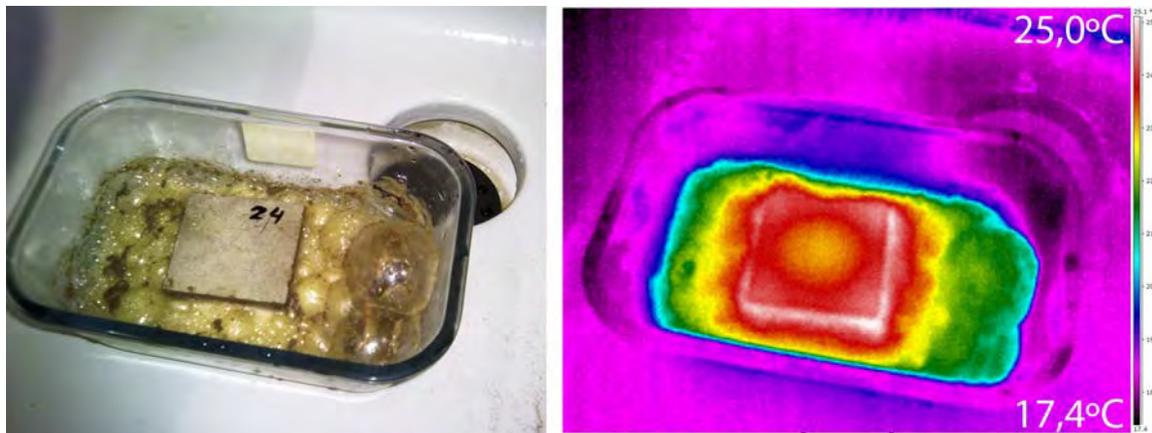


Fig. V.193. Reacción de una muestra caliza con ácido clorhídrico HCl al 25%.

Si humedecemos las muestras y dejamos que se evaporen, mientras que registramos su peso obtenemos que la muestra degradada tiene una menor temperatura. Incluso, recién humedecidas ya observamos que la muestra degradada muestra una menor temperatura (Fig. V.194). La muestra 22 no se ha humedecido, mientras que las muestras 23 y 24 sí.

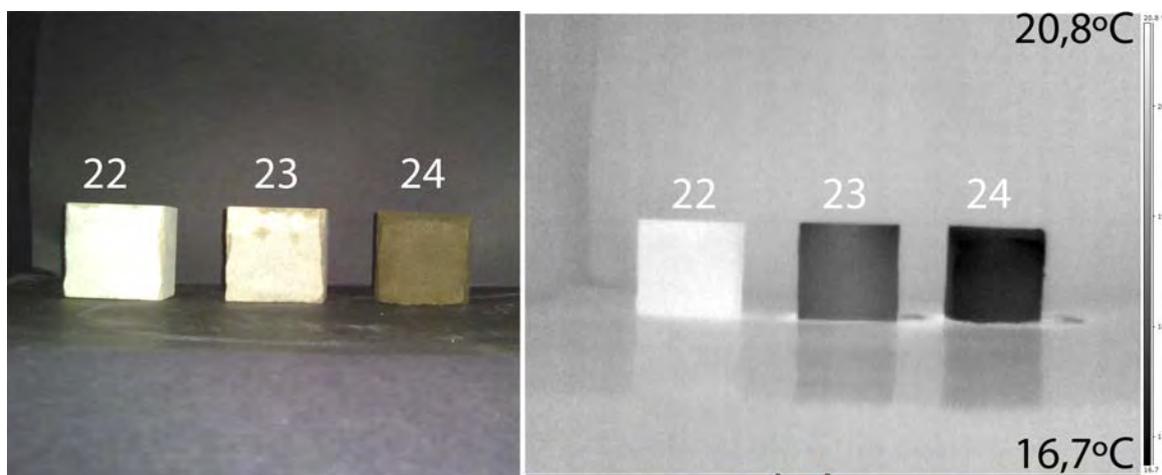


Fig. V.194. Fotografía y termografía de 3 muestras, 23 y 24 recién humedecidas.

### Desconchados

En la jamba izquierda de la portada del campanario (fachada oeste) se observa una fractura de la piedra. El material que queda desplazado hacia el exterior (a la izquierda en la figura V.195) disminuye su espesor, pues ya no cuenta con el del sillar completo sino con el de pocos centímetros, su inercia térmica también se reduce y claramente se aprecia una menor temperatura en las imágenes termográficas, si bien en el canal visible tan solo se hace patente la fisura, pero no se puede prever la respuesta térmica de la piedra.



Fig. V.195. Vista general y detalle de un desconchado (fachada oeste).

### Fisuras

Después de toda la noche, los materiales han reducido su temperatura, cada uno según su inercia y sus características propias. Al amanecer, los primeros rayos de sol calientan de nuevo los materiales, que incrementarán su temperatura a razón de sus propiedades, a gran velocidad los que tienen mayor conductividad, menor espesor, densidad, etc. y a menor velocidad otros.

En la figura V.187 podemos observar cómo el mortero colocado en la fisura alcanza una mayor temperatura en comparación con el material pétreo.

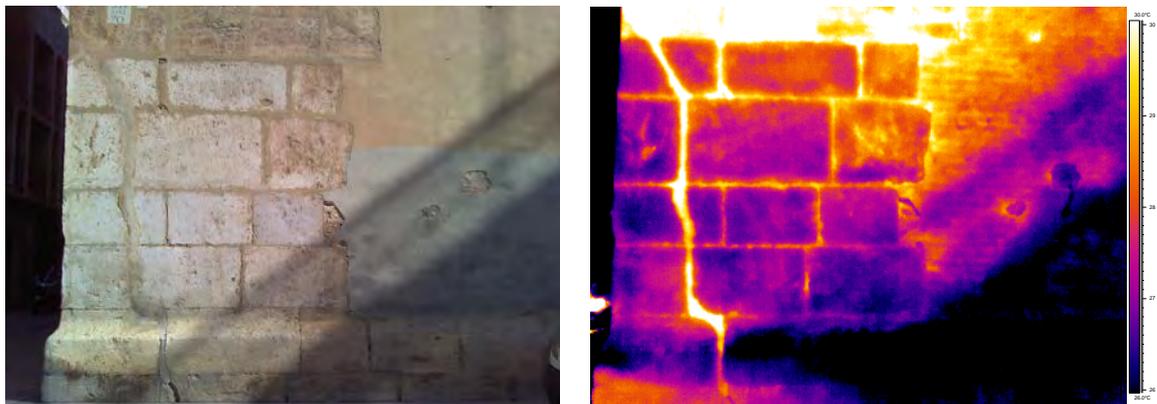


Fig. V.196. Detalle de la esquina SW. Las juntas de mortero más caliente que la piedra.

### Pátina de yeso

Las portadas de la fachada sur y la del campanario de la oeste (en la imagen siguiente) están recubiertas de una pátina de contiene yeso, tal y como se explica en el apartado de ensayos de este capítulo.



Fig. V.197. Vista general de la pátina de yeso junto a la puerta del campanario (fachada W).

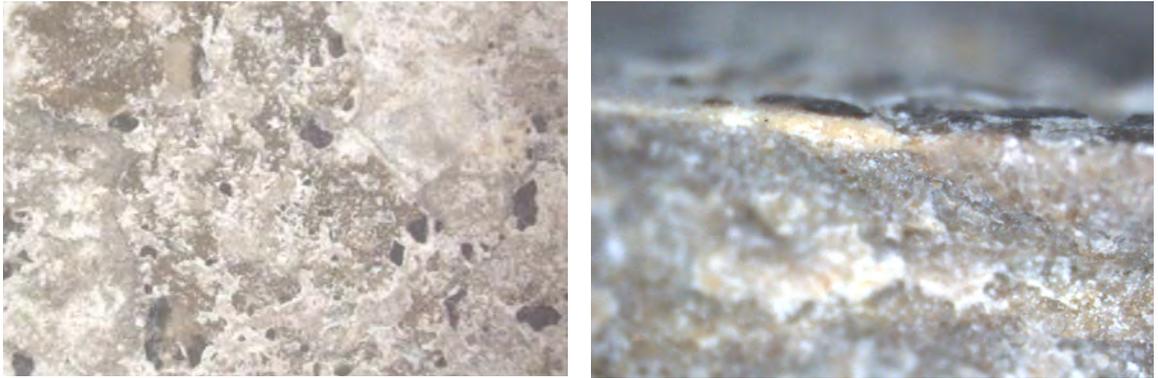
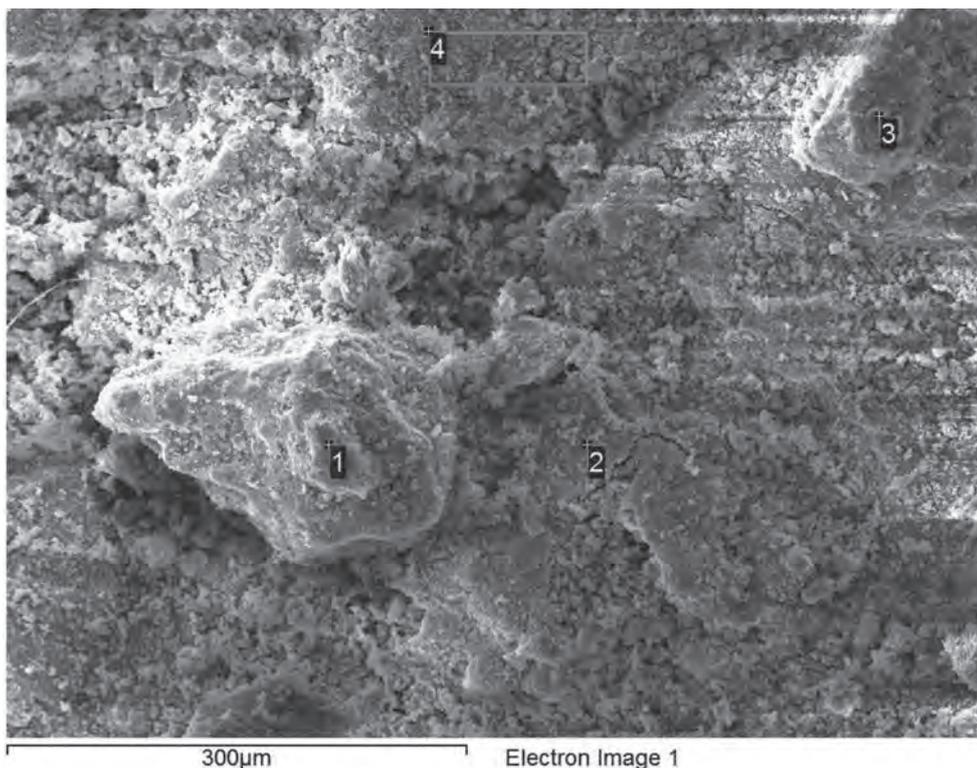


Fig. V.198. Lupa binocular, vista frontal (x8) y perfil (x20) de la muestra M24.

Se trata de una pátina de poco espesor como se observa en la lupa binocular (fig. V. 198) compuesta de granos distribuidos de manera aleatoria pero uniforme por la superficie de la piedra.

La figura V.199 se ha tomado con el microscopio electrónico y se muestra una zona zonas más elevadas (puntos 1 y 3) que pertenecen, precisamente, a partículas que contienen yeso, tal y como se deduce de la tabla inferior.



Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	75.00		3.77	7.45	44.70			49.27		135.60	315.80
2	Yes	191.03	4.51	21.46	43.26			8.26	23.70	23.44	153.70	469.36
3	Yes	103.84	2.16	7.18	14.98	23.21		2.68	36.85	5.41	123.70	320.02
4	Yes	164.45	3.61	12.00	37.44		2.53	6.28	32.37	10.83	131.36	400.87
Max.		191.03	4.51	21.46	43.26	44.70	2.53	8.26	49.27	23.44	153.70	
Min.		75.00	2.16	3.77	7.45	23.21	2.53	2.68	23.70	5.41	123.70	

All results in weight%

Fig. V.199. Microscopio electrónico, muestra M24.

Una vez calentada la muestra M24 en el horno se observa con la cámara termográfica cómo las partículas de yeso muestran una menor temperatura. Son pequeñas zonas donde cae hasta un 5 % la temperatura respecto de su entorno.

El presente trabajo se puede aplicar tanto para hacer una evaluación previa de los daños que sufren los materiales de un edificio, como para un análisis más exhaustivo previo a su restauración. Cuanto mayor sea el número de ensayos de laboratorio que realicemos, más datos conoceremos. Sin embargo, los ensayos destructivos no siempre son adecuados porque degradan el estado de los materiales y en algunos casos la integridad del edificio.

Hasta ahora, los trabajos llevados a cabo por otros autores en el campo de la termografía no habían relacionado las imágenes termográficas con los resultados de los ensayos de laboratorio.

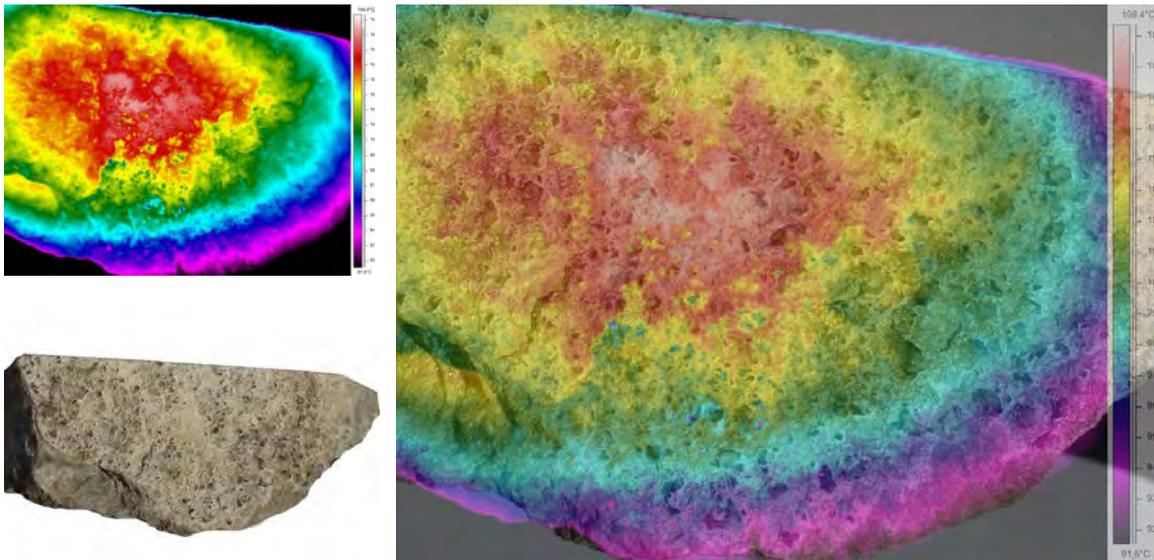


Fig. V.200. Imagen termográfica, visible y superposición de la muestra M24.

Por un lado, podemos conocer la respuesta térmica de los materiales y su patología con ayuda de la tecnología termográfica, y por otro lado, los resultados de los ensayos. Relacionando la información obtenida por estas dos vías, podremos conocer mejor la diagnosis del material, llegar a observar las etapas previas al deterioro y, de esta manera, anticiparnos e iniciar la intervención más adecuada en cada caso.

#### Uso de la termografía al amanecer

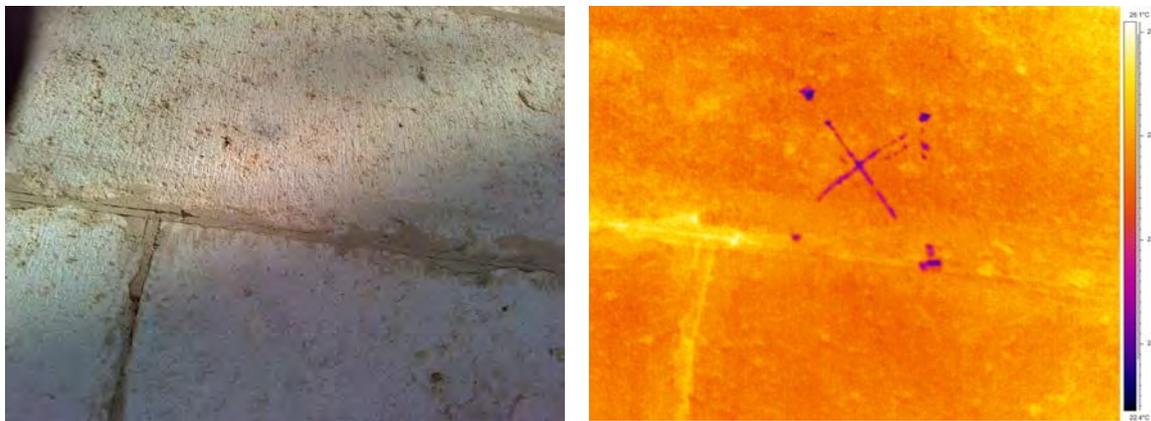


Fig. V.201. Marca de cantería en el sillar de piedra. En la foto real no se aprecia.

Como se muestra en esta figura, en la fotografía real no puede apreciarse una marca de cantería, pero en la imagen termográfica no hay lugar a dudas.



*Resultados*

**VI**



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se incluyen en este capítulo aquellos resultados relevantes de la investigación, acompañándose en su caso de la oportuna discusión.

Tener la posibilidad de estudiar un edificio como el Colegio de Corpus Christi, con más de 400 años de historia y prácticamente en su estado original, es un aliciente en sí mismo. Pero además, es una de las pocas instituciones que conserva en su archivo valiosísimos documentos, algunos de los cuales hemos podido analizar y extraer información relevante para nuestra investigación.

El presente trabajo se ha centrado en el estudio y análisis del conjunto edificado desde un punto de vista arquitectónico y constructivo. Cada uno de los capítulos que se plantean responden a estos dos aspectos. Para poder intervenir en un edificio es fundamental recopilar el máximo conocimiento del mismo para poder entender perfectamente su ubicación, su distribución, las decisiones proyectuales y de ejecución de obra, la elección de los materiales y su estado de conservación, etc.

El Análisis Histórico es imprescindible para entender el contexto en el que se construyó el edificio. El Análisis Morfológico nos proporciona un mejor entendimiento del proceso de diseño que se llevó a cabo. El Análisis del Proceso Constructivo que hemos desarrollado nos ha permitido entender las distintas fases constructivas, su intervalo en el tiempo, así como un mejor conocimiento de los materiales empleados, su colocación en obra, y los recursos económicos y humanos. Por último, el Análisis de los Materiales de Construcción aborda el estado de los mismos, además de las técnicas y procedimientos para determinar su patología mediante la base teórica y los ensayos más adecuados.

### **Análisis histórico**

Somos conscientes de que contextualizar los sucesos más relevantes relacionados con el Colegio nos aporta un punto de partida para comprender los sucesos que han ido acaeciendo, ampliando información y enriqueciendo el discurso. Hemos dispuesto sobre una línea del tiempo los aspectos relacionados con el Colegio, como son los constructivos o arquitectónicos, las iglesias que se construyeron contemporáneas al mismo, la compra de las casas de su ámbito, las imágenes de la ciudad de Valencia y algunas cuestiones más generales o de contexto histórico. Es imprescindible relacionar todos estos aspectos porque no tiene sentido descontextualizar la arquitectura del período histórico en que se construye.

Un seguimiento en la planimetría histórica de la ciudad de Valencia, a través de todas las imágenes aéreas y planos históricos disponibles en el ámbito del Colegio, ha permitido conocer cómo ha sido representado el edificio a lo largo de la historia, y sobre todo qué importancia se le ha dado. Hemos situado en un cuadro resumen las características más importantes que han ido modificándose. Debemos tener en cuenta que un dibujo, una imagen o un plano, no son más que representaciones de la realidad, lo que significa que no son la realidad misma. En ese proceso por el que reflejamos lo que observamos

necesariamente estamos obligados a abstraer, a simplificar y a tomar algunas licencias. A cambio, al autor tiene la libertad de representar exactamente aquello que quiere mostrar, omitiendo algunas cuestiones o mejorando lo presente. Podemos concluir que las distintas imágenes y planos son interpretaciones de los artistas, pero no son modificaciones reales, ya que la construcción del Colegio del Patriarca finalizó en 1610 y no ha sufrido reformas posteriores de importancia. Entendemos que esta información gráfica no se realizó con el rigor técnico ni con la precisión adecuadas para que actualmente las consideremos fuentes fiables en cuanto a proporción, dimensión o posición de algunos elementos arquitectónicos.

El Colegio del Patriarca contribuyó, junto con la Universidad, a la transformación urbana del barrio en el que se sitúan. Hasta entonces, la ciudad apenas había cambiado, se reformaron y ampliaron grandes edificios civiles y religiosos, y se iniciaron algunos nuevos. Pero como la mayoría de los edificios se levantan, se deterioran, se derrumban o derriban, se vuelven a levantar dentro de los límites impuestos por sus muros medianeros. Al ocupar toda una manzana, el Colegio absorbió los dos callejones que en ella se situaban (el más importante se llamaba calle de la *Alguaziria*) y parte de la plaza *dels Cabrerots*. Hemos podido completar y a la vez ratificar las fuentes que se centran en las calles y plazas del entorno del edificio. Para ello, hemos analizado el *Libro de Compras de las Casas incorporadas al Coll<sup>o</sup>-Seminario*, documento que se halla en el Archivo del edificio y que recoge los contratos al respecto, fechados entre 1580 y 1601. El análisis de los documentos originales sobre la compra de las parcelas y la construcción del edificio se ha visto de gran utilidad para el estudio de la trama urbana de finales del s. XVI.

La organización urbanística del ámbito del Seminario se ha tratado a través del estudio y análisis de este libro. Se ha elaborado una hipótesis de la posible posición y dimensión de las propiedades que adquirió el Patriarca. Es difícil determinar la geometría exacta de las parcelas, aunque atendiendo al plano de Mancelli (1608), el más próximo a la construcción del Colegio, observamos que eran frecuentes las manzanas irregulares, donde su perímetro estaba colmatado por la edificación, la cual se introducía hacia el interior de la manzana hasta que la accesibilidad a la misma se lo permitía. Muchas de las viviendas poseían un patio interior propio (corral o huerto) además del común en el interior de la manzana. También es interesante haber establecido una cronología del proceso de compra de las casas, pues ha influido claramente en la secuencia constructiva del conjunto. Teniendo en cuenta las limitaciones de los documentos jurídicos de la época, que se centraban más en las cargas de las propiedades que en definir las características y situación de los inmuebles, la hipótesis planteada responde a las condiciones especificadas.

### **Análisis morfológico**

La arquitectura de la Contrarreforma estuvo fuertemente influenciada por la obra de Carlos Borromeo titulada *Instructiones Fabricae et Supellectilis Ecclesiasticae*, publicada en 1577, seis años antes de la fundación del Colegio del Corpus Christi y nueve antes del comienzo de las obras. Hemos realizado un análisis pormenorizado de aquellas cuestiones que tienen que ver con un edificio como es el Colegio del Patriarca, mostrando las eviden-

cias u omisiones de estas normas en el mismo. Prácticamente, todas las disposiciones que plantea esta norma italiana se cumplen en nuestro edificio, no en vano el Patriarca Ribera disponía de un ejemplar en su biblioteca. Algunas de estas cuestiones son: el emplazamiento de la iglesia, la planta de la iglesia, los muros exteriores y la fachada, el solado, el pórtico de entrada, las puertas y las ventanas, la cubierta, las escaleras o el coro. De nuevo vemos cómo el contexto político, social, religioso y cultural se funde en la arquitectura.

Asimismo se muestra cuál pudo ser el proceso de diseño del Colegio de Corpus Christi y los trazados reguladores de las plantas y los alzados, con la intención de conocer las propiedades intrínsecas del edificio. Debemos considerar que una de las ideas clave del Renacimiento es la centralidad, que se evidencia en la planta del conjunto. Hemos realizado un análisis de las plantas para hallar alguna relación de proporcionalidad en cada una de las partes del edificio o en su conjunto. No obstante, a veces la proporción de las distintas partes va implícita en los órdenes empleados, normalmente copiados de los tratados. Es difícil asumir que en el siglo XVI se realizaran trazas muy detalladas, sobre todo por parte de maestros ejecutores de obras (salvo el caso atípico de Juan de Herrera, ya que él debía contar con una amplia formación).

### **Análisis del proceso constructivo**

En relación a la construcción del edificio, se ha realizado un tratamiento informático de los datos que se encuentran en el Libro de Construcción del Colegio, facilitando la elaboración de un estudio gráfico de los gastos, incluyendo los materiales de construcción empleados, los autores, el coste de la obra, etc. La información que se recoge del libro son las distintas partidas de obra, fechadas y agrupadas por meses y años según un orden cronológico no muy estricto. Se suele citar al maestro que las cobraba y se sitúa el importe en tres columnas: Libras, Sueldos y Dineros. El vaciado de la información contenida en el libro se ha estructurado en una hoja de cálculo de tal forma que nos ha permitido ordenar cronológicamente todas las partidas, sumar las cantidades, así como agrupar y filtrar los datos con el objetivo de conseguir resultados escritos o gráficos ayudándonos en el desarrollo de este trabajo. La digitalización de este documento ha permitido relacionar con facilidad los distintos capítulos del estudio, y ordenar cronológicamente todos los datos, sin mencionar la sencillez con la que se puede encontrar la información.

Podemos resaltar algunas figuras que hemos graficado en que se muestran, con periodicidad mensual, todos los gastos generados en la obra, de tal forma que intuitivamente se puede entender cómo evolucionó la magnitud de la empresa llevada a cabo por el Patriarca Juan de Ribera. De una parte, conocemos el intervalo de tiempo en el que se construyeron las distintas piezas del conjunto, como por ejemplo: la iglesia, la fachada sur, el claustro, el campanario, etc. De otra parte, sabemos cuál fue el gasto mensual, por lo que se puede establecer una relación entre esas piezas y el volumen de gasto asociado. Sin embargo, la documentación consultada tiene la limitación de que no especifica normalmente cada gasto a qué parte del edificio se refiere, por lo que es difícil asignar cada partida a una zona concreta del mismo.

En este sentido, hemos subdividido el período de ejecución del edificio en cuatro

fases en función de la importancia de los gastos que se producen.

(i) La primera etapa abarca desde el inicio de la obra hasta octubre de 1590, pues en noviembre se firma el contrato con el maestro Guillem del Rey para la construcción de la iglesia. El gasto medio mensual se sitúa en el 0,11%. En este período se procede a la construcción de la cimentación de los muros perimetrales, salvo algún tramo concreto cuyo terreno aún no había sido adquirido por el Patriarca.

(ii) La segunda etapa comprende desde noviembre de 1590 hasta mayo de 1596. El gasto medio mensual aumenta ligeramente hasta el 0,15%. Excepto un breve paréntesis, en este tramo se desarrolla la Iglesia, el enlosado y las gradas. Además, se completará la fachada recayente a la calle de la Nave (1593-1595) y en 1595 comenzará a ejecutarse el cimborrio. Cabe destacar que a finales de este período el rey Felipe III acepta el patronazgo de la obra y Francisco de Sandoval y Rojas, Duque de Lerma, comenzaba su virreinato.

(iii) La tercera etapa es la más dilatada en el tiempo y la que tiene un mayor índice de gasto medio mensual (0,63%). Abarca desde junio de 1596 (en que se incrementa el gasto respecto del mes anterior en un 330%) hasta noviembre de 1605 (en que cae el gasto en un 250%). Comprende la construcción de la mayoría de los elementos del Colegio: finalización de la iglesia, de la cúpula, se colocan azulejos en los muros, se construyen las escaleras, Matarana se encarga de las vidrieras y de las pinturas, el campanario, el claustro (columnas, bóvedas y azulejos), además de realizarse la mayor parte del mobiliario y de los relicarios. Los monarcas no se olvidan de esta obra emblemática y cuando visitan la ciudad de Valencia en 1599 está documentada una visita a la misma. En 1604 se aprovecha que los reyes están nuevamente en la ciudad para inaugurar oficialmente el Colegio-Seminario. Seguramente no es casualidad que el propio Juan de Ribera fuera virrey los dos años precedentes y, tras él, el hermano del Duque de Lerma.

(iv) En la cuarta y última etapa se encuentran terminados los elementos más importantes del edificio, a falta de los revestimientos y el mobiliario. Baja apreciablemente el gasto medio mensual hasta el 0,36%. Se inicia este período en diciembre de 1605 y concluirá en julio de 1610.

Queda patente que entre los años 1586 y 1588 hay una actividad constructora importante (con gastos mensuales que llegan en algunos casos a sobrepasar las 500 libras valencianas), pero desde noviembre de 1588 desciende bruscamente el gasto hasta noviembre de 1590 en que se formaliza como hemos indicado el primer contrato con Guillem del Rey para la Iglesia. Esto se puede interpretar como un período de espera para reflexionar o modificar el proyecto, seguramente influidos por la publicación de *Las Estampas de El Escorial*.

El Libro de los Gastos de la Construcción del edificio también nos ha permitido establecer la relación entre los distintos artistas o maestros, las obras que realizaron y el período histórico en que trabajaron para el Patriarca Ribera. Se muestra a través de una figura en que situamos tanto los gastos mensuales de la obra como el intervalo de tiempo en que dichos maestros nos consta que trabajaron en el Colegio.

Este trabajo aporta una explicación coherente para algunas de las incongruencias que la construcción del edificio todavía planteaba, como el resalto del crucero en la fachada oeste, la ventana del coro y su fábrica (fachada sur) o la construcción de las dis-

tintas partes del edificio. Para ello, se ha formulado una hipótesis de trazas previas que se debieron rectificar y, por tanto, modificaron algunos aspectos importantes de la construcción del edificio. Las situamos temporalmente antes de la adquisición de los solares del ámbito del Colegio, en 1580. Consideramos al maestro Gaspar Gregori como posible autor de estas trazas, ya que en 1576 trabajaba para el Patriarca en la iglesia de Cocentaina. Se ha investigado qué sucedió entre el inicio de las obras a finales del año 1586 y el momento en que se formalizó el contrato de la Iglesia en 1590. En este sentido, es muy relevante el proceso constructivo que hemos podido documentar, atendiendo a la financiación de la obra, la adquisición de los terrenos, la cimentación del conjunto, los primeros muros, la iglesia, la fachada sur, las pinturas, las escaleras, el claustro, la torre-campanario y a los materiales.

Una parte importante de este trabajo ha sido la elaboración de documentación gráfica fiable, tal como plantas, alzados y secciones del Colegio del Patriarca, partiendo de la toma de datos con un escáner láser. Durante años, no ha sido fácil elaborar estos planos debido, entre otros motivos, a la estrechez de las calles circundantes al edificio. El escáner láser facilita una nube de puntos en tres dimensiones con los que podemos generar vistas ortogonales, aunque no son plantas, alzados, etc. propiamente dichos pues se visualizan todos los puntos (con el único inconveniente de que no forman un plano), por lo que ha sido tarea de esta tesis elaborar esta información gráfica. Esta técnica ha hecho posible obtener un modelo tridimensional del conjunto del edificio que ayuda a entender mejor cuál fue la secuencia constructiva del edificio y que sin duda podrá emplearse en futuras investigaciones.

### **Análisis de los materiales de construcción**

El presente trabajo se puede aplicar tanto para hacer una evaluación previa de los daños que sufren los materiales de un edificio, como para un análisis más exhaustivo previo a su restauración. Cuanto mayor sea el número de ensayos de laboratorio que realicemos, más datos conoceremos. Sin embargo, los ensayos destructivos no siempre son adecuados porque degradan el estado de los materiales y en algunos casos la integridad del edificio.

Hasta ahora, los trabajos llevados a cabo por otros autores en el campo de la termografía no habían relacionado las imágenes termográficas con los resultados de los ensayos de laboratorio.

Por un lado, podemos conocer la respuesta térmica de los materiales y su patología con ayuda de la tecnología termográfica, y por otro lado, los resultados de los ensayos. Relacionando la información obtenida por estas dos vías, podremos conocer mejor la diagnosis del material, llegar a observar las etapas previas al deterioro y, de esta manera, anticiparnos e iniciar la intervención más adecuada en cada caso.

Antes de proponer la restauración de un edificio es necesario conocer las cualidades de los materiales que lo componen y su diagnóstico se debe basar en el conocimiento de los materiales, sus características, composición, propiedades...

Se han analizado las causas generales de deterioro de los materiales y la morfología

que muestran, estudiando al mismo tiempo las particularidades que afectan al edificio, tratando de entender el porqué de cada causa.

En este aspecto también es importante considerar la ubicación del edificio en la ciudad y su trama urbana, la orientación de cada una de las fachadas así como la climatología y el microclima de su entorno.

Como el agua es uno de los agentes que más está relacionado con el deterioro de los materiales porosos, ha sido necesario elaborar una base teórica sobre porosidad, previa al estudio en profundidad del edificio que nos ocupa, definiendo la porosidad, el sistema poroso de los materiales pétreos y cómo se produce el flujo de fluidos a través del mismo. La aplicación la encontramos en la ascensión de agua por capilaridad en muros y en el proceso de secado de los materiales de construcción y su aplicación en el Colegio del Patriarca.

Conocer la durabilidad de los materiales y de los procesos asociados mediante los que se degradan es muy importante en un edificio como el nuestro, que cuenta con cuatro siglos de antigüedad. Se ha analizado cómo afectan la humedad, la cristalización de sales, el ambiente, etc. en la integridad del material, en su color, aspecto, estado de suciedad, afección de microorganismos...

También recogemos la base teórica necesaria para aplicar la tecnología termográfica, definiendo los parámetros térmicos de los materiales y los cerramientos, los datos ambientales del entorno del Colegio, así como las conclusiones de las investigaciones más recientes en este campo.

El análisis de los materiales es fundamental para conocer sus propiedades y el estado en que se encuentra, con el fin de proponer la intervención más adecuada. Por este motivo hemos realizado todos aquellos ensayos o pruebas que hemos considerado relevantes para este estudio. A saber: el ensayo de densidad, el estudio de los residuos insolubles, difracción de rayos X (DRX), descripciones petrográficas de las piedras de Godella y Ribarroja realizando estudios con el microscopio petrográfico y electrónico, con la lupa binocular, caracterización geoquímica mediante fluorescencia de rayos X, porosimetría de mercurio...

Las observaciones y ensayos realizados tratan de comprobar el comportamiento del material teniendo en cuenta otros factores que puedan actuar sobre el edificio.

Comentamos a continuación los resultados que nos aportan los ensayos realizados:

El ensayo de densidad nos indica claramente que la muestra de cantera (Godella) tiene una baja porosidad por no haberse degradado. En segundo lugar, las muestras que tienen menor porosidad son las de Ribarroja y luego las de Godella. En general, la densidad de la piedra de Godella se aproxima al valor de  $2,56 \text{ g/cm}^3$  mientras que la de Ribarroja alcanza unos valores mayores de  $2,66 \text{ g/cm}^3$ .

En el estudio de los residuos insolubles vemos que las muestras que pertenecen al zócalo (tipo Godella) tienen aproximadamente el mismo porcentaje de impurezas que la muestra de la cantera. La de cantera posee un poco más debido a que no se ha deteriorado. Esta muestra de cantera, en realidad es la que menos dispersión tiene en los datos

obtenidos. La muestra M24 de Ribarroja que pertenece a la portada del campanario tiene más del doble de impurezas (4,6 %).

Según estos datos obtenidos con el ensayo de difracción de rayos X (DRX), la muestra de Ribarroja posee cuarzo, mientras que las dos muestras de Godella no. Podemos, por tanto, señalar esta diferencia entre ambas.

La descripción petrográfica de la piedra de Ribarroja observa un criptobandeado dado por la orientación preferente de fragmentos de fósiles. Contiene algunas vénulas de calcita de grosor milimétrico perpendiculares a la estructura general de la roca. También se observan estilolitos rellenos en gran parte por cemento calcítico. De textura micrítica y bioclástica inequigranular (con fragmentos de fósiles, predominantemente valvas de ostrácodos y moluscos bivalvos, así como foraminíferos, muy mal seleccionados desde 0,08 mm a 1 mm). Los componentes accesorios (según el SEM) son oxihidróxidos de hierro (de alteración de piritas) y cuarzo en forma de clastos de tamaño aleurítico.

La descripción petrográfica de la piedra de Godella muestra que es una piedra de tipo travertínico. Con pequeños granos, algunos alargados, a veces difíciles de ver. Se confirman poros y huecos que reconocíamos con la lupa binocular, así como que se trata de una caliza microgranulada sin estructura predeterminada con una alta porosidad y grandes cavidades. Gran recristalización de cristales de calcita, es decir, que habían pequeños cristales (la precipitación ya se había producido, y han ido aumentando de tamaño. Se observa la buena cementación de la roca con zonas de recristalización donde se desarrollan cristales perfectos y poca estratificación.

Con la caracterización geoquímica (fluorescencia de rayos X) podemos observar los distintos elementos químicos para cada uno de los tipos de piedra.

Con los datos recopilados en el ensayo de porosimetría de mercurio podemos concluir que tienen una gran incidencia los poros de gran tamaño (cerca de 100  $\mu\text{m}$ ). Con menos importancia, pero en los tamaños de poro más pequeños (0,01  $\mu\text{m}$ ) se produce un pequeño repunte. Que la distribución del tamaño de poro se reparta fundamentalmente entre los de mayor y los de menor tamaño significa que la capilaridad no le afecta a corto y medio plazo. Los tamaños de poro mayores no son significativos desde el punto de vista de la capilaridad porque la gravedad no deja ascender al agua. Y aquellos poros de radio especialmente pequeño son pocos y por ellos circula poco volumen de agua.

Hemos realizado el estudio de la patología de todos los cerramientos exteriores del Colegio, plasmándolo en numerosos alzados donde podemos apreciar las fisuras, enfoscados y pinturas superpuestas, la suciedad, el lavado diferencial, el biodeterioro, los detritus de las palomas, la humedad, la erosión pétreo, las eflorescencias salinas o las pátinas.

También se ha tomado y analizado un gran número de imágenes obtenidas con la cámara termográfica. Refiriéndonos al tapial, se han observado sutiles líneas horizontales y algunas verticales que corresponden a las juntas entre las hiladas. Con diferencia, las juntas horizontales se aprecian con una mayor facilidad respecto a las juntas verticales de los tapiales en todos los alzados. De esta manera, hemos podido determinar las dimensiones del módulo que se empleó en la construcción del edificio, 5 palmos valencianos de altura, 15 de longitud y 3,5 de espesor (aprox. 1,1 x 3,4 x 0,8 m<sup>3</sup>).

Como hemos comentado previamente, antes de intervenir en un edificio, restaurando o rehabilitándolo, es necesario estudiar su historia, los documentos originales y, especialmente, analizar el estado en que se encuentran los materiales de construcción, la estructura... Para que la información obtenida con la cámara termográfica sea fiable deberemos tener las siguientes precauciones: Se deben corregir las diferencias de temperatura de un cerramiento por efecto de la temperatura ambiente, sobre todo en entornos urbanos. Debido a la trama urbana y a la altura de los edificios, no son despreciables las diferencias de temperatura entre la base y la coronación de los edificios. Hemos conseguido corregir la temperatura ambiente y filtrar aquellos puntos de la imagen que se encuentran a la temperatura media, quedando resaltadas las zonas más frías o calientes y, por tanto, podemos detectar áreas susceptibles de sufrir alguna patología.

En este trabajo relacionamos algunas de las propiedades más importantes en el estado de deterioro de los materiales con las imágenes infrarrojas que tomamos del edificio.

Esta técnica nos permite constatar aquellas zonas en las que están a punto de desprenderse lajas o partes de roca se aprecian fácilmente en las imágenes termográficas por diferencia de espesor de estos trozos respecto del sillar completo.

Hemos comprobado que la parte exterior de las rocas tienen pátinas que, en nuestro caso son de yeso (que es una sal). En el momento en que se desprende parte de la roca, no hay sales acumuladas en su superficie de tal forma que podemos ver diferencias térmicas.

La piedra de Godella tiene una mayor porosidad que la de Ribarroja según los análisis realizados. La densidad aparente de Godella es menor que la de Ribarroja, lo que está relacionado con su respuesta térmica y nos sirve para afirmar que a mayor densidad aparente, mayor temperatura. Podemos comparar un mismo material en diferentes puntos pero con las mismas condiciones de contorno, relacionando así la densidad aparente de las distintas zonas con su respuesta térmica para obtener datos de qué áreas están más deterioradas.

Aquellas zonas con menor densidad aparente (mayor porosidad) se muestran en las imágenes termográficas claramente con una menor temperatura (hasta un 15 %). Una gran parte de las lesiones producidas en los materiales de construcción se deben al efecto del agua de lluvia y de la ascensión capilar. Estudiar el edificio cuando está empapado de agua nos aporta mucha información de las áreas con lesiones.

En efecto, en los ensayos realizados con varias muestras calizas, se observa cómo aquellas con mayor porcentaje de humedad requieren más tiempo para evaporar el agua absorbida y, por tanto, mantienen una temperatura reducida durante más tiempo.

Las sales solubles, al precipitar en la superficie aumentan localmente la densidad del paramento y se aprecian con la cámara termográfica en contraste con las zonas adyacentes. Las partes sulfatadas de la piedra (costras negras), aunque visibles a simple vista, también generan variaciones térmicas que pueden ser detectadas, permitiéndonos en una visión general del edificio valorar su estado de deterioro.



*Conclusiones*

**VII**



## VII. CONCLUSIONES

### VII.1. APORTACIONES DE ESTE TRABAJO

La arquitectura es producto de la época en que se construye. En este sentido, la fundación, diseño y construcción del Colegio de Corpus Christi fue el resultado de los acontecimientos contemporáneos al mismo de finales del s. XVI y principios del s. XVII. La arquitectura de la Contrarreforma se refleja en cada una de sus partes; sus proporciones muestran la aplicación de tratados clásicos y trazados reguladores. La compra de las parcelas pone de manifiesto que desde el inicio ya se conocía la envergadura del edificio. Como las adquisiciones no se realizaron al mismo tiempo, la construcción del Colegio tuvo que adaptarse. Ahora poseemos un mejor conocimiento de la evolución de la ejecución de la obra mediante el análisis gráfico de los gastos, esquematizándose en cuatro fases. La construcción del edificio se realizó con los materiales técnicos habituales en la época en la ciudad de Valencia. A saber: muros de tapia valenciana sobre zócalo de piedra y algunas zonas importantes con ladrillo (campanario, celdas...). Después de cuatrocientos años de historia, los materiales empleados presentan una patología propia de materiales porosos (humedad por capilaridad, erosión, desconchados, pátinas, eflorescencias...). Mediante el empleo de tecnología termográfica hemos podido identificar la patología de los materiales comparando los resultados con los ensayos de laboratorio.

Se describen a continuación, de forma concisa, las conclusiones más destacadas del presente trabajo:

#### **Análisis histórico**

- Las diferentes imágenes históricas de la ciudad de Valencia graffan y citan al Colegio de Corpus Christi, evidenciando su importancia a lo largo de la historia. Sin embargo, hemos observado que se ha dibujado el edificio con ligeras modificaciones, siendo estas, interpretaciones de los artistas con la intención de potenciar las cualidades del edificio, omitiendo o mejorando lo presente.

- Tras el minucioso estudio de las calles próximas al Colegio y las que existían en la parcela que hoy ocupa el mismo, hemos completado y ratificado las fuentes documentales.

- Existe una correlación entre los sucesos políticos, religiosos, sociales, etc. que acontecieron durante el período de construcción del edificio y las decisiones que se tomaron en el diseño y ejecución del mismo.

#### **Análisis morfológico**

- Se demuestra la existencia de una fuerte influencia de la obra de Carlos Borromeo *Instructiones Fabricae et Suppellectilis Ecclesiasticae*. Prácticamente, todas las disposiciones que plantea esta norma italiana se cumplen en nuestro edificio.

- Existencia de trazados reguladores incluyendo la proporción áurea, tanto en planta como en sección. Esta cuestión era habitual en la época y así se refleja en otros edificios

contemporáneos al Colegio.

- Se aporta un mejor conocimiento de las dimensiones y proporciones del Colegio mediante la elaboración de documentación gráfica precisa a través del escaneado láser.

### **Análisis del proceso constructivo**

- Se ha elaborado una hipótesis de la posición y dimensiones de las propiedades que adquirió el Patriarca Ribera para construir el Colegio y se ha estudiado su relación con el proceso constructivo.

- Desde el inicio existió una idea clara de la envergadura y dimensión que abarcaría el edificio, debido a que las primeras propiedades que se compran se sitúan tanto en la zona norte, como en la oeste y en la sur.

- El proceso de ejecución del edificio se compone de cuatro etapas claramente diferenciadas si observamos el gasto medio mensual y aquellas partes del edificio que se estaban ejecutando en cada momento. Los elementos más importantes que se llevan a cabo en las diferentes fases son: (i) cimentación, (ii) iglesia, (iii) cúpula, azulejos, mobiliario y relicarios, (iv) finalización de revestimientos y mobiliario.

- Existe una fuerte reducción del gasto de la obra durante 1589, coincidiendo con la publicación de las Estampas de El Escorial, figuras que influyeron en el diseño de la iglesia, especialmente de la cúpula.

- El análisis gráfico de los datos aporta un mejor conocimiento de cómo evolucionó la ejecución de la obra.

- Se aporta una explicación razonada del proceso constructivo del edificio, incluyendo las modificaciones que se llevaron a cabo durante la obra.

- Se muestra la relación evidente entre los gastos registrados y las distintas partes del edificio que se estaban ejecutando.

- Se ha establecido la relación que existió entre los artistas y maestros que trabajaron en el Colegio, las obras que ejecutaron y en qué período.

- Se amplía el conocimiento del proceso constructivo mediante la elaboración de un modelo tridimensional.

### **Análisis de los materiales de construcción**

- Identificación de la patología de los materiales de construcción que constituyen el Colegio de Corpus Christi mediante el empleo de termografía infrarroja contrastada con la información relevante que nos aportan los ensayos de laboratorio.

- Identificación de la modulación de la tapia valenciana mediante el empleo de la tecnología termográfica. Con diferencia, las juntas horizontales se aprecian con una mayor facilidad respecto a las juntas verticales de los tapias en todos los alzados. Las dimensiones del módulo que se empleó en la construcción del edificio, 5 palmos valencianos de altura, 15 de longitud y 3,5 de espesor (aprox. 1,1 x 3,4 x 0,8 m<sup>3</sup>).

- Realización de los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades y características de los materiales pétreos, diferenciando dos tipos de piedra (Ribarroja y Godella). Los ensayos llevados a cabo han sido: el ensayo de densidad, el estudio de los residuos insolubles, difracción de rayos X (DRX), descripciones petrográficas de las piedras de Godella y Ribarroja realizando estudios con el microscopio petrográfico y electrónico, con la lupa binocular, caracterización geoquímica mediante fluorescencia de rayos X, porosimetría de mercurio...

- La piedra de Godella ( $2,56 \text{ g/cm}^3$ ) tiene menor porosidad que la de Ribarroja ( $2,66 \text{ g/cm}^3$ ).

- Las muestras analizadas de la piedra de Ribarroja (4,6 %) indican que tienen un porcentaje más del doble superior al de la de Godella.

- Las muestras de Ribarroja presentan en su composición química calcita y cuarzo, mientras que las de Godella tan solo calcita.

- La piedra de Ribarroja presenta un criptobandeado dado por la orientación preferente de fragmentos de fósiles. De textura micrítica y bioclástica inequigranular (con fragmentos de fósiles). Los componentes accesorios son oxihidróxidos de hierro (de alteración de piritas) y cuarzo en forma de clastos de tamaño aleurítico.

- La piedra de Godella es de tipo travertínico, con pequeños granos, algunos alargados. Se trata de una caliza microgranulada sin estructura predeterminada con una alta porosidad y grandes cavidades. Asimismo observamos una gran recristalización de cristales de calcita, con buena cementación de la roca con zonas de recristalización donde se desarrollan cristales perfectos y poca estratificación.

- Gran incidencia en la piedra de Godella de los poros de gran tamaño (cerca de  $100 \mu\text{m}$ ) y de los tamaños de poro más pequeños ( $0,01 \mu\text{m}$ ). Por tanto, la capilaridad no le afecta a corto y medio plazo, pero sí a largo plazo.

- Influencia en la patología de los materiales de la trama urbana angosta, donde el efecto tubo del aire ha erosionado especialmente los materiales pétreos, la orientación de cada una de las fachadas, presentando un mayor grado de deterioro las fachadas este y norte (con menor soleamiento).

- Estudio del proceso de capilaridad y secado de los materiales pétreos para el caso concreto del Colegio en función de la base teórica analizada.

- Estudio de la patología sobre la humedad, la cristalización de sales, el ambiente, etc. en la integridad del material, en su color, aspecto, estado de suciedad, afección de microorganismos...

- Se propone una metodología para corregir las imágenes termográficas cuando las fachadas del edificio son de gran altura. Especialmente en ambientes urbanos, se reduce la temperatura de la superficie de las fachadas en función de la altura. De esta manera se elimina el posible efecto de distorsión. Además, si se eliminan de la imagen aquellos puntos que se encuentren a la temperatura media, se resaltan aquellas zonas que pueden presentar patología.

- Podemos diferenciar y, por tanto, identificar térmicamente aquellas zonas donde el material esté a punto de desprenderse, por efecto de la diferencia de espesor entre esa zona y el resto del paramento.

- Tras humedecerse un material, podemos identificar aquellas zonas donde se produce la evaporación. En los primeros momentos desciende la temperatura de la superficie por efecto del cambio de fase (evaporación) y posteriormente se va incrementando la temperatura. Se ha contrastado con ensayos de laboratorio empleando muestras con distintos grados de humedad.

- Siendo la densidad aparente de la piedra de Godella menor que la de Ribarroja, se relaciona con su respuesta térmica registrándose una mayor temperatura cuando la densidad aparente aumenta. Resultado que hemos comprobado en laboratorio.

- Tratando un mismo material, pero con diferente grado de deterioro, podemos relacionar su densidad aparente de las distintas zonas con su respuesta térmica para obtener datos de qué áreas están más deterioradas. Aquellas zonas con menor densidad aparente (mayor porosidad) se muestran en las imágenes termográficas claramente con una menor temperatura (hasta un 15 %). En laboratorio se ensayó degradando artificialmente las muestras.

- Las sales solubles, al precipitar en la superficie aumentan localmente la densidad del paramento y se aprecian con mayor temperatura en la cámara termográfica (cuando el paramento tiende a enfriarse) o con menor temperatura (cuando el paramento tiende a calentarse).

## VII.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis doctoral deja abiertas algunas líneas de investigación que pueden ser tratadas o exploradas en futuros trabajos:

- Análisis del Libro de Construcción original (del siglo XVI) del Colegio del Patriarca y compararlo con la copia consultada por el autor (de 1982), contrastando la información.

- Escaneado láser del interior del edificio, especialmente el claustro<sup>(501)</sup>, la iglesia y la capilla para tratar de completar el modelo tridimensional y entender mejor la relación que existe entre estas piezas tan importantes, ampliando el conocimiento sobre su proceso constructivo.

- Estudio minucioso de la construcción del edificio a través del Libro de Gastos, intentando relacionar concretamente las distintas partidas con el proceso constructivo y el solapamiento entre las diversas piezas ejecutadas. Un análisis pormenorizado de la construcción puede arrojar luz al análisis morfológico planteado en este trabajo.

- Análisis del edificio desde un punto de vista estructural, en base a la documentación gráfica elaborada en este trabajo, tratando de calcular los muros de tapia, el campanario, la cúpula, el efecto de los huecos, etc., especialmente la seguridad que poseen frente al agotamiento.

- Realizar una propuesta de intervención para la rehabilitación del edificio siguiendo todos los conocimientos adquiridos al realizar la presente tesis.

- Modelización de la estructura porosa de los materiales pétreos del Colegio, esto es, piedra de Godella y de Ribarroja, analizando el ciclo de humedecimiento-secado y teniendo en cuenta las propiedades reales de los materiales.

- Aplicación del método de Carniglia para el estudio de la difusividad en materiales pétreos, para el caso concreto de la piedra de Godella y de Ribarroja.

- Análisis pormenorizado de la Iglesia de los Santos Juanes aplicando la tecnología termográfica, que en este trabajo tan solo se ha mostrado para tratar algunas cuestiones puntuales, aprovechando que su fachada oeste es muy homogénea desde el punto de vista del material.

- Nuevos ensayos de laboratorio aplicados a la propia metodología de la tecnología termográfica, donde se amplíen los conocimientos sobre la respuesta térmica de los materiales frente a la humedad, la temperatura, las sales y otros parámetros estudiados en esta Tesis.

- Aplicación de los conocimientos sobre patología de materiales, termografía y ensayos de laboratorio a otros materiales y sistemas constructivos, como por ejemplo, cerramientos compuestos por aplacados de piedra y el estudio de su patología.

- Comparativa de la respuesta térmica del material en función de la humedad que absorba mediante el empleo de termografía infrarroja y la Tomografía Axial Computarizada de rayos X (TAC) para el estudio del movimiento del agua en el interior de las rocas durante los ensayos de capilaridad.

501.- En Llopis, J., 1997 se realizó un levantamiento del claustro con las técnicas y metodología de la época.





*Referencias*



## REFERENCIAS

A continuación se hace referencia a las distintas Figuras y Tablas que aparecen en este trabajo indicando su autor y procedencia. Aunque se indica para una mayor claridad, todas las figuras y tablas han sido elaboradas o fotografiadas por el autor del presente trabajo salvo que se apunte lo contrario.

### Figuras

Portada	Imagen de la cúpula del Colegio de Corpus Christi desde el claustro. Fotografía del autor (2011).
Subportadas de capítulo	Imagen de la fachada principal del Colegio de Corpus Christi desde la Universidad. Fotografía del autor (2009).

### ANÁLISIS HISTÓRICO

[Fig. II.1]	Estimación de la población de la ciudad de Valencia. Gráfica elaborada por el autor a partir de las siguientes fuentes: Azulay, M. e Israel, E., 2009; Serra Desfilis, A; Rubio Vela, A, 1995; Roselló, V. y Esteban, J., 2000; Llopis, A., Perdígón, L., Taberner, F., 2004; Taberner, F., 2004, Las Provincias, 2000.
[Fig. II.2]	Europa política en el año 1600. Tomada de <a href="http://euratlas.net/history/europe/1600/index.html">euratlas.net/history/europe/1600/index.html</a>
[Fig. II.3]	Sección y alzado de una de las capillas del Colegio en 1937. Tomada de Esteban, J. 2007, p.85.
[Fig. II.4]	Línea del tiempo del Colegio del Patriarca (a). Dibujo del autor.
[Fig. II.5]	Línea del tiempo del Colegio del Patriarca (b). Dibujo del autor.
[Fig. II.6]	Situación de las calles y plazas en el entorno del Colegio. Dibujo del Autor.
[Fig. II.7]	Alineaciones actuales y anteriores (líneas discontinuas) al proyecto de la Calle de la Paz. Dibujo del autor tomando como alineaciones actuales el plano oficial de 2009 y como alineaciones anteriores "L'Entorn geogràfic dle barri de la Universitat" en "La Universitat i el seu entorn urbà" VV. AA., 2001, p. 31.
[Fig. II.8]	Detalle del Proyecto de Luis Ferreres (1892). Tomada de la Exposición de L. Ferreres, 2009 y modificada por el Autor.
[Fig. II.9]	Panorámica elevada de Anthonie van der Wijngaerde, 1563. Tomada de <a href="http://skyscrapercity.com">skyscrapercity.com</a>
[Fig. II.10]	Plano de Münster. París, 1572, vista general y detalle de F. Belleforest, 1575. Vista general tomada del Historic Cities Research Project <a href="http://historic-cities.huji.ac.il">historic-cities.huji.ac.il</a> y detalle tomado de <a href="http://paris.org">paris.org</a> y modificada por el autor.
[Fig. II.11]	Vista general y detalle del plano de Mancelli 1608. Vista general tomada de Llopis, A., Perdígón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle en alta resolución cortesía de L. Perdígón (Archivo Histórico de la ETSA-UPV).
[Fig. II.12]	Vista general del plano de Vicente Tosca 1704 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdígón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle en alta resolución cortesía de L. Perdígón (Archivo Histórico de la ETSA-UPV).
[Fig. II.13]	Vista general del plano de Fortea 1738 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdígón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle en alta resolución cortesía de L. Perdígón (Archivo Histórico de la ETSA-UPV).
[Fig. II.14]	Vista de Palomino, 1784. Espinalt, B. 1784, Estampa 3.
[Fig. II.15]	Vista general del plano de 1808 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdígón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
[Fig. II.16]	Vista general del plano de 1811 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdígón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
[Fig. II.17]	Vista general del plano de 1812 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdígón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.

- [Fig. II.18] Vista general del plano de 1821 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.19] Vista general del plano de 1828 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.20] Vista general del plano de 1853 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.21] Vista aérea desde el noroeste de A. Guesdon (1858) y detalle. Imagen tomada de urbanity.es y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.22] Vista aérea desde el nordeste de A. Guesdon (1858) y detalle. Imagen tomada de urbanity.es y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.23] Vista general del plano de 1858 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.24] Vista general del plano de 1860 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.25] Vista general del plano de 1869 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.26] Vista general del plano de 1883 y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.27] Plano topográfico de 1883, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.28] Plano de 1884, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.29] Plano geométrico de 1892, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.30] Plano geométrico de 1894, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.31] Plano de 1907, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.32] Plano de 1907, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.33] Plano de 1910, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.34] Plano de 1924, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.35] Plano de 1925, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.36] Plano de 1929, vista general y detalle. Vista general tomada de Llopis, A., Perdigón, L. y Taberner, F. 2004 y detalle confeccionado por el autor.
- [Fig. II.37] Ortofoto de 1980, vista general y detalle. Valencia.es. Ayuntamiento de Valencia.
- [Fig. II.38] Ortofoto de 2002, vista general y detalle. Valencia.es. Ayuntamiento de Valencia.
- [Fig. II.39] Ortofoto de 2007, vista general y detalle. Vista general y detalle tomados de maps.google.es.
- [Fig. II.40] Vistas tridimensionales desde el SW y NW respectivamente. Tomadas de maps.google.es
- [Fig. II.41] Tabla comparativa de la planimetría más representativa. Dibujos del autor.
- [Fig. II.42] (izq) Grúa de la basilica de El Escorial y (dcha) grúa pequeña. Figuras tomadas de Lorda Iñarra, J., 1997, pp. 81-104.

## ANÁLISIS MORFOLÓGICO

- [Fig. III.1] Azulejos del claustro, vista general y detalle. Fotografías del autor (2009).
- [Fig. III.2] Algunos procedimientos para la obtención de la Sección Áurea. Dibujo del autor.
- [Fig. III.3] Medidas del Colegio. Cotas en palmos valencianos (0,91). Dibujo del autor.
- [Fig. III.4] Superposición de la retícula en pies valencianos (0,91). Dibujo del autor.
- [Fig. III.5] Riadas documentadas y periodo de construcción del Colegio. Dibujo del autor.

## Referencias

- [Fig. III.6] Fases de ejecución del pretil del Turia. Dibujo del autor con datos de Meliό Uribe, V., 1991, p. 69 y ortofoto de Google 2010.
- [Fig. III.7] La UV en 1957 y en la actualidad. Nivel alcanzado por las aguas en la riada de 1957. Fotografía antigua de levante-emv.com y fotografía actual del autor.
- [Fig. III.8] Planta de la Iglesia del Colegio del Patriarca. Dibujo del autor.
- [Fig. III.9] Escasa decoración en las fachadas del Colegio del Patriarca. Fotografías del autor.
- [Fig. III.10] Las dos puertas del zaguán que comunica la calle con la Iglesia. Fotografías del autor.
- [Fig. III.11] Vista general de la cubierta desde la fachada oeste y antepecho de la sur. Fotografías del autor (2009).
- [Fig. III.12] Vista general y detalle del pavimento de la Iglesia. Fotografías del autor.
- [Fig. III.13] Portada de la Iglesia del Colegio del Patriarca y puerta que divide el zaguán. Fotografías del autor.
- [Fig. III.14] Huecos de la iluminación de la Iglesia: cúpula, crucero y coro. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. III.15] Huecos de iluminación de las celdas y otros aposentos. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. III.16] Escalera norte del conjunto que da acceso a la biblioteca. Fotografía del autor (2009).
- [Fig. III.17] Distintas vistas de la capilla principal de la Iglesia del Patriarca. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. III.18] Coro de la Iglesia del Colegio del Patriarca. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. III.19] Barandilla de la capilla principal. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. III.20] Pinturas de la bóveda de la Iglesia y de la Capilla del Monumento. Fotografías del autor (2010, 2008).
- [Fig. III.21] Fachadas norte, oeste, sur y este de la torre campanario del Colegio. Fotografías del autor (2009, 2010).
- [Fig. III.22] Los campanarios de S. Miguel de los Reyes, Corpus Christi, San Juan de la Cruz y Santos Juanes. Fotografías del autor (2009) excepto la primera que se ha tomado de [wikimedia.org](http://wikimedia.org).
- [Fig. III.23] Planta y sección de la iglesia Il Gesú de Roma. Tomada de <http://artebajo-cinca.blogspot.com>.
- [Fig. III.24] Sección Longitudinal de El Escorial, en *Las Estampas (1589)*. Figura tomada de Wilkinson-Zerner, C., 1996, p. 108.
- [Fig. III.25] Vista del coro de El Escorial y del Patriarca. Imagen de El Escorial tomada de Patrimonio Nacional, 2010, p. 7. Imagen del Colegio del Patriarca del autor.
- [Fig. III.26] Vista de la cúpula de El Escorial y del Patriarca. Imagen de El Escorial tomada de Patrimonio Nacional, 2010, p. 7. Imagen del Colegio del Patriarca del autor.
- [Fig. III.27] Vista del patio de la Casa Pilatos de Sevilla. Imagen tomada de [wikimedia.org](http://wikimedia.org).
- [Fig. III.28] Comparación entre la planta actual y la hipotética, anterior a 1590. Dibujos del autor.
- [Fig. III.29] Trazado de la planta hipotética (1). Dibujos del autor.
- [Fig. III.30] Trazado de la planta hipotética (2). Dibujos del autor.
- [Fig. III.31] Trazado de la planta hipotética (3). Dibujos del autor.
- [Fig. III.32] Trazado de la planta hipotética (4). Dibujos del autor.
- [Fig. III.33] Trazado de la planta hipotética (5). Dibujos del autor.
- [Fig. III.34] Trazado de la planta hipotética (6). Dibujos del autor.
- [Fig. III.35] Trazado de la planta hipotética (7). Dibujos del autor.
- [Fig. III.36] Trazado de la planta hipotética (8). Dibujos del autor.
- [Fig. III.37] Trazado de la planta hipotética (9). Dibujos del autor.

- [Fig. III.38] Trazado de la planta hipotética (10). Dibujos del autor.
- [Fig. III.39] Trazado de la planta real (1). Dibujos del autor.
- [Fig. III.40] Trazado de la planta real (2). Dibujos del autor.
- [Fig. III.41] Trazado de la planta real (3). Dibujos del autor.
- [Fig. III.42] Trazado de la planta real (4). Dibujos del autor.
- [Fig. III.43] Trazado de la planta real (5). Dibujos del autor.
- [Fig. III.44] Trazado de la planta real (6). Dibujos del autor.
- [Fig. III.45] Trazado de la planta real (7). Dibujos del autor.
- [Fig. III.46] Trazado de la planta real (8). Dibujos del autor.
- [Fig. III.47] Trazado de la planta real (9). Dibujos del autor.
- [Fig. III.48] Trazado de la planta real (10). Dibujos del autor.
- [Fig. III.49] Trazados reguladores en la fachada sur. Cotas en palmos (Vara 0,91 m). Dibujos del autor.
- [Fig. III.50] Trazados reguladores en las fachadas oeste y sur. Cotas en palmos (Vara 0,91 m) . Dibujos del autor.
- [Fig. III.51] Trazados reguladores en la fachada oeste. Cotas en palmos (Vara 0,91 m) . Dibujos del autor.

#### ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

- [Fig. IV.1] Libro de Compras de Casas adquiridas en el ámbito del Seminario. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. IV.2] Inversión y número de casas compradas anualmente. Dibujo del autor.
- [Fig. IV.3] Esquema de los lindes entre las propiedades adquiridas. Dibujo del autor. Lerma, C., 2011.
- [Fig. IV.4] Una manzana distinta a la del Colegio del Patriarca en la Valencia de 1608. Plano de Manceli. Cortesía de Perdígón, L. (Archivo Histórico de la ETSA).
- [Fig. IV.5] Casas compradas en el ámbito del Colegio del Patriarca (año 1601). Dibujo del autor.
- [Fig. IV.6] Casas y patios comprados en el ámbito del Colegio del Patriarca (año 1601). Dibujo del autor. Lerma, C., 2011.
- [Fig. IV.7] Evolución del proceso de compra-venta de casas en el ámbito del Colegio. Dibujo del autor.
- [Fig. IV.8] Inversión del Patriarca para la compra de cada casa (en libras, moneda valenciana). Dibujo del autor.
- [Fig. IV.9] Hipótesis de casas compradas en el ámbito del Colegio sobre sus trazas actuales. Dibujo del autor.
- [Fig. IV.10] Hipótesis de casas compradas en el ámbito del Colegio sobre sus trazas hipotéticas. Dibujo del autor.
- [Fig. IV.11] Libro de Construcción del Colegio. Vista general y detalle. Fotografías del autor (2010).
- [Fig. IV.12] Primeros registros del Libro de Construcción del Colegio en la hoja de cálculo. Figura del autor.
- [Fig. IV.13] Gastos anuales en la construcción del Colegio, en libras valencianas. Figura del autor.
- [Fig. IV.14] Gastos mensuales en la construcción del Colegio, en libras valencianas, entre 1586 y 1590. Figura del autor.
- [Fig. IV.15] Gastos anuales en la construcción del Colegio de Corpus Christi. Figura del autor.
- [Fig. IV.16] Gasto acumulado durante el trascurso de la obra. Figura del autor. Figura del autor.

- [Fig. IV.17] Gasto acumulado durante el transcurso de la obra (por meses). Figura del autor.
- [Fig. IV.18] Gasto acumulado relativo, por años y grupos respecto del total de cada grupo. Figura del autor.
- [Fig. IV.19] Gasto acumulado absoluto, por años y grupos en libras valencianas. Figura del autor.
- [Fig. IV.20] Gastos anuales según sean pétreos, cerámicos, conglomerantes o resto. Figura del autor.
- [Fig. IV.21] Gastos anuales según sean textil, escultura, pintura, metal, madera o varios. Figura del autor.
- [Fig. IV.22] Gastos anuales según grupos constituyendo el 100% cada año. Figura del autor.
- [Fig. IV.23] Gastos totales clasificados según estos grupos. Figura del autor.
- [Fig. IV.24] Gastos según las 4 fases, clasificados en obra gruesa, ornamentación y varios. Figura del autor.
- [Fig. IV.25] Maestros destacados en la construcción del Colegio, por orden de aparición. Figura del autor.
- [Fig. IV.26] Maestros destacados en la construcción del Colegio. Figura del autor.
- [Fig. IV.27] Infografía del conjunto del Colegio del Patriarca sin las cubiertas. Figura del autor.
- [Fig. IV.28] Desglose de gastos en la construcción del Colegio. Figura del autor.
- [Fig. IV.29] Progreso de la cimentación de los muros de fachada. Figura del autor.
- [Fig. IV.30] Hipótesis de la evolución de la construcción de los muros interiores. Figura del autor.
- [Fig. IV.31] Gastos producidos entre 1586 y 1589. Figura del autor.
- [Fig. IV.32] Infografía de la sección longitudinal de la iglesia. Figura del autor.
- [Fig. IV.33] Fases de construcción de la fachada oeste. Figura del autor.
- [Fig. IV.34] Dimensiones de la Iglesia. Figura del autor.
- [Fig. IV.35] Infografía de la iglesia seccionada y vista desde el noroeste. Figura del autor.
- [Fig. IV.36] Infografía del conjunto visto desde el sur. Figura del autor.
- [Fig. IV.37] Fases de construcción de la fachada sur. Figura del autor.
- [Fig. IV.38] Grieta en la fachada principal. Fotografía del autor, 2009.
- [Fig. IV.39] Encuentro entre las dos fábricas. Fotografía del autor, 2009.
- [Fig. IV.40] Pintura de la nave central. Fotografía del autor, 2009.
- [Fig. IV.41] Detalle de una pintura del crucero. Fotografía del autor, 2009.
- [Fig. IV.42] Escalera principal del Colegio (1). Fotografía del autor, 2010.
- [Fig. IV.43] Infografía de la sección longitudinal del claustro. Figura del autor.
- [Fig. IV.44] Infografía del claustro visto desde la planta baja. Figura del autor.
- [Fig. IV.45] Hipótesis de evolución constructiva. Figuras del autor.
- [Fig. IV.46] Infografía del Colegio del Patriarca. Figura del autor.

#### ANÁLISIS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- [Fig. V.1] Resistencia de materiales pétreos sobre la base de resistencia a la compresión. Tomado de Hawkes y Mellor, 1970.

- [Fig. V.2] Distribución de agua en un material poroso hidrofílico. Tomado de Torraca, G., 1982, p. 12 y modificado por el autor.
- [Fig. V.3] Modelización del llenado de los poros de la piedra de Ribarroja (Microscopio óptico). Dibujo del autor.
- [Fig. V.4] Rango del contenido de humedad y transporte de humedad. Figura modificada por el autor, extraída de Scheffler, G.A. y Plagge, R., 2009.
- [Fig. V.5] Cambios en la porosidad  $f$  en cuarzo y yeso bajo compresión uniaxial. Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 22. Véase Yamamuro, J.A. (1996).
- [Fig. V.6] Dibujo de un material poroso mostrando la tortuosidad de la ruta AB y esferas de prueba pasando a través de AB para pasos estrechos y grandes cavidades. Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 24.
- [Fig. V.7] Flujo simple Darcy a través de un medio homogéneo saturado de líquido bajo la acción de un gradiente de presión. Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 62.
- [Fig. V.8] Influencia del tamaño medio de la partícula en la permeabilidad de un medio poroso. Tomada de Li, Y., LeBoeuf, E.J., 2005.
- [Fig. V.9] Imagen 3D de (a) la matriz de una caliza y (b) la estructura de la red porosa. Tomada de Videla, AV., 2008.
- [Fig. V.10] Flujo a través de un material poroso insaturado bajo la acción de un gradiente de potencial capilar  $Y$  o contenido líquido  $q$ . Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 76.
- [Fig. V.11] Estado constante de distribución de agua en una barrera porosa, de espesor  $L$  con caras húmedas y secas. La línea sólida: difusividad hidráulica exponencial  $D = D_0^{(Br/\Theta)}$  con  $Br = 6$ , línea de puntos es la difusividad constante ( $Br = 0$ ). Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 99.
- [Fig. V.12] Adsorción y excedente de agua en una superficie expuesta a lluvia abundante. Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 228.
- [Fig. V.13] Absorción de agua con flujo constante: simulación numérica. Distribuciones del contenido de agua para tiempos transcurridos  $t = 15, 75, 150$  y  $250$  min. Absorción  $S = 3,0 \text{ mm/min}^{1/2}$  y flujo de lluvia  $V_0 = 10 \text{ mm/h}$ ;  $\Theta_s = 0,160$  y  $\Theta_s = 0,014$ . Figura del autor. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 229.
- [Fig. V.14] Modelo SF de flujo constante de absorción de lluvia. (a) Velocidad de absorción  $u_0$ , registrando la variable de tiempo  $t^{1/2}$ , para (1) adsorción  $S=0,5 \text{ mm/min}^{1/2}$  y flujo de lluvia  $V_0=10 \text{ mm/h}$ ; (2)  $S=1, V_0=15$  y (3)  $S=3, V_0=10$ . (b) Dependencia de la escorrentía  $r$  para tiempo transcurrido  $t$  (nótese escala logarítmica). Figura del autor. Modificando la de Hall, C. y Hoff, W. D. 2002 p. 233.
- [Fig. V.15] Tomografías que muestran el volumen de material afectado por el agua. Tomada de Ruiz de Argandoña, V.G., 2008.
- [Fig. V.16] Ejemplo de ascenso capilar según el diámetro del poro. Tomado de Torraca, G., 1982, p. 10 y dibujado por el autor.
- [Fig. V.17] Variación del contenido de agua en función de la altura  $z$  en un muro de ladrillo. Equilibrio entorno a los  $0,5 \text{ m}$ . Tomado de l'Anson, S.J., 1986.
- [Fig. V.18] Curva general de secado de materiales de construcción porosos. Modificada por el autor, extraída de Scheffler, G.A. et al., 2009.
- [Fig. V.19] Curva de evaporación con rocas saturadas de agua y solución NaCl. Ambos estados de evaporación se pueden observar separados por el tiempo de inflexión  $t_i$ . Tomada de Benavente, D., 2003.
- [Fig. V.20] Curvas de secado para ladrillos con diferente porosidad. Tomado de Hall, C., Hoff, W. D., Nixon, M.R. 1984.
- [Fig. V.21] Ratio de secado de un ladrillo. Tomado de Platten, A.K., 1985.

## Referencias

- [Fig. V.22] Diagrama del equilibrio entre capilaridad y evaporación en un muro de ladrillo. Tomado de Rirsh, E. y Zhang, Z. 2010.
- [Fig. V.23] Efecto de la temperatura y la velocidad del viento en el ratio de secado. Tomado de Hall, C., Hoff, W. D., Nixon, M.R. 1984.
- [Fig. V.24] Rosa de los vientos 1937-2012 sobre el Colegio de Corpus Christi. Frecuencia según la orientación. Dibujo del autor con datos de la Agencia Nacional de Meteorología AEMET, 2012.
- [Fig. V.25] Rosa de los vientos 1937-2012 sobre el Colegio de Corpus Christi. Velocidad media del viento según la orientación. Dibujo del autor con datos de la Agencia Nacional de Meteorología AEMET, 2012.
- [Fig. V.26] Velocidad media del viento, por meses, período 1937-2012 en Valencia. Dibujo del autor con datos de la Agencia Nacional de Meteorología AEMET, 2012.
- [Fig. V.27] Fuentes y contaminantes atmosféricos. Tomado de Esbert, R.M. et al. 1997, p. 46.
- [Fig. V.28] Procesos de alteración relacionados con el agua. Tomado de Esbert, R.M. et al. 1997, p. 44.
- [Fig. V.29] Características que controlan la acción del agua en las piedras de los edificios. Tomado de Esbert, R.M. et al. 1997, p. 45.
- [Fig. V.30] Cantidad y movilidad del agua en función del tamaño de los poros. Tomado de Mingarro, F., 1996, p. 240.
- [Fig. V.31] Modelo de alteración superficial por sales propuesto por Alonso, F.J. et al., 1987. Tomada de Ortiz, M.P., 1998, p. 36.
- [Fig. V.32] Variación de la luminosidad ( $L^*$ ) de una caliza porosa blanca (Hontoria). Tomada de Grossi, C.M., 2008.
- [Fig. V.33] Sistema Munsell de color. a) Sólido de color. b) Proyección sobre el plano ecuatorial, con los tonos establecidos. Tomado de Esbert, R.M. et al. 1997, p. 23.
- [Fig. V.34] Sistema  $L^*a^*b^*$  de color. a) Esquema del sólido de color. b) Proyección sobre el plano ecuatorial. Tomado de Esbert, R.M. et al. 1997, p. 23.
- [Fig. V.35] Enmugrecimiento en las juntas entre los sillares del zócalo en el Colegio del Patriarca. Fotografías del autor, 2012.
- [Fig. V.36] Esquema de la acción de las bacterias sobre la piedra. Tomado de Caneva, G. y Nugari, M.P., 2000, p. 118 y dibujado por el autor.
- [Fig. V.37] Ciclo del azufre. Tomado de Caneva, G. y Nugari, M.P., 2000, p. 119 y dibujado por el autor.
- [Fig. V.38] Composición de una costra de sulfatación sobre calizas. Tomado de Romanovski, V. 1955, p. 191. Dibujado por el autor.
- [Fig. V.39] Relación entre la densidad ( $D$ ) y la conductividad ( $\lambda$ ) para los materiales de construcción. Figura tomada de Linares, J. 2000, p. 13 y modificada por el autor.
- [Fig. V.40] Relación entre difusividad ( $\alpha$ ) y conductividad ( $\lambda$ ) para los materiales de construcción. Figura del autor.
- [Fig. V.41] Relación entre difusividad ( $\alpha$ ) y efusividad ( $\beta$ ) para los materiales de construcción. Figura tomada de González, E., 1997.
- [Fig. V.42] Evolución de la impedancia  $Z$  en muro de gran espesor (0,8 m). Figura del autor.
- [Fig. V.43] Onda térmica exterior e interior. Figura del autor.
- [Fig. V.44] Detalle de la onda térmica exterior e interior para distintos materiales. Figura del autor.
- [Fig. V.45] Disposición general de los sensores (cortesía de Gema y Nacho) y detalle de un inclinómetro y un termómetro (fotografía del autor).

- [Fig. V.46] Termómetro T1. Temperaturas medias (junio 2012). Gráficas realizadas por el autor con datos de los sensores de AIDICO.
- [Fig. V.47] Termómetro T2. Temperaturas medias (junio 2012). Gráficas realizadas por el autor con datos de los sensores de AIDICO.
- [Fig. V.48] Comparativa entre la Temp int. y la ext. (junio 2012). Gráficas realizadas por el autor con datos de los sensores de AIDICO.
- [Fig. V.49] Evolución de la amplitud de la onda de temperatura en la cara interior del cerramiento en función del espesor, de la densidad y de la resistividad (e/l). Figura del autor.
- [Fig. V.50] Inercia térmica del muro del Patriarca. Figura del autor.
- [Fig. V.51] Inercia térmica del muro del Patriarca. Figura del autor.
- [Fig. V.52] Temperatura del cerramiento en función de la densidad y el tiempo transcurrido. Figura del autor.
- [Fig. V.53] Relación entre la porosidad de un material y la temperatura de la cara exterior del cerramiento (espesor = 0,8 m; tiempo t = 8 h.; Densidad = 3000 Kg/m<sup>3</sup>. Figura del autor.
- [Fig. V.54] Valores históricos de temperaturas en Valencia (1938-2010). Gráfico del autor. Datos del Instituto Nacional de Meteorología.
- [Fig. V.55] Valores de temperatura y humedad alrededor del Colegio de Corpus Christi. Figura del autor.
- [Fig. V.56] Planos donde se sitúa a los puntos de toma de datos. Figura del autor.
- [Fig. V.57] Salida y puesta del sol en Valencia (2011). Figura del autor. Datos tomados del Observatorio Astronómico Nacional, Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento, 2011.
- [Fig. V.58] Comparación de las temperaturas para un ladrillo. Figura original de Cañas Guerrero, I., 2005 y modificada por el autor.
- [Fig. V.59] Comparación de las temperaturas para adobe. Figura original de Cañas Guerrero, I., 2005 y modificada por el autor.
- [Fig. V.60] Comparación de las temperaturas para una piedra (granito). Figura original de Cañas Guerrero, I., 2005 y modificada por el autor.
- [Fig. V.61] Defectos que influyen en la lectura de la temperatura con cámara termográfica. Figura del autor, modificando la de Grinzato, E., 1997, fig. 2.
- [Fig. V.62] Influencia del ángulo de la cámara IR en la obtención de temperaturas. Fotografías IR del autor, 2012.
- [Fig. V.63] Variación de temperatura en °C según ángulo de inclinación de la cámara. Figura del autor.
- [Fig. V.64] Influencia del ángulo de la cámara en la iglesia de los Santos Juanes. Fotografía IR del autor (2012).
- [Fig. V.65] Variación de temp. en °C según el ángulo de inclinación de la cámara respecto de la vertical en la Iglesia de los Santos Juanes. Figura del autor.
- [Fig. V.66] Situación de la cantera de Godella sobre un mapa actual. Tomada de la web del Ayto. de Godella, 2012.
- [Fig. V.67] Detalle sin escala del mapa geológico nacional E:1/50.000, hoja 696 "Burbujasot". Ministerio de Industria, 1974.
- [Fig. V.68] Situación de la cantera, al Noroeste de Liria. Imagen aérea de Google Maps 2012, modificada por el autor.
- [Fig. V.69] Detalle sin escala del mapa geológico nacional E:1/50.000, hoja 695 "Liria". Ministerio de Industria, 1974.
- [Fig. V.70] Situación general de los puntos de toma de muestras. Dibujo del autor.
- [Fig. V.71] Dos detalles de la situación de los puntos de toma de muestras. Fachadas sur y oeste. Dibujo del autor.

## Referencias

- [Fig. V.72] Reducción a polvo de las muestras M24, M29 y M32. Fotografías del autor, 2012.
- [Fig. V.73] Papeles de filtro, estufa y balanza de precisión. Fotografías del autor.
- [Fig. V.74] Reacción con el CIH y papeles de filtro con las impurezas depositadas. Fotografías del autor.
- [Fig. V.75] DRX de las muestras M24, M29 y M32. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. V.76] Perfiles de Calcita (naranja) y Cuarzo (azul) de la muestra M24 (Riabarroja). Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. V.77] Fotomicrografías de microscopio óptico de polarización mostrando la textura general de la roca (micrita y fragmentos de fósiles): en A y B se observan además vénulas de calcita de pequeño grosor perpendiculares a la estructura general de la roca. A y C fotos realizadas con nicoles paralelos B y D con nicoles cruzados. Ensayos realizados en la Universidad de Alicante.
- [Fig. V.78] Fotomicrografías de microscopio óptico de polarización mostrando fragmentos y moldes de fósiles, en general no identificables, junto con micrita con diferentes texturas. A y C nicoles paralelos, B y D nicoles cruzados. Ensayos realizados en la Universidad de Alicante.
- [Fig. V.79] Fotomicrografía de microscopio óptico de polarización realizada con nicoles paralelos en cuya parte central (flecha) se observa una concha de foraminífero rellena de cemento calcítico. Ensayos realizados en la Universidad de Alicante.
- [Fig. V.80] Fotomicrografía de Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) trabajando a bajo vacío en modo de electrones retrodispersados mostrando oxihidróxidos pseudomórficos de pirita framboidal. Ensayos realizados en la Universidad de Alicante.
- [Fig. V.81] El EDX muestra el análisis químico del área de los oxihidróxidos. Ensayos realizados en la Universidad de Alicante.
- [Fig. V.82] Piedra de Godella vista con la lupa binocular. Fachada oeste. Ensayos realizados en la Universitat Politècnica de València.
- [Fig. V.83] Lupa binocular. Piedra de Godella. Fachada oeste. Ensayos realizados en la Universitat Politècnica de València.
- [Fig. V.84] Piedra de Godella vista con la lupa binocular. Fachada oeste. Ensayos realizados en la Universitat Politècnica de València.
- [Fig. V.85] Vista de la piedra de Godella en el Microscopio electrónico. Ensayos realizados en la Universitat Politècnica de València.
- [Fig. V.86] El EDX muestra el análisis químico de la piedra de Godella. Fachada oeste. Ensayos realizados en la Universitat Politècnica de València.
- [Fig. V.87] El EDX muestra el análisis químico de la piedra de Godella. Fachada oeste. Ensayos realizados en la Universitat Politècnica de València.
- [Fig. V.88] Preparación de las muestras y láminas delgadas CL1 y CL2. Fotografías del autor, 2012.
- [Fig. V.89] Granos alargados de calcita. Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.90] Recristalización de calcita (x25 y x63). Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.91] Muestra de cantera C-1 (x50 y x100). Tomadas de Mas Tomás, Á. 1990.
- [Fig. V.92] Restos de estructuras de gusanos (x25 y x63). Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.93] Burbujas de aire retenidas en los poros (x25 y x63). Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.

- [Fig. V.94] Imagen de cristales de Calcita (x250). Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.95] Imagen de cristales alargados de calcita (x25). Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.96] Porosimetría. Muestra M-10ext (volumen de poros acumulado en %). Dibujo del autor. Datos de Mas, Á., 1990.
- [Fig. V.97] Resultados de los ensayos de porosimetría de mercurio (volumen de poros acumulado en %). Dibujo del autor. Datos de Mas, Á., 1990.
- [Fig. V.98] Porosimetría. Volumen acumulado y frecuencia en %. Dibujo del autor. Datos de Mas, Á., 1990.
- [Fig. V.99] Porosimetría. Espectro de tamaños de poro de las muestras analizadas. Dibujo del autor. Datos de Mas, Á., 1990.
- [Fig. V.100] Restos de pátina rojiza en la piedra de Godella y de Ribarroja. Fotografías del autor (2012).
- [Fig. V.101] Pátina anaranjada en la piedra junto a la portada. Fotografía del autor, 2011.
- [Fig. V.102] Muestras M19 y M11, piedra de Ribarroja, cuya pátina es rojiza. Fotografías del autor, 2011.
- [Fig. V.103] Muestra M11, vista en la lupa binocular. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.104] Muestra M11, en el SEM. Imágenes del autor tomadas en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.105] Análisis de elementos de la muestra M11. Ensayo realizado en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.106] Muestra M24, piedra de Ribarroja, cuya pátina contiene yeso. Fotografías del autor, 2011.
- [Fig. V.107] Muestra M24, vista en la lupa binocular. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.108] Muestra M24, en la lupa binocular, vista de perfil. Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.109] Muestra M24, en el SEM. Imágenes del autor tomadas en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.110] Estudio de los materiales que componen las fachadas del edificio. Figura del autor.
- [Fig. V.111] Piedra de Godella (izquierda) y piedra de Ribarroja (derecha). Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.112] Vista general y detalle de la tapia valenciana. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.113] Ladrillos de la parte superior de las fachadas sur y este. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.114] Vista general y detalle de la cubierta situada sobre la iglesia. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.115] Cúpula (vista general y detalle) con tejas azules y blancas. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.116] Estudio de las fisuras. Figura del autor.
- [Fig. V.117] Fisura en la fachada sur. Fotografías del autor, 2009 y 2011.
- [Fig. V.118] Fisura en la fachada oeste y en la esquina SW. Fotografías del autor, 2009 y 2011.
- [Fig. V.119] Estudio de los enfoscados o pinturas. Figura del autor.
- [Fig. V.120] Enfoscados o pinturas que ocultan otros materiales. Fotografías del autor, 2011.

- [Fig. V.121] Estudio de la suciedad y costras finas o gruesas. Figura del autor.
- [Fig. V.122] Ejemplos de zonas con acumulación de polvo y suciedad. Fotografía del autor, 2011.
- [Fig. V.123] Ejemplos de zonas con costra fina y gruesa. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.124] Estudio del lavado diferencial. Dibujo del autor.
- [Fig. V.125] Ejemplos de lavado diferencial. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.126] Estudio del biodeterioro. Dibujo del autor.
- [Fig. V.127] Ejemplos del biodeterioro. Fotografías del autor, 2009, 2011.
- [Fig. V.128] Estudio de los detritus de palomas. Dibujo del autor.
- [Fig. V.129] Ejemplos de detritus de palomas. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.130] Humedad relativa en la parte inferior de los cerramientos. Fachada sur. Figura del autor.
- [Fig. V.131] Humedad relativa en la parte inferior de los cerramientos. Fachada oeste. Dibujo del autor.
- [Fig. V.132] Estudio de la erosión de la piedra. Dibujo del autor.
- [Fig. V.133] Ejemplos de erosión pétreo. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.134] Ejemplos de erosión pétreo. Fotografías del autor, 2011.
- [Fig. V.135] Estudio de las eflorescencias salinas. Dibujo del autor.
- [Fig. V.136] Ejemplos de eflorescencias. Fotografías del autor, 2009.
- [Fig. V.137] Estudio de las pátinas. Dibujo del autor.
- [Fig. V.138] Ejemplos de las pátinas rojizas. Fotografías del autor, 2009, 2011.
- [Fig. V.139] Ejemplos de las pátinas de yeso. Fotografías del autor, 2009, 2011.
- [Fig. V.140] Resumen de los defectos descritos. Dibujo del autor.
- [Fig. V.141] Leyenda empleada. Dibujo del autor.
- [Fig. V.142] Distribución de temperaturas de una imagen termográfica. Figura del autor.
- [Fig. V.143] Distribución de temperaturas en los cerramientos del edificio. Figura del autor.
- [Fig. V.144] Análisis de los materiales de las fachadas (ladrillo, piedra y tapial). Figura del autor.
- [Fig. V.145] Distribución de temperaturas y Temperatura media de los materiales de las fachadas (ladrillo, piedra y tapial). Figura del autor.
- [Fig. V.146] Superposición de imágenes IR con la gráfica de temperaturas en una sección determinada del cerramiento. Figura del autor.
- [Fig. V.147] Análisis comparativo entre dos zonas de un mismo cerramiento (Fachada oeste). Figura del autor.
- [Fig. V.148] Distribución de temperaturas y Temperaturas medias del cerramiento (fachada oeste). Figura del autor.
- [Fig. V.149] Termografía de la fachada oeste de la iglesia de los Santos Juanes. Termografía del autor.
- [Fig. V.150] Estudio de la distribución de la temperatura ambiente en altura. Figura del autor.
- [Fig. V.151] Imagen original y corregida la temperatura en vertical y horizontal. Figura del autor.
- [Fig. V.152] Imagen original y corregida la temperatura ambiente. En azul la temperatura media. Figura del autor.
- [Fig. V.153] Imagen original y corregida la temperatura en vertical y horizontal. Figura del autor.

- [Fig. V.154] Imagen original y corregida la temperatura ambiente. En azul la temperatura media. Figura del autor.
- [Fig. V.155] Termografía de la fachada sur. Figura del autor.
- [Fig. V.156] Termografía de la fachada oeste. Figura del autor.
- [Fig. V.157] Superposición de las hiladas de tapial sobre una imagen termográfica. Figura del autor.
- [Fig. V.158] Vista general de las hiladas de tapial que componen el edificio. Figura del autor.
- [Fig. V.159] Detalle de la tapia, con algunas juntas verticales, y las fisuras más evidentes. Figura del autor.
- [Fig. V.160] Superposición de las hiladas de tapial sobre una fotografía de la fachada sur. Fotografía del autor (2009).
- [Fig. V.161] Precipitación media en Valencia (1937-2012). Figura del autor.
- [Fig. V.162] Zona húmeda a la izquierda de la portada de la iglesia. Fotografías y termografías del autor, 2011.
- [Fig. V.163] Vista general y detalle de la fachada principal (sur). Fotografías y termografías del autor, 2011.
- [Fig. V.164] Vista general y detalle del zócalo de la fachada este. Fotografías y termografías del autor, 2011.
- [Fig. V.165] Vista general y detalle de la zona inferior del zócalo. Fotografías y termografías del autor, 2011.
- [Fig. V.166] Vista general y detalle de una esquina. Fotografías y termografías del autor, 2011.
- [Fig. V.167] Ascensión capilar en el muro de piedra y tapial. Dibujo del autor.
- [Fig. V.168] Absorción de agua por capilaridad en función de la raíz cuadrada del tiempo (segundos). Dibujo del autor.
- [Fig. V.169] Báscula de precisión (0,01 g) y desecador. Fotografías del autor (2012).
- [Fig. V.170] Recipiente para las muestras en el ensayo de absorción de agua por capilaridad. Fotografías del autor (2012).
- [Fig. V.171] Recipiente para las muestras en el ensayo de absorción de agua por capilaridad. Fotografías del autor (2012).
- [Fig. V.172] Pérdida de peso para muestras con diferente grado de humedad. Figura del autor.
- [Fig. V.173] Temperatura con evaporación para muestras con diferente grado de humedad. Figura del autor.
- [Fig. V.174] Termografías del proceso de evaporación. Termografía del autor.
- [Fig. V.175] Ascensión del agua por capilaridad vista (a) con la cámara termográfica, (b) fotografía y (c) superposición de (a) y (b). Fotografías del autor, 2012.
- [Fig. V.176] Muestras C y D en el ensayo de absorción de agua a presión atmosférica. Fotografías del autor (2012).
- [Fig. V.177] Morfología del deterioro en el material producida por la cristalización de sales. Tomado de Rossi, R., 1988.
- [Fig. V.178] Zócalo con eflorescencias, (a) foto, (b) termografía y (c) detalle de eflorescencias. Fotografías y termografía del autor.
- [Fig. V.179] Sillar con eflorescencias, (a) termografía, (b) fotografía y (c) superposición de (a) y (b). Fotografías del autor, 2012.
- [Fig. V.180] Costra negra en la parte superior del cerramiento. Fotografía (a) y termografía (b). Fotografías del autor, 2012.
- [Fig. V.181] Zócalo con escamas, (a) foto, (b) termografía y (c) detalle de eflorescencias. Fotografías y termografía del autor.
- [Fig. V.182] Vista general de un desconchado (fachada sur). Termografías y fotografías del autor, 2011, 2012.

## Referencias

- [Fig. V.183] Detalle de un desconchado (fachada sur). Termografías y fotografías del autor, 2011, 2012.
- [Fig. V.184] Piedra de Ribarroja, parte externa (a) y parte interna (b) en el SEM. Imágenes tomadas por el autor en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.185] Difracción de rayos X (XRD) de la parte exterior de la roca de Ribarroja. Análisis realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Fig. V.186] Comparativa de termografía entre la piedra de Godella y la de Ribarroja. Figura del autor.
- [Fig. V.187] Comparativa de propiedades de la piedra de Godella. Figura del autor.
- [Fig. V.188] Comparativa de propiedades de la piedra de Ribarroja. Figura del autor.
- [Fig. V.189] Pérdida de temperatura de dos muestras con diferente densidad. Figura del autor.
- [Fig. V.190] Termografía de la pérdida de temperatura de dos muestras con diferente densidad. Termografías del autor.
- [Fig. V.191] Termografía de zonas con distinta erosión superficial. Fotografías y termografías del autor, 2011.
- [Fig. V.192] Zócalo con piedra de Godella, zona lavada (izq) y con pátina (dcha). Fotografías y termografías del autor, 2012.
- [Fig. V.193] Reacción de una muestra caliza con ácido clorhídrico HCl al 25%. Fotografías y termografías del autor, 2012.
- [Fig. V.194] Fotografía y termografía de 3 muestras, 23 y 24 recién humedecidas. Fotografías y termografías del autor, 2012.
- [Fig. V.195] Vista general y detalle de un desconchado (fachada oeste). Termografías y fotografías del autor, 2011, 2012.
- [Fig. V.196] Detalle de la esquina SW. Las juntas de mortero más calientes que la piedra. Termografía y fotografía del autor, 2011.
- [Fig. V.197] Vista general de la pátina de yeso junto a la puerta del campanario (fachada oeste). Fotografías del autor, 2011, 2012.
- [Fig. V.198] Lupa binocular, vista frontal (x8) y perfil (x20) de la muestra M24. Fotografías del autor.
- [Fig. V.199] Microscopio electrónico, muestra M24. Figura del autor.
- [Fig. V.200] Imagen termográfica, visible y superposición de la muestra M24. Figura del autor.
- [Fig. V.201] Marca de cantería en el sillar de piedra. En la foto real no se aprecia. Fotografía y termografía del autor.

## ANEJOS

Lámina 1	Todos los alzados. Escala 1/500. Elaborado por el autor.
Lámina 2	Detalle de la fachada sur. Escala 1/100. Elaborado por el autor.
Lámina 3	Alzado y sección de la fachada sur. Escala 1/50. Elaborado por el autor.
Lámina 4	Modulación de la fachada sur. Escala 1/125. Elaborado por el autor.
Lámina 5	Sección de la ventana del coro. Escala 1/100. Elaborado por el autor.
Lámina 6	Entorno de la fachada sur. Escala 1/200. Elaborado por el autor.
Lámina 7	Alzado sur y planta (escáner). Escala 1/150. Elaborado por el autor.
Lámina 8	Detalle del alzado sur (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
Lámina 9	Detalle de la portada (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
Lámina 10	Modulación de la fachada oeste. Escala 1/300. Elaborado por el autor.
Lámina 11	Sección de la cúpula. Escala 1/150. Elaborado por el autor.
Lámina 12	Sección de la cúpula. Escala 1/150. Elaborado por el autor.

Lámina 13	Fachada oeste y sección del campanario. Escala 1/150. Elaborado por el autor.
Lámina 14	Entorno de la fachada oeste. Escala 1/300. Elaborado por el autor.
Lámina 15	Detalle del campanario (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
Lámina 16	Alzado oeste (escáner). Escala 1/300. Elaborado por el autor.
Lámina 17	Detalle de la cúpula (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
Lámina 18	Detalle de la cúpula (escáner). Escala 1/40. Elaborado por el autor.
Lámina 19	Perspectiva del campanario. Sin escala. Elaborado por el autor.
Lámina 20	Acceso norte (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
Lámina 21	Acceso norte (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
Lámina 22	Alzado norte (escáner). Escala 1/75. Elaborado por el autor.
[Fig. A.1]	Fachada principal (sur). Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.2]	Vista oeste del campanario. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.3]	Vista parcial de la fachada principal (sur). Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.4]	Detalle de la portada (fachada sur). Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.5]	Vista parcial derecha de la fachada sur. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.6]	Cubierta y cúpula desde la C/ Creu Nova. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.7]	Esquina sudeste de la parte superior de la fachada. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.8]	Parte superior de la fachada este. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.9]	Claustro visto desde la esquina noroeste. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.10]	Detalle de los azulejos del claustro. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.11]	Vista parcial de la fachada norte y cúpula. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.12]	Cúpula vista desde el claustro. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.13]	Encuentro de dos fábricas distintas (fachada sur). Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.14]	Antepecho de la fachada sur. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.15]	Esquina sudeste de la parte superior de la fachada. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.16]	Alzado supino sobre la escalera noreste. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.17]	Detalle de una esquina del claustro. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.18]	Detalle del alzado norte (posterior). Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.19]	Detalle de una de las campanas. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.20]	Azulejos y el muro de soporte (muro interior). Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.21]	Vista general de la cúpula por el interior. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.22]	Encuentro de la cúpula con los arcos fajones. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.23]	Pinturas de la nave central de la Iglesia. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.24]	Arcos de las capillas y coro (al fondo). Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.25]	Encuentro en esquina de pilastras en la Iglesia. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.26]	Vista rasante de la torre campanario. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.27]	Fachada oeste (derecha). Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.28]	Remate del cerramiento del acceso norte. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.29]	Detalle de la fábrica vista. Fotografía del autor (2009).
[Fig. A.30]	Piedra del zócalo perimetral. Fotografía del autor (2010).
[Fig. A.31]	Detalle de los arcos inferiores del claustro. Fotografía del autor (2011).

- [Fig. A.32] Detalle de los pedestales del claustro. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.33] Vista del coro en HDR. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.34] Vista de la cúpula en HDR. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.35] Vista de la nave central en HDR. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.36] Vista de la portada de la iglesia. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.37] Detalle del escudo de la institución. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.38] Detalle del capitel de la columna. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.39] Portada de la fachada norte. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.40] Detalle de la portada norte. Fotografía del autor (2011).
- [Fig. A.41] Soleamiento anual en Valencia (1937-2012). Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.42] Soleamiento medio anual en Valencia (1937-2012). Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.43] Precipitación anual en Valencia (1937-2012). Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.44] Precipitación media anual en Valencia (1937-2012). Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.45] Velocidad media anual en Valencia (1937-2012). Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.46] Rosa de los vientos indicando la frecuencia del viento según la orientación. Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.47] Rosa de los vientos indicando la velocidad media del viento según la orientación. Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.48] Rosa de los vientos indicando la frecuencia media del viento según la orientación. Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.49] Rosa de los vientos indicando la velocidad media del viento según la orientación. Dibujo del autor con datos de AEMET, 2012.
- [Fig. A.50] (Izq.) Lupa binocular LEICA MZ APO, Servicio de Microscopía Electrónica, Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia. (Dcha.) Lupa binocular LEICA Wild M10. Área de Petrología y Geoquímica del Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo.
- [Fig. A.51] SEM (microscopio electrónico de barrido). Servicio de Microscopía Electrónica, Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia.
- [Fig. A.52] Lupa binocular. Área de Petrología de la Facultad de Geología y SEM de los servicios científico-técnicos de la Universidad de Oviedo.
- [Fig. A.53] Gráfico de DRX de la muestra M14. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.54] Gráfico de DRX de la muestra M15. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.55] Gráfico de DRX de la muestra M19. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.56] Gráfico de DRX de la muestra M20. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.57] Gráfico de DRX de la muestra M24. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.58] Gráfico de DRX de la muestra M28. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.59] Gráfico de DRX de la muestra M29. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.
- [Fig. A.60] Gráfico de DRX de la muestra M32. Universidad de Oviedo, Laboratorio de Geología y Geoquímica.

- [Fig. A.61] Ficha del Calcio sintético. Cortesía del Dr. D. Javier Alonso.
- [Fig. A.62] Ficha del Cuarzo sintético. Cortesía del Dr. D. Javier Alonso.
- [Fig. A.63] Muestra M29. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor con la lupa binocular (Universidad de Oviedo).
- [Fig. A.64] Muestra M24. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor con la lupa binocular (Universidad de Oviedo).
- [Fig. A.65] Muestra M11. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor con la lupa binocular (Universidad de Oviedo).
- [Fig. A.66] Muestra M11. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor con la lupa binocular (Universidad de Oviedo).
- [Fig. A.67] Muestra M09. Aumentos: x8, x20, x40, x80. Imágenes tomadas por el autor con la lupa binocular (Universidad de Oviedo).

## Tablas

## ANÁLISIS HISTÓRICO

- [Tabla II.68] Caudales del río Turia. Elaborada por el autor a partir de datos de VV. AA. "Plan sur", 1972.

## ANÁLISIS MORFOLÓGICO

- [Tabla III.1] Dimensiones de los ladrillos en Valencia a lo largo del tiempo. Cotas en metros (cotas en palmos). Elaboración propia a partir de los datos de Almeida Pardo, J. 1991, excepto los del Colegio del Patriarca que son del autor y la conversión a palmos.
- [Tabla III.2] Caudales del río Turia. (\*) Media entre los datos registrados entre 1911 y 1971. Tomada de VV. AA. "Turia sur", 1972.
- [Tabla III.3] Fases del Renacimiento en España y en Italia. Tomada de Llopis Verdú, J. 1997, p. 553.

## ANÁLISIS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- [Tabla V.1] Permeabilidades de los materiales de construcción. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. (2002) p. 73.
- [Tabla V.2] Difusividades de distintos materiales de construcción. Tomada de Hall, C. y Hoff, W. (2002) p. 85.
- [Tabla V.3] Parámetros que influyen en el secado y su significado. Tomada de Scheffler, G.A. et al., 2009.
- [Tabla V.4] Absorción de materiales de construcción seleccionados. Datos de: Prout, W (1989), Hall, C et al. (1992), Taylor, S. C. (1998), Kalimeris, A., M. (1984), Carpenter, T. A. et al. (1993), Roels, S. (2000), Krust, M. (1996), Gummerson, R. J. et al. (1980), Hall, C. et al. (1993), Hall, C. et al. (1986).
- [Tabla V.5] Tabla de las propiedades térmicas de distintos materiales. Datos de <http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.asp>, González Cruz, E. M., 2003, p. 4. Avdelidis, N.P. 2004.
- [Tabla V.6] Parámetros, amplitud de la onda y desfase para distintos materiales. Elaborado por el autor.
- [Tabla V.7] Temperaturas registradas en función de la densidad del material y según diferentes horas. Elaborado por el autor.
- [Tabla V.8] Resumen de ensayos y la información aportada. Tomada de Gómez de Terreros, M.G. y Alcalde, M., 2000, p. 38.
- [Tabla V.9] Listado de muestras del Colegio de Corpus Christi. Elaborado por el autor.
- [Tabla V.10] Ensayo de Densidad con picnómetro de Helio. Elaborado por el autor con datos de los ensayos realizados en la Universidad de Alicante.
- [Tabla V.11] Resultados de la muestra insoluble. Elaborado por el autor.
- [Tabla V.12] Composición química de la toma 1 (piedra de Godella). Ensayo realizado en la Universitat Politècnica de València.
- [Tabla V.13] Composición química de la toma 2 (piedra de Godella). Ensayo realizado en la Universitat Politècnica de València.
- [Tabla V.14] Resultados de las pruebas de fluorescencia de rayos X. Ensayo realizado en la Universidad de Alicante.
- [Tabla V.15] Resultados de las pruebas de fluorescencia de rayos X. Ensayo realizado en la Universidad de Alicante.
- [Tabla V.16] Valores medios de fluorescencia. Tabla del autor.

[Tabla V.17]	Tabla resumen de los compuestos encontrados en la fluorescencia. Tabla del autor.
[Tabla V.18]	Análisis de elementos de la muestra M11. Ensayo realizado en la Universidad de Oviedo.
[Tabla V.19]	Formas de alteración de las rocas. Tomado de Fitzner, B. en VV.AA. "Técnicas de diagnóstico...", p. 125-128.
[Tabla V.20]	Cuadro general de lesiones. Tomado de Monjo, J. et al., 1991, p. 37.
[Tabla V.21]	Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total). Elaborado por el autor.
[Tabla V.22]	Longitud total (m) de las fisuras según la orientación. Elaborado por el autor.
[Tabla V.23]	Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total). Elaborado por el autor.
[Tabla V.24]	Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total). Elaborado por el autor.
[Tabla V.25]	Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total). Elaborado por el autor.
[Tabla V.26]	Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total). Elaborado por el autor.
[Tabla V.27]	Superficie en % respecto a esa fachada (Superficie en % respecto del total). Elaborado por el autor.
[Tabla V.28]	Resultados del ensayo de absorción de agua por capilaridad. Tabla del autor.
[Tabla V.29]	Resultados del ensayo de absorción de agua a presión atmosférica. Tabla del autor.
[Tabla V.30]	Análisis químico en SEM. Tabla del autor.
[Tabla V.31]	Comparación de las muestras M20, M24, M28, M29. Elaborado por el autor.
[Tabla V.32]	Comparación de las muestras de la Iglesia de los Santos Juanes. Datos tomados de Mas Tomás, Á., 1990.

## ANEJOS

[Tabla A.1]	Resumen de las casas que se compraron en el ámbito del Colegio. Elaboración propia.
[Tabla A.2]	Selección de las partidas más destacadas del Libro de Gastos de la Construcción del Colegio. Elaboración propia.
[Tabla A.3]	Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción. Ordaz, J. y Eibert, R.M., 1988; Eibert, R.M., 2007. Alcalde, M. y Villegas, R. en VV.AA. "Metodología de diagnóstico...", 2003, p. 58 y ss.
[Tabla A.4]	Lista de picos de la muestra M14. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
[Tabla A.5]	Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
[Tabla A.6]	Lista de picos de la muestra M15. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
[Tabla A.7]	Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
[Tabla A.8]	Lista de picos de la muestra M19. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
[Tabla A.9]	Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.

## Referencias

- [Tabla A. 10] Lista de picos de la muestra M20. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 11] Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 12] Lista de picos de la muestra M24. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 13] Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 14] Lista de picos de la muestra M28. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 15] Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 16] Lista de picos de la muestra M29. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 17] Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 18] Lista de picos de la muestra M32. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.
- [Tabla A. 19] Fichas para comparar con los patrones. Ensayos realizados en la Universidad de Oviedo.

## VII.2. BIBLIOGRAFÍA

A continuación se listan los autores y sus obras que han sido objeto de esta investigación.

### Leyenda

(A): artículo, (L): libro; (W): web; (D): digital; (E): exposición; (N) normativa

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

2000 (L): *Guía resumida del clima en España 1971-2000*.

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

2010 (W): Valores climatológicos normales. <http://www.aemet.es/es/elclima/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=8416&k=val>.

ALDANA FERNÁNDEZ, Fernando

1965 (A): *Contribución al estudio de la arquitectura manierista en Valencia*. *Archivo de Arte Valenciano*, 1965. ISSN: 0211-5808 nº 36 pp. 38-43.

ALIAGA, Isidoro

1631 (L): *Advertencias para los edificios y fabricas de los Tenplos*. Valencia, 1631.

ALMEIDA PARDO, Joaquín

1991 (L): *La fábrica de ladrillo en la ciudad de Valencia*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1991. Proyecto Final de Carrera (Dir.: Soler Verdú, Rafael).

ALONSO, Fco. Javier; VÁZQUEZ, P.; ESBERT, R.M.; ORDAZ, J.

2008 (A): Durabilidad de granitos ornamentales: valoración de los daños inducidos por el ensayo de cristalización de sales. *Materiales de Construcción*, vol. 58, 289-290, pp. 191-201. ISSN: 0465-2746.

ALONSO, Fco. Javier; ORDAZ, J.; VALDEÓN, L.; ESBERT, R.M.

1987 (A): Revisión crítica del ensayo de cristalización de sales. *Materiales de Construcción*, 37, 206, 53-60.

ALONSO MATILLA, Luis Ángel

2011: Documentos internos.

ÁLVAREZ DE BUERGO, m.; GONZÁLEZ, T.

1994 (A): Estudio del método de la medida de la velocidad de propagación del sonido y su aplicación a edificios históricos. *Ingeniería Civil*, vol. 94 (1994), pp. 69-74.

AMPLIATO BRIONES, Antonio Luis

2002 (L): *El proyecto renacentista en el tratado de arquitectura de Hernán Ruiz*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2002. ISBN: 9788447207190.

ANDRÉS ROBRES, Fernando

1990 (L): *Inventario de fondos notariales del Real Colegio Seminario de Corpus Christi de Valencia*. Valencia: Generalitat Valenciana, 1990. ISBN: 8478903216.

AÑÓN MARCO, Vicente; SORIANO ESTEVE, Juan

1973 (L): *101 hijos ilustres del Reino valenciano*. Ed.: Kan sasana. ISBN: 9788440045027.

## Referencias

ARANDA NAVARRO, Fernando; FERNÁNDEZ, Margarita

1988 (A): *La cúpula del Real Colegio del Corpus Christi de Valencia*. *Revista Arquitectura Técnica* nº 4 pp. 36-42.

ARCINIEGA GARCÍA, Luis

2001 (L): *El monasterio de San Miguel de los Reyes*. Vol. I. Valencia: Generalitat Valenciana, 2001. ISBN vol I: 8448228782. ISBN o. c.: 8448228774.

1999 (L): *Santa María de la Murta (Alzira): artífices, comitentes y la damnatio memoriae de D. Diego Vich*. *La Orden de San Jerónimo y sus Monasterios*. Madrid: Real Centro Universitario Escorial-María Cristina, 1999. pp. 269-292. ISBN o. c.: 8489942188. ISBN vol. 1: ISBN 8489942196.

ARNOLD, A.

1996 (A): Altération et conservation d'oeuvres culturelles en matériaux poreux affectés par des sels. *Le Dessalement des Matériaux Poreux*. 7 Journées D'études de ls SFIC. Poitier, 3-20.

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)

2008 (N): UNE-EN 13755: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.

1999 (N): UNE-EN 1925: Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad.

AUGER, F.

1989 (A): Word limestone decay under marine spray conditions. *Proceeding of the 1 International Symposium on Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*. Bari, 65-69.

AVDELIDIS, N.P., MOROPOULOU, A.

2002 (A): Emissivity considerations in building thermography. *Energy and Buildings* 35, pp. 663-667.

AVDELIDIS, N.P., MOROPOULOU, A.

2004 (A): Applications of infrared thermography for the investigation of historic structures. *Journal of Cultural Heritage* 5 (2004) pp. 119-127.

AZULAY TAPIERO, Marilda e ISRAEL GARZÓN, Estrella

2009 (L): *La Valencia judía: Espacios, límites y vivencias hasta la expulsión*. Valencia: Consell Valencià de Cultura, 2009. ISBN: 9788448252045.

BAROGHEL-BOUNY, V. MAINGUY, M. COUSSY, O.

2001 (L): *Isothermal drying process in weakly permeable cementitious materials - Assessment of water permeability*. En Hooton, R. D. et al. *Ion and mass transport in cement-based materials, materials science of concrete, Special Volume*, American Ceramic Society, Westerville, OH.

BENAVENTE, David; SÁNCHEZ MORAL, S. et al.

2011 (A): Salt damage and microclimate in the Postumius Tomb, Roman Necropolis of Carmoña, Spain. *Environ Earth Sci* (2011) 63:1529-1543.

BENAVENTE, David; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, J. et al.

2006 (A): Assessment of the strength of building rocks using signal processing procedures. *Constr. Build. Mater.* 2006; 20 (8): 562-8.

BENAVENTE, David; GARCÍA DEL CURA, M.A.; et al.

2004 (A): Role of pore structure in salt crystallisation in unsaturated porous stones. *J. Cryst. Growth*, nº 260 (2004), pp. 532-544.

BENAVENTE, David; MARTÍNEZ VERDÚ, F.; et al.

2003 (A): Influence of surface roughness on color changes in building stones. *Color Research and Application* 28, nº 5 (2003), pp. 343-351.

BENAVENTE, David; GARCÍA DEL CURA, M.A.; ORDÓÑEZ, S.

2003 (A): Salt influence on evaporation from porous building rocks. *Construction and Building Materials* 17 (2003), pp. 113-122.

BENITO DOMÉNECH, Fernando

1994 (A): Un plano axonométrico de Valencia diseñado por Mancelli en 1608. *Tiempo y espacio en el arte: homenaje al profesor Antonio Bonet Correa*, Vol. 1, 1994, ISBN: 8474914914, pp. 231-246. Madrid: Universidad Complutense de Madrid: 1994.

1991 (L): *Real Colegio y Museo del Patriarca*. Valencia: Consell Valencià de Cultura, 1991. ISBN: 8478904506.

1982 (L): *La arquitectura del Colegio del Patriarca y sus artífices*. Valencia: Federico Domínguez, 1982. ISBN: 8485402189.

BENITO GOERLICH, Daniel et. al.

1999 (L): *Sapientia aedificavit: una biografía del estudi general de la Universitat de València*. Valencia: Universitat de València, 1999. ISBN: 9788437041629.

BÉRCHEZ, Joaquín

1994 (L): *Arquitectura renacentista-renaixentista valenciana (1500-1570)*. Valencia: Bancaja D. L., 1994. ISBN: 8487684491.

1996 (L): *Real Colegio del Corpus Christi o del Patriarca*. Valencia: Generalitat Valenciana, 1996. ISBN: 8448213017.

BINDA, L.; GARDANI, G.; ZANZI, L.

2010 (A): Nondestructive testing evaluation of drying process in flooded full-scale masonry walls. *Journal of performance of constructed facilities*, sep-oct, pp. 473-483.

BIONDA, D.

2006 (A): Modelling indoor climate and salt behaviour in historical buildings: a case study. Dissertation, ETH Zurich. DOI: 10.3929/ethz-a-005188136.

BLANCO ÁLVAREZ

2011 (W): Web personal. <http://www.etsimo.uniovi.es/usr/fblanco/>.

BOIRA MAIQUES, Josep V.

1992 (L): *La ciudad de Valencia y su imagen pública*. Valencia: Universitat de València, 1992. ISBN: 8460079929.

BOIX, Vicente

1862 (L): *Valencia histórica y topográfica*. Tomo 1. Valencia, 1862.

BORONAT I BARRACHINA, Pascual

1904 (L): *El B. Juan de Ribera y el R. Colegio de Corpus Christi, estudio histórico*. Valencia: 1904.

BOSCH ROIG, L., MARCENAÇ, V., SALVADOR LUJÁN, N., BOSCH REIG, I.

2009 (A): Las claves de la construcción del puente de Serranos de Valencia. *VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Comunicación, pp 211-225. Valencia: 2009.

CABRERA DE CÓRDOBA, Luis

1857 (L): *Relaciones de las cosas sucedidas en la Corte de España desde 1599 a 1614*. Madrid: Imprenta de J. Martín Alegria, 1857.

CAMINO OLEA, M<sup>a</sup> Soledad et al.

2001 (L): *Diccionario de arquitectura y construcción*. Madrid: Munilla-Lería, 2001. ISBN: 8489150443.

CAMPBELL, J.B.

1996 (L): *Introduction to remote sensing*, 2<sup>o</sup> ed., Taylor & Francis, London.

CAMUFFO, D.

1998 (L): *Microclimate for Cultural Heritage. Developments in atmospheric science*, 23. Amster-

## Referencias

- dam: Elsevier, 1998. ISBN: 444829253.
- CANEVAS, G. y NUGARI, M.P.  
2000 (L): *La biología en la restauración*. Sevilla: Junta de Andalucía, 2000. ISBN: 8489569487.
- CAÑAS GUERRERO, I.  
2005 (A): Thermal-physical aspects of materials used for the construction or rural buildings in Soria (Spain). *Construction & Building Materials* 19 (2005), pp. 197-211.
- CARBONELL DE MASY, Manuel  
1999 (L): *Coservación y restauración de fachadas antiguas de Baleares*. Palma de Mallorca: Colegio Oficial de arquitectos de Baleares, 1999. ISBN: 8493043923.
- CARBONERES, Manuel  
1873 (L): *Nomenclator de las puertas, calles y plazas de Valencia*. Valencia: 1873.
- CÁRCEL ORTÍ, Vicente  
1987 (L): *Historia de la Iglesia en Valencia*. Valencia: Arzobispado de Valencia, 1987. ISBN o. c.: 8439878346. 2ª ed.
- CARDELL, C. RIVAS, T.; et al.  
2003 (A): Patterns of damage in igneous and sedimentary rocks under conditions simulating sea-salt weathering. *Earth surf. Process. Landforms* 28 (2003), pp. 1-14.
- CARLOMAGNO, G.M.; DI MAIO, R.; FEDI, M.; MEOLA, C.  
2011 (A): *Integration of infrared thermography and high-frequency electromagnetic methods in archaeological surveys*. *Journal of Geophysics and Engineering* 8, pp. 93-105.
- CARNIGLIA, S.C.  
1986 (A): Construction of the tortuosity factor from porosimetry. *Journal of Catalysis* 102 (2): 401-418.
- CARPENTER, T.A.; DAVIES, E.S.; HALL, C. et al.  
1993 (A): *Capillary water migration in rock: process and materials properties examined by NMR imaging*. *Materials and Structures*, 26, 286-292.
- CASAS, Cristóbal de las  
1551 (L): *Vocabulario de las dos lenguas toscana y castellana*, Venecia: 1551.
- CASTRO VILLALBA, Antonio  
1999 (L): *Historia de la construcción arquitectónica*. Barcelona: Ediciones UPC, 1999. ISBN: 8483013274.
- CATALÁ GORGUES, Miguel Ángel; VEGA BARBENA, Susana  
2007 (L): *Valencia 1900. El legado fotográfico de J. Martínez Aloy*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2007. ISBN: 9788484842163.
- CERDEIRA, F.; VÁZQUEZ, M. E.; COLLADO, J.; GRANADA, E.  
2011 (A): Applicability of infrared thermography to the study of the behaviour of stone panels as building envelopes. *Energy and Buildings* 43, pp. 1845-1851.
- CHECA CREMADES, Fernando  
1989 (L): *Arquitectura del Renacimiento en España, 1488-1599*. Madrid: Ediciones Cátedra, 1989. ISBN: 8437608201.
- CHING, Francis D. K.  
2002 (L): *Diccionario visual de arquitectura*. México: Gustavo Gili, 2002. ISBN: 968887339.
- CHOISY, Auguste  
1999 (L): *El arte de construir en Roma*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1999. ISBN: 8489977674.

CHUECA GOITIA, Fernando

1986 (L): La influencia de los Países Bajos en la arquitectura española. *El Escorial, la arquitectura del monasterio*, pp 29-43, Madrid: COAM, 1986. ISBN: 8485572955.

CIGNI, G.

1977 (L): *Murature degradate dall'umidità e dall'inquinamento ambientale*. Protezione e interventi di risanamento. Ed. Kappa, 1977.

CORBALÁN, Fernando

2010 (L): *La proporción áurea*. Madrid: RBA coleccionables, 2010. ISBN: 9788447366231.

CORBÍN FERRER, Juan-Luis

2002 (L): *La Valencia que conoció San Josemaría Escrivá*. Valencia: Carena Editors, 2002. ISBN: 9788487398677.

CRISTINI, Valentina

2008 (A): Estudio de las fábricas de ladrillo en Valencia: análisis mensiocronológico y técnicas de acabado (s. XVII-XVIII). *Arqueología de la Arquitectura*, 5, ene-dic 2008, pp. 243-252. ISSN: 1695-2731.

CROISSET, Maurice

1976 (L): *Humedad y temperatura en los edificios*. Barcelona: editores técnicos asociados, 1976. ISBN: 8471460297.

CRUILLES, Vicente Salvador; MONSERRAT, Marqués de

1876 (L): *Guía urbana de Valencia: antigua y moderna*. Valencia: Imprenta de José Rius, 1876.

CUETO, N.; BENAVENTE, D.; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, J.; GARCÍA DEL CURA, M.A.

2009 (A): Rock fabric, pore geometry and mineralogy effects on water transport in fractured dolostones. *Engineering Geology* 107 (2009) 1-15.

CULTRONE, G.; RUSSO, L.G. et al.

2007 (A): Influence of pore system characteristics on limestone vulnerability: a laboratory study. *Environ. Geol.* ISSN: 1432-0495, 2007.

DANESE, M.; DEMSAR, U.; MASINI, N.; CHARLTON, M.

2010 (A): Investigating material decay of historic buildings using visual analytics with multi-temporal infrared thermographic data. *Archaeometry* 52, pp. 482-501.

DAVIDSON, C.; TANG, W. et al.

2000 (A): Soiling patterns on a tall limestone building: Changes over 60 years. *Environmental Science and Technology*, 34 (2000), pp. 560-565.

DE CLERCQ, H.

2008 (L): Proceedings from the conference on salt weathering on buildings and stone sculptures. Copenhagen: Tech University of Denmark; 2008, p. 307. ISBN: 9788778772732.

DEL RÍO, L.M.; LÓPEZ, F. et al.

2006 (A): Ultrasonic characterization of granites obtained from industrial quarries of Extremadura (Spain). *Ultras* 2006; 44:e1057-61.

DELIBES DE CASTRO, Germán

1986 (L): *Gran historia universal*. Vol. XIV. *El Renacimiento*. Madrid: Nájera, 1986. ISBN o. c.: 8474616549. ISBN vol. XIV: 8474616681.

1986 (L): *Gran historia universal*. Vol. XVII. *El Manierismo*. Madrid: Nájera, 1986. ISBN o. c.: 8474616549. ISBN vol. XIV: 8474616719.

1986 (L): *Gran historia universal*. Vol. XV. *La Contrarreforma*. Madrid: Nájera, 1986. ISBN o. c.: 8474616549. ISBN vol. XV: 8474616794.

DIEGO GARCÍA, Nuria; BENITO CASADO, David

2000 (L): *Las Provincias, siglo XX, anuario de Valencia, año 1900-1999*. Valencia: Federico Doménech, 2000. ISBN o. c.: 9788495031204. ISBN vol. 1: 9788495031181. ISBN vol. 2:

## Referencias

9788495031198.

DIODATO, María

2009 (L): *Río abajo. La madera, de los pinares de la Sierra a la Ciudad de Valencia*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2009. Trabajo Final del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico de la ETS de Arquitectura.

DOMÍNGUEZ, M.; GARCÍA, D.

1999 (A): La impedancia térmica de los cerramientos. Nuevo concepto que puede facilitar de forma considerable el ahorro energético. *Nueva Arquitectura* nº 10, pp. 69-84, 1999.

DOMÍNGUEZ, M.; GARCÍA, C.; GONZÁLEZ, F.; ARIAS, J.M.

2003 (A): Importancia de la capacidad térmica en la resistencia al paso de calor en los cerramientos. *Con Arquitectura*. Artículo técnico nº 9, pp. 65-72, 2003.

DOMÍNGUEZ, M.; SANTAMARÍA, S.

2001 (A): Importancia de la inercia térmica de los cerramientos. *Con Arquitectura*. Artículo técnico nº 3, pp. 49-56, 2001.

ESBERT, R.M.; ALONSO, F.J.; ORDAZ, J.

2008 (A): La petrofísica en la interpretación del deterioro y la conservación de la piedra de edificación. *Trabajos de Geología*, Oviedo: Universidad de Oviedo, nº 28, 2008, p. 89.

ESBERT, Rosa María

2007 (A): Alteración de rocas graníticas utilizadas en edificación. *Materiales de Construcción*, vol. 57, 288, oct-dic 2007, pp. 77-89.

ESBERT, R.M.; ORDAZ, J.; ALONSO, F.J.; MONTOTO, M.

1997 (L): *Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos*. Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona, 1997, 139 pp.

ESBERT, R.M.; MONTOTO, M.

1995 (A): La petrofísica y su aplicación a los estudios de las patologías en piedra. *Patología: Conservación y Restauración de edificios*, Tomo I, COAM, pp. 211-230.

ESPINALT GARCÍA, Bernardo

1784 (L): *Atlante español*. Madrid: imprenta de Hilario Santos Alonso, 1784.

ESTEBAN CHAPAPRÍA, Julián

2007 (L): *Conservación del patrimonio español durante la II República (1931-1939)*. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, 2007. ISBN: 9788493592912.

FAUS PRIETO, Alfredo

1995 (L): *Mapistes. Cartografía i agrimenmsura a la València del segle XVIII*. Valencia: IVEI, 1995. ISBN: 8478221670.

1999 (A): La ciudad de Valencia ante las riadas del Turia de 1776. *Cuadernos de Geografía*, nº 65-66, pp 123-142. Valencia: 1999.

FERNÁNDEZ GÓMEZ, Margarita

2000 (L): *Estudio de los Tratados XIV y XV del Compendio Mathematico del Padre Tosca*. Valencia: UPV, 2000. ISBN: 8477219621.

FLATT, R.J.

2002 (A): Salt damage in porous material: how high supersturations are generated. *Journal of Crystal Growth* 242 (2002), pp. 435-454.

FORT, R.; FERNÁNDEZ REVUELTA, B. et al.

2008 (A): Influencia de la anisotropía en la durabilidad de las dolomías Cretácicas de la Comunidad de Madrid frente a la cristalización de sales. *Materiales de Construcción* vol. 58, 289-290, ene-jun 2008, pp. 161-178.

FREITAS, D.S.; PRAT, M.

2000 (A): Pore network simulation of evaporation of a binary liquid from a capillary porous medium. *Transp. Porous Media* 2000; 40:1-25.

GALARZA TORTAJADA, Manuel

1996 (A): La tapia valenciana: una técnica constructiva poco conocida. *Actas del primer congreso nacional de historia de la construcción*. Madrid, 1996.

GALIANA AGULLÓ, Mercedes

2012 (A): *Methodology of the virtual reconstruction of architectonic heritage: Ambassador Vich's palace*. *International Journal of Architectural Heritage*, 2012.

GALIANA AGULLÓ, Mercedes

2009 (L): *El Palacio del Embajador Vich en Valencia*. Valencia: Universidad Politécnica Valencia, 2009. Trabajo Final del Máster Oficial de Conservación del Patrimonio Arquitectónico.

GALLEGOS, Matthew E.

2004 (W): [http://www.sacredarchitecture.org/articles/charles\\_borromeo\\_and\\_catholic\\_tradition/](http://www.sacredarchitecture.org/articles/charles_borromeo_and_catholic_tradition/) *Sacred Architecture Journal*. Vol. 9. Ed. electrónica. 2004.

GARCÍA EDO, Vicente; VENTURA RIUS, Albert

2007 (L): *El primer mapa del Reino de Valencia: 1586-1584*. Castelló de la Plana: Universitat Jaume I, 2007. ISBN: 9788480216463.

GARCÍA MUÑOZ, Julián

2005 (A): Visto o revocado. Consideraciones sobre la ejecución de fábricas de ladrillo. *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Hª de la Construcción*, Cádiz, 2005.

GARCÍA PASTOR, Marta; CASAO, Rosario

2009 (E): *Otra lectura de la reforma interior. En torno al proyecto de Luis Ferreres*. Valencia: Museo de Historia de Valencia, 2009.

GARCÍA VALLÉS, M.; VENDRELL SAZ, M. et al.

1998 (A): Interaction of rock and atmosphere: Patinas on Mediterranean monuments. *Environmental Geology*, 36 (1-2) (1998), pp. 137-149.

GARCÍA, Carmen

(L): *Arte Valenciano*. Cuadernos Arte Cátedra.

GARRIDO DE ALBORNOZ, Mariano

1848 (L): *Elementos de Arquitectura*. Madrid: 1848.

GAURI, K.; PUNURU, A.R.

1989 (A): Characterization and durability of limestone determined through mercury intrusion porosimetry. *Proceeding of the 1 International Symposium on Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*. Bari, 255-258.

GAYO, E.; DE FRUTOS, J.; PALOMO, A.; MASSA, S.

1996 (A): A Mathematical Model Simulating the Evaporation Processes in Building Materials: Experimental Checking through Infrared Thermography. *Building and Environment*, vol. 31, nº 5, pp. 469-475, 1996.

GERALDI, E.; GIZZI, E.T.

2004 (A): Termografia All'infrarosso ed Archeologia Dell'architettura: Alcuni Esempi, in *Atti del 22º Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica delle Terra solida*, Sessione geofisica applicata di Beni Culturali, rome, 18-20 Novembre 2003.

GIL ALBORS, Juan Alfonso

2004 (L): *Parece que fue ayer*. Valencia: Carena Editors, 2004. ISBN: 8487398944.

GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, M.G.; ALCALDE MORENO, M.

2000 (L): *Metodología de estudio de la alteración y conservación de la piedra monumental*.

## Referencias

Sevilla: Universidad de Sevilla, 2000. ISBN: 8447205932.

GÓMEZ-FERRER ALONSO, Mercedes

2002 (L): *Siglos XV al XVII. Vocabulario de arquitectura valenciana*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2002. ISBN: 8484840557.

GÓMEZ-FERRER ALONSO, Mercedes

1998 (L): *Arquitectura en la Valencia del siglo XVI. El Hospital General y sus artífices*. Valencia: Albatros, 1998. ISBN: 8472742288.

GONZÁLEZ, E.

1997 (L): Étude de matériaux et de techniques de refroidissement passif pour la conception architecturale bioclimatique en climat chaud et humide. Tesis doctoral en energía. escuela de Minas de Paris, Francia, 1997.

GONZÁLEZ CRUZ, Eduardo Manuel

2003 (L): *Selección de materiales en la concepción arquitectónica bioclimática*. Instituto de investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Zulia, Venezuela.

GRINZATO, E.; VAVILOV, V.; KAUPPINEN, T.

1997 (A): Quantitative infrared thermography in buildings. *Energy and Buildings* 29, pp. 1-9.

GRINZATO, E., BISON, P.G., MARINETTI, S.

2002 (A): Monitoring of ancient buildings by the thermal method, *Journal of Cultural Heritage* 3 (2002) pp. 21-29.

GROSSI, C.M.; BRIMBLECOMBE, P.

2008 (A): Distribución pasada y futura del color en edificios históricos de piedra. *Materiales de Construcción*, vol. 58, 289-290, ene-jun 2008, pp. 143-160.

GROSSI, C.M.; ESBERT, R.M.; DÍAZ PACHE, F.; ALONSO, F.J.

2001 (A): Soiling of building stones in urban environments. *Building and Environment* 38 (2001), pp. 147-159.

GROSSI, C.M.; ESBERT, R.M.

1998 (A): Degradación y durabilidad de materiales rocosos de edificación en ambientes urbanos. *Materiales de Construcción*, vol. 48, nº 252, oct-dic 1998, pp. 5-25.

GROSSI, C.M.; ESBERT, R.M.; SUÁREZ DEL RÍO, L.M.; et al.

1996 (A): Acoustic emission monitoring to study sodium sulphate crystallization in monumental porous carbonate stones. *Studies in Conservation*, 44, pp. 115-125.

GROSSI, C.M.; ESBERT, R.M.

1994 (A): Las sales solubles en el deterioro de rocas monumentales. *Materiales de Construcción*, pp. 15-30.

GROSSI, C.M.; ESBERT, R.M.

1993 (A): Las sales solubles en el deterioro de rocas monumentales: revisión bibliográfica. *Materiales de Construcción* 44, nº 235 (1993), pp. 15-30.

GUASTAVINO MORENO, Rafael

2006 (L): *Escritos sobre la construcción cohesiva y su función en la arquitectura*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2006. ISBN: 9788497282239.

GUMMERSON, J.; HALL, C.; HOFF, W.D.

1980 (A): *Water movement in porous building materials – II. Hydraulic suction and sorptivity of brick and other masonry materials*. *Building and Environment*, 15, 101-108.

HALL, Cristopher; HOFF, William D

2007 (A): Rising damp: capillary rise dynamics in walls. *Proceedings of the Royal Society* (2007) 463, 1871-1884.

- HALL, Cristopher; HOFF, William D  
2002 (L): *Water transport in brick, stone and concrete*. Londres: Spon Press, 2002. ISBN: 041922890X.
- HALL, C.; HOFF, W.D.; PROUT, W.  
1992 (A): Sorptivity-porosity relations in clay brick ceramic. *American Ceramic Society bulletin*, 71, 1112-1116.
- HALL, C.; HOFF, W.D.; WILSON, M.A.  
1993 (A): *Effect of non-sorptive inclusions on capillary absorption by a porous material*. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 26, 31-34.
- HALL, C.; KAM MING TSE T.  
1986 (A): *Water movement in porous building materials – VII. The sorptivity of mortars*. *Building and Environment*, 21, 113-118.
- HALL, C.; HOFF, W.D., NIXON, M.R  
1984 (A): *Water movement in porous building materials – VI. The sorptivity of mortars*. *Building and Environment*, 21, 113-118.
- HAMMECKER, C.  
1995 (A): The importance of the petrophysical properties and external factors in stone decay on monuments. *Pageoph* 1995; 145:337-61.
- HAWKES, I.; MELLOR, M.  
1970 (A): Uniaxial testing in rock mechanics laboratories. *Engineering Geology*, 4 (3), 177-285, 1970.
- HEMENWAY, Priya  
2008 (L): *El código secreto (La misteriosa fórmula que rige el arte, la naturaleza y la ciencia)*. China: Taschen, 2008. ISBN: 9783836507097.
- HERMOSÍN CAMPOS, Bernardo  
1995 (L): *Efectos de la contaminación atmosférica sobre el patrimonio histórico. Deposición de compuestos orgánicos y formación de costras negras sulfatadas*. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla, 1995.
- HEYMAN, Jacques  
1995 (L): *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1995. ISBN: 8489977690.
- HIRONO, T.; TAKAHASHIS, M.; NAKASHIMA, S.  
2003 (A): In situ visualization of fluid flow image within deformed rock by X-ray CT. *Eng. Geol.* vol 70 (2003), pp. 37-46.
- Historic Cities Research Project (Proyecto de investigación sobre ciudades históricas)  
2010 (W): <http://historic-cities.huji.ac.il>
- HUGUET CHANZÁ, José  
2008 (L): *Valencia en blanco y negro*. Valencia: Trivoli, 2008. ISBN: 9788461246984.
- IOANAU, Ioannis; HALL, Christopher; WILSON, M.A.; HOFF, W.D.; CARTER, M.  
2003 (A): Direct measurement of the wetting front capillary pressure in a clay brick ceramic. *Journal of Physics D: Appl Phy.* 36 (2003), pp. 3176-3182.
- JUAN VIDAL, Francisco  
2000 (L): *Los campanarios de José Mínguez*. Valencia: Biblioteca TC, 2000.
- JUSTICIA, M.  
2009 (A): El sueño del arquitecto Luis Ferreres para una Valencia más "parisina". Valencia: *El Mundo*, 2009-07-03.

KALIMERIS, A. N.

1984 (L): *Water flow processes in porous building materials*, PhD thesis, Manchester.

KRUST, M.

1996 (L): *Moisture transport and storage coefficients of porous building materials: theoretical principles and new test methods*, PhD thesis, University of Stuttgart, Fraunhofer IRB, Stuttgart.

LABORDE, Alexandre

1806 (L): *Itinerario descriptivo de las provincias de España, y de sus islas y posesiones en el Mediterráneo*. Francia, 1809. Valencia, 1816.

L'ANSON, S.J. HOFF, W.D.

1986 (L): Water movement in porous building materials - VIII. Effects of evaporative drying on height of capillary rise equilibrium in walls. *Building and Environment*, 21, 195-200.

LAGÜELA, S.; MARTÍNEZ, J.; ARMESTO, J.; ARIAS, P.

2011 (A): Energy efficiency studies through 3D laser scanning and thermographic technologies. *Energy and Buildings* 43, pp. 1216-1221.

LAÍNEZ, Josep Carles

2007 (L): *Recuperación del Patrimonio Histórico en la ciudad de Valencia (1991-2006)*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2007. ISBN: 9788484842170.

LEÓN VALLEJO, JAVIER

1988 (L): *Análisis del ensuciamiento, a causa de la contaminación atmosférica de fachadas con revestimiento pétreo de edificios de Valladolid*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.

LERMA ELVIRA, Carlos

2010 (L): *Análisis histórico, morfológico y constructivo del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia*. Tesis del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Dir.: Ángeles Mas Tomás. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2010.

LERMA ELVIRA, Carlos; MAS TOMÁS, Ángeles; BLASCO GARCÍA, Vicente

2012a (A): Analysis Procedure of a Previous Planning Organization - The Area of the Seminary-School of Corpus Christi in Valencia, Spain. *International Journal of Architectural Heritage*, 2012.

LERMA ELVIRA, Carlos; MAS TOMÁS, Ángeles; GIL BENSO, Enrique

2012b (A): The construction of the Valencian rammed earth walls in the Corpus Christi College-Seminary in Valencia (Spain). In *Rammed Earth Conservation* (Mileto, Vegas & Cristini ed.), Taylor & Francis Group, London, ISBN: 978-0-415-62125-0.

LERMA ELVIRA, Carlos; MAS TOMÁS, Ángeles; GIL BENSO, Enrique; GALIANA, Mercedes

2012c (A): Identification of construction material pathologies in historical buildings using infrared thermography. Working paper.

LERMA, J.L.; CABRELLES, M.; PORTALÉS, C.

2011 (A): Multitemporal thermal analysis to detect moisture on a building façade. *Construction and Building Materials* 25, pp. 2190-2197.

LERMA, J.L.; MILETO, C.; VEGAS, F.; CABRELLES, M.

2007 (A): Visible and thermal 405 IR documentation of a masonry brickwork building. CIPA XXI international symposium, international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, Atenas, Grecia, vol. XXXVI-5/C53, 2007, p. 456-9.

LEWINE, Milton Joseph

1960 (L): *The roman church interior, 1527-1580*.

LI, Yusong; LEBOUF, Eugene J.; et al.

2005 (A): Stochastic modeling of the permeability of randomly generated porous media. *Advances in Water Resources* 28 82005) 835-844.

LIN, C.L.; MILLER, J.D.

2004 (A): Pore structure analysis of particle beds for fluid transport simulation during filtration. *International Journal of Mineral Processing*, 73 (2004), pp. 281-294.

LLAGUNO Y AMIROLA, Eugenio

1829 (L): *Noticias de los arquitectos y arquitectura de España desde su restauración*. Madrid: 1829.

LLINARES GALIANA, J.; LLOPIS, A.; SANCHO, J.; GÓMEZ, V.

2000 (L): *Térmica en la edificación*. Valencia: Librería Politécnica, 2000. ISBN: 8493120928.

LLOPIS VERDÚ, Jorge

2007 (A): El claustro del colegio de Corpus Christi de Valencia. Análisis formal y compositivo. *Archivo Español de Arte*, LXXX, 317, enero-marzo 2007, pp. 45-65. ISSN: 0004-0428.

2002 (A): Análisis gráfico de las formas clasicistas de la arquitectura valenciana. *IX Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. 2002.

2002 (A): Gaspar Gregori y la introducción de la metodología proyectual renacentista en Valencia. *Revista EGA* nº 7 pp. 48-51. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad LPGC, 2002. ISSN: 1133-6137.

1997 (L): *Análisis de los órdenes clásicos en la arquitectura renacentista valenciana: el colegio de Corpus Christi*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1997.

LLOPIS, Amando; PERDIGÓN, Luis; TABERNER, Francisco

2004 (D): *Valencia 138 a.C.-1929: De la fundación de la ciudad romana a la configuración y colmatación de la ciudad burguesa*. Faximil, 2004. ISBN 9788493339524.

2004 (D): *Cartografía histórica de la ciudad de Valencia / Volumen 1 (1608-1929)*. Valencia: Faximil Edicions Digitals, 2004.

LÓPEZ ARCE, P. DOEHNE, E. et al.

2008 (A): Sales de sulfato magnésico y materiales de edificios históricos: simulación experimental de laminaciones en calizas mediante ciclos de humedad relativa y cristalización de sales. *Materiales de Construcción* vol. 58, 289-290, ene-jun 2008, pp. 125-142.

LÓPEZ GONZÁLEZ, Concepción; GARCÍA VALLDECABRES, Jorge

(A): *La instauración del sistema metrológico valenciano y Jaime I en la tradición medieval: los sistemas de unidades, las prácticas de control y los usos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (ETSGE).

LORDA IÑARRA, Joaquín

1997 (A): *Herrera y las grúas de la basílica de El Escorial*. *Revista de obras públicas*, jul-ago 1997, nº 3367, pp. 81-104.

LUDWING, N.; REDAELLI, V.; ROSINA, E.; AUGELLI, F.

2004 (A): Moisture detection in wood and plaster by IR thermography, *Infrared Physics & Technology*, 46 (1-2), pp. 161-166.

MADOZ, Pascual

1849 (L): *Diccionario Geográfico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. Madrid: 1849.

MADRUGA, F.J. et al.

2010 (A): Infrared thermography processing based on higher-order statistics. *NDT&E International* 43, pp. 661-666.

MALDAGUE, X., GALMICHE, F., ZIADI, A.

2002 (A): Advances in pulsed phase thermography, *Journal of Infrared Physics and Technology* 43 (2002) pp. 175-181.

MAIER, R.; KROLL, D.M.; et al.

2000 (A): Pore-scale simulation of dispersion. *Physics of fluids*, vol. 12, nº 8, ago 2000.

## Referencias

MARCO, J.; MATEU, J.

2008 (D): *El fenómeno Hidrológico. 50 años de la Riada que transformó Valencia*. DVD multimedia del ciclo de conferencias. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (ETSCCP), 2008.

MARÍAS, Fernando

1789 (L): *El largo siglo XVI: los usos artísticos del Renacimiento español*. Ed: Taurus, 1989.

MARIEN ARRÓSPIEDE, Tomás Antonio

1789 (L): *Tratado general de monedas, pesas, medidas y cambios de todas las naciones, reducidas a las que se usan en España*. Madrid: imprenta de D. Benito Cano, 1789.

MARTÍNEZ MONTERO, Jorge

2007 (A): Los tratados de arquitectura como fuentes para el estudio de la escalera renacentista. *Actas del Quinto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Burgos: 2007.

MAS TOMÁS, Ángeles

1990 (L): *Hacia una metodología de actuación en la restauración de los edificios construidos en piedra*. Tesis doctoral. Dir.: Vicente Galvañ Llopis. Valencia: Universitat Politècnica de València, 1990.

MELIÓ URIBE, Vicente

1991 (L): *La "Junta de Murs i Valls" (Historia de las obras públicas en la Valencia del Antiguo Régimen, siglos XIV-XVIII)*. Valencia: Generalitat Valenciana, 1991. ISBN: 8478904115.

MEOLA, C.; CARLOMAGNO, G. M.; GIORLEO, L.

2004 (A): The use of infrared thermography for materials characterization. *Jornal of Materials Processing Technology* 155-156, pp. 1132-1137.

MERCURI, F. ZAMMIT, U. et al.

2011 (A): Active infrared thermography applied to the investigation of art and historic artefacts. *J Therm Anal Calorim* (2011) 104:475-485.

MILLETO, Camilla; VEGAS, Fernando

2004 (A): El análisis estratigráfico constructivo y el proyecto de restauración arquitectónica. *Arqueologia de la Arquitectura*, 3, 2004, pp. 155-162. ISSN: 1695-2731.

MINGARRO, F.

1996 (A): *Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico*. Madrid: Editorial Complutense, 1996. ISBN: 8489365849.

MINISTERIO DE INDUSTRIA

1974 (L): Mapa geológico de España. E:1/50.000. Hoja 695 "Liria".

1974 (L): Mapa geológico de España. E:1/50.000. Hoja 696 "Burjasot".

1974 (L): Mapa geológico de España. E:1/50.000. Hoja 721 "Cheste".

MONJO CARRIÓ, Juan et al.

1991 (L): *Curso de patología, conservación y restauración de edificios*. Tomo 1. Madrid: COAM, 1991. ISBN O.C.: 8477400407.

MONTOTO, M.

2001 (A): Diagnóstico del estado de la piedra monumental mediante técnicas no destructivas. *III Congreso Nacional de Arqueometría*, p. 15. Sevilla, 2001.

1996 (L): *Técnicas no destructivas aplicadas a la conservación del patrimonio histórico*. Cuadernos técnicos. Sevilla: Junta de Andalucía, 1996. ISBN: 8486944120.

MUALEM, Y.

1976 (A): A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resources Research*, 12, pp. 513-522.

NAVARRO BOSCH, A. et al.

2009 (A): Origen, influencias y realidad en la construcción del puente de Trinidad de Valencia. VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Comunicación, pp 989-1001. Valencia: 2009.

OLMEDO DE CERDÁ, M<sup>a</sup> Francisca

2002 (L): *Sabías que--?: anecdotario histórico valenciano*. Valencia: Carena Editors, 2002. ISBN: 8487398588.

OLIVER, A.

1988 (L): *Dampness in buildings*. Oxford: BSP Professional Books; 1988. ISBN: 0632019328.

ORDAZ, J.; ESBERT, R.M.

1988 (A): Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción. *Materiales de Construcción*, vol. 38, nº 209, ene-feb-mar, 1988.

ORTIZ CALDERÓN, M.Pilar

1998 (L): *Influencias del entorno ambiental en los procesos de degradación de la piedra de la catedral de Cádiz. Aproximación teórica y recomendaciones para la conservación*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

PACIOLI, Luca; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, A. M.

2008 (L): *La divina proporción*. Madrid: Akal, 2008. 4<sup>a</sup> ed. ISBN: 9788476007877.

PALACIOS ALBANDEA, Carmen; GIL SALINAS, Rafael

2006 (L): *Las calles de Valencia: El significado de sus nombres*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 1999. ISBN: 8495171201.

PALACIOS GONZALO, José Carlos

1990 (L): *Trazas y cortes de cantería en el Renacimiento Español*. Madrid: Ministerio de Cultura, 1990. ISBN: 8474836484.

PATRIMONIO NACIONAL

2010 (L): *Cuadernos de restauración de Iberdrola. Patrimonio Nacional. Madrid, 2010*.

PECOURT, Juan

1997 (L): *La Valencia marítima del 2000*. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 1997. ISBN: 8486828171.

PÉREZ BELMONTE, Javier

2008 (W): <http://cuatrotipos.wordpress.com/2008/04/15/vistas-del-siglo-xvi-las-ciudades-pintadas-de-anthonie-van-den-wijngaerde/>

2009 (W): <http://cuatrotipos.wordpress.com/2009/04/20/infografia-urbana-decimononica-o-las-ciudades-de-alfred-guesdon-un-daguerrotipo-mas-una-litografia/>

PÉREZ GARCÍA, Pablo

2007 (L): *Inventario de los Documentos del Archivo Histórico del Real Colegio del Corpus Christi de Valencia, realizado por estudiantes en prácticas del Título de Historia de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Valencia (curso 2006-07) bajo la dirección del Dr. Pablo Pérez García*. Valencia: 2007.

PÉREZ PUCHE, Francisco

2007 (L): *Hasta aquí llegó la Riada*. Valencia y el Turia. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2007. ISBN: 9788484842309.

1997 (L): *Hasta aquí llegó la riada*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 1997. ISBN: 848974727X.

PETIT BERMEJO, Rafael

1981 (L): *Nuestras monedas. Las cecas valencianas*. Valencia: Vicent García, D. L., 1981. ISBN: 8485094301.

PINGARRÓN SECO, Fernando

1998 (L): *Arquitectura Religiosa del siglo XVII en la ciudad de Valencia*. Valencia: Ayuntamiento

## Referencias

de Valencia, 1998. ISBN: 8489747962.

PIÑÓN, Juan Luis

1995 (A): Valencia. *Atlas histórico de ciudades europeas*. Madrid: Alianza, 1995. pp 155-181.

PLATTEN, A.K.

1985 (L): *A study of evaporation and drying in porous building materials*, Tesis doctoral, UMIST, Manchester.

POCHON, J.; JATON, C.

1968 (A): Facteurs biologiques de l'altération des pierres, en *Biodeterioration of materials*, a cargo de H. Walters y J. J. Elphic, Elsevier, Londres, pp. 258-268.

PONS, Anacleto

1991 (L): *La propietat a subhasta: la desamortització i els seus ben eficiaris: inversió i mercat (Valencia 1855-1867)*. Valencia: Universitat de València, 1991. ISBN: 8437006953.

PRADA, J.L.; VALENCIANO, A.; NAVARRO, A.

1996 (A) Procesos de alteración de materiales pétreos en edificios de interés histórico. Departamento de Petrología, Geoquímica y Prospección Geológica. Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona. *Acta Geológica Hispánica*, v. 30, nº 1-3, 1996.

PROUT, W.

1989 (L) Studies of frost damage in masonry, PhD thesis, Manchester.

RAFAI, N.; MARTINET, G.; HORNAIN, H., CONTI, Y.

1996 (A): Efficacité et conséquences de la déchloration électro-chimique d'un béton au contact d'eau de mer. Le Dessalement des Matériaux poreux. 7 Jornees D'etudes de la SFIC Poitiers, 289-298.

Real Academia de la Lengua Española

2012 (W): <http://rae.es>

RINCÓN ÁLVAREZ, Manuel

2007 (L): *Claves para comprender el Monasterio de San Lorenzo de El Escorial*. Salamanca: Universidad de Salamanca, 2007. ISBN: 9788478003921.

RINCÓN GARCÍA, Wifredo; MORALES MARÍN, José Luis

1986 (L): *Arquitectura Renacentista. Historia de la arquitectura española*. Madrid: Exclusivas de Ediciones, 1986. ISBN o. c.: 9788486498009. ISBN tomo 3: 9788486498030.

RIRSH, Eric; ZHANG, Zhongyi

2010 (A): Rising damp in masonry walls and the importance of mortar properties. *Construction and Buildings Materials*, 24 (2010), 1815-1820.

RIVAS, Félix A.

2009 (W): <http://www.aragob.es/edycul/patrimo/etno/tecnicas/adobamaterial.htm>

RODRÍGUEZ LIÑÁN, C.

2011 (A): Inspección mediante técnicas no destructivas de un edificio histórico: oratorio San Felipe Neri (Cádiz). *Informes de la Construcción* 63, pp. 13-22.

RODRÍGUEZ NAVARRO, C.; DOEHNE, E.

1999 (A): Influence of evaporation rate supersaturation and crystallization pattern. *Earth surf. Process. Landforms* 24 (1999), pp.191-209.

ROELS, S.

2000 (L): *Modellin unsaturated moisture transport in heterogeneous limestone*, PhD thesis, Katholieke Universitet Leuven.

ROMANOVSKI, V.

1955 (L): *Studes sur les pierres calcaires des Monuments*, en *Corrosion et Anticorrosion*, vol.3,

1955.

ROSELLÓ VERGER, Vicenç M.; ESTEBAN CHAPAPRÍA, Julián

2000 (L): *La fachada septentrional de la ciudad de Valencia*. Valencia: Fundación Bancaja, 2000. ISBN: 8489413711.

ROSSI MANARESI, R.

1988 (A): Degradación del Patrimonio. Conferencia celebrada en la Facultad de Geografía e Historia. Valencia, 1988.

ROSINA, E.; LUWDING, N.; ROSI, L.

1998 (A): Optimal conditions to detect moisture in ancient buildings, study cases from northern Italy, in *Thermosense XX SPIE Proc.* 3361, Orlando, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Bellingham, WA.

ROSINA, E.; GRINZATO, E.

2001 (A): Infrared and thermal testing for conservation of historic buildings. *Materials Evaluations*, ASNT Journal, agosto, American Society for Nondestructive Testing, Columbus, OH.

RUEDRICH, J.; SIEGESMUND, S.

2007 (A): Salt and ice crystallisation in porous sandstones. *Environ. Geol.*, vol. 52 (2007), pp. 225-249.

RUIZ DE ARGANDOÑA, V.G.; RODRÍGUEZ REY, A. et al.

2008 (A): Ensayo de capilaridad en areniscas monitorizado mediante tomografía computerizada de rayos X. Estudio comparativo con métodos convencionales. *Materiales de Construcción*, vol. 58, 289-290, ene-jun 2008, pp. 219-231.

SACADURA, J. F.

1982 (L): *Initiation aux transferts thermiques*, Technique et Documentation (Lavoisier), 1982.

SANCHIS GUARNER, Manuel

2007 (L): *La ciudad de Valencia: síntesis de historia y geografía urbana*. Valencia: IRTA, 2007, 2ª ed.

SÁNCHEZ CUENCA, R.

1972 (L): *Problemas de humedad en los muros*. De Re Restauratoria. Vol. II. Barcelona: Cátedra Gaudí, 1972.

SANTOS PÉREZ, L. J.

2005 (A): Ortofoto verdadera (true-orto) y LIDAR, el posible futuro de la cartografía catastral urbana. *Revista CT Catastro*, abril 2005, pp. 131-154. ISSN: 1138-3488.

SANZ RUIZ, Fernando

2006 (L): *Guía de recorridos históricos de Valencia*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006. ISBN: 8477211590.

SCHEFFLER, Gregor A.; PLAGGE, Rudolf

2009 (A): Ein Trocknungskoeffizient für Baustoffe. *Bauphysik* 31 (2009), Heft 3, 125-138.

SCHERER, G.W.

1990 (A): The theory of drying. *J Am Ceram Soc* 1990; 73:3-14.

SEBASTIÁN PARDO, E.; CULTRONE, G. et al.

2008 (A): La caliza de Sierra Elvira: comportamiento petrofísico de una piedra significativa del Patrimonio arquitectónico andaluz. *Materiales de Construcción*, vol. 58, nº 289-290, 2008, p. 58.

SÉNEK, T.

1981 (A): RILEM and durability. *Matériaux et Constructions*, Bull. RILEM, 83, pp. 379-390.

SOLAZ ALBERT, Rafael

2005 (L): *Valencia ciudad de postal: Paseo por el centro histórico a través de antiguas tarjetas postales*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2005. ISBN: 8484841480.

SOLER VERDÚ, Rafael

1996 (A): *Cúpulas en la arquitectura valenciana de los siglos XVI a XVIII. Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Madrid, 1996.

SOUSA, L.M.; CALLEJA, L. et al.

2005 (A): Influence of microfractures and porosity on the physico-mechanical properties and weathering of ornamental granites. *eng. Geo.* 2005; 77: 153-68.

SOUSA, L.M.; CALLEJA, L., et al.

2002 (A): Anisotropy of propagation of the seismic waves in granites. 8º Congreso Nacional de Geotecnia, Lisboa (2002), pp. 507-516.

STAMBOLOW, T.; VAN ASPEREN DE BOER, J.R.J.

1976 (L): *The deterioration and conservation of porous building materials. A review of the literature*. ICCROM, Roma.

TABERNER PASTOR, Francisco

2008 (L): *Historia de la Ciudad. Tomo 5: Tradición y progreso*. Valencia: Icaro – Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, 2008. ISBN o. c.: 9788486828479. Tomo 5: 9788486828806.

2005 (L): *Memoria Urbana. Historia de la ciudad*. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 2005. ISBN o. c.: 9788486828479. ISBN tomo 4: 9788486828608.

2004 (L): *Arquitectura y transformación urbana de la ciudad de Valencia. Historia de la ciudad*. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 2004. ISBN o. c.: 9788486828479. ISBN tomo 3: 9788486828455.

2000 (L): *Historia de la Ciudad: Recorrido histórico por la arquitectura y el urbanismo de la ciudad de Valencia*. Valencia: Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana, 2000. ISBN: 8486828317. 1ª ed.

TEIXIDOR DE OTTO, Mª Jesús

1976 (L): *Funciones y desarrollo urbano de Valencia*. Valencia: Centro Superior de Investigaciones Científicas, 1976. ISBN: 9788400042639.

TAYLOR, S. C.

1998 (L): *A study of liquid transport properties of cement-based materials*, PhD thesis, UMIST, Manchester.

TEIXIDOR DE OTTO, Mª Jesús; HERNÁNDEZ SORIANO, Teresa

2000 (L): *La Fábrica de Tabacos de Valencia: evolución de un sistema productivo (1887-1950)*. Valencia: Universitat de València, 2000. ISBN: 8437044499.

TeleAtlas

2010 (W): [http://www.teleatlas.com/stellent/groups/public/documents/content/ta\\_ct030469.pdf](http://www.teleatlas.com/stellent/groups/public/documents/content/ta_ct030469.pdf)

TEMES CORDOVEZ, Rafael Ramón; MOYA FUERO, Alfonso; GIMÉNEZ BALDRES, Enrique

2008 (L): *Aplicaciones informáticas al proyecto urbano*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2008. ISBN: 9788483632543.

TORMO ESTEVE, Santiago

2010 (L): *Metodología de aplicación de la termografía para inspección y diagnóstico de materiales y sistemas constructivos en edificios históricos*. PFC. Valencia: UPV, 2010.

TORRACA, Giorgio

1982 (L): *Porous building materials. Materials science for architectural conservation*. ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property), 1982.

TORREÑO CALATAYUD, Mariano

2005 (L): *Arquitectura y Urbanismo en Valencia. Torreño Calatayud, Mariano*. Valencia: Carena Editors, 2005. ISBN: 8496419088.

TRUÑO RUSEÑOL, Ángel

2004 (L): *Construcción de bóvedas tabicadas*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2004. ISBN: 8497281306.

TSUI, N.; FLATT, R.J.; SCHERER, G.W.

2003 (A): Crystallization damage by sodium sulphate. *Journal of Cultural Heritage* 4 (2003), pp. 109-115.

VALDEÓN, L; MONTORO, M.; CALLEJA, L.; ESBERT; R.M.

1997 (A): A method to assess spatial coordinates in the art and archaeological objects: application of tomography to a dolmen. *Journal of Archaeological Science* 24 (1997), pp. 337-346.

VÁLEK, J., KRUSCHWITZ, S., WOSTMANN, J., KIND, T., VALACH, J. KOPP, C., LESÁK, J.

2010 (A): Nondestructive investigation of wet building material: multimethodical approach. *Journal of performance of constructed facilities*, sep-oct, pp. 462-472.

VALLS DEL BARRIO, S.; GARCÍA VALLÉS, M. et al.

2002 (A): The red-orange patina developed on a monumental dolostone. *Engineering Geology*, 63 (1-2) (2002), pp. 31-38.

VÁZQUEZ, P.; ALONSO, F.J.; ESBERT, R.M., ORDAZ, J.

2010 (A): Ornamental granites: Relationships between p-waves velocity, water capillary absorption and the crack network.

VENIALE, F.; SETTI, M. LODOLA, S.

2008 (A): Diagnóstico del deterioro de la piedra en el patrimonio construido. Datos y perspectivas. *Materiales de Construcción*, vol. 58, nº 289-290, p. 13.

VIDELA, A.R.; LIN, C.L.; MILLER, J.D.

2008 (A): Simulation of saturated fluid flow in packed particle beds -The lattice-Boltzmann method for the calculation of permeability from XMT images. *Journal of de Chinese Institute of Chemical Engineers* 39 (2008) 117-128.

VITRUVIO, Marco Lucio

2007 (L): *Los diez libros de arquitectura*. Barcelona: Iberia, 2007. ISBN: 9788470820458.

VIZCAÍNO MARTÍ, M<sup>a</sup> Eugenia

1999 (L): *Azulejería Barroca Valenciana*. Valencia: Federico Doménech, 1999. ISBN: 8495031167.

VOELKER, Evelyn

2008 (W): <http://evelynvoelker.com/> Traducción al inglés de VOELKER, Evelyn. Publicación electrónica póstuma, 2008.

VV. AA.

2009 (A): *Revista Loggia*. ISSN: 1136-758X. Ed.: UPV. 1996-2009.

2009 (D): *Google Earth*, edificios en 3D.

2009 (L): *La Expulsión de los Moriscos*. Mediateca RTVE canal cultural-es, 2009. <http://www.rtve.es/mediateca/videos/20091228/documental-debate--expulsion-moriscos/657676.shtml>

2008 (A): Una torre dentro de las torres. Reportaje de *El País*, 17/02/2008.

2008 (A): *50 años de la Riada que transformó Valencia*. DVD multimedia del ciclo de conferencias. ETSCCP, UPV, 2008.

2007 (D): *Microsoft Encarta DVD 2007*.

2007 (A): 1937 un año capital. *En Domingo, Levante-EMV*. 2 de diciembre de 2007.

## Referencias

- 2006 (L): *Domus speciosa: 400 anys del Col·legi del Patriarca*. Valencia: Universitat de València, 2006. ISBN: 8437064511.
- 2006 (L): *Historia del Arte. El Renacimiento: la Reforma y la Contrarreforma*. Barcelona: Salvat, Diario El País, 2006. ISBN o. c.: 8447102696. ISBN tomo 11: 8447103323.
- 2006 (L): *Las cúpulas azules de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Generalitat Valenciana, 2006. ISBN: 8448243757.
- 2006 (A): *Asimetrías. Vol. 9: colección de textos de arquitectura*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006. ISBN: 8497059670.
- 2005 (L): *Gran Enciclopedia de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Editorial Prensa Valenciana, 2005. ISBN tomo 5: 8487502520. ISBN o. c.: 8487502474.
- 2005 (A): *Arte protegido*. Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior (SEACEX.com). 2005.
- 2003 (L): *El plano de Valencia de Tomás Vicente Tosca (1704)*. Valencia: Generalitat Valenciana, 2003. ISBN: 8448235886.
- 2003 (L): *Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos*. Granada: Junta de Andalucía, 2003. ISBN: 8482663704.
- 2002 (L): *Historia de la ciudad: Una visión arquitectónica de la historia de la Ciudad de Valencia*. Valencia: Universitat de València, 2002. ISBN: 8437054311.
- 2002 (A): *La casa morisca granadina, último refugio de la cultura andalusí. Actas del VIII Simposio Internacional de Mudéjarismo. Vol. 2*. Teruel: Centro de Estudios Mudéjares, 2002. ISBN o.c.: 8486982537, ISBN: vol. 2: 848692650.
- 2002 (D): *Valencia urbanística. Planos de Valencia*.
- 2001 (L): *La Universitat i el seu entorn urbà*. Valencia: Universitat de València, 2001. ISBN: 8437051355.
- 2001 (D): *Earth Resource Mapping 2001. ER Viewer 2.0*.
- 1999 (L): *Historia del Arte*. Barcelona: Vicens Vives, 1999. ISBN: 8431625546.
- 1999 (L): *Dossier: Felipe III, poco Rey para tanto reino*. Revista *La aventura de la Historia* nº9. Diario El mundo: 1999.
- 1998 (L): *Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción: (La Coruña, del 22 al 24 de octubre de 1998)*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1998. ISBN: 9788489977440.
- 1998 (L): *50 años de viaje arqueológico en Valencia*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 1998. ISBN: 8489747695.
- 1997 (L): *La expulsión de los moriscos del Reino de Valencia*. Valencia: Fundación Bancaja, 1997. ISBN: 8489413118.
- 1996 (L): *Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos*. Sevilla: Junta de Andalucía, 1996. ISBN: 8486944120.
- 1995 (L): *Monumentos de la Comunidad Valenciana: Catálogo de monumentos y conjuntos declarados e incoados*. Valencia: Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana, 1995. ISBN: 8448210700.
- 1993 (L): *Guía práctica de cantería. Escuela taller de Restauración "Centro Histórico" de León*. León: Escuela Taller de Restauración, Ayto. de León, INEM, 1993. ISBN: 8487469450?
- 1988 (L): *Historia del Pueblo Valenciano*. Valencia: Levante-EMV, 1988.
- 1983 (L): *Catálogo de Monumentos y conjuntos de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana, 1983. Tomo 2. ISBN: 8450089379.
- 1980 (L): *Eria*. Oviedo: Universidad de Oviedo, 1980.
- 1973 (L): *Gran Enciclopedia de la Región Valenciana*. Valencia: 1973. ISBN o. c.: 8430055398. ISBN tomo 8: 8485182146.
- 1972 (L): *Turia sur (CYT-MZOV)*. Valencia, 1972.
- 1963 (L): *El Escorial 1563-1963*. Madrid: Patrimonio Nacional, 1963.
- 1907 (L): *Anales de la Universidad de Chile. Tomo CXX*. Chile, 1907.
- 1892 (L): *Libro de los Gastos del Colegio del Patriarca*, 1892. Copia del Original.
- 1859 (L): *Manual de Forasteros en Valencia, ó sea Guía Segura...* Valencia, 1859.
- 1732 (L): *Constituciones del Colegio y Seminario de Corpus Christi*. Valencia: imprenta Antonio Bordazar, 1732.
- 1600 (L): *Libro de Compras de casas incorporadas en el collgº y Seminario fundado por el III. mo señor DON JUAN DE RIBERA, Patriarcha y Arcobispo de Valencia*. Archivo del Colegio

del Patriarca. Valencia.

1590 (L): *Concierto entre D. Miguel de Espinosa y Guillem del Rey para la construcción de la Iglesia del Colegio, 1590.*

#### VV. AA.

2012 (W): <http://www.godella.es/es/content/plan-especial-de-proteccion-de-les-pedreres>

2012 (W): <http://www.aemet.es>

2011 (W): <http://www.fomento.gob.es>

2011 (W): <http://www.aemet.es>

2010 (W): <http://www.wolframalpha.com>. Herramienta de conocimiento computacional.

2010 (W): <http://hispana.mcu.es>. Recurso avanzado de acceso a la información digital.

2010 (W): <http://www.euratlas.net/history/europe/1600/index.html>. Mapas históricos europeos.

2010 (W): <http://www.paris.org/Maps>. Mapas de París.

2010 (W): <http://skyscrapercity.com>. Plano de Wijgaerde.

2010 (W): <http://urbanity.es>. Imágenes sobre Guedson.

2010 (W): <http://maps.google.com>. Ortofotos de Google.

2010 (W): <http://www.multimedios.org/> Biblioteca Electrónica Cristiana.

2010 (W): <http://bv2.gva.es> Biblioteca Valenciana Digital (Bivaldi).

2010 (W): <http://artebajocinca.blogspot.com>

2009 (W): <http://pintura.auf.org/BU04?Autnum=16.921&EmpNum=15327>

2009 (W): <http://www.arqueologiamedieval.com/articulos/82/materiales-y-tecnicas-construc-tivas-en-la-arquitectura-andalusi>

2009 (W): <http://levante-emv.com>

#### WALTHER, F.

2000 (L): *Los maestros de la pintura occidental*. Italia: Taschen, 2000. ISBN: 3822867942.

#### WANG, L.B.; FROST, J.D.; LAI, J.S.

2004 (A): Three-dimensional digital representation of granular material microstructure from x-ray tomography imaging. *J. of Computing in Civil Engineering*. Vol 18 (2004), pp. 28-35.

#### Wikipedia

2012 (W): <http://wikipedia.org>

#### WILKINSON-ZARNER, Catherine

1996 (L): *Juan de Herrera: arquitecto de Felipe II*. Madrid: Akal, 1996. ISBN: 9788446005827.

#### WITKOWER, Rudolf

1978 (L): *Sobre la arquitectura en la edad del humanismo*. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.

#### YAMAMURO, J.A.; BOPP, P.A.; LADE, P.V.

1996 (A): One-dimensional compression of sands at high pressures. *Journal of Geotechnical Engineering*, 122, 147-154.



*Anejos*



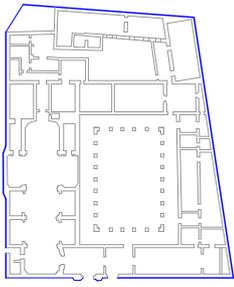
## ANEJOS

### ANEJO 1: GRÁFICO

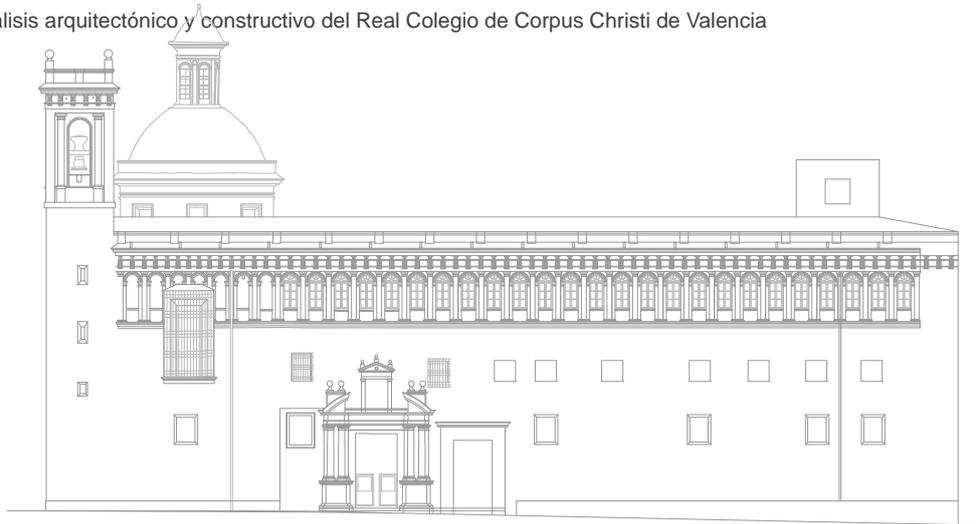
Se muestran a continuación diversas láminas realizadas por el autor a partir de los alzados (nube de puntos) generados a partir del escáner láser, así como varias imágenes obtenidas por el aparato.

Planos	Escala
Todos los alzados	1/500
Detalle de la fachada sur	1/100
Alzado y sección de la fachada sur	1/50
Modulación de la Fachada sur	1/125
Sección por la ventana del coro	1/100
Entorno de la fachada sur	1/200
Alzado sur y planta (escáner)	1/150
Detalle del alzado sur (escáner)	1/75
Detalle de la portada (escáner)	1/75
Fachada oeste	1/300
Sección de la cúpula	1/150
Sección de la cúpula	1/150
Fachada oeste y sección del campanario	1/150
Entorno de la fachada oeste	1/300
Detalle del campanario (escáner)	1/75
Alzado oeste (escáner)	1/300
Detalle de la cúpula (escáner)	1/75
Detalle de la cúpula	1/40
Perspectiva del campanario	Sin escala
Acceso norte (escáner)	1/75
Detalle del acceso norte (escáner)	1/75
Alzado acceso norte (escáner)	1/75

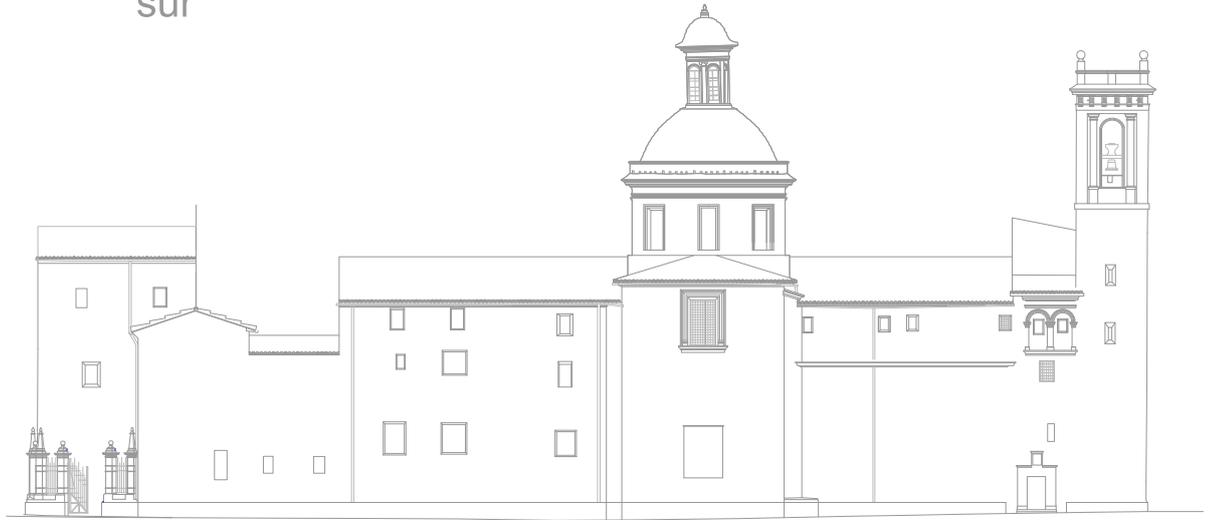
Análisis arquitectónico y constructivo del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia



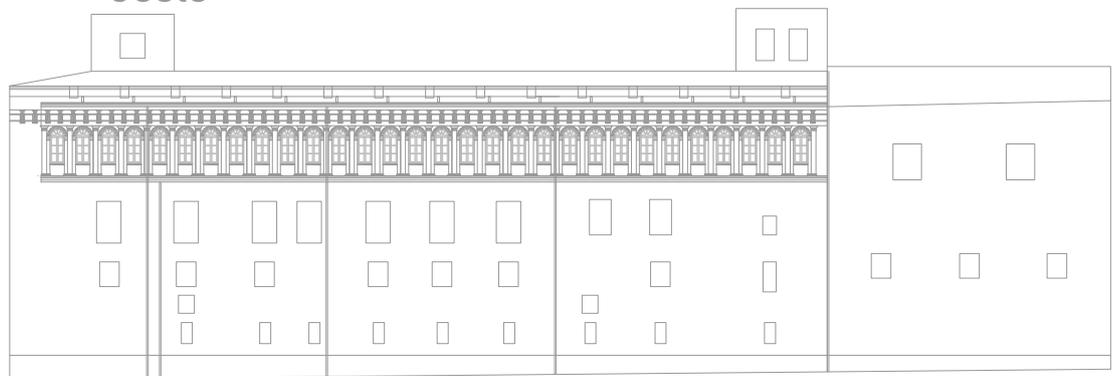
N



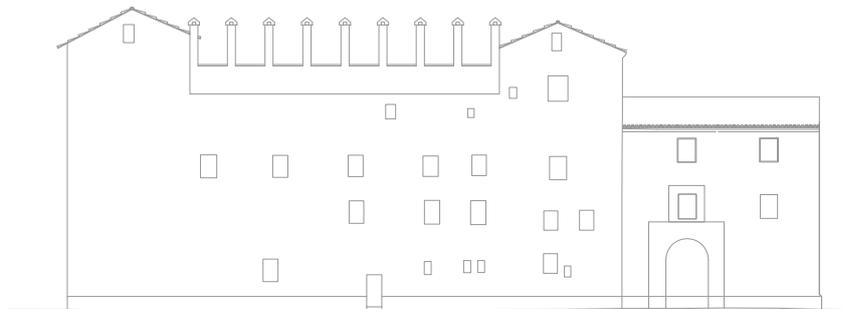
sur



oeste



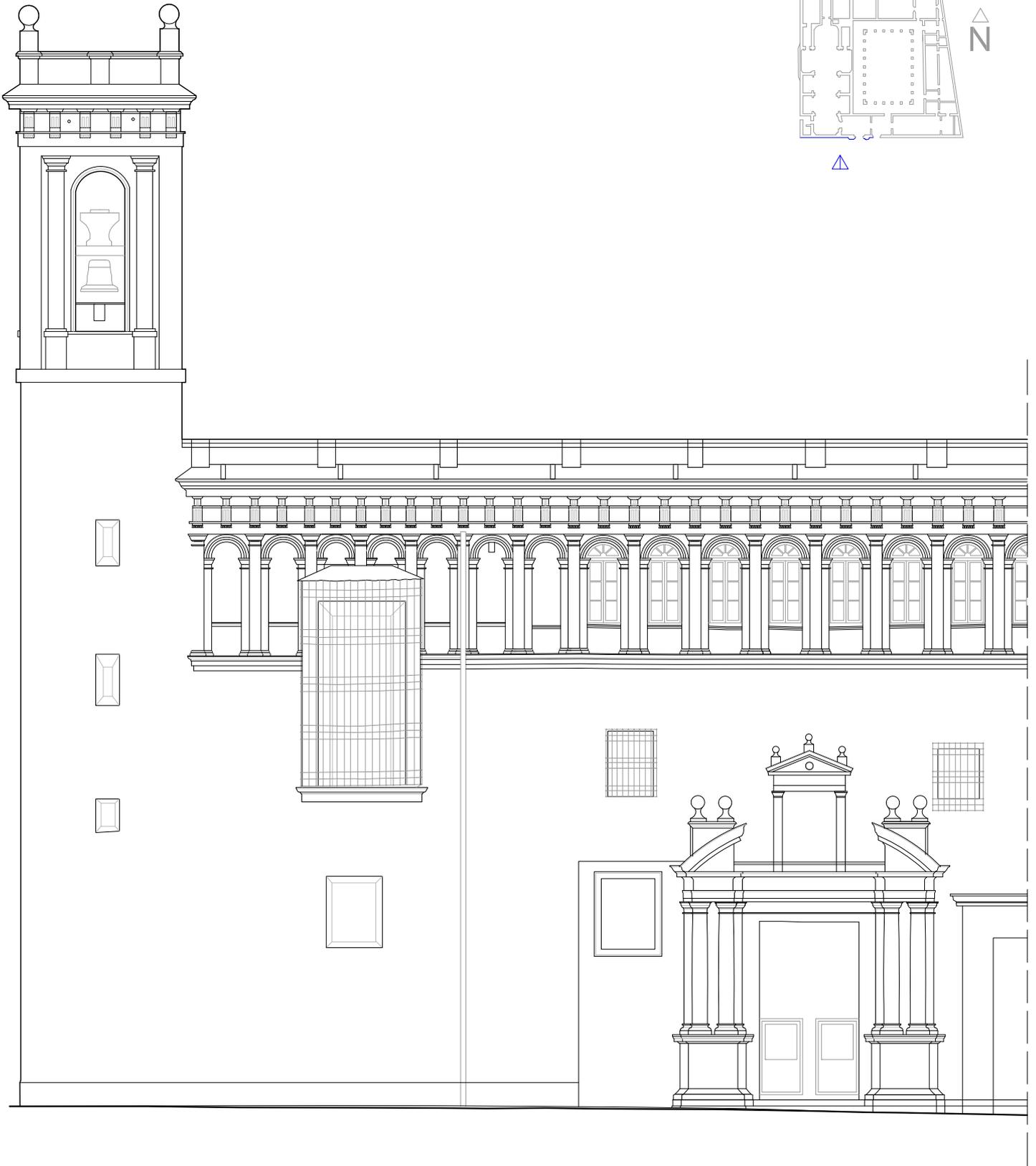
este



norte

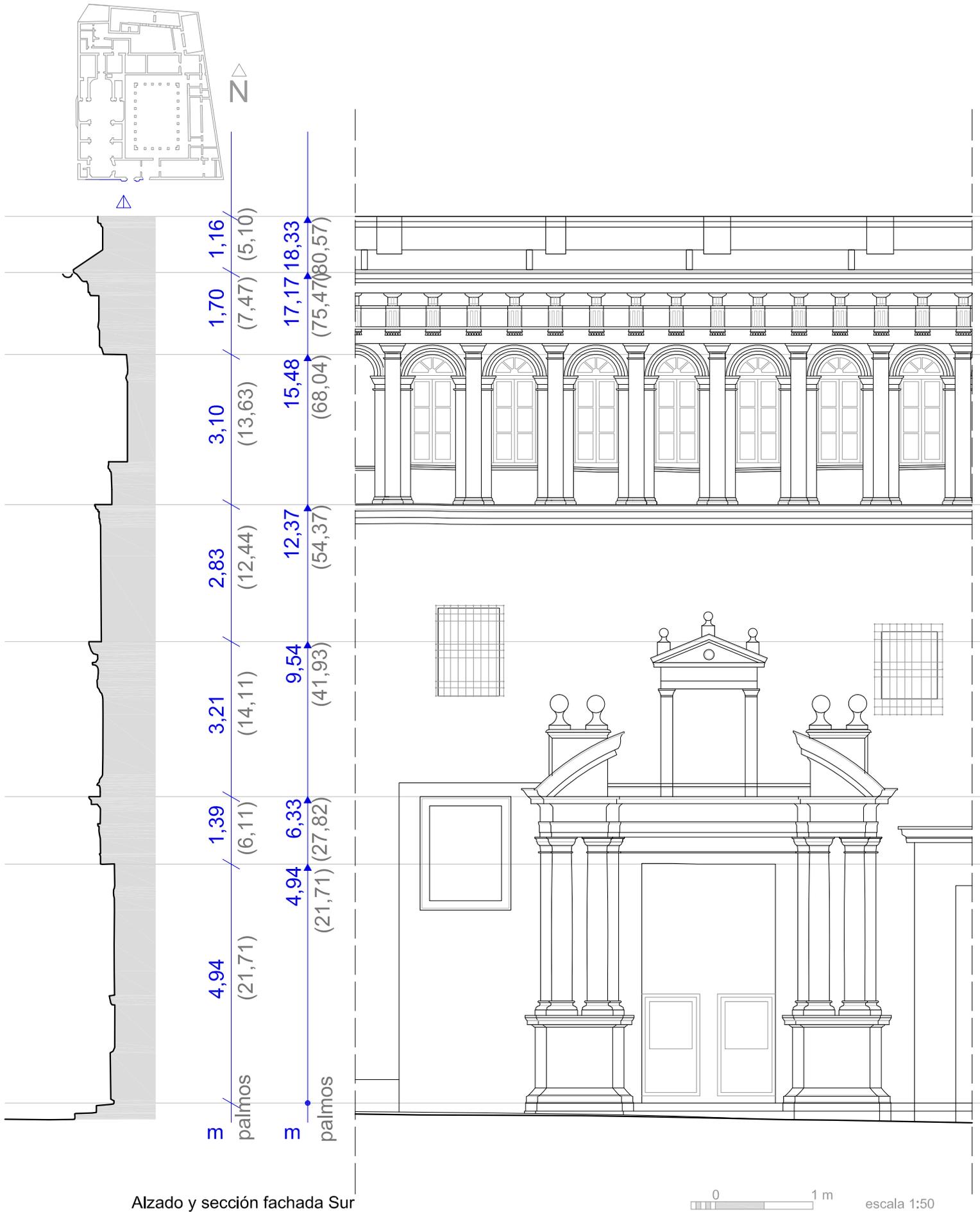
Todos los alzados

0 10 m escala 1:500



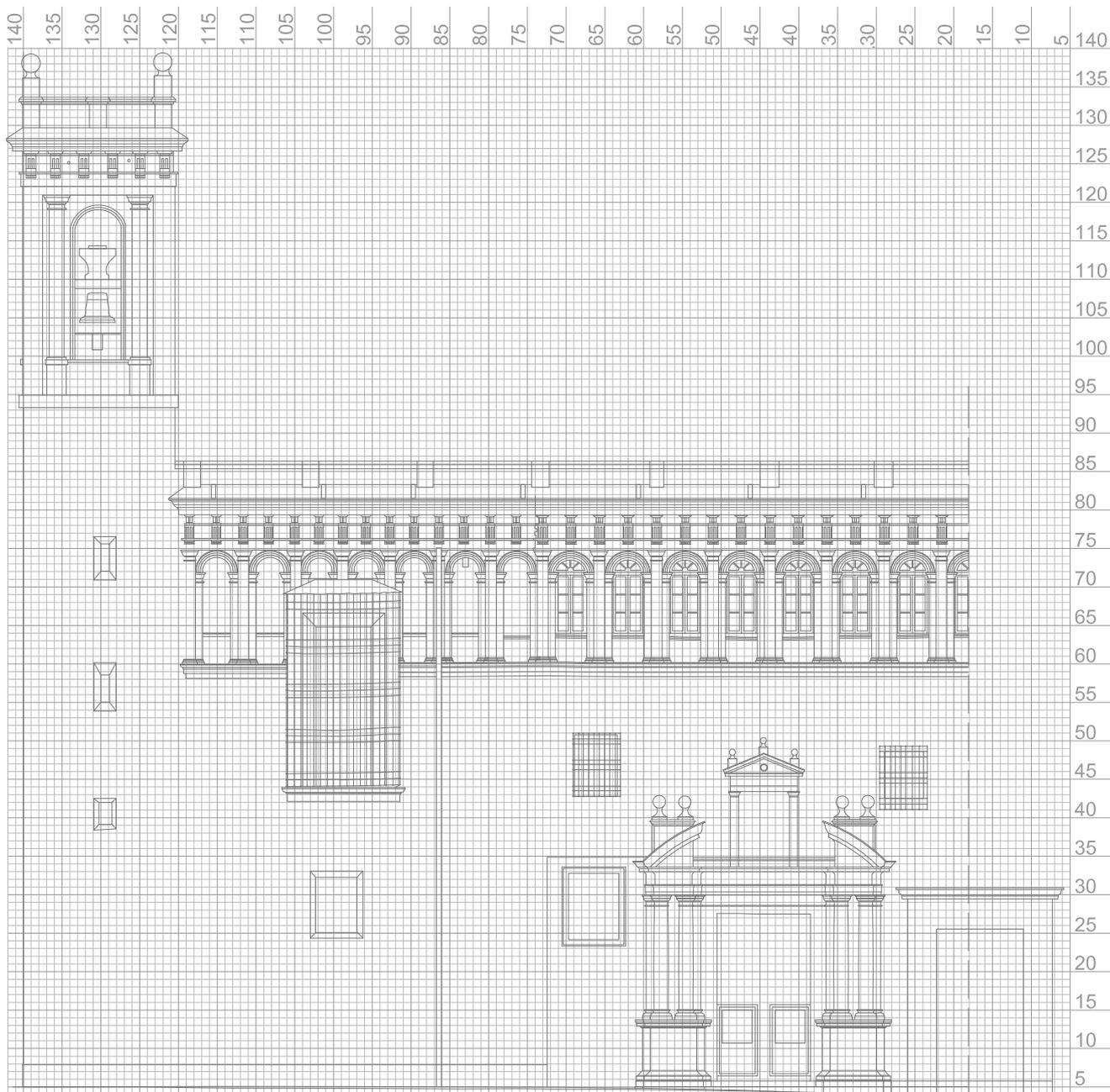
Detalle de la fachada sur

0 2 m escala 1:100



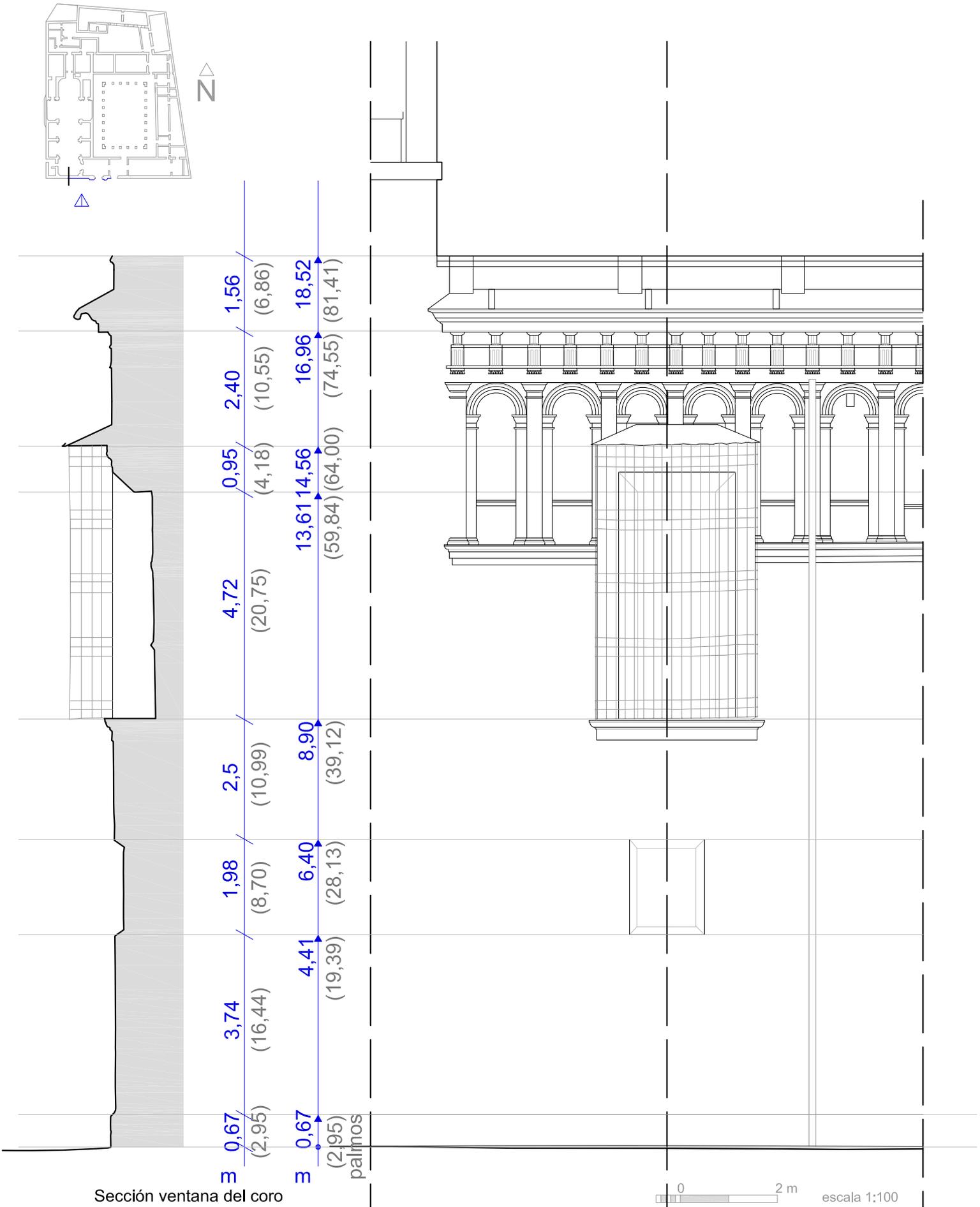
Alzado y sección fachada Sur

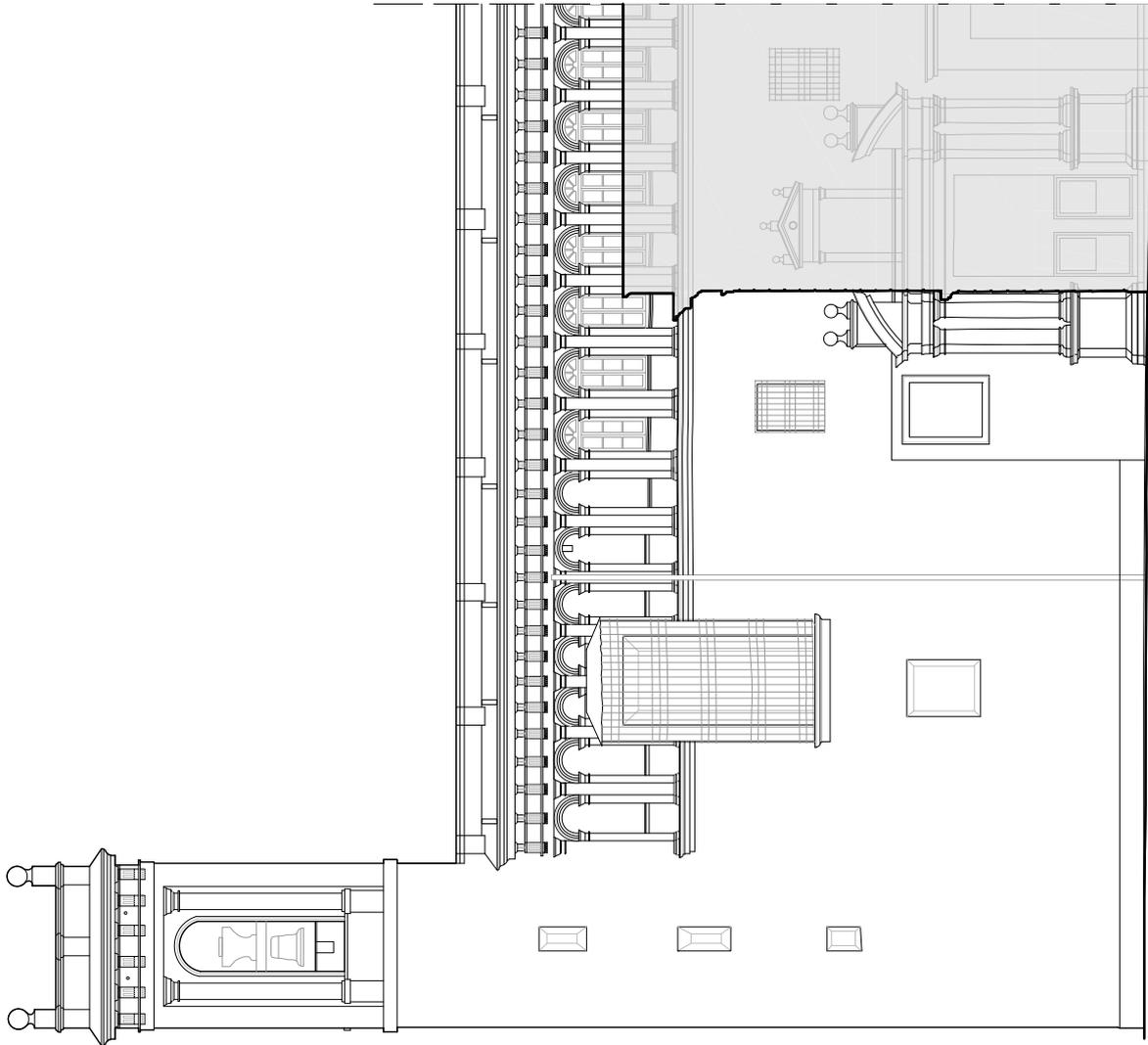
0 1 m escala 1:50



Fachada sur

cotas en palmos (Vara: 0,91 m) 0 3 m escala 1/125

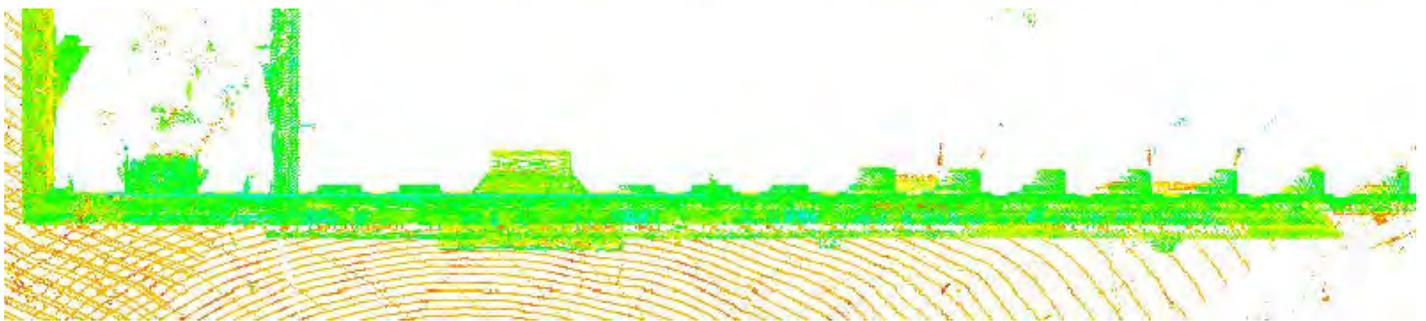




Entorno fachada sur



escala 1:200



Alzado sur y planta (escáner)

0 3 m

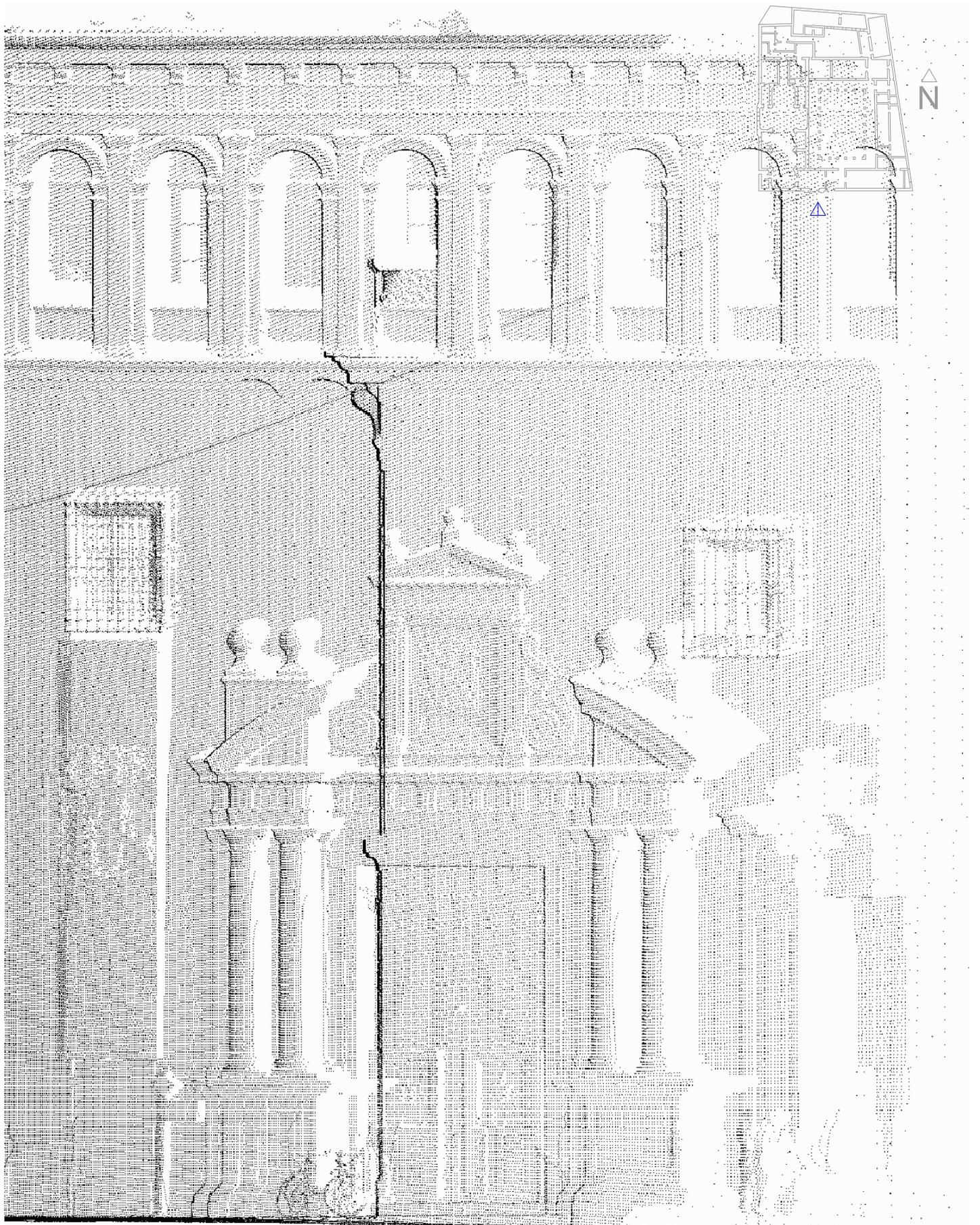
escala 1:150



Detalle alzado sur (escáner)

0 1,5 m

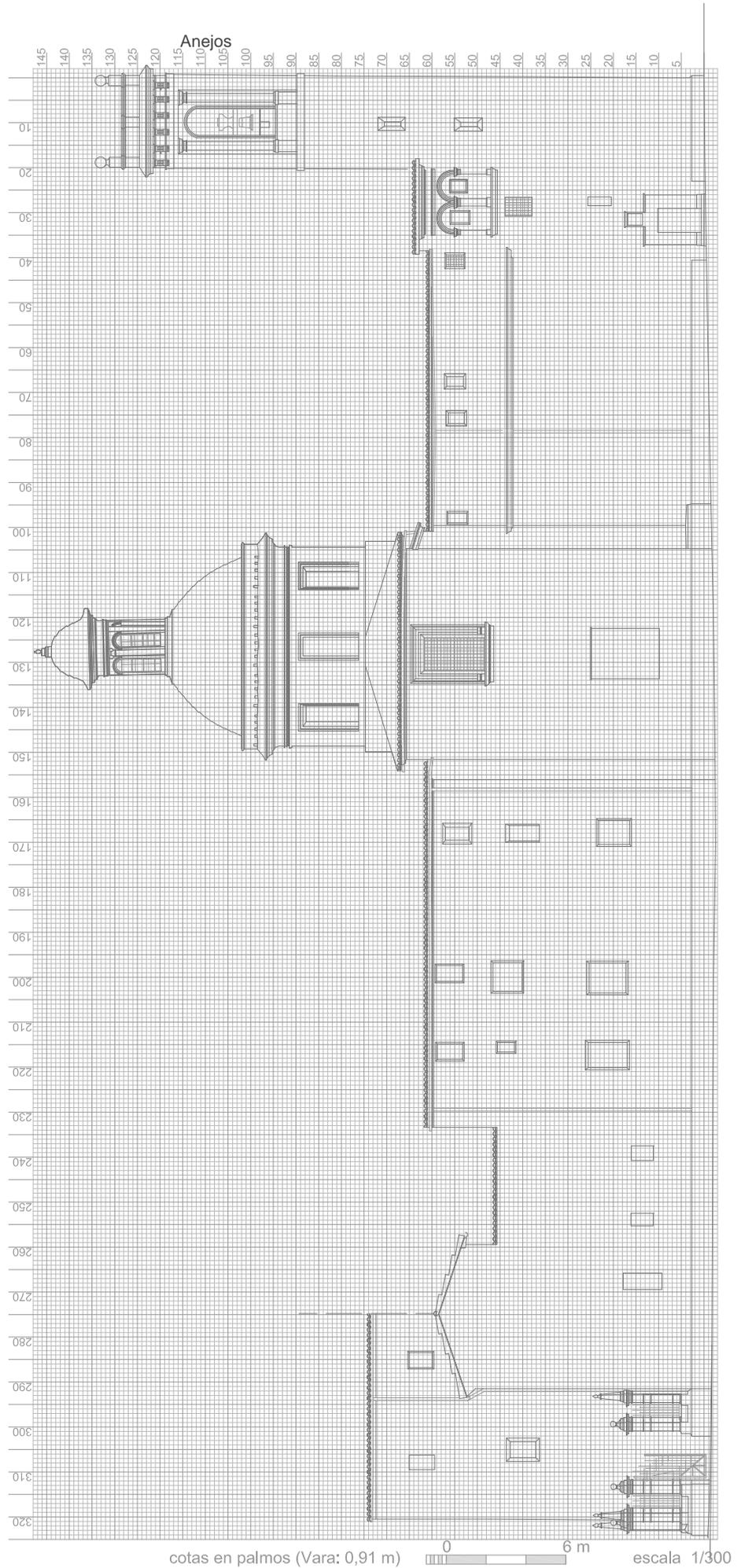
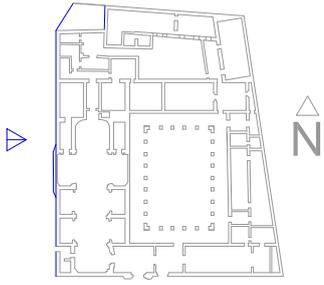
escala 1:75



Detalle portada (escáner)

0 1,5 m

escala 1:75

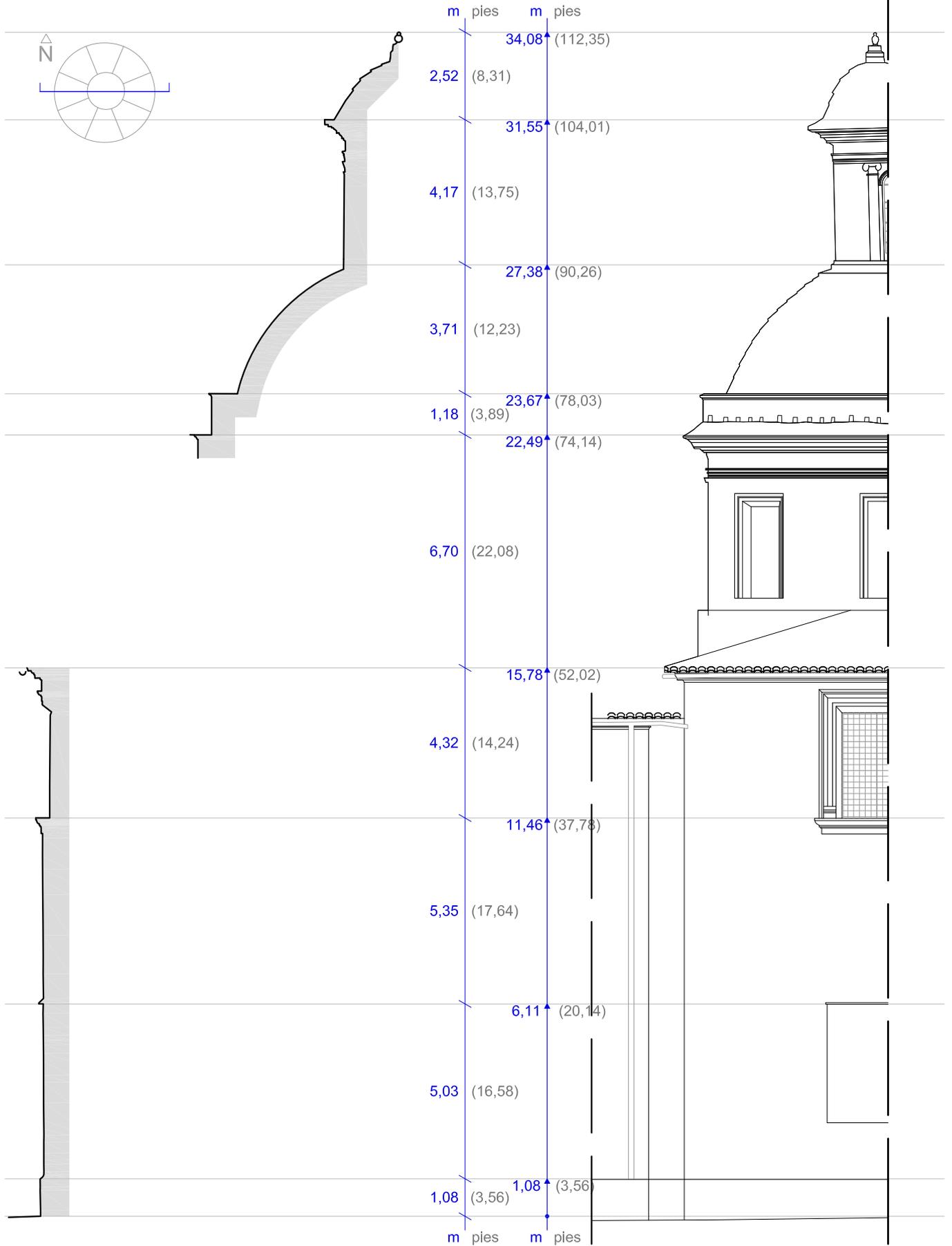


Fachada oeste

cotas en palmos (Vara: 0,91 m)



escala 1/300

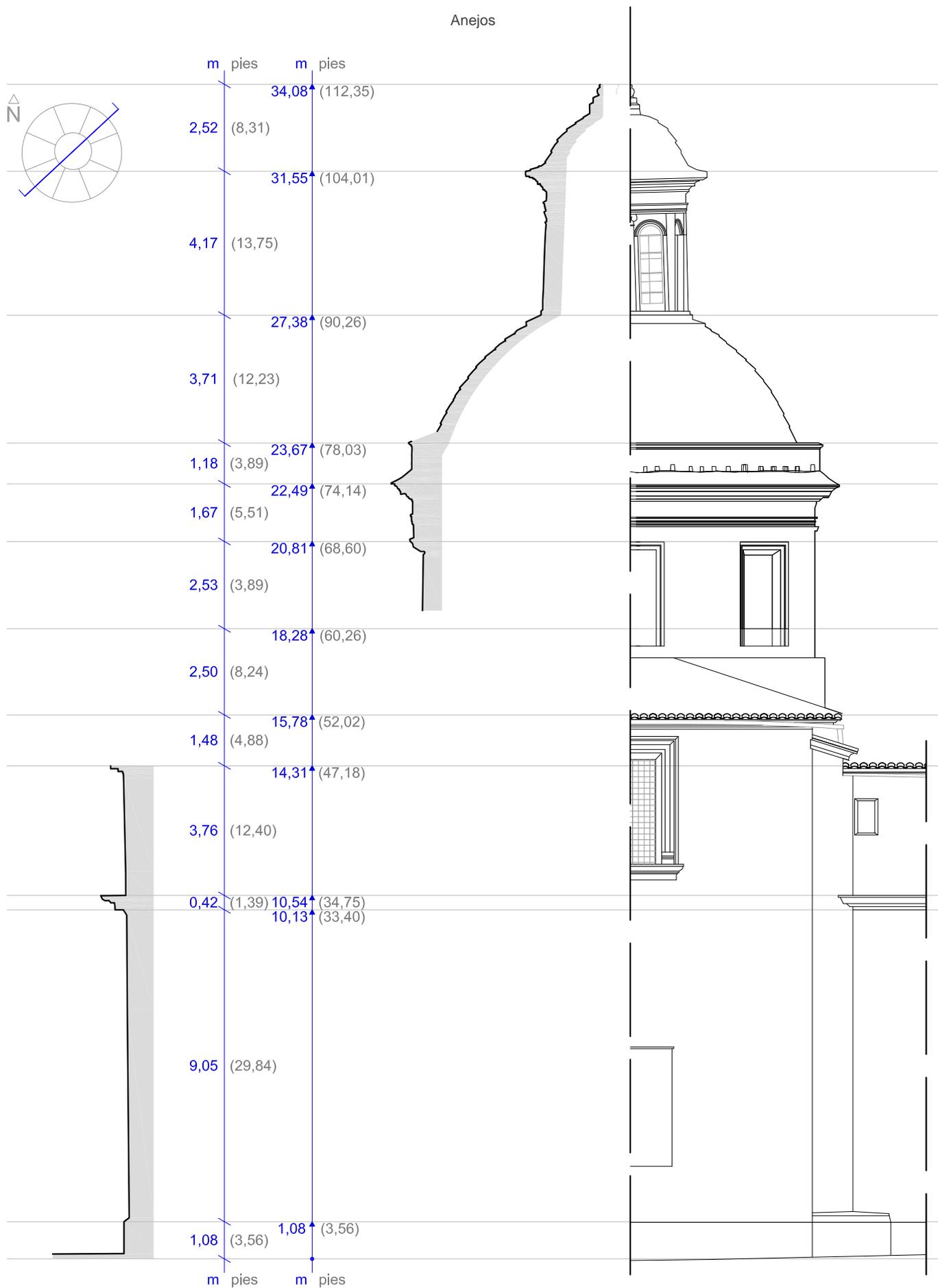


Sección de la cúpula

cotas en metros (cotas en pies val. 0,91)

0 3 m

escala 1/150

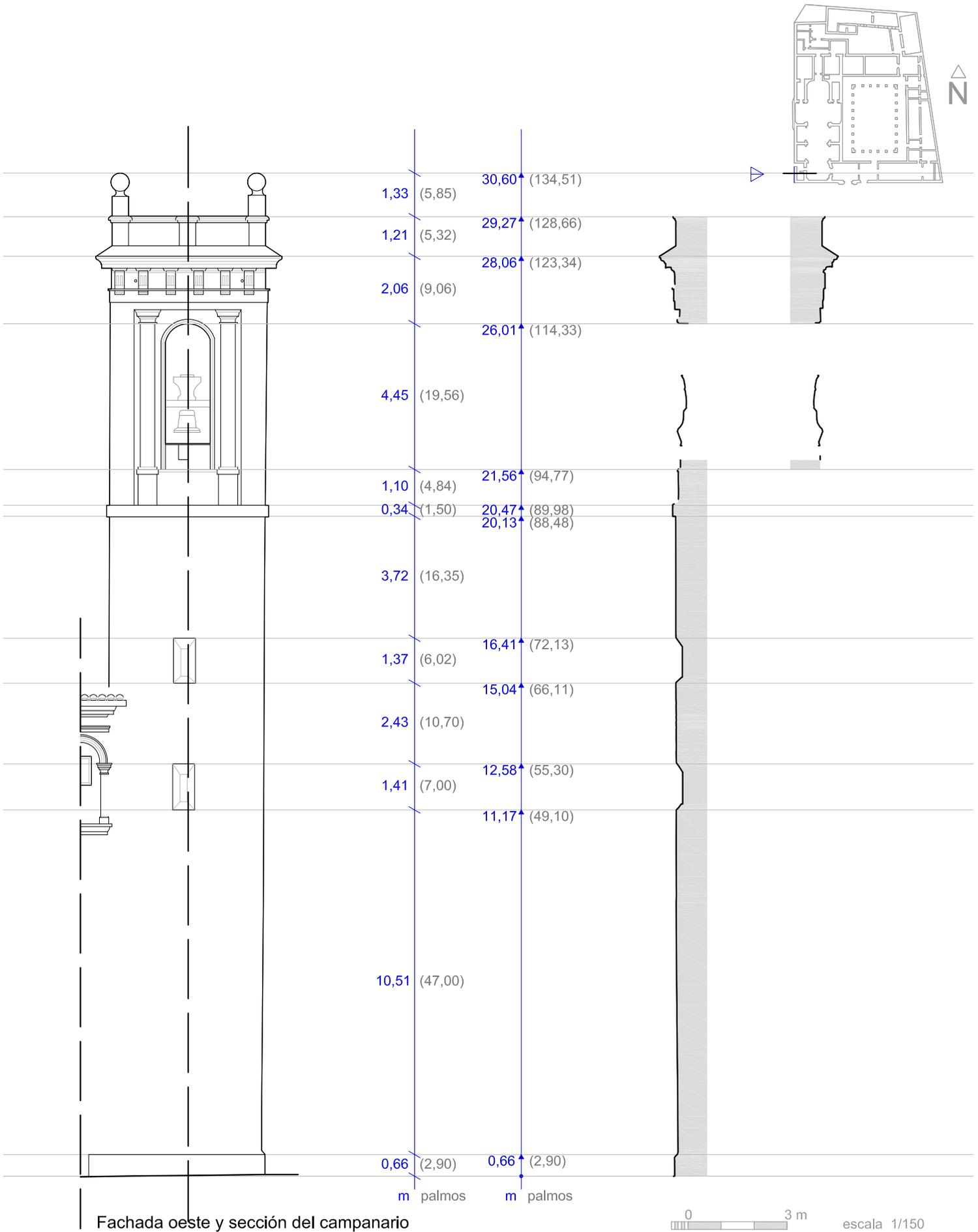


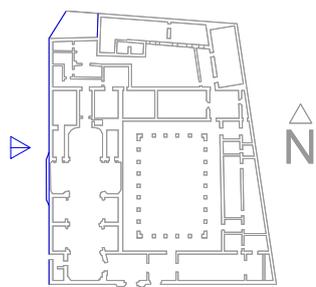
Sección de la cúpula

cotas en metros (cotas en pies val. 0,91)

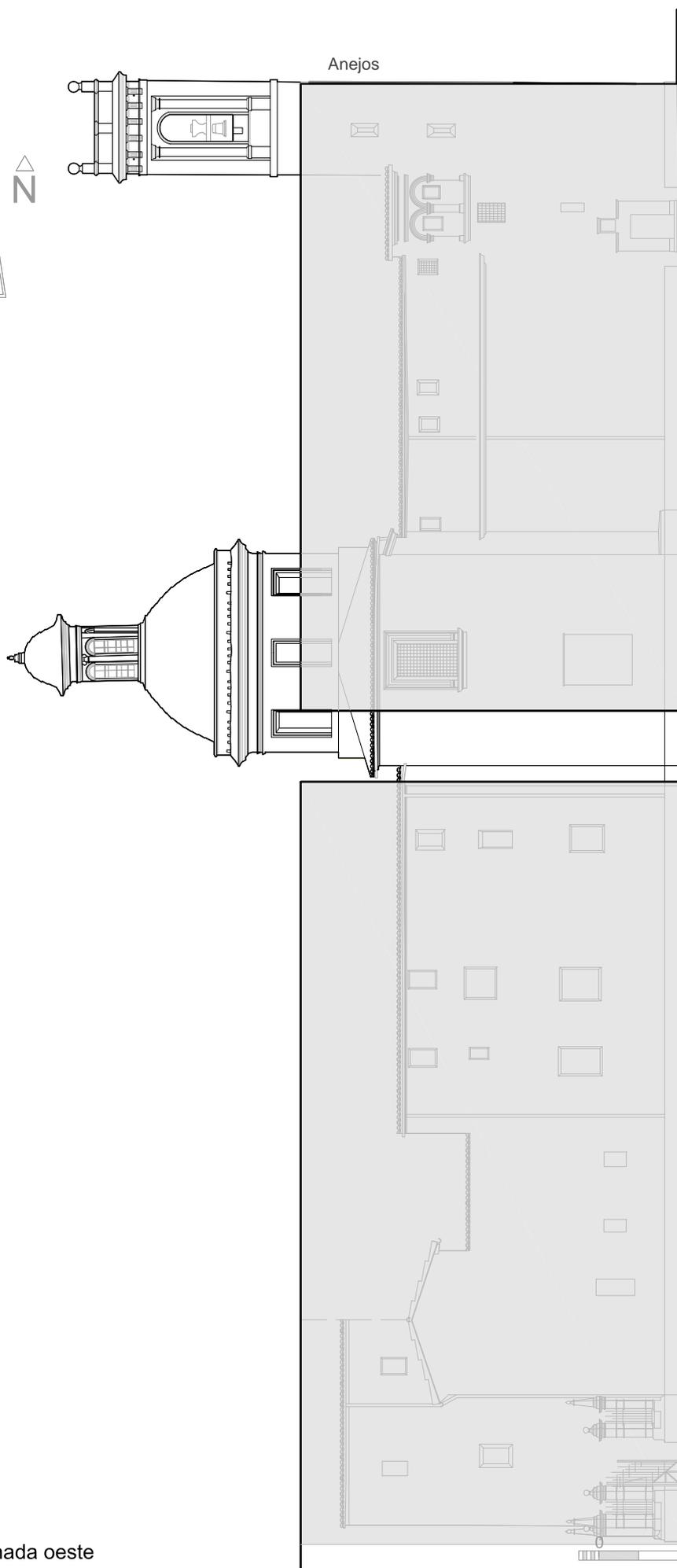


escala 1/150





N



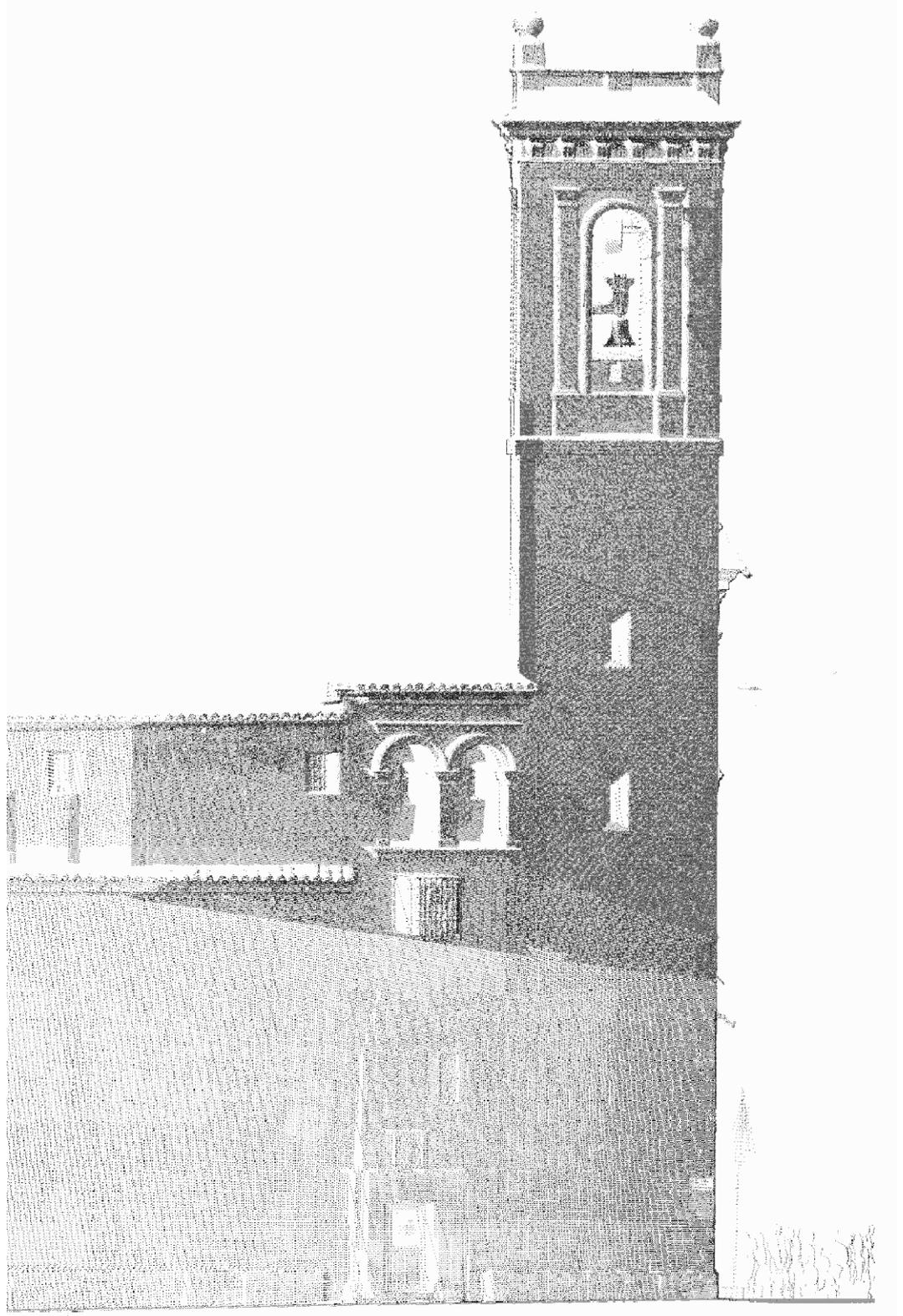
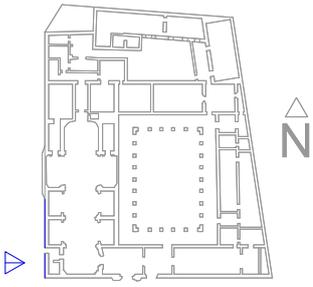
Anejos

Entorno fachada oeste



6 m

escala 1/300

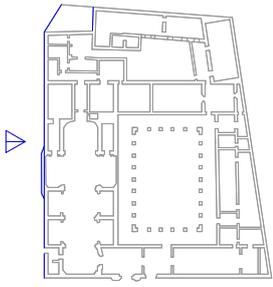


Detalle campanario (escáner)

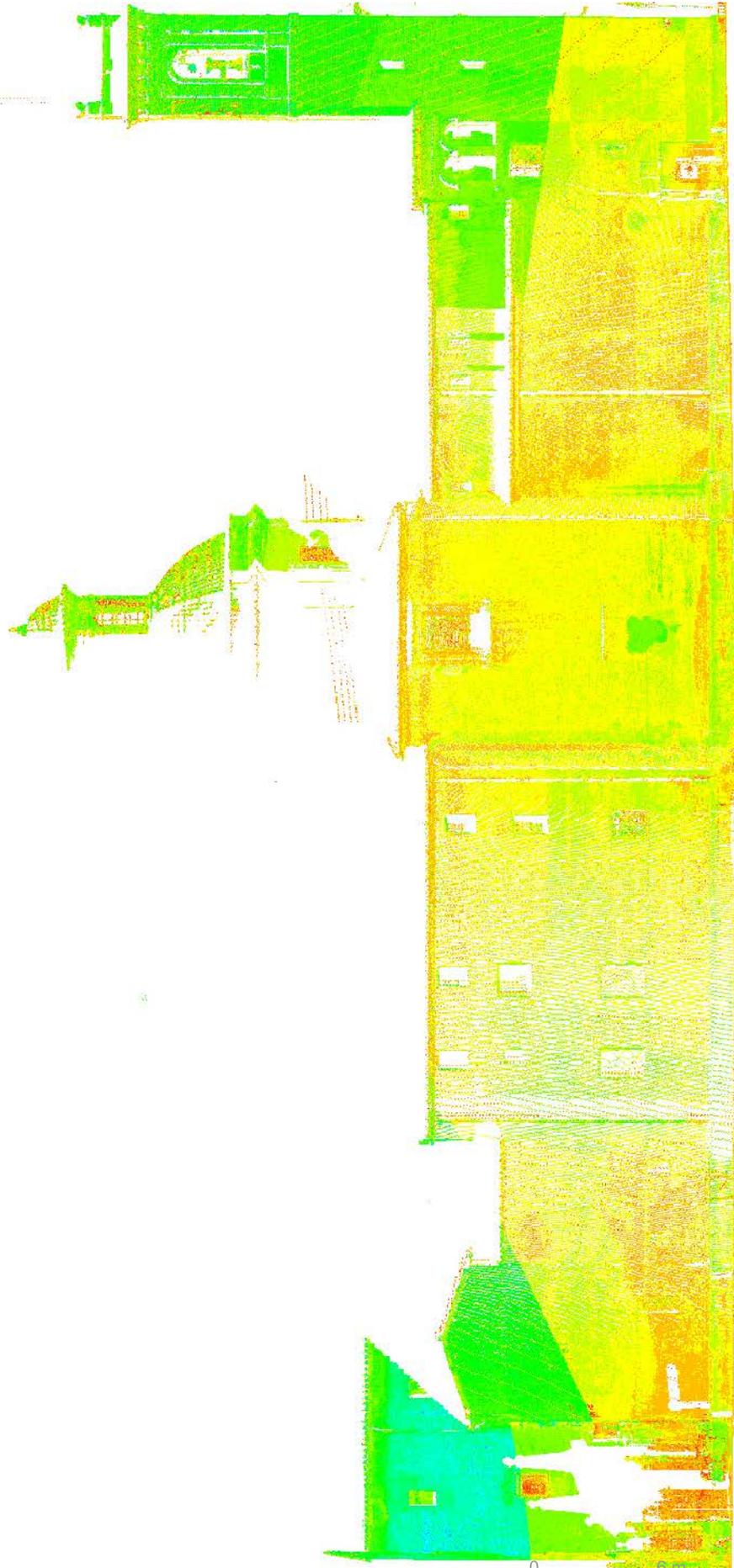


escala 1:75

Anejos

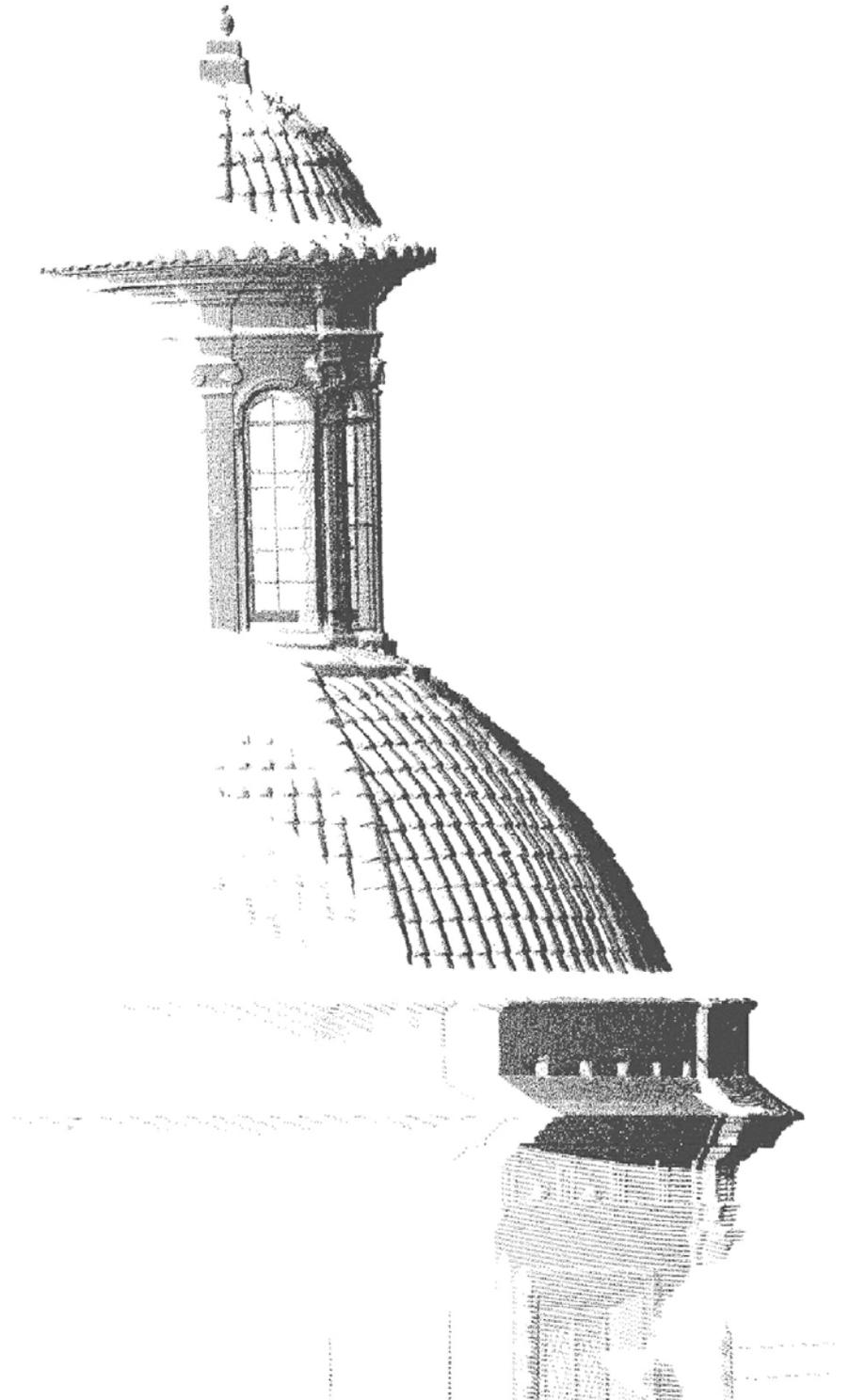
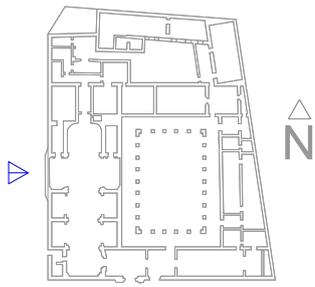


N



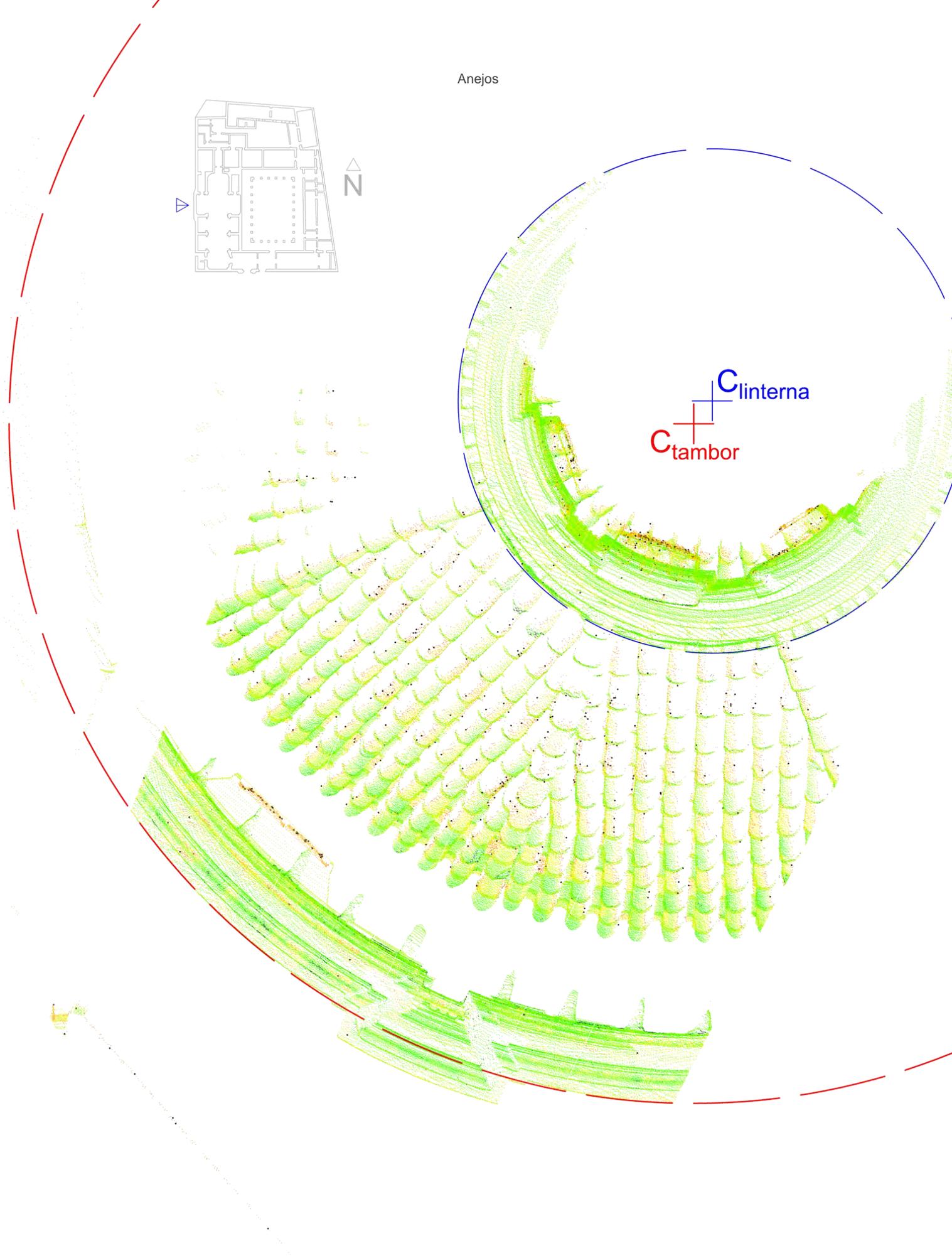
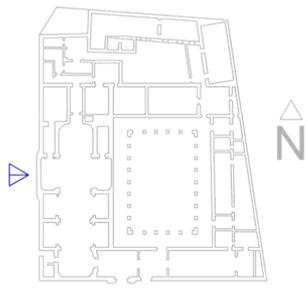
Alzado oeste (escáner)

0 5m escala 1:300



Detalle cúpula (escáner)

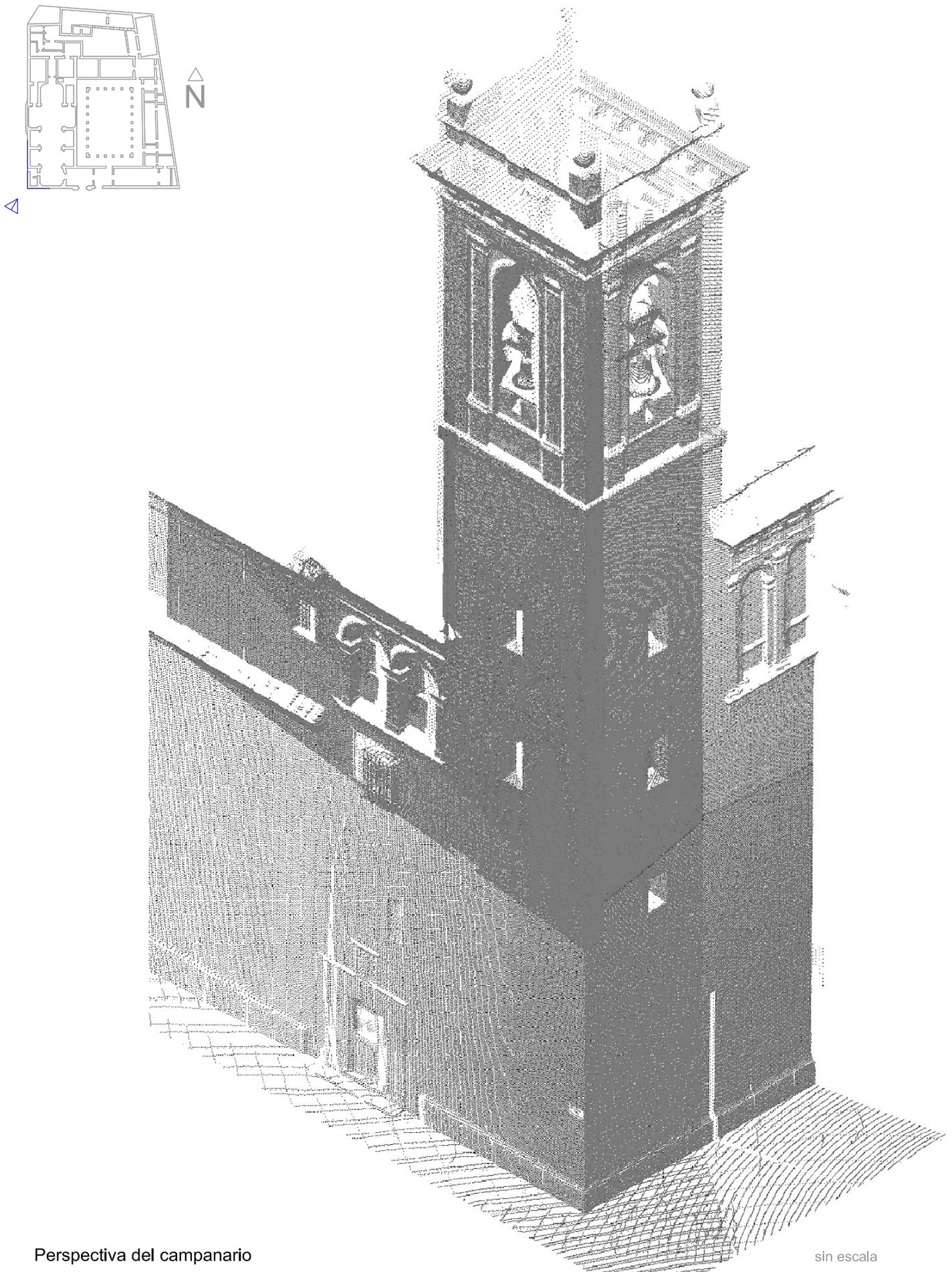
0 1,5 m escala 1:75



Clinterna  
Ctambor

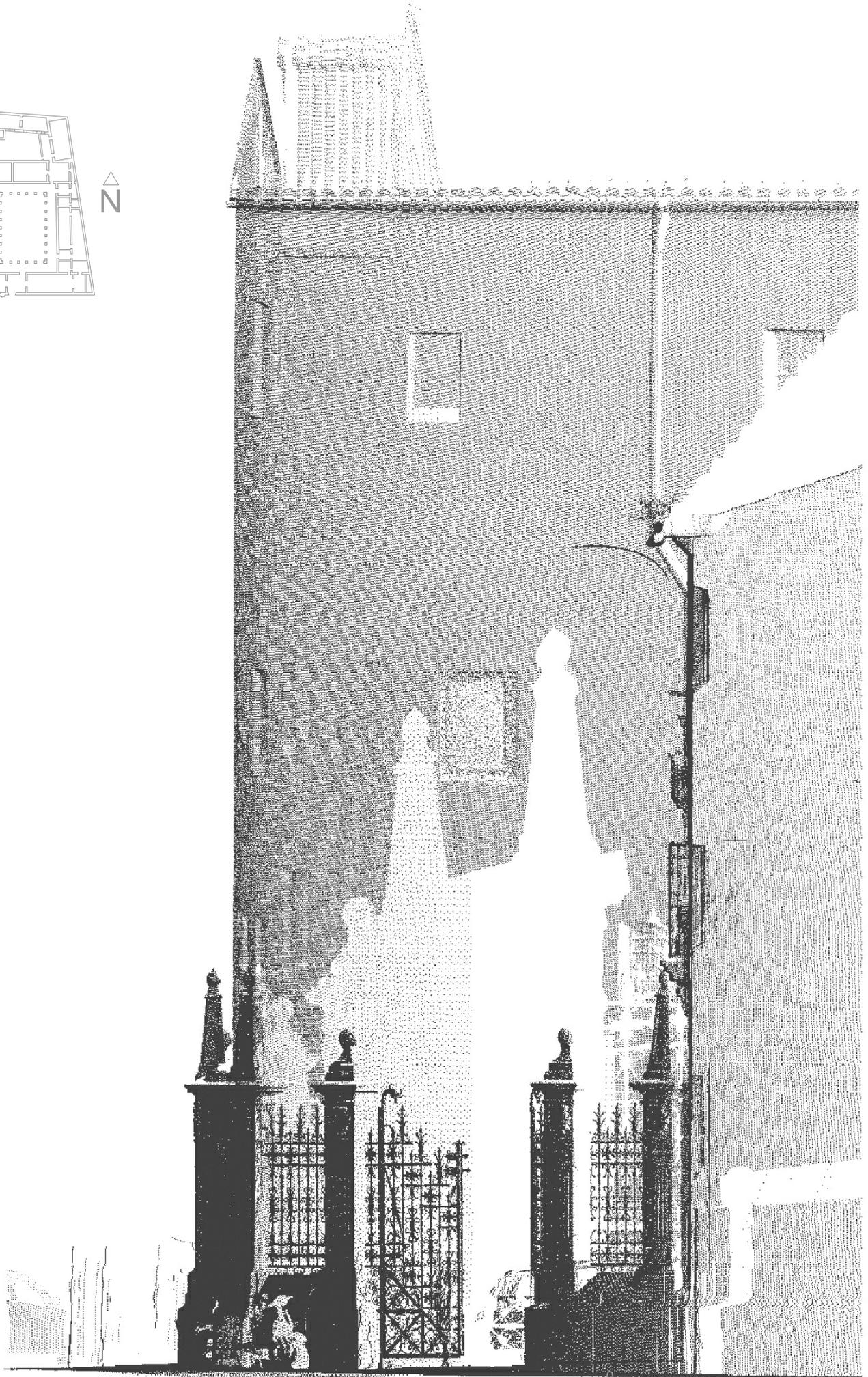
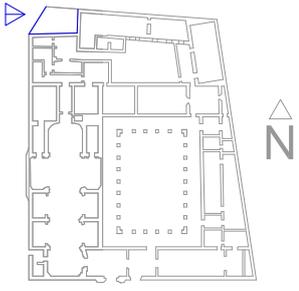
Detalle de la cúpula

0 1 m escala 1:40



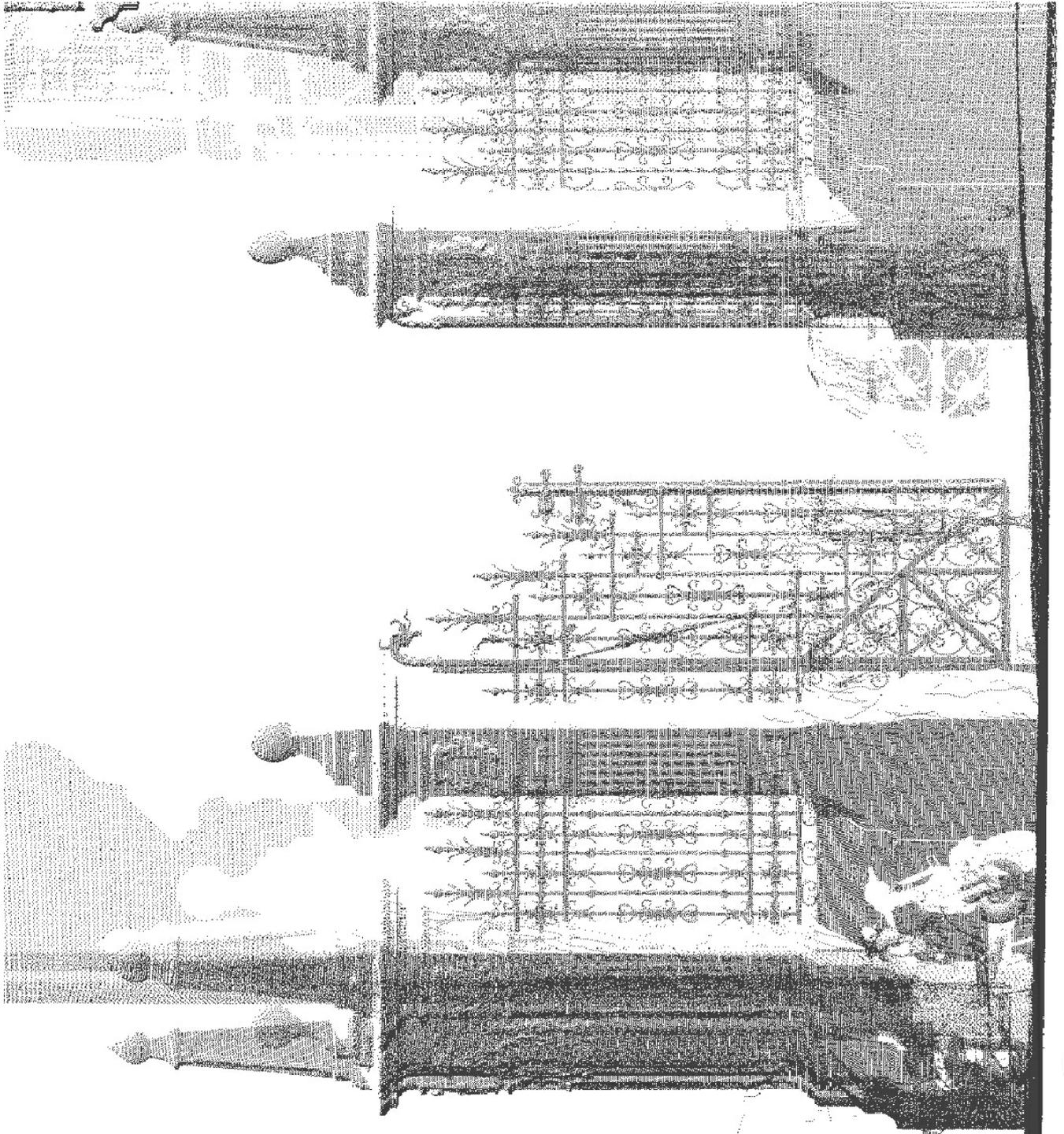
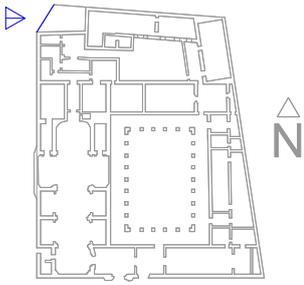
Perspectiva del campanario

sin escala



Acceso norte (escaner)

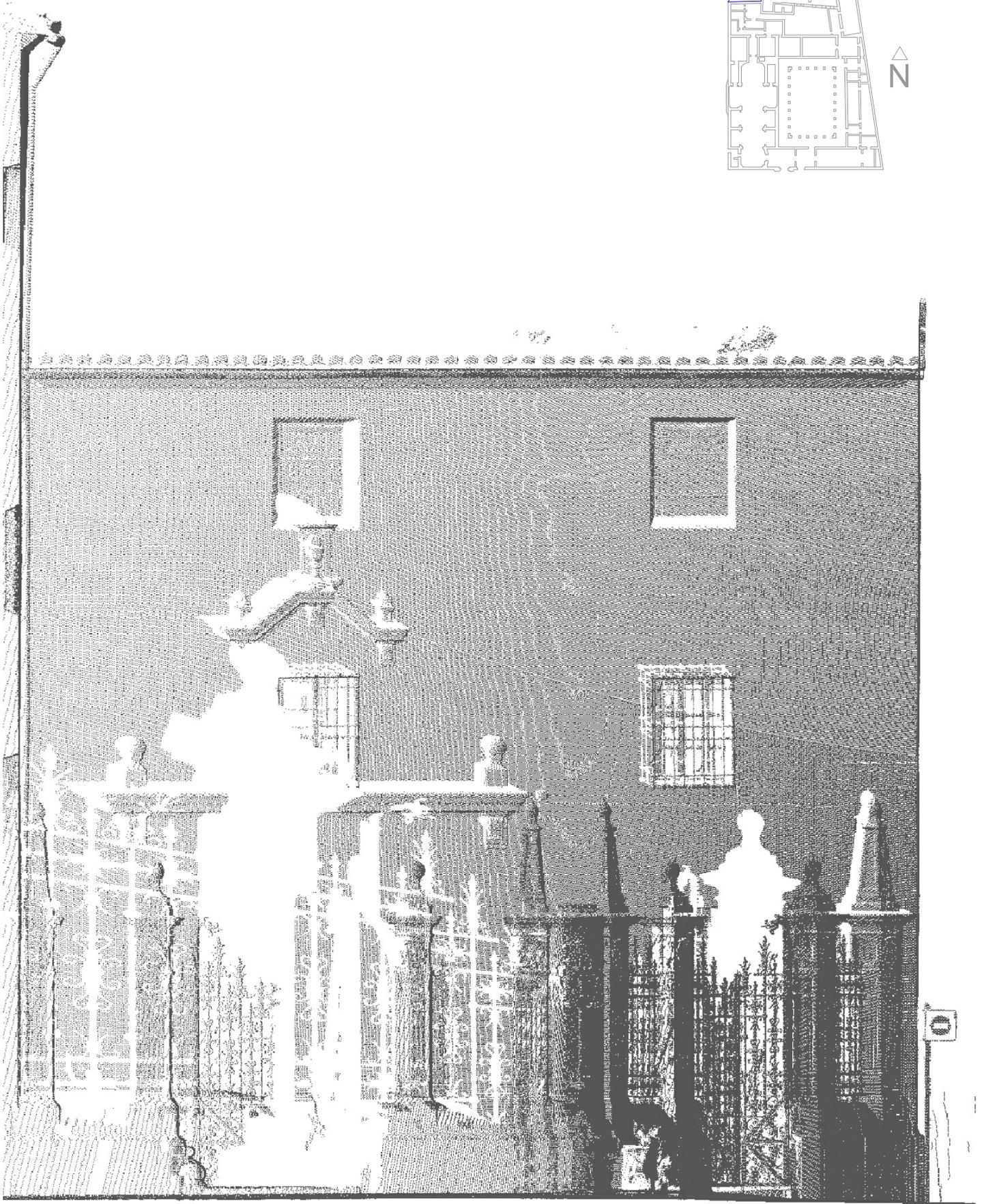
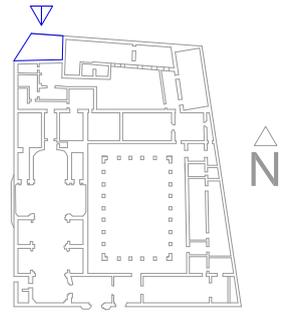
0 1,5 m escala 1:75



Detalle acceso norte (escáner)



escala 1:75



Alzado acceso norte (escáner)

0 1,5 m escala 1:75

## ANEJO 2: FOTOGRÁFICO

A continuación se muestra una selección de fotografías del edificio realizadas por el autor y rectificadas por un programa informático para corregir los efectos de la lente<sup>(502)</sup>.



Fig. A.1. Fachada principal (sur).

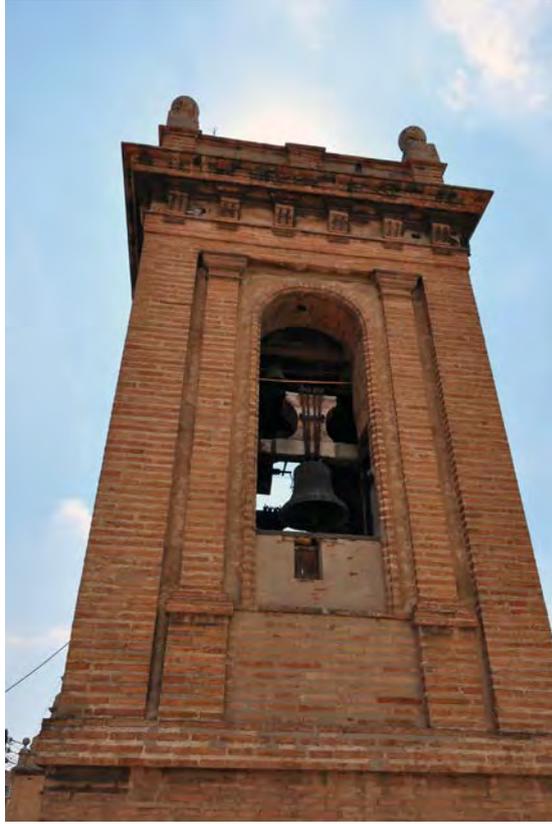


Fig. A.2. Vista oeste del campanario.



Fig. A.3. Vista parcial de la fachada principal (sur).



Fig. A.4. Detalle de la portada (fachada sur).

502.- Las cámaras empleadas por el autor son una réflex Nikon SLR D90 18-105 y una compacta Panasonic DMC-FX35. El programa informático para corregir las fotografías es PTlens v.8.7.8, con el que se ha corregido la distorsión llamada "barrilete-almohadilla". Las imágenes tomadas con Alto Rango Dinámico (HDR) han sido combinadas con el programa Adobe Photoshop CS5.



Fig. A.5. Vista parcial derecha de la fachada sur.



Fig. A.6. Cubierta y cúpula desde la C/ Creu Nova.



Fig. A.7. Esquina sudeste de la parte superior de la fachada.



Fig. A.8. Parte superior de la fachada este.



Fig. A.9. Claustro visto desde la esquina noroeste.



Fig. A.10. Detalle de los azulejos del claustro.



Fig. A.11. Vista parcial de la fachada norte y cúpula.



Fig. A.12. Cúpula vista desde el claustro.



Fig. A.13. Encuentro de dos fábricas distintas (fachada sur).



Fig. A.14. Antepecho de la fachada sur.



Fig. A.15. Esquina sudeste de la parte superior de la fachada.



Fig. A.16. Alzado supino sobre la escalera noreste.



Fig. A.17. Detalle de una esquina del claustro.



Fig. A.18. Detalle del alzado norte (posterior).



Fig. A.19. Detalle de una de las campanas.



Fig. A.20. Azulejos y el muro de soporte (muro interior).



Fig. A.21. Vista general de la cúpula por el interior.



Fig. A.22. Encuentro de la cúpula con los arcos fajones.



Fig. A.23. Pinturas de la nave central de la Iglesia.



Fig. A.24. Arcos de las capillas y coro (al fondo).



Fig. A.25. Encuentro en esquina de pilastras en la Iglesia



Fig. A.26. Vista rasante de la torre campanario.



Fig. A.27. Fachada oeste (derecha).



Fig. A.28. Remate del cerramiento del acceso norte.



Fig. A.29. Detalle de la fábrica vista.



Fig. A.30. Piedra del zócalo perimetral.



Fig. A.31. Detalle de los arcos inferiores del claustro.



Fig. A.32. Detalle de los pedestales del claustro.



Fig. A.33. Vista del coro en HDR.



Fig. A.34. Vista de la cúpula en HDR.



Fig. A.35. Vista de la nave central en HDR.



Fig. A.36. Vista de la portada de la iglesia.



Fig. A.37. Detalle del escudo de la institución.



Fig. A.38. Detalle del capitel de la columna.



Fig. A.39. Portada de la fachada norte.



Fig. A.40. Detalle de la portada norte.

### ANEJO 3: DOCUMENTAL

#### Libro de compras de casas encorporadas al Collg<sup>o</sup>-Seminario

Se transcriben a continuación extractos de los diferentes procesos de compra-venta reflejados en el *Libro de Compras de casas encorporadas al Collg<sup>o</sup>-Seminario*:

Folio 1:

*Libro de Compras de casas encorporadas en el collg<sup>o</sup> y Seminario fundado por el Illmo señor DON JUAN DE RIBERA, Patriarcha y Arcobispo de Valencia, dividido en esta forma.*

En el principio del dicho Libro están continuadas dos Rubricas: la una de los nombres de las personas, de quien se hizieron las compras de las dichas casas y la otra de los nombres de las personas, colegios, y Universidades, à quien hacen censo las dichas casas, con su numeros y foleos.

Luego después viene el memoria, o, Summario de las dichas compras y paga de los precios dellas; y de las de mas cosas necesarias para verificación de los extremos de dichas compras.

Ultimamente se sigue otro memorial, o, Summario de los censos que las dichas casas respondian al tiempo de dichas compras y à quien; y de lo que al presente responden, ansi de dichos censos, como de lo que se debe de loísmos por razón de dicha encorporación, pagando un loismo de quinze en quinze años, como se pagò al tiempo de las dichas compras: repartido igualmente dentro el tiempo de los dichos quinze años.

Adviertese que à mas de la correspondencia, que tienen las dos Rubricas con sus Summarios, porque la primera rubrica se refiere al primer Summario, y la segunda Rubrica al segundo summario, tienen los dos Summarios su correspondencia, porque el uno se refiere al otro, havidas consideracione à los números y folcos de aquellos respectivamente.

Folio 2:

*Rubrica, o, Summario de los nombres de las personas, de quien se hizieron las compras de las casas encorporadas en el seminario y colleg<sup>o</sup>.*

De Elvira de la Vega y de Serrano y Francisco de la Vega Vellutero su padre numero	1	Fol <sup>o</sup> 5
De Agustin sanchiz piedrapiquero, e Ysabel Joan Alfonso su muger, e Ysabel Algueza y de Alfonso viuda de Joan Alfonso cordero, nu <sup>o</sup>	2	f <sup>o</sup> 8
De m <sup>o</sup> Luis Tarrach clérigo, nu <sup>o</sup>	3	f <sup>o</sup> 9
De Vicente Ferrer carpintero y Francisca Sanchiz y de Ferrer su mujer, n <sup>o</sup> ...	4	f <sup>o</sup> 11
De Bartholome Ferreres labrador, y Leonor Beatriz Bustamante y de Ferreres su muger, nu <sup>o</sup>	5	f <sup>o</sup> 14
De Felipo Forro Lanternero, y Visola Batalla y de Forro su muger, nu <sup>o</sup>	6	f <sup>o</sup> 15
De Jusepe Remirez vellutero, Vicenta Hieronimo Tayguengo y de Remirez su muger, y Luis Cebrian, nu <sup>o</sup>	7	f <sup>o</sup> 17
De Francisco Joan Gelos Jubonero y de Mariana Llop y de Gelos su muger n <sup>o</sup>	8	f <sup>o</sup> 18
De Juan Baptista del Ort, mercader, n <sup>o</sup>	9	f <sup>o</sup> 19
De Nicolas Arguerri notario, nu <sup>o</sup>	10	f <sup>o</sup> 21

De Susana Labrador y de Garrido, nuº	11	fº 23
De Miguel Suñer Labrador, y Catalina Vernet y de Suñer su muger, nuº	12	fº 24
De Mº Pedro Martin Rector de Maniças, nuº	13	fº 25
De Miguel Juan Camos, nuº	14	fº 26
De Luis Cebrian y JaymeTexidor curadores del hijo y Herederos de Francisco castell, nuº	15	fº 28
De Anton Joan Segrera notario y Violante Artesa y de Segrera su muger, nuº	16	fº 30
De Salvador Casals carpintero y Francisca Ramirez Guillem, y de Casals su muger	17	fº 37
De Jusepe Moncada con decreto proveydo por el Justicia de las causas judiciales civiles nuº	18	fº 41
De Violante Flor viuda nuº	19	fº 43
De Miguel Steller clerigo nuº	20	fº 45
De Pedro Villanova vellutero catherina Maria su muger y Gaspar Villanova hijo de dichos coniuges Numero	21	fº 47
De Balthasar Simon Librero, nuº	22	fº 48
De Don Pedro del Milan, nuº	23	fº 51
De Dionisia de Heredia y de Vicent viuda, nuº	24	fº 55
De Doña Modalena Boil donzella hija de Don Pedro Boil señor de Maniças	25	fº 55
De Joan yuars vellutero nuº	26	fº 56
De mº Gaspar serrano clerigo, nuº	27	fº 57
De Guillermo Hieronimo Alsaruch ciudadano, nuº	28	fº 62
De Francisco Diez flaquero, nuº	29	fº 64
De Ysabel Joan de Lisea y de Velasco viuda, nuº	30	fº 65
De Roque Ruyz Procurador de Baptista Albert clerigo y collegial del collegio de la compañía de Jesus de esta ciudad so invocacion del Sant Pablo, nuº	31	fº 66
De mº Matias della clerigo, como Procurador de mº Pedro Deusa clerigo	32	fº 67
De Anton Bas escudero, e Ysabel Ribes y de Bas su muger, nº	33	fº 68
De Miguel Angel Vinader	34	fº 69
De Miguel Joan Hieroimo Sanchiz notario nuº	35	fº 80
De Francisco Joan Vinou alguazil, nuº	36	fº 81

Fol.5:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Elvira de la Vega y de Serrano; y de Franº de la Vega su padre. Nº 1.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller notario publico de Valencia en siete de octubre mil quinientos y ochenta. Elvira de la Vega y de Serrano viuda de Luis Serrano torcedor de seda, y Francisco de la Vega su padre vellutero, vendieron al Illmº sr. DON JVAN DE RIBERA, Patriarca y Arcobispo de Valencia, una casa con tres portales propia de la dicha Elvira de la Vega y de Serrano, franca de todo censo y recensa, puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha del Alguaziria, que confina con casas de Joan Baptista del Ort mercader, y con casas de Bartolomé Ferrer labrador, y con casas de Mº Gaspar Serrano clerigo, calle en medio, por precio de ciento sesenta

libras moneda Valenciana, segun que en la dicha veta mas largamente se contiene.

Fol.8:

*Casa incorporada en el coll<sup>o</sup> y Seminario comprada de Agustin Sanchiz piedrapiquero, e Isabel Joan Alfonso su muger, e Isabel Alguera y de Alfonso viuda de Joan Alfonso cordero. Nu<sup>o</sup> 2.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller notario en onze de octubre mil quinientos y ochenta, Agustin Sanchiz Piedrapiquero, Isabel Joan Alfonso su muger, e Isaben Alguera y de Alfonso viuda de Joan Alfonso cordero, por redimir a Joan Baptista Lixandu listero treynta y siete sueldos seis dineros moneda valenciana censales pagaderos cada año el primer dia de los meses de Mayo y Noviembre ygualmente (...) vendieron al Illm<sup>o</sup> sr. Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia una casa con tres portales puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle por la qual se va de la plaçuela dicha de los Cabrerots à la plaçuela dicha del señor de Vetera, tenuta sò directa señoria de la dicha cofradia de Nuestra Señora de Huerfanas à maridar, à censo cada un año de veynte y ocho sueldos pagaderos el dia del Sant Miquel de septiembre con Loismo y fadiga y todo otro entero derecho emphytestico que confinan con casas de Bartholome Ferrer Labrador, y à las espaldas con calle que nò tiene salida, por precio de ciento y veynte y cinco libras moneda Valenciana, segun que en el dicho auto de venta sacado en su publica forma se contiene.

Fol.9:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de M<sup>o</sup> Luis Joan Tarrach. Nu<sup>o</sup>. 3.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller Notario en doze de octubre mil quinientos y ochenta, m<sup>o</sup> Luis Joan Tarrach clerigo (...) vendió a Miguel Gomez de Miedes doctor en ambos derechos vesino de Valencia, una casa con dos portales puesta en esta ciudad en La Parrochia de Sant Andres en La Plaçuela dicha La Cruz Nueva tenuta à censo de reynta sueldos pagaderos el dia de Sant Miquel de septiembre en una paga (...); que confina con casas de Joan de Velasco ciudadano, y con plaçuelas y calle dichas de la cruz nueva, y con casas de Vicente Ferrer librero, callejon que no tiene salida en medio, y con el horno dicho de la curz nueva calle en medio, por precio de ciento y cinquenta libras moneda de Valencia segun en dicha venta facada en publica forma mas largamente se contiene.

Fol.11:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Vicente Ferrer carpintero y de Francisca Sanchiz y de Ferrer su muger. Nu<sup>o</sup>. 4.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en dezisiete dias del mes de octubre mil quinientos y ochenta, Vicente Ferrer carpintero, y Francisca Sanchiz y de Ferrer su muger vezinos de esta ciudad (...) vendieron al Illmo. sr. Don Joan de Ribera Patriarca y Arcobispo de Valencia las casas siguientes, es à saber, una casa con tres portales y una huerta à aquella contigua puesta en esta ciudad de Valencia en La Parrochia de

Sant Andres en la calle de los cabrerots. La dicha casa es franca y quita y la dicha huerta tenuta sò directa señoria de la cofradia de Nuestra Señora de huerfanas à maridar de esta ciudad à censo de cada maño de diez sueldos (...) que confinan con casas que solian ser de Agustin Sanchiz, y agora son de sus. Illma., y con la plaçuela dicha de los cabrerots, y con calle por la queal se va de la dicha plaçuela al horno nombrado de la cruz nueva, y à las espaldas con casas de Anton Sanchiz mercader, y con calle que no tiene salida, à la qual saca puerta falsa la sobredicha casa vendida. Item otra casa puesta en la dicha Parrochia de Sant Andres franca y quita con tres portales, el uno de los quales està en la calle dicha de la cruz nueva, y los otros dos en otra calle que no tiene salida, que esta al lado de la dicha casa, como quien vâ al dicho horno de la cruz nueva; que confinan con casas de mº Pedro Insa clerigo y con el dicho horno de la cruz nueva, calle en medio dicha de la cruz nueva; y con casas que solian ser de mº Luis Tarrach, calle que no tiene salida en medio; y con casas de la herencia de mº Martin Pellicer clerigo beneficiado en las yglesia del espital general, por precio, a saber es, la huerta de cinquenta libras de la dicha moneda con cargo de los dichos diez sueldos de censo y todas las dichas casas por precio de ochocientas y veynte y cinco libras de la dicha moneda francas de otro qualquier censo y recenso...

Fol.14:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Bartholome Ferreres labrador, y Leonor Beatriz Bustamante y de Ferreres su muger. Nuº. 5.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en dezisiete de octubre mil quinientos y ochenta, Bartholome Ferreres labrador, y Leonor Beatriz Bustamante y de Ferreres su muger vezinos de esta ciudad (...) vendieron al Illmo. sr. Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo de Valencia una casa con dos portales franca puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de los cabrerots limitada con casas que solian ser de Agustin Sanchiz piedrapiquero, y agora son de sus. Illma. y con casas que solian ser de Elvira de la Vega y de Ferrer, y agora son de sus. Illma., y à las espaldas con calle que no tiene salida, y con casa de Jusepe Remirez dicha calle en medio, por precio de ciento y cinquenta libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en publica forma mas largamente se contiene.

Fol.15:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Felipe Forro Lanternero y Ursola Batalla y de Forro su muger. Nuº. 6.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veynte de octubre mil quinientos y ochenta, Felipe Forro Lanternero y Ursola Batalla y de Forro su muger vezinos desta ciudad, vendieron al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo de Valencia, una casa con dos portales puesta en esta dicha ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de la cruz nueva, tenuta sò directa señoria de Vuestra señoria de huerfanas à maridar à censo annuo de catorze sueldos moneda valenciana, pagaderos el dia del espiritu santo con loismo y fadiga y todo otro derecho, que confinan con casas que solian ser de mº Luis Joan Tarrach, y agora son de sus. Illma. y con casas

de Juan de Velasco ciudadano, y con casas de Nicolas de Aguirre notario, por precio de ciento y cinquenta libras moneda valenciana, seguir en la dicha venta sacada a publica forma mas largamente se contiene.

Fol.17:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Jusepe Remirez vellutero, Vicenta Hier<sup>a</sup> Tayguengo y de Remirez su muger y de Luis Cebrian. Nu<sup>o</sup>. 7.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metallier en veynteynuebe de octubre mil quinientos y ochenta los sobredichos usepe Remirez vellutero, Vicenta Hier<sup>a</sup> Tayguengo y de Remirez su muger y de Luis Cebrian vezinos de Valencia vendieron al Illmo. sr. Patriarcha y Arçobispo desta dicha ciudad, una casa francapuesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de los cabrerots que confina con casas de m Gaspar Serrano clerigo, y con dicha plaçuela de los cabrerots, y con callejon que no tiene salida nombrado de buydar les campanes; y con casas de sus. Illma. que solian ser de Agustin Sanchiz piedrapiquero, por precio de sesenta libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en publica forma mas largamente se contiene.

Fol.18:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Francisco Joan Gelos y de Mariana Lop y de Gelos su muger. Nu<sup>o</sup>. 8.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metallier en veynteynuebe de octubre mil quinientos y ochenta, los sobredichos Francisco Joan Gelos y de Mariana Lop y de Gelos su muger vezinos de Valencia vendieron al Illmo. sr. Patriarca y Arçobispo de Valencia, una casa puesta en la dicha ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha de la Nau, y antiguamente del horno de Napalaua (...) que confina con casas de Raphael Bonaventura Bastel, y con casas de la herencia de m<sup>o</sup> Pedro Bisoa clerigo (...) por precio quatrocientas quinze libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.19:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Juan Baptista del Ort mercader. Nu<sup>o</sup>. 9.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metallier en siete de noviembre mil quinientos y ochenta el dicho Joan Baptista del ort mercader vezino de Valencia (...) vendio al Illmo. señor Patriarcha y Arçobispo de Valencia una casa con dos portales y un patio parte cubierto, y parte descubierta todo contiguo, puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle que vâ de la plaçuela de las escuelas à la cruz nueva, à saber es, la dicha casa franca y quita, y el dicho patio tenido sò directa señoira del Rec-tor y clerigos de la yglesia Parrochial de Sant Pedro Martir y Sant Nicolas desta ciudad (...) que confina con casas de Anton Joan Segrera calle que no tiene salida en medio, y à las espaldas con casas de Guillermo Hieronimo Alsaruch, y con casas de sus. Illma. que solian ser de Elvira de la Vega y de Serrano, con cargo del dicho censo, y à ra son de Franco de todo otro qualquier censo y recenso, à saber es, la dicha casa por precio de trescientas no-

venta libras moneda valenciana, y el dicho patio por precio de sesenta libras, que acumulados los dichos precios hazen suma de quatrocientas cinquenta libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.21:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Nicolas Aguerri nota<sup>o</sup>. Nu<sup>o</sup>. 10.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en onze de Noviembre mil y quinientos y ochenta, el dicho Nicolas Aguerri notario vendio al Illmo. sr. Patriarca y Arçobispo de Valencia dos casas puestas en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres, la una dellas en la calle dicha del Alguaziria franca; y la otra en la calle dicha antiguamente de carnicols y agorra de la cruz nueva (...) que confinan con casas de sus. Illam. y à las espaldas con casas de Joan de Velasco y con casas de m Pedro Martin Rector del lugar de Maniças, y con la yglesia de la cruz nueva, por precio, à saber es, la dicha casa franca de ciento y diez libras, y la dicha casa censida con cargo del dicho censo y à razon de franca des. qualquier censo, o recenso, de quarenta libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.23:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Susana Labrador y de Garrido. Nu<sup>o</sup>. 11.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veinte y dos de octubre mil quinientos y ochenta, la dicha Susana Labrador y de Garrido por redimir à los hijos y herederos de Esperanca Flor y de hort viuda (...) vendieron al Illmo. señor Patriarca y Arçobispo de Valencia una casa y corral juntos puestas en esta dicha ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaça dicha de los cabrerots, y antiguamente dicha de carnicols (...) y la otra parte de la dicha casa con el corral son francos que confinan con casas de Nicolas Martin notario, y con corral de Phelipe de la Torre campanero, que solia ser de Miguel Navarro vellutero; y con la plaça dicha de los cabrerots (...) por precio de trescientas libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.24:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Miguel Sunier labrador, y de Cateлина Vernet y de Suñier su muger. Nu<sup>o</sup>. 12.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veynte y siete de Noviembre mil quinientos y ochenta los dichos Miguel Sunier labrador, y de Catelina Vernet y de Suñier su muger, vendieron al Illmo. señor Patriarca y Arçobispo de Valencia una casa puesta en esta dicha ciudad en la Parroquia de Sant Andres en la calle dicha de la Juderia junto à la plaçuela dicha de los cabrerots (...) que confina con casas de sus. Illma. que solian ser de Susana labrador, y de Garrido, y con casas de m<sup>o</sup> Miguel estelles clerigo, y con la dicha calle de la Juderia (...) segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.25:

*Corral incorporado en el collº-Seminario comprado de Mº Pedro Martin Rector de Maniças. Nuº. 13.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veynte y tres de Noviembre mil quinientos y ochenta, mº Pedro Martin Rector del lugar de Maniças vendio à Miguel Gomez una casa, o, patio de casa dirruyda, puesgta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres: la puerta de la qual atapada està en la calle que vª de la plaçuela dicha de la cruz nueva à la plaçuela dicha de los cabrerots, que confina con casas del Illmo. sr. Patriarcha y Arçobispo de Valencia que solian ser de Nicolas Aguerri, y con corral, o, casa de mº Miguel estelles clerigo por precio de veynteyocho libras y quinze sueldos moenda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.26:

*Casa encorporada en el Seminario y collº comprada de Miguel Joan Camòs. Nuº. 14.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en diez de Março mil quinientos ochenta y uno, Miguel Joan Camòs ciudadano y Margarita Claramunt, y de Camòs su muger vezinos de Valencia, vendieron al Illmo. sr. Patriarcha y Arçobispo de Valencia una casa y huerta con otros aposentos, o palaus a las espaldas de la dicha huerta todo contiguo pues esta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela de las escuelas de esta ciudad, de la qual casa cierta parete y todo el huerto de aquella es tenido sò directa señoria del beneficiado del beneficio (...) que confinan con la dicha plazuela de las escuelas, y à las espaldas con calle dicha del Alguziria, y con casas de Ana Heredia y de Vicent viuda de Miguel Vicent labrador y con casas de Baltasar simon librero, con cargo de los dichos censos (...) por precio de quatrocientas cinquenta libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.28:

*Casa encorporada en el Seminario y collº comprada de Juan Baptista del Ort mercader. Nuº. 15.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller y Gaspar Nunies notarios publicos en siete de Abril mil quinientos ochenta y uno consta como Luis Cebrian flaquero y Jayme Texidor mercader curadores de Joan Raphael Bonaventura Castel, hijo y heredero de Francisco Castel torcedor de seda (..) vendieron al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo de Valencia una casa de la herencia del dicho Francisco Castel, puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha antiguamente del horno de Napalaua y agora de la Nau (...) confrontada con casas de sus. Illmas. que solian ser de Francisco Joan Gelos y con el baño dicho de Napalaa calle de la nau en medio, y con casas de Francisco Diez flaquero (...) segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.19:

*Casa encorporada en el Seminario y collº comprada de Anton Joan Segrera notario y Vio-*

*lante Artesa y de Segrera su muger. Nuº. 16.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veynte y uno de Mayo mil quinientos ocheta y uno, los dichos Anton Joan Segrera notario y Violante Artesa y de Segrera su muger, ansi en sus nombre propios como la dicha Violante Artesa en nombre de heredera universal en primer lugar de Leonor March y de Inça viuda (...) vendieron al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo de Valencia dos casas de la herencia de la dicha Leonor March y de Inça puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha del Alguaziria por la qual se vâ de la plaçuela de las escuelas desta ciudad à la yglesia de la cruz nueva, la una de las quales casas es a saber la que viene a la parte de la plaçuela de las escuelas (...) confrontadas con casas de la herencia de Juan de Heredia tendero; y con la otra casa de los dichos vendedores, de la qual abaxo se harâ mencion, y à las espaldas con casas de sus. Illmas. que solian ser de Miguel Joan Camòs y la otra de las dichas dos casas es la que viene à la parte de la yglesia de la cruz nueva, cierta parte de aquella, à saber es el descubierto que està entrando por la puerta de la otra casa (...) confrontada de una parte con la casa arriva vendida, y con callejon que no tiene salida nombrado del Alguaziria, y con casas de sus. Illmas. que solian ser de Joan Baptista del Ort (...) segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.37:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Salvador Casals carpintero y Francisca Remirez Guillem y de Casals su muger. Nuº. 17.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller y Gaspar Numies norarios publicos de Valencia en deziseis de Junio mil quinientos ochenta y dos, los sobredichos Salvador Casals carpintero y Francisca Remirez Guillem y de Casals su muger, à quien pertenecio la casa (...) en la dicha sentencia de particion vendieron al dicho Illmo. sr. Patriarcha y Arçobispo de Valencia una casa con dos portales alto y baxo, y un huerto con su puerta falça a las espaldas de aquel todo junto puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha de los Alguaziles, de la qual se vâ de la plaçuela de las casa del señor de Vetera à la plaçuela dicha de los cabrerots (...) por precio de cinco mil sueldos moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.41:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada como à bienes de Jusepe Moncada con decreto proveido por el Justicia en las causas civiles hasta en suma de Trezientos sueldos. Nuº. 18.*

Con decreto de venta hecho y proveydo por el Justicia en las causas civiles desta ciudad hata en Suma de Trezientos sueldos (...) hizo venta à Gaspar Gregorio carpintero para effecto y utilidad del Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo de Valencia de una casa puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha del horno de Napalaua, por la qual se vâ à la plaçuela dicha de los cabrerots (...) confrontada con casas de sus. Illmas. que solian ser de Vicente Ferrer, y con casas de la herencia de

Damian Moncada por precio de ciento y treinta libras y diez sueldos moneda valenciana, como à bienes de Jusepe Moncada (...).

Fol.43:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Violante Flor viuda. Nuº. 19.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en deziocho de Junio mil quinientos ochenta y tres la dicha Violante Flor y de Valenti viuda de Bernart Valenti cirujano en su nombre propio y de heredera del dicho su marido con testamento otorgado ante Francisco Hieronimo victor notario (...) vendió al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia, una casa puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de los cabrerots, confrontada con casas de Luis Arcis doctor en medicina, y con casas de Joan Gomez portero del Governador, y con casas de Falcon ciudadano (...) por precio de ciento y cinquenta libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.45:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de mº Miguel Steller clerigo. Nuº. 20.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en siete de Junio mil quinientos ochenta y seis el dicho m Miguel Steller (...) vendio a Joan Perez de lizeche donzel, habitante de Valencia, una casa puesta en la Parrochia de Sant Andres en la calle por la qual se vª de las espaldas de la capilla, o, yglesia dicha de la cruz nueva à la plaçuela dicha de los cabrerots (...) confrontada à todas partes con casas de sus. Illmas. por precio de ochenta libras de la dicha moneda, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.47:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Pedro Villanueva vellutero Catharina Maria su muger y Gaspar Vilanova hijo de dichos coniuges. Nuº. 21.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en dezisite de octubre mil quinientos ochenta y seis los sobredichos Pedro Vilanova, Catalina Maria su muger y Gaspar Vilanova (...) vendiron al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo de Valencia, una casa propia del dicho Gaspar Vilanova, puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha del Alguaziria (...) por precio de dozientas veynte y cinco libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.48:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Baltasar Simon librero. Nuº. 22.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en dezisiete de octubre mil quinientos ochenta y seis, consta como Baltasar Simon librero vendio al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia, una casa con dos portales puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de las Escuelas (...) que

confina con casas de sus. Illmas. que solian ser de mº Pedro Pisa clerigo, y con cass de la herencia de Miguel Vicente labrador, y con la plaçuela de las escuelas (...) por precio de quatrocientas y cinquenta libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.51:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Don Pedro Del Milan. Nuº. 23.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en dieziocho de octubre mil quinientos ochenta y seis el dicho Don Pedro del Milan ha vendido al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia, una casa, o, patio de casa derribado puesto en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle que vª de la plaçuela dicha de los cabrerots à la plaçuela dicha del señor de Vetera (...) confrontada con casas de mº Pedro Dença clerigo, y con casas de sus. Illmas., y con dos calles publicas por precio de sesenta libras de la dicha moneda segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.52:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Dionisia de Heredia y de Vicent viuda. Nuº. 24.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veinte y uno de octubre mil quinientos ochenta y seis consta como Dionisia de Heredia y de Vicent viuda, vendio al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia, una casa con dos portales puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha delas escuelas (...) que confronta con casas de su Illma. que solian ser de Joan Camos heredero de mº Pedro Pisa (...) por precio de ciento veinte y cinco libras moneda valenciana. E ansimismo viendio a sus. Illmas. otra casa con dos portales puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de las escuelas (...) confrontada con casas de sus. Illmas. que solian ser de Antonio Joan Segrera notario, y con cass de sus. Illmas. que solian ser de Baltasar Simon librero, y con la dicha plaçuela de las escuelas, y con calle que vª de la dicha plaçuela à la cruz nueva (...) por precio de dozientas cinquenta libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.55:

*Casa incorporada en el Seminario y collº comprada de Doña Magdalena Boil donzella hija de Don Pedro Boil señor de Maniças. Nuº. 25.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en cinco dias del mes de NOviembre mil quinientos ochenta y seis la dicha Doña Magdalena Boil donzella hija de Don Pedro Boil señor de Maniças vendio al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca, y Arçobispo de Valencia un patio puesto en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la plaçuela dicha de los cabrerots (...) confrontada à todas partes con cass de sus. Illmas. (...) por precio los dichos patio y censo y demas derechos (...) de quarenta y dos libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas

largamente se contiene.

Fol.56:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Joan Yuars vellutero. Nu<sup>o</sup>. 26.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en diez de Noviembre mil quinientos ochenta y seis. Joan Yuars vellutero vezino de Valencia vendio al Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarcha y Arçobispo una casa puesta en esta ciudad de Valencia en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha de Carnicols (...) confrontada con calle que va del horno dicho de Napalaua à la plaçuela dicha de los cabrerots; y con casa de Francisco Diez panadero; y a las espaldas con casas de sus. Illmas. (...) segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.57:

*Casas incorporadas en el Seminario y coll<sup>o</sup> compradas de m<sup>o</sup> Gaspar Serrano clerigo. Nu<sup>o</sup>. 27.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en veynte y quatro de Noviembre mil quinientos ochenta y seis, el cicho m<sup>o</sup> Gaspar Serrano clerigo (...) vendio a Joan Perez de Lizeche mayordomo del Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia, una casa con quatro portales puesto en esta ciudad de Valencia en la Parrochia de Sant Andres en la calle por la qual se va de la plaçuela dicha del señor de Vetera à la plaçuela dicha de los cabrerots franca y quitam, confrontada à todas partes con casas y patio de sus. Illmas. que solian ser de m<sup>o</sup> Bonanat clerigo y de Doña Magdalena Boil. Otro si vendio otra casa puesta en esta ciudad en la dicha Parrochia de Sant Andres en la calle que no tiene salida dicha ..... franca y quita (...) confrontada à todas partes con casas de sus. Illmas. que solian ser de dicha Doña Magdalena Boil; y con casa y huerta que solian ser de m<sup>o</sup> Bonanat, por precio de quinientas libras moneda valenciana, es à saber, las primeras arriba especificadas por precio de trezientas y cinquenta libras; y las egundas por precio de ciento y cinquenta libras, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.60:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Guillermo Hieronimo Alsaruch, ciudadano. Nu<sup>o</sup>. 28.*

Con auto de venta otorgado ante Francisco Hieronimo Metaller en dos de Deziembre mil quinientos ochenta y seis, el dicho Guillermo Hieronimo Alsaruch ciudadano (...) vendio al Illmo. señor Patriarca y Arçobispo de Valencia una casa de aquel puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha del Alguaziria (...) confrontada a todas partes con casas de sus. Illmas. que solian ser de Pedro Vilanova, de Joan Baptista del Hort, y de Antonio Joan Segrera (...) segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.64:

*Dos encorporadas en el Seminario y coll<sup>o</sup> compradas de Francisco Diez flaquero. Nu<sup>o</sup>. 29.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en quinze de Março mil quinientos ochenta y siete Francisco Diez flaquero vezino de Valencia (...) vendieron a los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Joan de Ribera Patarica y Arçobispo de Valencia (...) dos casas derribadas puestas en esta ciudad de Valencia en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha de la Nau, que confinan con horno dicho de Napalaua, y con baño dicho del estudio general, la dicha calle de la nau en medio y con casas del dicho colegio compradas por sus. Illma. de Simon Moncada y con calle, por la qual se va à la plaçuela dicha antiguamente de los cabrerots; la una de las quales dos casas, à saber es, la que confina con el baño dicho del estudio general, es franca y quita; y la otra casa, à saber es, la que confina con el baño dicho de Napalaua (...) por precio de quinientas quarenta y cinco libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.65:

*Casa encorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Ysabel Joan de Lisea y de Velasco viuda. Nu<sup>o</sup>. 30.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en dezinuebe de Julio mil quinientos ochenta y siete Ysabel Joan de Lisea y de Velasco viudad del quondam Joan deVelasco donzel, venió a los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Joan de Ribera Patarica y Arçobispo de Valencia (...) unas casas con quatro portales puestas en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en un callejon, que no tiene salida, que esta delante del horno dicho de la cruz nueva francas y quitas, que cconfinan por todas partes con casas que al presente son de sus. Illma. encorporadas en el dicho seminario por precio de quatrocientas treinta libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.60:

*Casa encorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Roque Rois colegial del colegio de la compañía de Jesus fundado en esta ciudad sò invocacion de Sant Pablo, como à Procurador de Bapta. Albert clerigo y colegial del dicho colegio. Nu<sup>o</sup>. 31.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en veinteynuebe de Agosto mil quinientos ochenta y siete, el dicho Roque Rois colegial en nombre de procurador del dicho Baptista Albert segun parece (...) vendio a los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Joan de Ribera Patarica y Arçobispo de Valencia (...) una casa del dicho seminario (...) por precio de quatrocientas libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.67:

*Casa encorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de M<sup>o</sup> Mathias della clerigo como a procurador dem<sup>o</sup> Pedro Deusa clerigo. Nu<sup>o</sup>. 32.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en doze de Julio mil

quinientos ochenta y ocho, consta como el dicho m<sup>o</sup> Mathias della clerigo, como procurador de m<sup>o</sup> Pedro Deusa clerigo (...) vendio a los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Joan de Ribera Patarica y Arçobispo de Valencia (...) una casa del dicho su principal puerta en esta ciudad de Valencia en la Parrochia de Sant Andres dentro del ambito y cerco del dicho seminario, por precio de ciento y ochenta libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.68:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Anton Bas escudero e Ysabel Ribes y de Bas su muger. Nu<sup>o</sup>. 33.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en veynte y tres de Henero mil quinientos noventa y tres, consta como los sobredichos Anton Bas escudero, e Ysabel Ribes y de Bas su muger, vendieron a los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Joan de Ribera Patarica y Arçobispo de Valencia (...) una casa propia del dicho Anton Bas franca y quita, puesta en esta ciudad de Valencia en la Parrochia de Sant Andres dentro del ambito del dicho Seminario por precio de dozientas libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.69:

*Casa incorporada en el Seminario y coll<sup>o</sup> comprada de Miguel Angel Vinader mercader, digo en las casas obradas delante del Seminario. Nu<sup>o</sup>. 34.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en dos de Junio mil quinientos noventa y quatro, Miguel Angel Vinader mercader vezino de Valencia (...) vendio a los Administradores del Seminario fundado por el Illmo. señor Don Joan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia (...) una casa puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres en la calle dicha del Alguaziria dentro del ambito de las casas enfrente del Seminario, franca y quita, por precio de trezientas libras moneda valenciana, segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.80:

*Casa incorporada en las que estan obradas delante del Seminario comprada de Miguel Joan Hieronimo Sanchiz notario, e Ysabel Ana Cardona y de Sanchiz su muger. Nu<sup>o</sup>. 35.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en diezinuebe de Hebrero mil quinientos noventa y cinco los dichos Miguel Joan Hieronimo Sanchez notario, e Ysabel Ana Cardona y de Sanchiz su muger vendieron à los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Juan de Ribera Patriarca y ARçobispo de Valencia (...) una casa puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres junto al dicho Seminario, que confina con casas del mismo seminario, que solian ser de Miguel Angel Vinader; y con casas de ..... Plaça maestro de escuela (...) por precio de trezientas cinquenta libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

Fol.81:

*Casa incorporada en las que estan obradas delante del Seminario comprada de Francisco Joan Vinou alguazil. Nuº. 36.*

Con auto de venta otorgado ante Gaspar Joan Micon notario en veinte y seis de Abril mil quinientos noventa y cinco, El dicho Francisco Joan Vinou alguazil de la Real Audiencia vendió a los Administradores del Seminario instituido por el Illmo. señor Don Juan de Ribera Patriarca y Arçobispo de Valencia (...) una casa puesta en esta ciudad en la Parrochia de Sant Andres à las espaldas del dicho Seminario, que confina con casas del mismo Seminario que solian ser de mº ..... Ferrer, y de Miguel Angel Vinader y de Miguel Joan Hieronimo Sanchiz (...) por precio de doscientas y ochenta libras moneda valenciana segun que en la dicha venta sacada en su publica forma mas largamente se contiene.

La siguiente tabla recoge las características más importantes de las casas que se compraron.

#	FECHA	PRECIO	PROPIETARIOS	SITUACIÓN Y VECINDAD
C1	1580-10-11	125 libras	Agustin Sanchiz piedrapiquero, essabel joan Alfonso 1 casa (3 portales)	Calle por la qual se va de la plaçuela dicha de los cabrerots a la plaçuela dicha del Señor de Vetera. Confina con con casas de Bartolomé Ferrer labrador y a las espaldas con calle que no tiene salida.
C2	1580-10-12	150 libras	Mº Luis Joan Tarrach  1 casa con 2 portales	Plaçuela dicha La Cruz nueva. Confina con casas de Joan de Velasco ciudadano y con plaçuela y calle dichas de la Cruz Nueva y con casas de Vicente Ferrer librero, callejón que no tiene salida en medio y con el horno dicho de la Cruz Nueva calle en medio.
C3	1580-10-17	825 libras las casas y 50 libras la huerta	Vicente Ferrer carpintero y de Francisca Sanchis y de Ferrer 2 casas de 3 portales y 1 huerta	1: Calle de los cabrerots y 2: un portal en la calle de la Cruz Nueva y dos portales en calle que no tiene salida Confina con casas de Agustin Sanchis y con la plaçuela dicha de los cabrerots y con calle con la qual se va de la dicha plaçuela al horno nombrado de la Cruz Nueva y a las espaldas con casas de Anton Sanchis y con calle que no tiene salida a la qual saca puerta falsa. 2: con casas de Pedro Insa clerigo y con el dicho horno de la Cruz Nueva calle en medio y con casas que solian ser de mº Luis Tarrach, calle que no tiene salida en medio y con casas de la herencia de mº Martin Pellicer clerigo
C4	1580-10-17	150 libras	Bartolome Ferrer labrador y Leonor Beatriz Bustamante y de Ferreres 2 portales	Plaçuela dicha de los cabrerots Confina con casas, que solian ser de Agustin Sanchiz piedrapiquero y agora son de su Illma. y con casas que solian ser de Luisa de la Vega y de Ferrer y a las espaldas con calle que no tiene salida y con casa de Jusepe Ramirez dicha calle en medio.
C5	1580-10-20	150 libras	Felipe Forro lanternero y Ursola Batalla y de Forro 2 portales	La plaçuela dicha de la Cruz Nueva Confina con casas que solian ser de Mº Luis Joan Tarracs y con casas de Juan de Velasco ciudadano y con casas de Nicolas de Aguirre notario.
C6	1580-10-22	300 libras	Susana Labrador y de Garrido Casa y corral juntos	Plaça dicha de los Cabrerots y antiguamente dicha de Carnicols Confina con casas de Nicolas Martin notario y con corral de Phelipe de la Torre campanero, que solia ser de Miguel Navarro vellutero y con la plaça dicha de los Cabrerots.
C7	1580-10-29	60 libras	Jusepe Ramirez vellutero y Vicenta Herª Tayguengo y de Ramirez y de Luis Cebrian casa francapuesta	En la plaçuela dicha de los cabrerots. Confina y con callejón que no tiene salida nombrado de buydar les campanes y con casas su Illumª que solian ser de Agustin San-chis piedrapiquero.
C8	1580-10-29	415 libras	Francisco Joan Gelos y de Mariana Lop y de Gelos 1 casa	Calle dicha de la Nau y antiguamente del horno de Napalaua. Confina con casas de Raphael Bonaventura Castel y con casas de la Herencia de Mº Pedro Pissa clerigo.

#	FECHA	PRECIO	PROPIETARIOS	SITUACIÓN Y VECINDAD
C9	1580-10-7	160 libras	Elvira de la Vega y de Serrano y Fco. De la Vega, su padre 3 portales	Calle del Alguaziria. Confina con casas de Joan Baptista del ort mercader y con casas de Bartolome Ferrer labrador y con casas de M <sup>o</sup> Gaspar Serrano.
C10	1580-11-11	Casa franca: 110 libras y casa censida 40 libras	Nicolas Aguirre 2 casas	Calle dicha del Alguaziria franca y la otra en la calle dicha antiguamente de Carnicols y agora de la Cruz Nueva. Confina con casas de su Illustrissima y a las espaldas con casas de Joan de Velasco y con casas de M <sup>o</sup> Pedro Martin Rector del lugar de manicas y con la yglesia de la Cruz Nueva.
C11	1580-11-23	28 libras y 15 sueldos	M <sup>o</sup> Pedro Martin rector de maniças corral / casa derruida	La puerta de la qual atapada está en la calle que va de la plaçuela dicha de la Cruz Nueva a la plaçuela dicha de los cabrerots. Confina con casas de su Illustrissima que solian ser de Nicolas Aguirre y con corral o casa de M <sup>o</sup> Miguel estelles clérigo.
C12	1580-11-27	75 libras	Miguel Sunier labrador y de Catelina Vernet y de Sunier 1 casa	Calle dicha de la Juderia junto a la plaçuela dicha de los cabrerots, junto a la Creu Nova. Confina con con casas de su Illustrissima que solia ser de Susana Labrador y de Garrido y con casas de M <sup>o</sup> Miguel estelles clerigo y con la dicha calle de la Juderia.
C13	1580-11-7	casa 390 libras, patio 60 libras = 450 libras	Juan Baptista del ort mercader 2 portales y un patio, parte cubierto y parte descu-bierto todo contiguo	Calle que va de la plaçuela de las escuelas a la Cruz Nueva. Confina con casas de anton Joan Segrera calle que no tiene salida en medio, y a las espaldas con casas de Guillermo Hieronimo Alsaruch y con casas de su Illustrissima que solian ser de Elvira de la Vega y de Serrano.
C14	1581-03-16	450 libras	Miguel Joan Camòs una casa y huerta con otros aposentos o palaus a las espaldas de la dicha huerta todo contiguo	Plaçuela de las escuelas de esta ciudad. Confina con la dicha plaçuela de las escuelas y a las espaldas con calle Dioba del Alguaziria y con casas de Ana Heredia y de Vicent viuda de Miguel Vicent labrador y con casas de Baltasar Simon Libroero.
C15	1581-04-7	450 libras	Luis Cebrian y Jayme Teixidor una casa de la herencia de dicho Francisco Castel	calle dicha antiguamente del horno de Na Palaua y agora de la Nau. Confina confrontada con casas de su Illustrissima que solian ser de Francisco Joan Gelos y con el baño? Dicho de Na Palaua calle de la Nau en medio y con casas de Fracisco Diez flaquero.
C16	1581-05-21	550 libras	Anton Joan Segrera notario y Violante Antesa y de Segrera  2 casas	Calle dicha del Alguaziria por la qual se va de la plaçuela de las escuelas defta ciudad a la yglesia de las Cruz Nueva, la una es a saber la que viene a la parte de la plaçuela de las escuelas. Confina la una confrontada con casas de la herencia de Juan de Heredia tendero y con la otra casa de los dichos vendedores y a las espaldas con casas de su Illma. Que solian ser de Miguel Joan Camòs. Y la otra de las dos dichas casas que es la que viene a la parte de la ygesia de la Cruz Nueva, cierta parte es a descubierto, que está entrando por la puerta de la otra casa, confrontada con la anterior casa y con callejón que no tiene salida nom-brado del Alguaziria y con casas de su Illma. que solian ser de Joan Baptista del ort.

#	FECHA	PRECIO	PROPIETARIOS	SITUACIÓN Y VECINDAD
C17	1582-06-16	5000 sueldos	Salvador Casals carpintero y Francisca Ramirez Gillem y de Casals casa con dos portales y baxo y un huerto con su puerta falça	Calle dicha de los Alguaziles de la qual se va de la plaçuela de la casa dels de Vetera a la plaçuela dicha de los Cabrerots. Confina con casas de Gaspar Serrano clérigo y con casas de Don Jusepe Milan y con la calle dicha del Alguaziria.
C18	1583-02-28	30 libras y 10 sueldos	Jusepe Moncada 1 casa	Calle dicha del horno de Na Palaua por la qual se va a la plaçuela dicha de los cabrerots. Confina con casas de su Illma. Que solian ser de Vicente Ferrer y con casas de la herencia de Damian Moncada.
C19	1583-06-18	150 libras	Violante Flor viuda 1 casa	Plaça dicha de los Cabrerots. Confina confrontada con casas de Luis Arcis doctor y con casas de Joan Gomez portero y con casas de Falcon ciudadano.
C20	1586-06-7	80 libras	Mº Miguel Stelles clérigo 1 casa	Calle por la qual se va de las espaldas de la capilla o yglesia dicha de la Cruz Nueva a la plaçuela dicha de los Cabrerots. Confina confrontada a todas las paredes con casas de su Illma.
C21	1586-10-17	225 libras	Pedro Villanueva vellutero y Catharina Maria y Gaspar Vilanova 1 casa	Calle dicha del Alguaziria. Confina con casas de Domingo Alseruch y con casas que solian ser de Damia Moncada notario.
C22	1586-10-17	440 libras	Baltasar Simon librero 1 casa con dos portales	Plaçuela dicha de las escuelas. Confina con casas de su Illma. Que solian ser de mº Pedro Pisa clérigo y con casas de la herencia de Miguel Vicent labrador y con la plaçuela de las escuelas.
C23	1586-10-18	60 libras	Don Pedro del Milan casa o patio de casa derribado	Calle que va de la plaçuela dicha de los Cabrerots a la plaçuela dicha del señor de Vetera. Confina con casas de Pedro Pissa (ver Joan Camòs) clérigo y con cass de su Illma. Y con dos calles publicas.
C24	1586-10-21	125 libras	Dionisia de Heredia y de Vicent viuda 1 casa con dos portales	Plaçuela dicha de las escuelas. Confina con casas de su Illma. Que solian ser de Miguel Joan Camòs heredero de mº Pedro Pissa.
C25	1586-11-10	180 libras	Joan Yvars vellutero 1 casa	Calle dicha de Carnicols. Confina con calle que va del horno dicho de Na Palaua a la plaçuela dicha de los Cabrerots y con casas de Francisco Díez panadero y a las espaldas con casas de su Illma.
C26	1586-11-24	350 libras + 150 libras	Mº Gaspar Serrano clérigo 1 casa con 4 portales, y otra casa	Calle por la qual se va de la plaçuela dicha del señor de Vetera a la plaçuela dicha de los Cabrerots. Confina Confinada a todas partes con casas y patio de su Illma. Que solían ser de de Mº Bonanat clérigo y de Doña Magdalena Boil. La otra casa en la calle que no tiene salida dicha.
C27	1586-11-5	42 libras	Doña Magdalena Boil donzella hija de Don Pedro Boil señor de Manicas. 1 casa	Plaçuela dicha de los Cabrerots. Confina confrontada a todas partes con casas de su Illma.

#	FECHA	PRECIO	PROPIETARIOS	SITUACIÓN Y VECINDAD
C28	1586-12-2	200 libras	Guillermo Hieronimo Alsaruch ciudadano 1 casa	Calle dicha del Alguaziria. Confina confrontada a todas partes con casas de su Illma. Que solian ser de Pedro Vilanova, de Joan Baptista del Hort y de Antonio Joan Segrera.
C29	1587-03-15	545 libras	Francisco Diez flaquero 2 casas derribadas	Calle dicha de la Nau. Confina con horno dicho de Na Palaua y con baño dicho del Estudio General. La otra: la dicha calle de la nau en medio y con casas de dicho colegio compradas por su Illma. De Simon Moncada y con calle por la qual se va a la plaçuela dicha antiguamente de los Cabrerots.
C30	1587-03-27	130 libras	Joseph Montcada 1 casa	Carrer que està en front en lo forn de Na Palaua per hon se va a la plaçuela del Cabrerots.
C31	1587-07-19	430 libras	Ysabel joan de Lisea y de Velasco viuda. 1 casa con 4 portales	Callejón que no tiene salida, que esta delante del horno dicho de la Cruz Nueva. Confina a todas partes con casas que al presente son de Sus <sup>a</sup> Illamas.
C32	1587-08-29	400 libras	Roque Rois colegial de Jesuitas 1 casa	Dentro del ambito y cerco del dicho Seminario.
C33	1588-07-12	180 libras	M <sup>o</sup> Mathias Della clerigo como procurador de m <sup>o</sup> Pedro Deusa clérigo 1 casa	Dentro del ambito y cerco del dicho Seminario.
C34	1593-01-23	200 libras	Anton Bas escudero e Ysabel Ribes y de Bas. 1 casa	Dentro del ambito y cerco del dicho Seminario.
C35	1594-06-2	300 libras	Miguel Ángel Vinader mercader 1 casa delante? Del Seminario	Calle dicha del Alguaziria dentro del ambito de casas enfrente del Seminario.
C36	1595-01-19	350 libras	Miguel Joan Hieronimo Sanchiz notario e Ysabel Ana Cardona y de Sanchiz Casa encorporada en las que estan delante del seminario	Junto al dicho Seminario. Confina con casas del mismo Seminario que solian ser de Miguel Angel Vinader y con casas de ¿?. Plaça maestro de escuela.
C37	1595-04-6	280 libras	Francisco Joan Vinou alguazil 1 casa encorporada en las que estan delante del seminario	En las espaldas del dicho Seminario. Confina con casas del mismo Seminario que solian ser de m <sup>o</sup> ¿? Ferrer y de Miguel Angel Vinader y de Miguel Joan Hieronimo Sanchiz.
C38	1601-02-21	90 libras	Arnau Sans y sa muller. 1 casa	Plaçeta antigament dita dels Cabrerots.

Tabla A.1 Resumen de las casas que se compraron en el ámbito del Colegio.

## Libro de los gastos de la construcción del Colegio

A continuación se muestra una selección de las partidas más destacadas del Libro de Gastos.

AÑO	MES	DÍA	MATERIAL	LIBRAS	OBSERVACIONES
1586	10	30	piedra	0,00	PRIMERA PIEDRA
1587	5	16	tapiadores	11,50	Julian y cuatro compañeros desde el lunes a 11 hasta sábado 16
1587	5	16	raciones	7,77	16 raciones mozos y mulas y otras cosas compraron desde domingo 15 hasta el 16
1587	6	6	arena	9,58	Juan Sarcia, en porte de pago del trabajo que tomó sacar de tierra por 400 reales
1587	6	6	reble	15,20	estevan picapedrero de ocho carretadas de reble
1587	6	19	piedra	6,00	Juan Basem por abril 57 palmos de fundamento
1587	6	25	rajolar	41,97	maestre Jaime Basán vecino de Moncada por la hornada del ladrillo de este mes de Junio
1587	6	30	salarios	5,94	salarios de los mozos de carros
1587	7	11	jornales	14,40	maestros peones
1587	11	30	varios	45,00	Francisco Hurbano vecino de Valencia, yerba de los meses de Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre
1588	1	2	cal	5,79	Antonio Almergue de Torrente de veinte cahines de cal y medio con el porte de la cal que trajo Leonardo
1588	1	9	piedra	83,33	Piedra de la cantonada que comenzaron Leonardo y Juan de Ambrosio ? A llenar todas las cantonadas que tomaron a estajo por 15 libras se les dio la tercera parte.
1588	1	21	cal	1,40	Martinez de la Puebla por seis cahines y medio de cal con el derecho del guardian
1588	6	25	piedra	56,00	cantón que está a la Cruz Nueva di a Juan de Ambrosio y Leonardo
1588	11	7	jornales	23,33	2ª parte del estajo de Lloret. A maestre Juan Lloret por segunda tercia del estajo que tiene tomado por 70 libras
1589	5	23	tapiadores	6,70	por tres días a Fabra y cuatro compañeros
1589	11	21	rajolar	14,00	a Francisco Juan Abella por el alquiler del rajolar de los que se les saco una libra por la madera que se llevo del Colegio para adresar el tejado de la barraca del rajolar que fueron dos viguetes pequeños
1590	1	1	piedra	100,00	Guillem del Rey: en parte de la paga de la obra del colegio
1590	6	20	varios	1,12	a maestro Juan Lloret de un remindo que hizo en el Colegio a la porta de la cruz nueva
1590	12	19	cal	6,70	a Martin de Godella por 27 cahices de cal con derecho del guardian
1591	3	10	reble	5,85	9 carretadas de reble que se alquilaron para estar un cimiento abierto y los carros embarasados en cal
1592	8	8	rajolar	6,12	a maestre Lluch por dos moldes para el rajolar y dos cerraduras de dos vueltas para el Colegio y remiendo de los yerros de los tapias
1593	5	30	jornales	3,60	a Pedro Sarcia por los obreros que hasen la puerta trasera
1593	8	10	rajolar	28,10	6500 ladrillos gordos a 14 sueldos el millas, 2450 tableros gordos a 6 sueldos el ciento, 500 ladrillos delgados
1594	5	28	reble	3,55	84 quintales de reble
1594	5	28	reble	2,27	14 carretadas
1595	1	7	piedra	13,42	7 carretadas para el remiendo del crucero
1595	3	18	cal	10,45	40 cahices, con 2 carros de laplaza y 34 carretadas en los carros de la casa
1595	6	18	columnas	8,21	a maestre Alonso fue a ver las columnas de Alicante... mas cabalgadura

Análisis arquitectónico y constructivo del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia

AÑO	MES	DÍA	MATERIAL	LIBRAS	OBSERVACIONES
1595	8	27	yeso	9,93	52 cahices
1595	10	6	piedra	56,25	tasar las mejoras de la obra de la Yglesia a Juan Hegel? Maestro de cantería vecino de Cuenca
1596	2	4	alquiler	4,50	media anualidad de la casa que se alquilo para poner madera de nogal para el colegio
1596	6	14	arena	5,75	cavar pozos de las casas nuevas
1596	9	15	piedra	3,38	guillem del rey: una piedra y bola para el cimborrio sobre la linterna
1596	11	21	piedra	100,00	Guillem del Rey: a buena cuenta por lo enlosar y gradas de la Yglesia del Colegio
1596	12	31	pintura	215,10	a jeronimo Guerrero y Juan de Limani? Por dar de blanco y azul a 3183 tejas para el cimborrio
1597	1	28	piedra	36,80	porte de 192 quintales de 42 piezas de baças ycapiteles que trajo de Alicante Ybarra
1597	1	28	rajolar	4,00	alquiler de un terreno para descargar la leña
1597	2	10	madera	4,50	a don melchor Sanchis por la media anualidad de lo tasador de esta madera de nogal
1597	6	9	azulejos	19,17	cortar azulejos a Corbaran para la iglesia del colegio
1597	12	31	piedra	6,00	El Patriarca en marzo pasado envió si maese Alonso a Cartagena para que hiciese embarcar las columnas que allí estan comprados de Don Carlos Juan que las vendio con poder de la madre del duque de francenvilla y detuvose allí y camino 40 dias. Por el alquiler de mulas
1598	1	18	azulejos	50,00	yo, Antonio Simon He recibido del obispo Domingo de Espinosa... para azulejos que trajo dados para la obra del seminario
1598	2	2	reble	35,15	a Francisco Catalan carretero por 222 pesadas de reble que ha tirado al colegio
1598	3	14	rajolar	28,82	7000 rajolas delgadas, 1500 atovas, 4000 tableros chicos
1599	1	9	jorn. Piedra	14,40	Guillem del Rey: a los hombres que trabajaron en la pedrera, cortaron piedra para la Yglesia
1599	1	14	pintura	41,27	colores para el colegio que se trajeron de Sevilla con el porte costaron mi derechos de Requena
1599	1	30	jorn. Piedra	8,70	Guillem del Rey: a los hombres que trabajaron en la pedrera
1599	5	21	hierro	400,00	a maestre Lluch por toda la obra de rejas, visagras y otras cosas hechas para el Colegio
1599	5	28	vidrio	47,92	a Francisco Matarana que hace las vidrieras del Colegio
1599	6	30	azulejos	14,31	a Antonio Barberan a cumplimiento de todos los azulejos que ha cortado para la obra del colegio hasta dicho día
1599	8	2	piedra	345,00	a Antonio Valle patron de una barca catalana por el porte de las columnas que trajo de Cartagena recibidas por Cristoval Jaime Ferrer 53 marmoles y 4 pedazos y los hare buenas en el cargo
1599	8	2	madera	1350,00	100 cargas de madera que compre de la peaña del Marques de Moya a Perez de Llovigro enrador (serrador?) del Marques a 13,5 libras la carga
1599	8	23	columnas	17,45	a Vargas comisario en 30 de abril por ir a Cartagena por orden de Don Carlos Juan. A los 3 expertos de los daños con que en la paga de las columnas se le dieron al vendedor la mitad con lo demas que se dio al Vargas y a Don Carlos y los 600 reales que quedaron en prenda del alcavala que pretendieron dever al vendedor de todo lo cual hoy claridad en la paga de los marmoles y la tienen Jaime Ferrer y Mosen Agorreta.
1599	10	10	yeso	4,20	a Guinot por 4 carros de yeso

AÑO	MES	DÍA	MATERIAL	LIBRAS	OBSERVACIONES
1599	11	4	piedra	600,00	Guillem del Rey: Hacer el claustro bajo y alto del Colegio y dejarlo en toda perfeccion remendadas columnas, vasas y capiteles y hechas las que faltan de marmon (mármol), haser una escalera y petril del coro y losa para la sepultura en concierto con el maestro Guillem del Rey por 6000 libras en Valencia, de Octubre de 1599, acto recibido por Jayme Cristoval Ferrer. En Valencia, a 4 de Noviembre de 1599 para principio de paga a Maestre Guillem del Rey, 600 libras.
1600	4	15	jorn. Piedra	19,92	remate de solar la iglesia
1600	7	10	escultura	132,50	a Francisco Perez por el concierto del altar de la capilla mayor del colegio
1600	12	21	pintura	394,56	a Mosén Agorreta por colores que ha traído de Madrid para el Colegio y cargas y madera que llevó a Burjassot quedó para el Colegio en 45 piezas...
1600	12	23	pintura	52,71	a Matarana de las historias del crucero de los lados de la yglesia
1601	2	27	casa	82,80	casa comprada junto al colegio para recoger los carros del Patriarca
1601	4	21	piedra	4,25	por los balaustres para el modelo
1601	5	16	escultura	19,17	Gaspar Bruel y Baut <sup>a</sup> Semeria, por las puertas de las reliquias
1601	6	30	muebles	39,17	Jaime Darder por un cambio tomado de aquel para Barcelona de mandato del patriarca, organista para venir a Valencia a concertar los organos del Colegio
1601	7	7	muebles	45,45	madera de roble de flandes comprada de mandato del Patriarca para los armarios de la sacristia del colegio
1601	7	9	piedra	7,19	estevan margallo de los estajos de los rellanos y escaleras de las dos puertas que salen a la iglesia y al claustro
1601	8	11	varios	1,44	esmolar la herramienta para cortar los ladrillos del campanario de la Yglesia del colegio
1601	10	10	escultura	133,33	a Margallon bartolome abril y baut. Camarias? De dos puertas del rellano del altar mayor
1601	10	17	madera	3,83	francisco Garcia de 8 cargas de madera traída de la rambla del colegio
1602	6	8	campanario	3,83	truchas para las campanas, a Martin Dominguez
1602	7	6	campanario	1,15	jornales de agujerear la piedra del remate de la torre del campanario
1602	11	1	piedra	2,01	jornales de piedrapiquero para asentar la puerta pequeña de la Yglesia que sale a la calle junto al campanario
1602	11	7	piedra	28,75	balaustrada del claustro de arriba
1602	11	14	piedra	3,55	ventana del crucero que sale al claustro arriba
1603	1	18	piedra	13,42	puerta que se ha mudado del portico de la iglesia y se ha puesto en la aula del portico del colegio
1603	4	8	campanario	1,92	asentar las campanas
1603	5	10	jornales	2,87	cercoles para las cubiertas de caña del colegio
1603	10	11	trazas	1,92	a Martin Dominguez por dos traças de la capilla de N. Sra. Para embiar (enviar) a Gondi a Frncia
1603	10	17	azulejos	3,35	chapar la iglesia
1604	1	3	jornales	50,00	solar y chapar el claustro. Guillem Roca y Alonso Orts
1604	1	31	madera	7,67	carpintero, a Simon Acevedo de jornales para la reliquia en la venida del Rey
1604	1	31	azulejos	9,58	a Antonio Simon para los azulejos que hace para el claustro del colegio
1604	2	6	pintura	39,00	a jeronimo cobos por 3000 panes de oro para dorar los arcos de los ciclos de las tres capillas de la iglesia sel colegio
1604	2	18	hierro	10,00	grúas de hierro de la lampara de las reliquias
1604	3	4	ropa	1,72	a Vicente Serrano colchonero por tantas cortinas de lienzo para cubrir los altares de la iglesia
1604	5	8	jorn. Piedra	17,00	Orts y Roca, estajo sacristia y serretas

Análisis arquitectónico y constructivo del Real Colegio de Corpus Christi de Valencia

AÑO	MES	DÍA	MATERIAL	LIBRAS	OBSERVACIONES
1604	8	26	azulejos	2,71	chapar el claustro del colegio
1604	8	31	pintura	12,00	Francisco Ribalta: pinturas en el cuadro que el canonigo Miguel Vicente Nolla ha dado al colegio
1604	10	9	madera	10,41	balaustres de madera para los bancos del coro del colegio
1604	12	13	varios	4,60	desenterrar los cuerpos de los sres. Obispos Espinosa y Avalos el uno de la San? Y el otro de los capuchinos y enterrarlos en el colegio
1606	1	22	libros	78,43	libros de canto
1606	2	1	campanario	5,75	a Gaspar mosen de tornos y hacienda del hierro para las campanas
1606	5	5	escultura	25,00	francisco perez, 4 cuadros o guarniciones de madera de nogal grandes que hace para los cuatro cuadros que se han de poner en el claustro del colegio
1606	5	11	campanario	100,10	a Esperanza Llosano heredera de Vte Martinez campanero de mejoría de manos y metal de la campana de San Mauro hecha para la iglesia del colegio
1606	8	8	madera	3,45	porte de madera de la puente mesa del Rio a la obra
1606	12	2	piedra	25,00	abril y semeria de sepultura de marmol
1607	2	19	jornales	19,17	orts: cubierta de la boveda en que han de estar las mendrers del organo de la iglesia
1607	2	27	rajolar	9,58	orts: ladrillos, de una vuelta de ladrillo de la parents (pared?) en que han de estar los suelos de los organos
1607	5	8	jornales	13,00	roca: revoltones y paredes del portreo de la puerta falsa del colegio
1607	7	23	hierro	88,65	a Lucas martin por 18 balaustres de hierro para el casilicio del cuerpo de San Urbano (capilla)
1607	9	16	muebles	6,00	armario reliquias a Francisco Huguet
1607	10	29	estaño	40,00	a Alonso Ordoñez por 2 quintales de estaño de inglaterra y 2 @ de plomo para mejorarlos organos grandes
1608	1	2	libros	12,07	a fray Miguel Juan Jalconde de Don Francisco por escribir 7 cuadernos para los libros del coro de la Iglesia del Colegio
1608	1	31	ropa	13,42	a Pedro Comba sastre por tantas hechuras de ornamentos y ropas hecha para la iglesia del colegio conforme un memorial aparte de ellas y carta de pago al pie
1608	2	9	vidrio	1,44	a Juan Hañen por tantos vidrios librados para aquel para la iglesia del colegio
1608	3	28	lanton	16,63	a Miguel de Bielsa campanero por tantas obras de Lanton (latón?) hechas para la iglesia
1608	4	2	piedra	25,00	a Bartolomé Abril y a Juan Bautista Samaria para cuenta de los 2000 reales que esta concertada la grada de marmol embutida que hacen para el rellano del altar mayor para el nuevo pretil
1608	5	17	azulejos	12,00	chapar de azulejos la escalera que sube al coro
1608	5	24	azulejos	20,54	a Guillem Roca por chapar la escalera del coro
1608	5	24	muebles	7,00	silla grande del coro a Pedro de Gracia
1608	6	21	lanton	29,00	a Miguel de Bielsa campanero para en cuenta del balcon que hace para el rellano del altar mayor de la iglesia del colegio de lanton (latón)
1608	6	29	cal	4,25	a Gaspar Cotanda guardia de la cal por sus derechos de un año de la cal que se ha librado para la obra
1608	9	30	ropa	30,00	francisco cuevas bellutero por la tabla para tafetan para aforrar los ornamentos de la iglesia
1608	11	22	campanario	14,00	Guillem Roca: campanario, deshacer la pirámide del campanario de la iglesia
1609	2	16	escultura	6,71	a Bautista Giner escultor por letras gravadas en el ornato de marmol que esta en el cuadro de la paret de la capilla de N Sra de la antigua en el colegio

AÑO	MES	DÍA	MATERIAL	LIBRAS	OBSERVACIONES
1609	3	11	jornales	25,00	guillem roca albañil por el estajo de la obra del estajo de las celdas altas del colegio
1609	3	23	jornales	14,00	a Francisco Prats por cercoles comprados para las cubiertas de las celdas altas del colegio
1610	5	11	azulejos	81,00	azulejos chaspeados para chapar el aula? Del monumento del colegio

**Tabla A.2** Selección de las partidas más destacadas del Libro de Gastos de la Construcción del Colegio.

## ANEJO 4: TERMOGRAFÍA

Para la realización de este estudio se ha empleado una cámara FLIR B335 que genera imágenes a una resolución de 320 x 240 píxeles, un objetivo "gran angular" FOL10 que permite aumentar el campo de visión, tiene un intervalo de temperaturas entre -20 y +120 °C y una precisión menor a 50 mK NETD. El tratamiento posterior de las imágenes termográficas se ha realizado con el software FLIR QuickReport, donde podemos variar la paleta de colores, el intervalo de temperaturas, la distancia al cerramiento, calcular la temperatura máxima, mínima y media de las zonas que deseamos estudiar, así como exportar la temperatura de cada píxel de la imagen en formato Excel.



FLIR B-Series

### FLIR B335

Infrared Camera with Picture in Picture and Touch-Screen Display

FLIR B335 is a small and light-weight infrared camera with excellent image quality and high sensitivity, ideal for building diagnostics and energy declaration surveys. The camera has Picture in Picture, text/voice annotations and interchangeable lenses.

- 50 mK thermal sensitivity
- IR resolution 320 x 240 pixels
- Digital camera, 3.1 Mp with LED lights
- Dew point & Insulation alarm
- Picture in Picture
- Text and voice annotations
- MeterLink™



Multifunction 3.5" Touch Screen



Picture in Picture (PIP)



120° lens rotation



Thumbnail Image Gallery



### FLIR B335 Features

- **High Resolution IR Images** — 320 x 240 pixels infrared resolution, NETD 50 mK
- **Digital Camera** — 3.1 Megapixels with built-in LED lights provides sharp images regardless of lighting conditions
- **Wide Temperature Range** — Measures from -20 °C to +120 °C targeting building applications
- **Insulation alarm** — Shows the insulation performance of the building structure
- **Dew point alarm** — Alerts you to the areas where there is a risk of condensation
- **Zoom** — 2x continuous digital zoom for capturing small details
- **Picture in Picture (PIP)** — Displays IR image super-imposed over a digital image
- **Laser Pointer** — Pinpoints the hot spot on the IR image with the real physical target
- **Annotations** — Add text and voice comments via touch screen or headset
- **± 2% Accuracy** — Reliable temperature measurement
- **Thumbnail Image Gallery** — Allows quick search of stored images
- **MeterLink™** — Wirelessly transmit data from clamp or moisture meter to your infrared camera
- **Copy to USB** — Upload images and measurement findings to USB stick
- **IR Window Auto-Correction** — Automatic sensitivity adjustment when inspecting high voltage through safety IR windows
- **Li-Ion Rechargeable Battery** — Replaceable battery lasts > 4 hours of continuous use
- **Interchangeable Optics** — Standard 25° lens and optional 6°, 15°, 45°, 90° and close up lenses
- **Standard SD Card** — Stores more than 1000 radiometric JPEG images
- **Includes** — SD Memory Card, Li-Ion rechargeable battery with 100-260V AC adaptor/charger, 2-bay battery charger, QuickReport software, USB Mini-B cable, video cable, sun shield, calibration certificate, stylus pen & headset, camera lens cap, and transport case



METERLINK

#### What is MeterLink™?

MeterLink displays and documents readings from your Extech moisture- or clamp meter directly on your infrared image using Bluetooth wireless connection.

MeterLink, a FLIR industry-first technology, will greatly improve your diagnostics, save time annotating readings, eliminate data errors, and add more customer value to your reports.

## Applications



Building: Water and mildew in wall



Building: Heat Loss



Electrical: Hot Fuses



Building: Heat Loss

## FLIR B335 Specifications

Imaging and optical data	
Field of view (FOV)	25° × 19° / 0.4 m
Thermal sensitivity/NETD	< 0.05°C @ +30°C (+86°F) / 50 mK
Image Frequency	9 Hz
Focus	Manual/Automatic
Zoom	1–2× continuous, digital zoom, including panning
Spectral range	7.5–13 µm
IR resolution	320 × 240 pixels
Image presentation	
Display	Built-in touch screen, 3.5" color LCD
Image modes	IR image, visual image, picture in picture, thumbnail gallery
Picture in Picture	Scalable IR area on visual image
Measurement	
Object temperature range	–20°C to +120°C High Temperature option +350°C High Temperature option +1200°C
Accuracy	±2°C or ±2% of reading
Measurement analysis	
Spotmeter	5
Area	5 boxes with max./min./average
Isotherm	Detect high/low temperature/interval
Dew point alarm	1 dew point alarm
Insulation alarm	1 insulation alarm
Set-up	
Color palettes	BW, BW inv, Iron, Rain
Storage of images	
Image storage	Standard JPEG, including measurement data, on memory card
Image storage mode	IR/visual images; simultaneous storage of IR and visual images
Video recording and streaming	
Radiometric IR-video streaming	Full dynamic to PC using USB
Non-radiometric IR-video streaming	MPEG-4 to PC using USB
Image annotations	
Voice	60 seconds
Text	Text from predefined list or soft keyboard on touch screen
MeterLink	Connect Extech Clamp Meter EX845/Moisture Meter M0297 via Bluetooth®
Digital camera	
Built-in digital camera	3.1 Mpixel (2048 × 1536 pixels), and LED lights
Physical data	
Camera weight, incl. battery	0.88 kg
Camera size (L × W × H)	106 × 201 × 125 mm

Specifications and prices subject to change without notice.  
Copyright © 2010 FLIR Systems. All right reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form.

**FLIR Systems Co Ltd.**  
Headquarters Asia Pacific  
Room 1613 – 15, Tower 2,  
Grand Central Plaza,  
138 Shatin Rural Committee Road,  
N.T. Hong Kong  
Tel: +852 2792 8955  
Fax: +852 2792 8952  
Email: flir@flir.com.hk

**FLIR Systems (Shanghai) Co., Ltd**  
Head Office China  
Tel: +86 21 5169 7628  
Email: info@flir.cn

**FLIR Systems Japan KK**  
Tel: +81 3 6277 5681  
Email: info@flir.jp

**FLIR Systems Australia Pty Ltd**  
Head office Australia  
Tel: +61 3 9550 2800  
Email: info@flir.com.au

**FLIR Systems Korea Co., Ltd**  
Tel: +82 2 541 1834  
Email: flir@flirkorea.com

**FLIR Systems Taiwan**  
Representative Office  
Tel: +886 2 2757 9662  
Email: flir@flir.com.hk

**FLIR Systems India Pvt Limited**  
C/o Swedish Trade Council  
Tel: +91-11-46067100  
Email: flir@flir.com.hk



www.flir.com/thg



### Optional Software

- **FLIR Reporter™**  
A powerful yet easy-to-use tool to generate comprehensive and professional infrared inspection reports.
- **FLIR QuickPlot™ and ResearchIR**  
A software designs for entry to mid-level R&D application that helps to visualize thermal patterns

### Accessories

- Pouch
- Extra battery
- Battery charger
- Car charger
- Selection of lenses



### Training

FLIR cooperates with Infrared Training Centre, an independent, ISO certified, worldwide training facility. ITC offers infrared training, certifications accepted by many standardization organizations, and specialized instruction in various application areas. For more info visit [www.infraredtraining.com](http://www.infraredtraining.com)

## ANEJO 5: TÉRMINOS

A continuación les mostramos un glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción<sup>(503) (504) (505)</sup>.

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Abrasión	Desgaste de la superficie de los materiales rocosos, por fricción o impacto, originado por la acción de los agentes erosivos (viento, lluvia, etc.).	Erosión, corrosión
Acanaladura	Excavación que proporciona a la superficie de la piedra un aspecto ondulado o acanalado. Viene favorecida por las heterogeneidades de la roca (presencia de capas, hiladas o zonas menos duras, "blandones" en cantería); por la acción dirigida de las aguas pluviales y desagües; o por el asiento (a "hoja" o a "contrahoja") del sillar en el edificio.	Estriadura
Acanalación	surcos grandes y estrías vermiculares.	Estriadura
Alterabilidad	Tendencia de un material rocoso a alterarse, generalmente a corto plazo (escala histórica o humana). Es concepto inverso al de durabilidad.	Meteorabilidad, Alteración
Alteración diferencial	Modificación o cambio en la composición química o mineralógica de un material pétreo, producido por los agentes meteorológicos. No implica necesariamente una reducción, debilitamiento o empeoramiento de sus propiedades.	Meteorización, Deterioro
Alteración atmosférica	Alteración natural de la piedra debida a procesos químicos o mecánicos en que intervienen los agentes de la atmósfera. La piedra puede llegar a degradarse y desmoronarse.	
Alterografía	Descripción de las formas y estados de alteración o deterioro de las piedras.	Alterología
Alterología	Estudio de las formas y fenómenos de alteración de las piedras, así como de sus causas y mecanismos.	Alterografía
Alveolar (erosión)	Véase Alveolización.	
Alveolización	Degradación de origen físico-químico, en forma de alveolos, característica de ciertos materiales rocosos granudos y porosos (tobas, areniscas, etc.). Erosión alveolar, o en panal de miel ("honeycomb weathering"). Tafonización.	Alveolo, Tafone.
Alveolo	Cavidades u oquedades de forma más o menos globular, interconectadas o no, y que en conjunto adquieren un aspecto de panal de miel. El interior de los alveolos suele albergar material disgregado, eflorescencias, microorganismos, etc.	Alveolización, Tafone
Ampolla	Despegue más o menos abombado, con ahuecamiento interno de costras, eclosionadas o no.	Costra, descamación, decorticación
Antrópico (deterioro)	Degradación o destrucción de materiales pétreos causada por la acción de los hombres (mutilaciones, incisiones, etc.).	Excoriación
Arenización	Tipo de meteorización caracterizado por la caída "grano a grano", espontánea o inducida, de material tamaño arena. Desagregación granular.	Descohesión, pulverización
Biodeterioración	Véase Biodegradación.	
Biodegradación	Deterioro producido por la acción biológica.	

503.- Ordaz, J. y Eibert, R.M., 1988.

504.- Eibert, R.M., 2007.

505.- Alcalde, M. y Villegas, R., en VV.AA. "Metodología de diagnóstico...", 2003, p. 58 y ss.

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Burilado	Acción y efecto de quedar pulimentadas las piedras, bien por causas naturales (corrasión), bien por otros medios (p.ej. Fricción antrópica).	
Cancerización	Estado muy generalizado de degradación con eliminación de materia de la superficie de la piedra. El cáncer de sulfatación, por ejemplo, que se produce en la superficie de las piedras calizas por acción del SO <sub>2</sub> en atmósferas contaminadas.	
Carbonatación	Alteración química que comporta la transformación de minerales conteniendo calcio, sodio, hierro, magnesio, potasio..., en carbonatos y bicarbonatos de estos elementos metálicos, por acción del dióxido de carbono disuelto en el agua.	Alteración
Caverna	Cavidad de gran tamaño producida principalmente, en piedras calcáreas, por disolución Kárstica. Formación de concavidades profundas consecuencia de la eliminación de materia.	Microkarst
Chancro	Especie de cavidad en la piedra, con una parte vacía interna, y una corona externa (o anillo "cicatricial", más o menos duro.	Ampolla
Concreción	Depósito o masa de agregados minerales, de dimensiones limitadas; producto, generalmente, de la precipitación del carbonato cálcico de las aguas duras, o de la recristalización, en la superficie del material, de carbonato cálcico proveniente del substrato.	Incrustación
Contracción	Reducción del volumen de una piedra, ya sea por desecación (disminución del contenido en humedad natural o de reabsorción) o por otras causas (p. ej. Efectos térmicos).	Expansión
Corrasión	Acción erosiva, mecánica, del viento cargado con partículas sólidas (especialmente granos de cuarzo).	Erosión eólica, abrasión
Costra	Lámina compacta de material en la parte externa de una piedra, producto de una transformación superficial, y cuya naturaleza químico-mineralógica y características físicas son parcial o totalmente distintas de las del substrato pétreo sobre el que se asientan. Visualmente se distinguen, en general, por sus rasgos morfológicos (a veces en forma de caparazón), dureza (se hallan endurecidas con respecto al material rocoso alterado); y, a menudo, por su color (costras negras), al contener productos carbonosos de contaminación (hollín, polvo, etc.).	Concreción, incrustación, pátina
Costra biogénica	Tipo de costra en la que abunda la presencia de vegetación (líquenes, musgo, etc.).	Costra
Crioclastia	Fisuración o fragmentación de las piedras como consecuencia de los efectos del hielo-deshielo.	Crioclasticidad, heladicidad
Crioclasticidad	Véase Heladicidad.	
Criptoflorescencia	Agregados cristalinos situados más internamente en la piedra que las subflorescencias.	Eflorescencias, subflorescencias
Cromática (alteración)	Alteración caracterizada por una variación en el lustre o brillo (" <i>lightness</i> "), en el matiz (" <i>hue</i> ") o en la saturación del color (" <i>Chroma</i> ") de una piedra.	Cromatización, Rubefacción, decoloración
Cromatización	Cambios o modificaciones en el color original de la piedra, debido a procesos de alteración química.	Alteración cromática
Decoloración	Debilitamiento o pérdida del color de un material expuesto a la intemperie.	Alteración cromática, pátina
Decohesión	Disminución de la unión y adhesión entre los componentes estructurales de la piedra, con un debilitamiento de sus características mecánicas originales. Generalmente se produce un agrandamiento de los poros y microfisuración sin que la piedra cambie de forma.	

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Decorticación	Acción y efecto de levantar, natural o artificialmente, las escamas o costras formadas en la superficie de una piedra.	Descamación, descostración
Dedormación plástica	Deformación penetrativa de la forma o volumen de una piedra, de carácter irreversible y permanente. La deformación plástica conduce a alabeos, combas y similares; sobre todo en losas, lápidas o planchas de mármol.	
Degradabilidad	Tendencia a la degradación por parte de un material pétreo.	Alterabilidad
Degradación	Modificación o cambio en el estado normal de la piedra, implica una reducción, debilitamiento o empeoramiento de sus propiedades.	Deterioro
Depósito superficial	Acumulación de material de origen diverso (polvo, humos, hollín, guano, microorganismos, etc.) en la superficie de una piedra. Normalmente de escasa cohesión, espesor variable y baja adherencia al sustrato sobre el que se asienta.	Enmugrecimiento
Derrubio	Material desagregado, terroso, que se cae o se desmorona de una piedra, y que se acumula en el suelo.	Arenización, Pulverización
Desagregación	Alteración física (mecánica), que comporta generalmente un debilitamiento de las cualidades resistentes de una piedra, y que se traduce generalmente en una pérdida de material (granos).	Arenización, Pulverización, Descohesión
Desagregación arenosa	Véase Arenización.	
Desagregación pulverulenta	Véase Pulverización.	
Descamación	Levantamiento y separación de escamas paralelamente a la superficie de la piedra, por causa de diferentes mecanismos (cambios de temperatura o humedad, acción del hielo o de las sales, etc.).	Decorticación, Desplacación
Descementación	Disminución o pérdida de cemento o matriz de un material por procesos de disolución. La descementación conduce generalmente a la desagregación granular.	Desagregación
Descohesión	Disminución o pérdida de la cohesión o adherencia entre los granos o componentes texturales o estructurales de una piedra. Normalmente conduce a un aumento de la porosidad o microfisuración, y a una reducción de la resistencia mecánica.	Desagregación, Descementación
Descomposición	Alteración química. Cambio en la composición química o mineralógica de una piedra.	Alteración, meteorización
Desconchadura	Separación y caída de trozos o fragmentos superficiales de material pétreo, enlucidos, revocos, etc.	Descamación, Exfoliación
Descostración	Levantamiento y separación de costras.	Costra, Decorticación
Desmoronamiento	Desagregación o colapso físico de una piedra o conjunto de piedras, por pérdida total de la cohesión entre sus componentes o partes.	Desagregación, Ruina
Desplacación	Levantamiento y separación de placas.	Placa
Deterioración	Véase Deterioro.	

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Deterioro	Modificación o cambio del material pétreo que implica un empeoramiento o declinación de sus características físico-mecánicas, desde el punto de vista de su conservación. El deterioro diferencial es el deterioro desigual, condicionado por la heterogeneidad en la composición, textura o estructura del material rocoso y que da lugar a niveles de degradación distintos dentro de una misma piedra. La existencia de distintos niveles de degradación de los materiales pétreos, dentro de un conjunto de estos (p. ej. un mismo paramento o muro) constituye un deterioro selectivo.	Degradación
Dilatabilidad	Véase Expansibilidad.	
Disolución	Acción y efecto de disolverse un material, generalmente por las aguas meteóricas. Afecta principalmente a las rocas calcáreas y a las detríticas con cementos carbonatados o arcillosos.	Carbonatación, descementación
Durabilidad	Resistencia de un material a alterarse, generalmente a corto plazo. Concepto inverso al de Alterabilidad.	Alteración
Eflorescencia salina	Capa o formación de cristales de sales solubles, de color blanquecino, no muy consistente, que se forma en la superficie de una piedra porosa, debida a fenómenos de migración y evaporación de agua conteniendo sales solubles.	Subflorescencia, criptoflorescencia
Enmugrecimiento	Depósito superficial, generalmente de color oscuro o negro, formado por la acumulación de polvo, hollín, humos, vegetaciones, etc. Suciedad superficial, tizne.	Depósito superficial, Pátina
Erosión	Término genérico que se aplica a los procesos físicos, químicos y biológicos que conducen al rebajamiento del relieve y pérdida de material (p. ej. Alveolización, corrosión, abrasión, etc.).	Meteorización
Escama	Lámina o pátina más o menos compacta, de unos pocos milímetros de espesor, que se desprende paralelamente a la superficie de la piedra, e independientemente de la estructura de la misma.	Descamación, Placa
Estriado	Alteración con eliminación de materia que se manifiesta or la formación de surcos horizontales o inclinados (estrías) en las zonas de menos adherencia del cemento natural. Pueden ser ligeras y superficiales o profundas y más o menos paralelas.	Estriadura
Estriadura	Excavaciones delgadas en forma de estrías o rasgaduras. Se deben principalmente a heterogeneidades del material, ahondadas por los efectos dirigidos de las aguas pluviales.	Acanaladura
Excoriación	Desolladura o rasgadura en la superficie de un material pétreo, por la acción más o menos violenta de frotamientos o incisiones de carácter antrópico. En sentido laxo: desprendimiento de capas superficiales alteradas.	Deterioro antrópico
Exfoliación	Acción de exfoliarse una roca. Levantamiento y separación de una o más lascas o capas (alteradas o no) de espesor uniforme (varios milímetros), paralelamente entre sí y a planos estructurales o de debilidad de la piedra (foliaciones, discontinuidades). Separación a "hoja" de un sillar.	Desplacación, Lajamiento
Expansibilidad	Capacidad para expandirse o dilatarse una piedra por diversas causas (expansión hídrica, térmica, etc.).	Expansión, Contracción
Expansión hídrica	Dilatación o aumento de volumen de una piedra producido por la absorción de agua líquida. El hinchamiento viene favorecido normalmente por la presencia en la piedra de determinados minerales arcillosos expansivos (p. ej. Esmectitas). Los ciclos de expansión/retracción suelen conducir a diversos tipos de deterioro (fisuración, desagregación granular, descamación, etc.).	Expansión hídrica

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Expansión hídrica	Dilatación o aumento de volumen de una piedra producido por absorción higroscópica de vapor de agua.	Expansión hídrica
Expansión térmica	Dilatación o aumento de volumen de una piedra producido por incremento de temperatura. Los ciclos térmicos conducen generalmente a deterioros de diversa índole (fisuración, desagregación granular...).	Termoclastia
Exudación	Movilización y deposición en superficie de sales solubles.	Eflorescencia, Haloclastia
Fisibilidad	Propiedad de algunos materiales arcillosos (p. ej. Pizarras) de exfoliarse o separarse en "hojas" o placas más o menos finas, paralelas entre sí, y siguiendo los planos de pizarrosidad. Tegulismo.	Exfoliación, Lajamiento
Fisilidad	Véase Fisibilidad.	
Fisura	Discontinuidad planar, macroscópica o microscópica (microfisura), de diverso origen y dimensiones variables. En general, fractura o hendedura en la masa de una piedra. Se pueden distinguir varios tipos: las fisuras preexistentes, originales de la roca ("pelos" en la cantería), las producidas durante la extracción, labra, esculpido, aserrado o manipulación en general de una piedra ("artefactos"), las generadas a consecuencia de esfuerzos mecánicos derivados de la estructura del edificio (p. ej. asentamiento defectuoso de un sillar, anclajes internos, etc.), y las inducidas por los ciclos térmicos, de hielo-deshielo, de humedad-sequedad, etc.	Fractura
Fisuración	Deterioro o degradación caracterizada por la presencia de fisuras en la piedra.	Fisura, Fractura
Forma (de alteración)	Aspecto o modo de presentación característico de un determinado tipo de alteración o deterioro.	
Fotodegradación	Degradación producida por la radiación, principalmente visible y ultravioleta de la luz solar. Afecta asimismo a los productos orgánicos de tratamiento en las piedras. Degradación fotooxidativa.	
Fotodeterioración	Véase Fotodegradación.	
Fractura	Superficie de discontinuidad resultado, por lo general, de esfuerzos de tracción o de cizalla.	Fisura
Fracturación	Véase Fisuración.	
Friabilidad	Calidad de friable o desmenuzable. Característica de materiales incompetentes, poco resistentes o fuertemente alterados.	
Gelifracción	Fragmentación de un material pétreo por la acción disruptiva del hielo.	Crioclastia, Heladicidad
Grieta	Fisura o fractura abierta, normalmente de gran tamaño.	Fisura.
Haloclastia	Fisuración o fragmentación de un material por acción de la cristalización de sales solubles.	Exudación
Heladicidad	Susceptibilidad de un material a la acción del hielo. Crioclastia.	Heladizo, Gelifracción
Herrumbe	Véase Orín.	

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Hidratación	Incorporación de agua en la composición química de un mineral. La fragmentación por hidratación ("hydration shattering") consiste en la separación y quebrantamiento de un material rocoso por la presión de cuña ejercida por películas de agua de espesor variable sobre las superficies de minerales silicatados. Esta acción puede verse intensificada por ciclos de hielo-deshielo.	Desagregación, Desmoronamiento
Hidrólisis	Alteración química o descomposición de una sustancia mineral por el agua. Afecta fundamentalmente a los silicatos, siendo los productos finales de reacción minerales arcillosos (caolinización, sericitación, etc.).	Descomposición
Higroscopicidad	Capacidad de absorción de humedad ambiental (vapor de agua) por parte de un material pétreo.	Expansión hídrica
Hinchamiento	Véase Expansión hídrica.	
Humectación	Acción y efecto de humedecer. Zona o mancha de humedad visible exteriormente, debida a la acumulación y retención de agua por parte de la piedra (especialmente en muros y paramento).	
Incoherencia	Deterioro no siempre visible a simple vista, consistente en un debilitamiento de las uniones intergranulares y componentes estructurales de la piedra, que implica generalmente un incremento de la porosidad y microfisuración. En último término conduce a la desagregación y la reducción de la resistencia mecánica.	Desagregación, Descohesión
Incrustación	Depósito lenticular o estratiforme compacto y adherente al sustrato pétreo. Generalmente está formada por compuestos carbonatados o sulfatados. En calizas las incrustaciones pueden deberse a la recristalización de carbonato cálcico de la roca, disuelto y reprecipitado a partir de agua conteniendo dióxido de carbono.	Concreción.
Lajamiento	Levantamiento y separación de placas o lascas paralelamente a la superficie del material. También se emplea como sinónimo de desplazación y exfoliación.	
Lavado (zona de)	Parte exterior de una piedra o conjunto de piedras, exenta de costras, depósitos superficiales o pátinas de enmugrecimiento, por la acción repetida de las aguas de lluvia dirigidas o canalizadas.	Lixiviación.
Lixiviación	Separación, remoción selectiva o disolución de componentes solubles de una piedra, por la acción de las aguas percolantes. Lavado de la superficie externa de las piedras.	Zona de lavado.
Meteorabilidad	Véase Alterabilidad.	
Meteórica (alteración)	Alteración debida a la acción de agentes atmosféricos (lluvia, viento, etc.).	Meteorización.
Meteorización	Conjunto de procesos químicos, físicos y biológicos naturales conducentes a la desagregación mecánica y descomposición química generalmente a largo plazo, de los materiales rocosos expuestos a los efectos de la intemperie. En ocasiones se utiliza como sinónimo de alteración (atmosférica o meteórica).	Degradación, Alteración.
Microdescamación	Descamación de tamaño microscópico.	Descamación
Microfisuración	Fisuración de tamaño microscópico. Microfracturación.	Fisuración.
Microkarst	Conjunto de formas (cavidades), a pequeña escala, debidas a la disolución por agua de materiales calcáreos.	Disolución Kárstica.
Moteado	Presencia de pequeñas áreas de pigmentación variable, generalmente de naturaleza orgánica (biológica).	

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Orín	Herrumbre. Pátina de tinción rojizo-amarillenta producida por óxidos de hierro (hematites, limonita) de algunos materiales pétreos, o bien por la oxidación de elementos metálicos de la edificación en contacto con las piedras.	Pátina
Oxidación	Reacción química del oxígeno con una sustancia mineral, con formación generalmente de óxidos. Los minerales ferruginosos de las piedras se oxidan con facilidad, dando lugar a alteraciones cromáticas y pátinas de tinción. El incremento de volumen de los óxidos resultantes puede contribuir, asimismo, a la formación de descohesiones y desagregaciones granulares.	Alteración
Pátina	Capa o película superficial y delgada que se forma sobre las piedras por diversas causas. Modificación superficial del material que no implica necesariamente procesos de degradación o deterioro. El término genérico de "pátina" incluye varias acepciones: a) Tonalidad o aspecto externo que cualquier piedra adquiere por "envejecimiento" con el paso del tiempo y bajo los efectos de la intemperie. b) Decoloración debida a causas naturales o artificiales. c) Película coloreada artificial (patinación). d) Película de carácter orgánico (p. ej. algas) de tonalidad variable (página biológica). e) Teñido superficial debido a diversas sustancias: orín, verdín, etc. (pátina de tinción). f) Acumulación superficial de suciedad (pátina de enmugrecimiento).	
Picadura	Erosión o corrosión puntiforme caracterizada por la formación de pequeños orificios o cavidades en el material pétreo.	Alveolización
Placa	Lámina compacta, más o menos alargada de varios milímetros de espesor.	Escama, Desplacación
Pulverización	Tipo de degradación caracterizado por la caída espontánea o inducida de material pulverulento.	Pulverulencia, Arenización
Pulverulencia	Zona o parte de una piedra caracterizada por la presencia de finas capas de material en estado pulverulento.	Pulverización
Retracción	Véase Contracción.	
Rubefacción	Enrojecimiento más o menos superficial de la piedra debido sobre todo a la tinción por óxidos de hierro propios del material rocoso.	Alteración cromática
Ruina	Nivel muy elevado de deterioro, destrucción o abandono de un conjunto de piedras o fábrica.	
Sacarificación	Desagregación o arenización de materiales rocosos con textura sacarioidea (p. ej. Mármoles).	Desagregación granular, Arenización
Separación de películas	Alteración por disyunción que se manifiesta en la separación de láminas muy delgadas o películas.	
Subflorescencia	Agregado cristalino, de carácter salino, situado por debajo de la superficie de una piedra, pero muy cerca de ella.	Eflorescencia, criptoflorescencia
Sulfatación	Alteración química que comporta la formación de sulfatos, anhídros o hidratados, generalmente a partir de reacciones del dióxido de azufre de la atmósfera con sustancias minerales de la piedra. Pueden presentarse en forma de agregados cristalinos (eflorescencias) o de costras.	Yesificación
Tafone	Caverna o alveolo de grandes dimensiones. Plural: Tafoni (it) o "tafones".	Alveolo, Caverna
Tafonización	Formación de tafones en piedras o conjuntos de piedras. Se utiliza, en ocasiones, como sinónimo de alveolización (sobre todo en las de gran desarrollo).	Erosión alveolar, Tafone

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN	TÉRMINOS RELACIONADOS
Tegulismo	Véase Fisibilidad. Se aplica en especial, a las pizarras de techar.	
Termoclastia	Fisuración o fragmentación de un material pétreo producida por la acción repetida de ciclos de expansión-contracción térmica.	Expansión térmica
Tizne	Véase Enmugrecimiento.	
Vegetación	Crecimiento de plantas de diversas clases (hierbas, arbustos, etc.) entre los intersticios y juntas de las piedras, con efectos generalmente destructivos.	Erosión vegetal.
Vegetal (erosión)	Erosión biológica debida a la acción de organismos vegetales (algas, hongos, líquenes, musgos, etc.) que crecen sobre, o entre, las piedras.	Vegetación.
Vermiculadura	Estriadura o acanaladura sinuosa y delgada semejante a huellas de gusanos en la superficie de la piedra.	Estriadura, Acanaladura.
Yesificación	Formación de yeso (sulfato cálcico dihidratado) generalmente en forma de costras superficiales.	Sulfatación.

Tabla A.3 Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción.

## ANEJO 6: ENSAYOS

### El clima en Valencia

Se muestran a continuación una serie de gráficos con las características del clima de la ciudad de Valencia, como son las precipitaciones o el viento, el soleamiento.

En la figura siguiente se muestran las horas de sol por año, que no es muy variable respecto de la media.

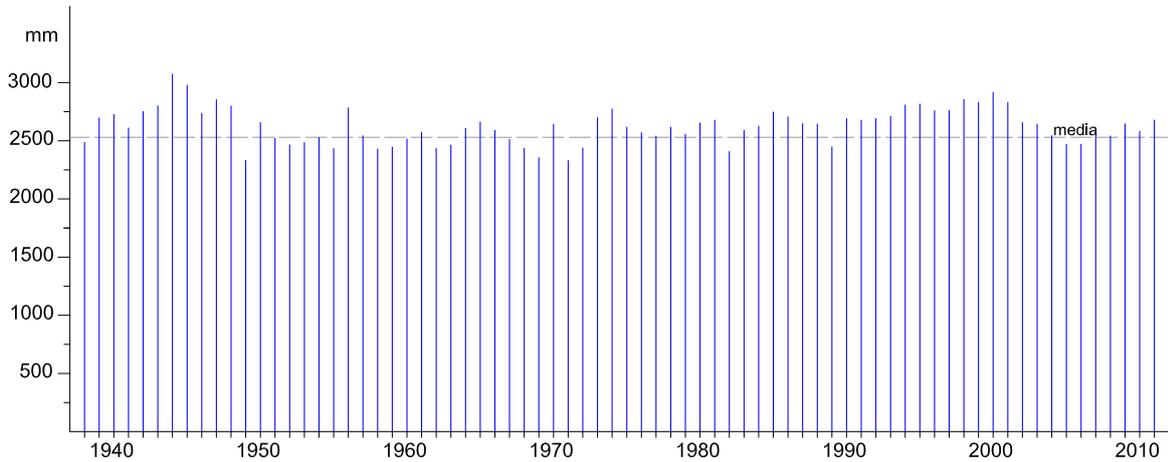


Fig. A.41. Soleamiento anual en Valencia (1937-2012).

Horas de sol en Valencia, por meses, obteniendo el promedio de los datos entre 1937 y 2012.

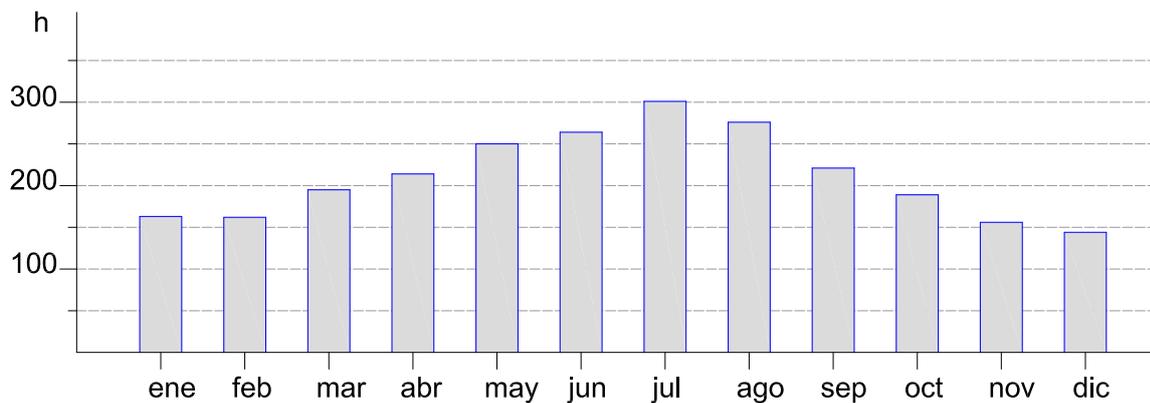


Fig. A.42. Soleamiento medio anual en Valencia (1937-2012).

En esta figura se ha graficado la precipitación total por año, entre 1937 y 2012.

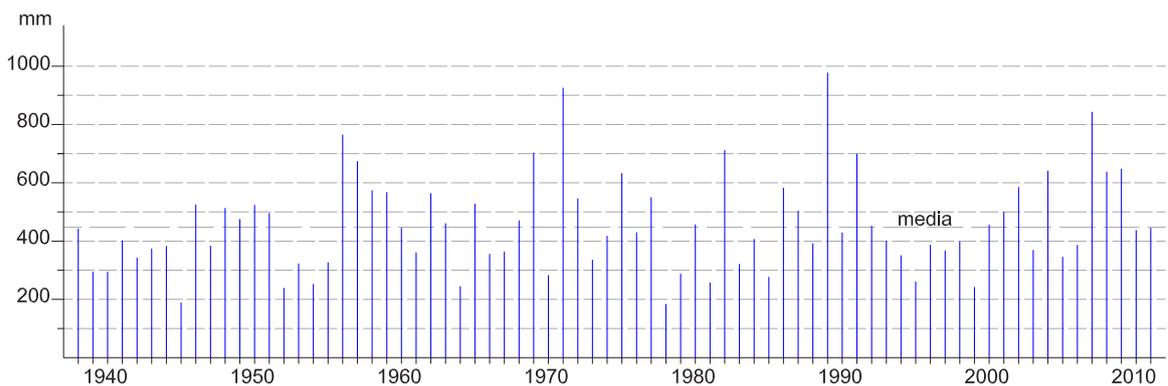


Fig. A.43. Precipitación anual en Valencia (1937-2012).

La precipitación media anual muestra el promedio de las lluvias para cada uno de los meses del año.

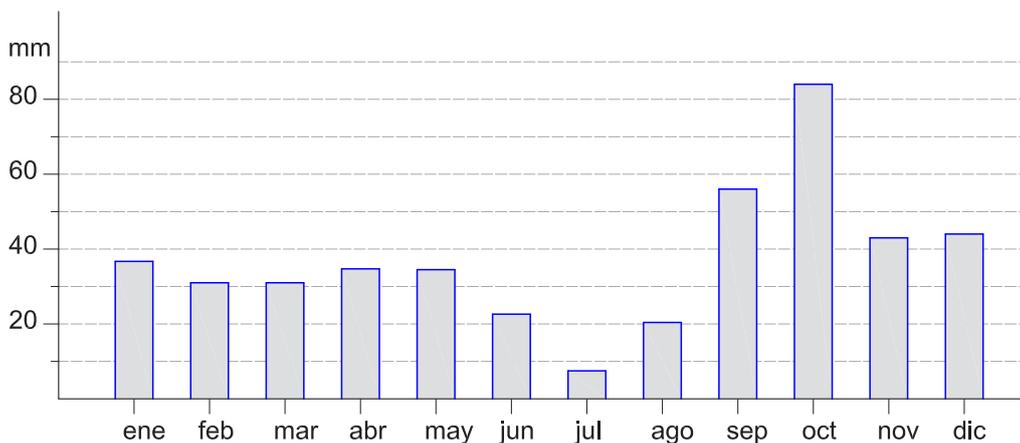


Fig. A.44. Precipitación media anual en Valencia (1937-2012).

La velocidad media del viento:

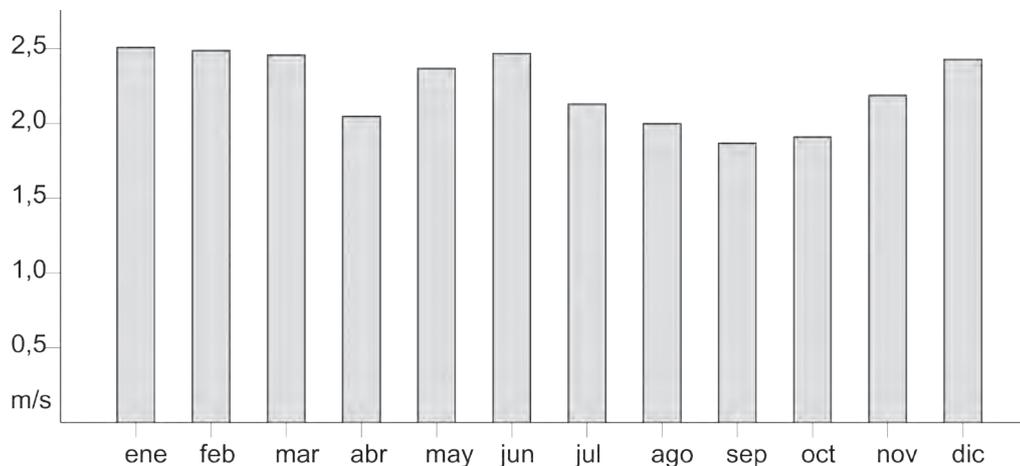


Fig. A.45. Velocidad media anual en Valencia (1937-2012).

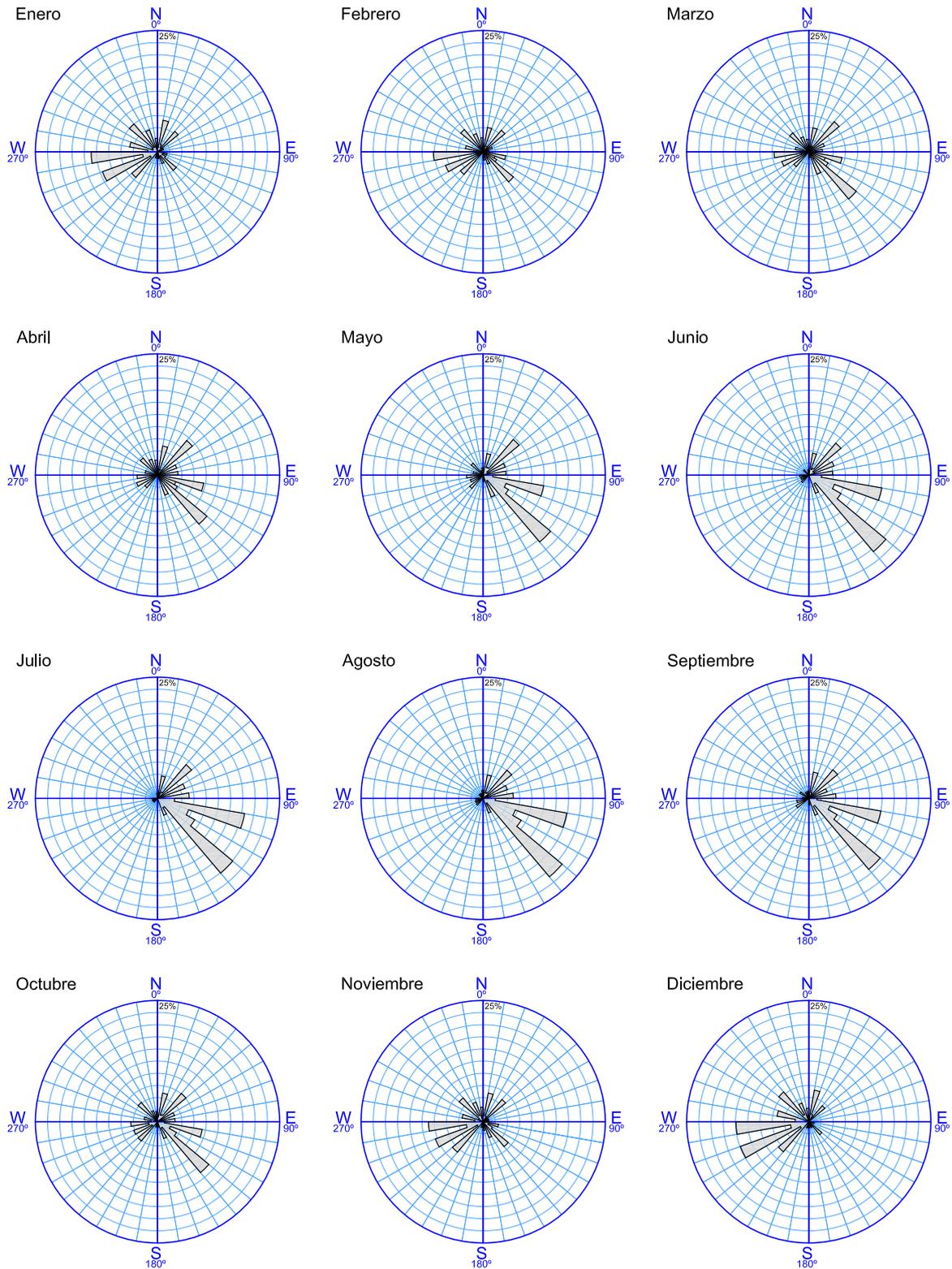


Fig. A.46. Rosa de los vientos indicando la frecuencia del viento según la orientación.

En esta secuencia se ha graficado la frecuencia del viento, en tanto por cien, para cada una de las orientaciones.

# Anejos

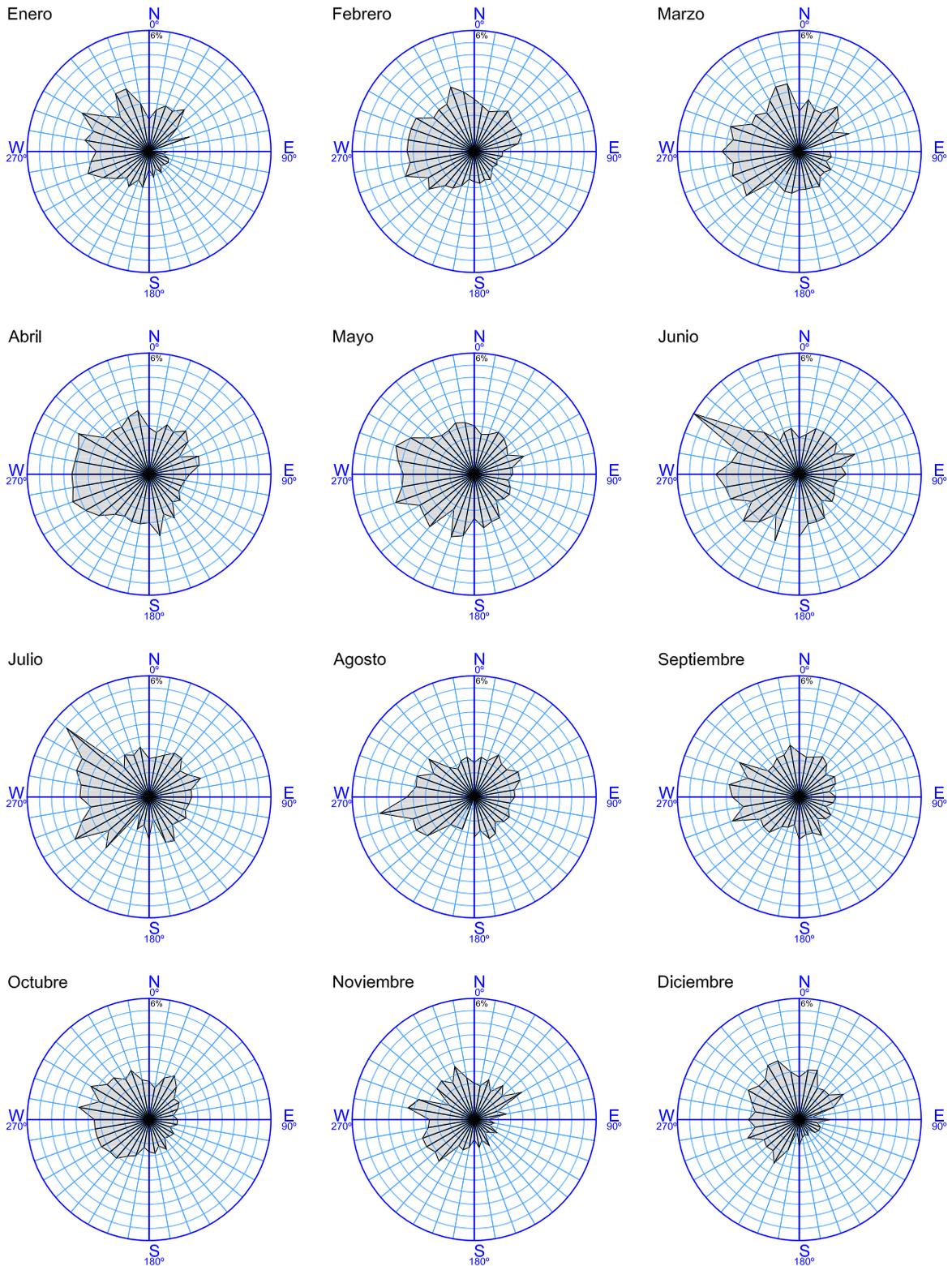


Fig. A.47. Rosa de los vientos indicando la velocidad media del viento según la orientación.

En esta secuencia se ha graficado la velocidad media del viento, en tanto por cien, para cada una de las orientaciones.

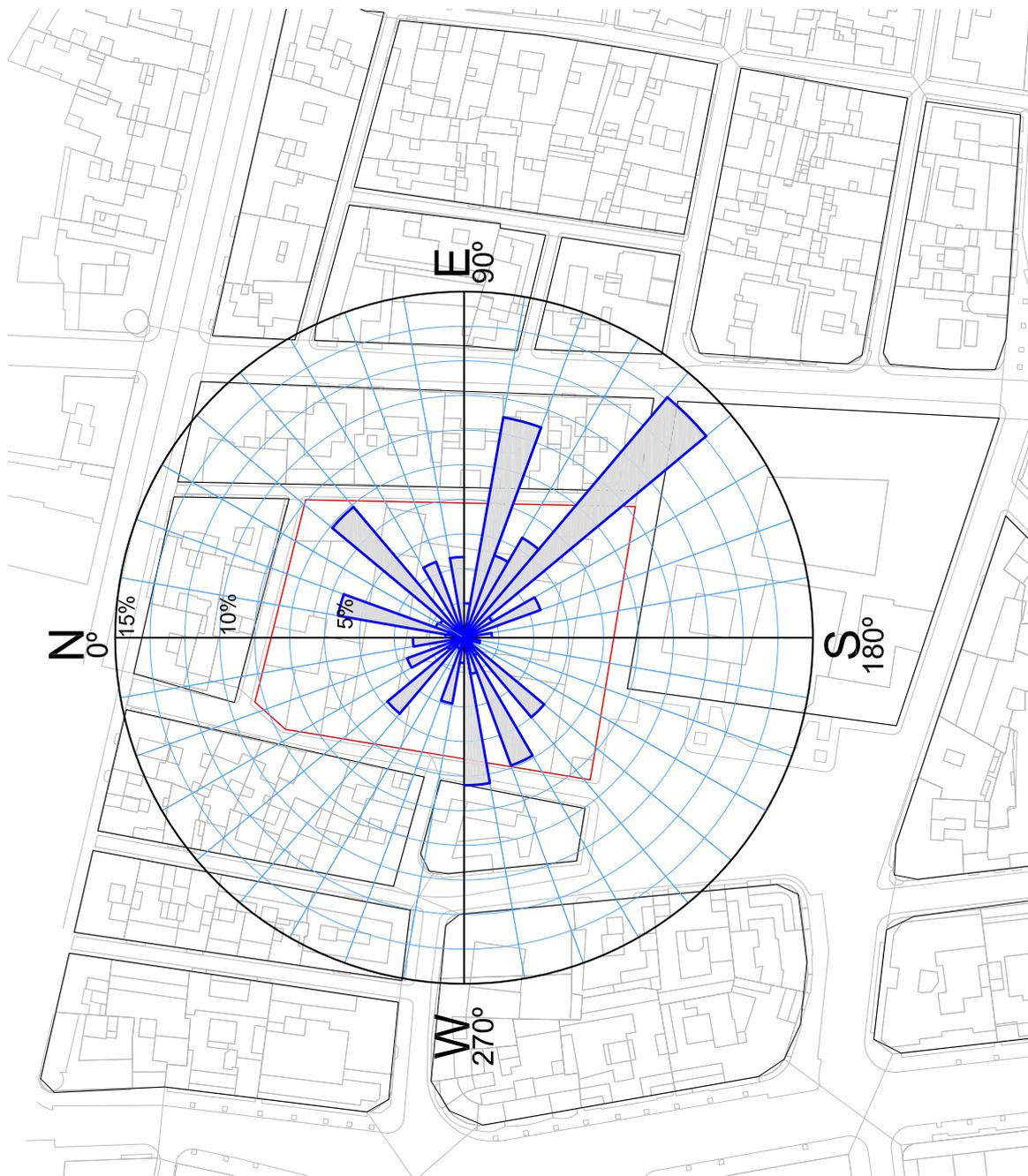


Fig. A.48. Rosa de los vientos indicando la frecuencia media del viento según la orientación.

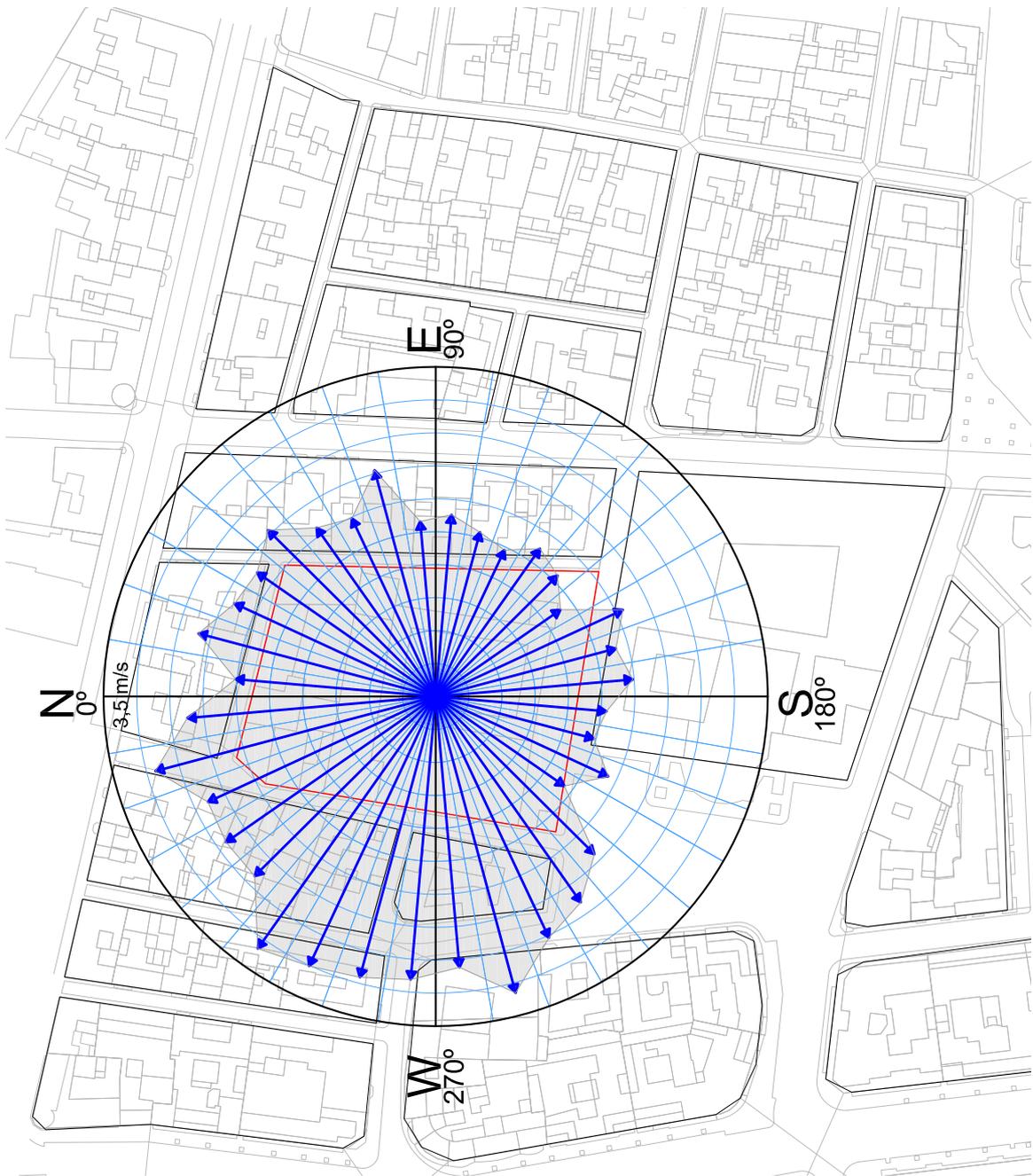


Fig. A.49. Rosa de los vientos indicando la velocidad media del viento según la orientación.

## Descripción de los ensayos y de los aparatos utilizados

### *Lupa Binocular ó Estéreo microscopio*

La lupa binocular o estéreo microscopio es un instrumento óptico que permite la observación aumentada de las muestras materiales en los estudios petrográfico, para poder realizar una observación detallada de las mismas y proceder a la captación de imágenes. El número de aumentos que se puede alcanzar con la lupa es mucho menor que el proporcionado con la microscopía óptica, pero el campo visual de trabajo es, por el contrario, mucho mayor. Se suele trabajar entre 5 y 500 aumentos, conseguidos al unir el alcance del ocular y el objetivo utilizados, de manera que multiplicando ambos obtenemos el aumento total de la imagen captada. Es una técnica idónea para el estudio detallado de la estructura macroscópica de los materiales pétreos.

Las ventajas más relevantes que presenta la lupa binocular frente al microscopio óptico son, en primer lugar, la posibilidad de observar directamente la muestra sin ser necesaria una preparación especial previa de la misma y, en segundo lugar, la obtención de imágenes tridimensionales, conseguidas mediante el empleo de dos oculares, proporcionando una representación mucho más cercana a la realidad. Con el microscopio sólo es posible la observación de láminas delgadas, por lo que es necesaria la preparación previa de las muestras, cortándolas en láminas finísimas, prácticamente transparentes, además de que proporciona únicamente imágenes bidimensionales de las mismas.

El equipo utilizado en nuestros ensayos es una lupa binocular marca LEICA, modelo MZ APO, con una capacidad de aumento de 512x y una resolución de 600 pares de línea / mm, perteneciente al Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad Politécnica de Valencia. No ha sido precisa la preparación de las muestras, habiendo procedido a la observación directa de las mismas. También hemos empleado una lupa binocular LEICA Wild M10. Área de Petrología y Geoquímica del Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo.



**Fig. A.50.** (Izq.) Lupa binocular LEICA MZ APO, Servicio de Microscopía Electrónica, Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia. (Dcha.) Lupa binocular LEICA Wild M10. Área de Petrología y Geoquímica del Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo.

### Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)

El microscopio electrónico de barrido (SEM) es un instrumento capaz de ofrecer una información muy amplia de la superficie de una muestra, como su morfología, composición, estructura cristalina, etc. La técnica consiste en hacer incidir un haz focalizado de electrones sobre la superficie de un sólido, mientras en un monitor se visualizan las señales producidas por la interacción entre los átomos del material y el haz electrónico, captadas por diferentes tipos de detectores: radiación incidente, emisión de luz, electrones secundarios o retrodispersados, rayos X, etc. Tiene una gran profundidad de campo, lo cual permite enfocar a la vez una gran parte de la muestra.

Los electrones secundarios aportan información de la topografía o el relieve de la superficie, permitiendo obtener imágenes en blanco y negro a gran resolución de la misma (no puede ofrecer imágenes en color ya que no utiliza la luz).

Cuando el haz de electrones incide sobre la muestra provoca un conjunto de fenómenos que liberan una cantidad de energía, manifestada como electrones Auger o Rayos X, y que es única para cada tipo de elemento, lo que permite el análisis cualitativo y cuantitativo de los constituyentes de la muestra, su composición y concentración.



Fig. A.51. SEM del Servicio de Microscopía Electrónica, Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Politécnica de Valencia.

Una de las características más relevantes de la microscopía electrónica de barrido es su alta resolución (3,5 nm y 300.000x), que unida a la gran profundidad de campo y al efecto de sombreado que proporciona a las imágenes, la convierten en una técnica idónea para el análisis de estructuras tridimensionales, lo que representa una ventaja frente a la microscopía electrónica de transmisión, aunque el número de aumentos sea menor. Esto la hace una técnica idónea para la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos como los pétreos.

La preparación de las muestras para el ensayo es relativamente sencilla, no siendo necesario pasar por procesos de preparación muy complejos, ya que únicamente se requiere que la muestra esté deshidratada y sea eléctricamente conductora. Cuando alguna de estas condiciones no se cumple, deben ser tratadas convenientemente, procedien-

do a su correcto secado y a recubrir las con una delgada lámina de metal, habitualmente de oro, que le proporcione las propiedades conductoras requeridas.



Fig. A.52. Lupa binocular del Área de Petrología de la Facultad de Geología y SEM de los servicios científico-técnicos de la Universidad de Oviedo.

El equipo utilizado en nuestros ensayos es un microscopio electrónico de barrido marca JEOL, modelo JSM 6300, con un voltaje de aceleración de 0,2 a 30 Kv, una capacidad de aumento de 10x a 300000x ( $wd = 39$  mm) y una resolución con electrones secundarios de 3,5 nm (a 30 Kv y  $wd = 8$  mm), dotado de un Sistema de Microanálisis de elementos ligeros de la marca Oxford Instruments, modelo Inca energy 250, perteneciente al Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad Politécnica de Valencia. Las muestras han sido preparadas mediante la desecación en el dispositivo adjunto y posteriormente recubiertas con carbono. Para mejorar la conductividad, se ha procedido a realizar un puente de plata conductora.

#### *Microscopio óptico de luz transmitida o petrográfico*

El microscopio petrográfico sirve para examinar, identificar y estimar cuantitativamente los minerales transparentes y translúcidos que componen los pétreos. Para ello es necesario obtener una lámina delgada de la roca, de unos 0,03 mm de espesor, que se coloca entre dos láminas muy delgadas de vidrio para introducirlas en el microscopio. El tamaño mínimo de los cristales para que sean visibles mediante este dispositivo es del orden de 10 micras, por debajo de este límite su identificación se hará mediante técnicas submicroscópicas, como los microscopios electrónicos, que a su vez nos permitirán identificar los minerales opacos del pétreo. El microscopio petrográfico se caracteriza por utilizar luz polarizada (que vibra en un único plano) en lugar de luz blanca ordinaria (que vibra en todas las direcciones entorno a la línea de propagación). Se obtiene mediante la utilización de dos prismas de calcita (llamados nicoles), colocados uno por debajo de la muestra a analizar (llamado polarizador) y otro por encima (el analizador), cuyos planos son perpendiculares entre sí. Si se ilumina la muestra desde el polarizador, la luz se divide en rayos que vibran en dos planos perpendiculares entre sí y con velocidades distintas, específicas de cada mineral, permitiendo su identificación. Este modo de observación, con nicoles paralelos (NP) o con luz polarizada paralela (LPP), permite obtener características de los minerales como

su forma, color, relieve, etc. Si se introduce el analizador, modo de observación con nicoles cruzados (NC) o con luz polarizada cruzada (LPC), los dos rayos procedentes de la lámina delgada vibran entonces en planos paralelos, conservando la velocidad inicial, por lo que llegan al observador con un desfase propio de otras características del mineral, como los diferentes colores de interferencia. Con algunas lentes accesorias podríamos determinar algunas propiedades añadidas del material.

El equipo utilizado ha sido un microscopio petrográfico Zeiss Axioskop, perteneciente al laboratorio de los Servicios Técnicos de Investigación de la Universidad de Alicante.

### *Difracción de rayos X (DRX)*

La caracterización mineralógica del pétreo se completa mediante la técnica de difracción de rayos X (DRX). Este método de estudio, que utiliza muestras de polvo cristalino o muestras policristalinas, constituye una herramienta de trabajo habitual para la identificación de las fases cristalinas constituyentes de un material, realizando análisis cuantitativos y cualitativos de las composiciones y de los elementos presentes en la muestra. Es por tanto la técnica por excelencia para la identificación mineralógica de los pétreos.

La difracción de rayos X es el fenómeno físico que se produce al interaccionar un haz de rayos X, de una determinada longitud de onda, con una sustancia cristalina. Cuando esto sucede, se produce la dispersión del haz de rayos X por parte de la materia, que se dispersa en determinadas direcciones del espacio. Cada sustancia en estado cristalino tiene un diagrama de rayos X que le es característico, lo cual nos permite identificar las distintas fases cristalinas presentes en la muestra. Con el difractómetro de polvo obtenemos un registro gráfico de las señales que las reflexiones originan en detectores electrónicos de radiación. Este registro gráfico, llamado difractograma, está configurado a base de picos, que se distribuyen en función de las reflexiones detectadas. Los diagramas característicos de cada mineral están coleccionados en fichas, libros y bases de datos del Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) y agrupados en índices de compuestos orgánicos, inorgánicos y minerales, lo cual nos permite identificarlos. Actualmente existen programas informáticos que realizan este proceso de manera automática, lo cual facilita su identificación. Las alturas de los picos máximos del difractograma y sus áreas, constituyen magnitudes muy representativas de las intensidades de las reflexiones correspondientes, proporcionando los datos cuantitativos correspondientes.

La muestra debe constituir una parte representativa y homogénea dentro del conjunto a analizar. Deben estar molidas, alcanzando un tamaño medio de partícula de 15 micras, y alcanzar una cantidad equivalente a una cucharilla de café. Por ello, las muestras han sido machacadas hasta alcanzar el tamaño de partícula establecido y desecadas a 60°C durante 24 horas antes de llevar a cabo el análisis mineralógico.

### *Fluorescencia de Rayos X*

La fluorescencia de rayos X tiene como finalidad realizar el análisis químico cualitativo y cuantitativo de los elementos comprendidos entre el flúor (F) y el uranio (U) presentes en

el pétreo. Es una técnica espectroscópica que realiza el análisis químico estudiando la emisión fluorescente de rayos X generada al excitar una muestra con una fuente de radiación X. La radiación incidente o primaria expulsa electrones de las capas interiores del átomo, cuyo lugar es ocupado por electrones de capas más externas. El exceso energético resultante de este intercambio se disipa en forma de fotones, radiación X fluorescente o secundaria, que tiene una longitud de onda característica de cada elemento y una intensidad directamente relacionada con su concentración, lo cual permite identificar cada elemento y establecer su porcentaje dentro del peso total de la muestra.

El análisis de geoquímica elemental y de trazas se realiza sobre micromuestras que se preparan mediante la molienda, el cuarteo y la pulverización del material pétreo en mortero de ágata. A continuación se elaboran pastillas compuestas de 8 gramos de muestra con 0,1 g de elvacita y acetona, prensadas a 200 kg/cm<sup>2</sup> y secadas posteriormente a 30°C en estufa ambiental.

Para los análisis se empleó un espectrómetro Philips PW 1404 con tubo de rayos X de Sc-Mo del laboratorio de Geología. Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, Madrid. Las determinaciones cuantitativas se han realizado mediante el programa IQ+ de Panalytical-Phillips, con rectas de calibración con estándares de la CNRS-Francia.

#### *Porosimetría de mercurio*

La porosimetría de mercurio es una técnica experimental que se utiliza para estimar las presiones capilares en materiales porosos. Es un método sencillo y rápido, basado en el hecho de que el mercurio es un metal líquido que no moja y que por tanto, necesita ser sometido a presión para que penetre en el sistema poroso del material estudiado. Introducida la muestra en el dispositivo envuelta en mercurio, va siendo sometida a presión, de modo que el mercurio empieza a introducirse en los poros. A medida que la presión aumenta, el tamaño de poro será cada vez más pequeño. Es por tanto posible caracterizar el sistema poroso aumentando gradualmente la presión de inyección y midiendo el volumen de mercurio introducido en la roca, obteniendo la llamada curva de intrusión. Llegado al punto máximo de presión y volumen de mercurio introducido en la roca, se va disminuyendo gradualmente la presión ejercida, forzando la salida del mercurio, obteniendo entonces la denominada curva de extrusión. La diferencia de volumen en la curva de intrusión y de extrusión para una misma presión, se debe a la dificultad del mercurio para abandonar los poros tipo "cuello de botella" o "throat" y a la variación del ángulo de contacto. Este fenómeno denominado histéresis proporciona información sobre la porosidad atrapada, muy importante en la retención de fluidos y en los futuros procesos de alteración de la roca. Del volumen de mercurio introducido extraemos datos sobre la porosidad conectada y el rango de tamaño de poros, obtenido derivando la curva de intrusión con respecto al radio. El intervalo de radios de poro que se puede determinar con esta técnica comprende dimensiones desde 0,002 a 100 µm.

## Difracción de rayos X

Las muestras M24 (Ribarroja), M29 (Godella) y M32 (Cantera de Godella) se hicieron polvo para posteriormente realizar un análisis por Difracción de Rayos X (DRX). Estos ensayos se realizaron en la Universidad de Oviedo, en el Laboratorio de Geología y Geoquímica de los servicios Científico-Técnicos. La fecha del ensayo es 2012/01/19.

### Muestra M14 (Ribarroja)

CONDICIONES DE MEDIDA  
 Dataset Name CLM14  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [°2Th.] 5.0100  
 End Position [°2Th.] 79.9900  
 Step Size [°2Th.] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous  
 Offset [°2Th.] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [°C] 25.00  
 Anode Material Cu  
 K-Alpha1 [Å] 1.54060  
 K-Alpha2 [Å] 1.54443  
 K-Beta [Å] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

### LISTA DE PICOS

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
23.0720	28.25	0.2755	3.85500	6.21
26.6630	10.93	0.2362	3.34340	2.40
29.4812	454.56	0.1378	3.02990	100.00
31.4773	8.19	0.6298	2.84216	1.80
36.0294	54.56	0.2362	2.49284	12.00
39.4475	79.15	0.2362	2.28436	17.41
43.2517	79.59	0.2362	2.09184	17.51
47.6243	94.49	0.2362	1.90949	20.79
48.6014	103.42	0.2362	1.87336	22.75
57.5107	42.01	0.4723	1.60254	9.24
60.8757	35.23	0.4723	1.52178	7.75
63.2393	10.31	0.4723	1.47047	2.27
64.8292	27.88	0.3936	1.43820	6.13
70.4579	7.19	0.4723	1.33647	1.58

72.9615      11.12      0.5760      1.29559      2.45

Tabla A.4 Lista de picos de la muestra M14.

FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0586	81	Calcite, syn	0.053	1.009	Ca C O3
*	00-003-0596	46	Calcite	0.123	0.317	Ca C O3

Tabla A.5 Fichas para comparar con los patrones.

GRÁFICO

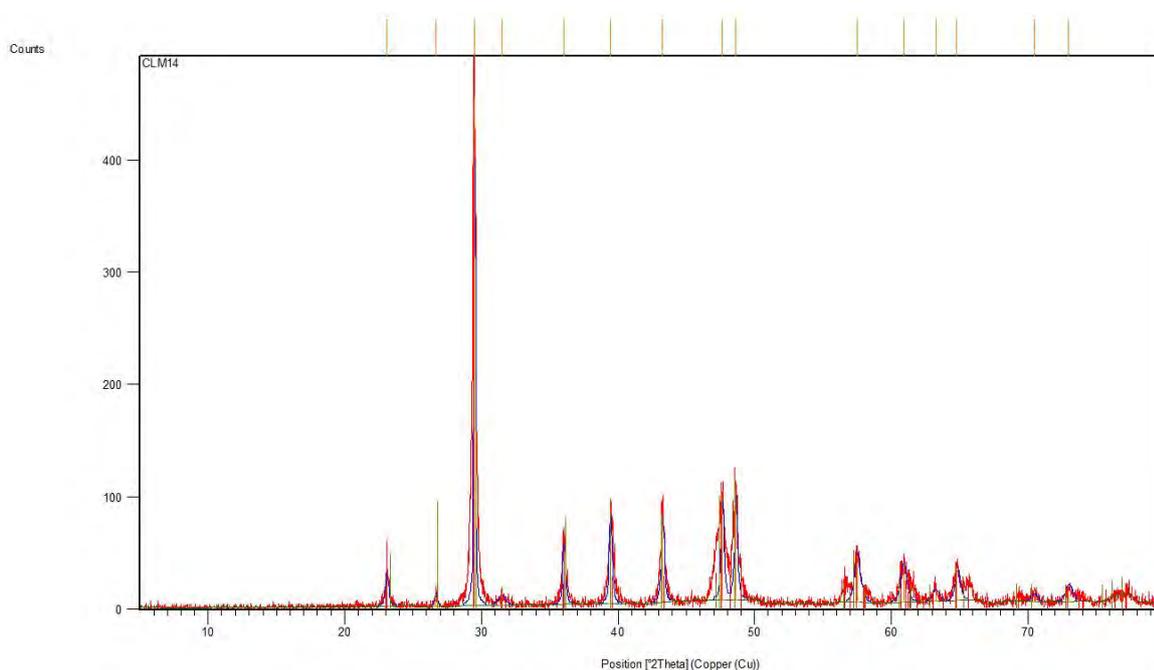


Fig. A.53. Gráfico de DRX de la muestra M14.

Muestra M15 (Godella)

CONDICIONES DE MEDIDA

Dataset Name CLM15  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [°2Th.] 5.0100  
 End Position [°2Th.] 79.9900  
 Step Size [°2Th.] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous  
 Offset [°2Th.] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [°C] 25.00  
 Anode Material Cu

K-Alpha1 [Å] 1.54060  
 K-Alpha2 [Å] 1.54443  
 K-Beta [Å] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

## LISTA DE PICOS

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
23.1065	69.84	0.0984	3.84933	7.86
29.4597	888.06	0.1181	3.03206	100.00
31.4879	24.03	0.1574	2.84123	2.71
36.0306	133.56	0.0984	2.49276	15.04
39.4589	185.47	0.0787	2.28372	20.88
43.2337	199.78	0.0984	2.09267	22.50
47.1996	73.11	0.1574	1.92568	8.23
47.5667	208.06	0.1181	1.91167	23.43
48.5818	240.22	0.0984	1.87407	27.05
56.6300	42.66	0.1968	1.62536	4.80
57.4820	116.55	0.0720	1.60195	13.12
60.7330	69.42	0.1574	1.52501	7.82
63.1217	21.44	0.3149	1.47293	2.41
64.7435	82.19	0.1968	1.43990	9.26
65.6563	39.61	0.1181	1.42208	4.46
69.3278	14.52	0.2362	1.35547	1.63
70.3532	23.49	0.3149	1.33820	2.64
73.0294	32.96	0.3149	1.29563	3.71
76.4534	12.68	0.3149	1.24591	1.43
77.2670	24.83	0.4800	1.23379	2.80

Tabla A.6 Lista de picos de la muestra M15.

## FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0586	82	Calcite, syn	0.017	0.628	Ca C O3

Tabla A.7 Fichas para comparar con los patrones.

GRÁFICO

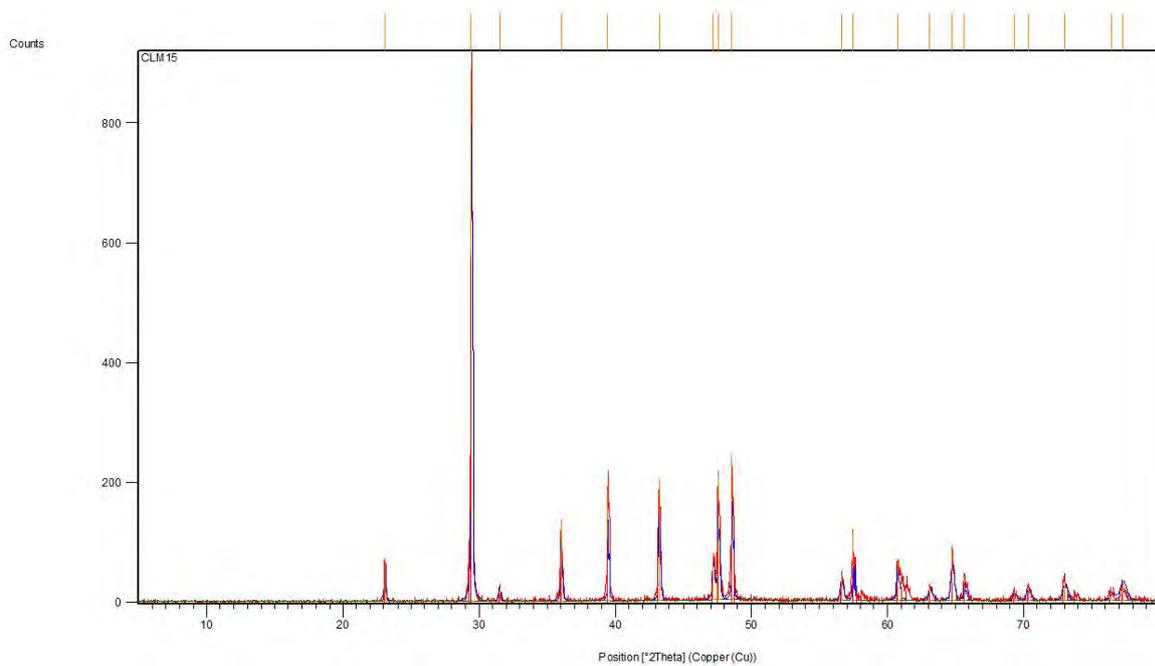


Fig. A.54. Gráfico de DRX de la muestra M15.

Muestra M19 (Godella)

CONDICIONES DE MEDIDA

Dataset Name CLM19  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [°2Th.] 5.0100  
 End Position [°2Th.] 79.9900  
 Step Size [°2Th.] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous  
 Offset [°2Th.] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [°C] 25.00  
 Anode Material Cu  
 K-Alpha1 [Å] 1.54060  
 K-Alpha2 [Å] 1.54443  
 K-Beta [Å] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

## LISTA DE PICOS

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
11.6642	5.57	0.3149	7.58691	0.63
20.7319	10.65	0.2362	4.28455	1.20
23.1133	77.30	0.0787	3.84820	8.69
26.6805	16.13	0.1181	3.34125	1.81
29.4669	889.58	0.1181	3.03133	100.00
31.5105	22.76	0.1574	2.83924	2.56
33.4610	4.93	0.4723	2.67807	0.55
36.0331	116.17	0.1378	2.49259	13.06
39.4750	181.47	0.0984	2.28283	20.40
43.2148	181.61	0.0787	2.09355	20.41
47.2002	66.42	0.1574	1.92565	7.47
47.6089	183.35	0.1181	1.91008	20.61
48.5663	201.49	0.1378	1.87464	22.65
56.6546	46.98	0.1574	1.62471	5.28
57.5175	73.30	0.2755	1.60237	8.24
60.7581	61.15	0.1968	1.52444	6.87
61.5449	31.06	0.2362	1.50683	3.49
63.1856	19.81	0.3936	1.47159	2.23
64.7537	78.61	0.1181	1.43970	8.84
65.7397	43.30	0.1574	1.42047	4.87
69.3228	15.06	0.3149	1.35555	1.69
70.3826	18.20	0.3149	1.33772	2.05
73.0447	27.58	0.3936	1.29540	3.10
77.2880	20.18	0.3840	1.23351	2.27

Tabla A.8 Lista de picos de la muestra M19.

## FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0586	85	Calcite, syn	0.036	0.742	Ca C O3
*	00-033-0311	10	Gypsum, syn	0.035	0.036	Ca S O4 !2 H2 O
*	00-001-0649	8	Quartz	0.071	0.025	Si O2

Tabla A.9 Fichas para comparar con los patrones.

GRÁFICO

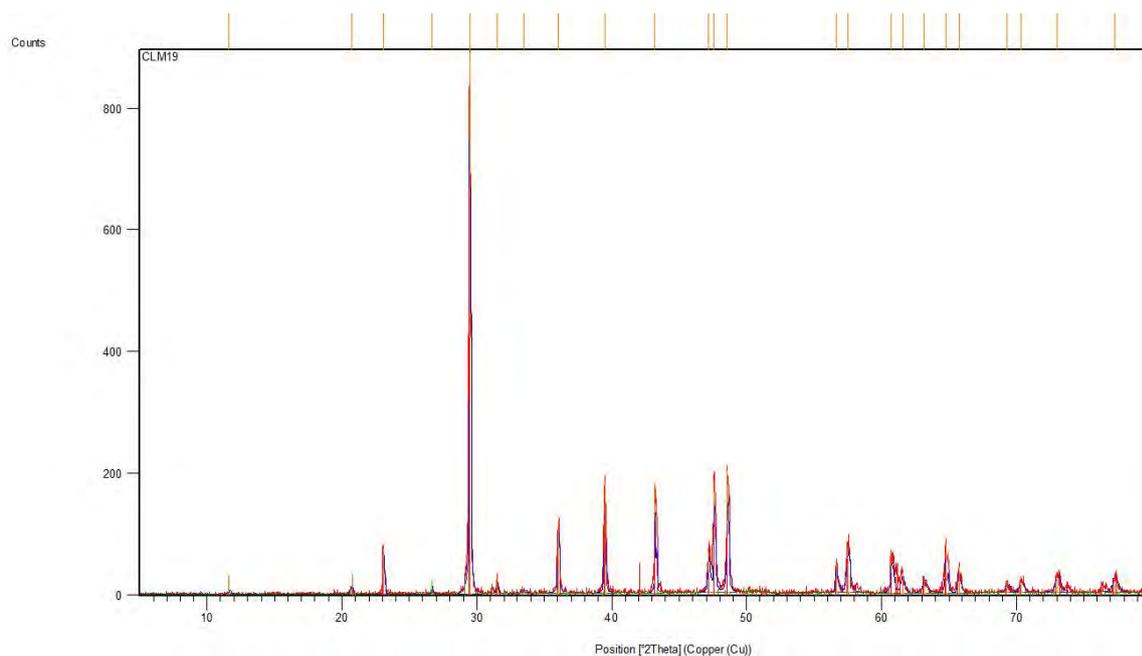


Fig. A.55. Gráfico de DRX de la muestra M19.

Muestra M20 (Ribarroja)

CONDICIONES DE MEDIDA  
 Dataset Name CLM20  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [°2Th.] 5.0100  
 End Position [°2Th.] 79.9900  
 Step Size [°2Th.] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous  
 Offset [°2Th.] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [°C] 25.00  
 Anode Material Cu  
 K-Alpha1 [Å] 1.54060  
 K-Alpha2 [Å] 1.54443  
 K-Beta [Å] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

## LISTA DE PICOS

Pos. [ $^{\circ}2\theta$ .]	Height [cts]	FWHM [ $^{\circ}2\theta$ .]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
23.1200	33.39	0.1574	3.84711	6.12
26.6736	12.34	0.1574	3.34210	2.26
29.4718	545.85	0.1181	3.03084	100.00
31.4973	9.71	0.4723	2.84041	1.78
36.0714	64.63	0.1574	2.49003	11.84
39.4646	87.52	0.1968	2.28340	16.03
43.2866	92.14	0.2755	2.09024	16.88
47.5701	106.95	0.2362	1.91154	19.59
48.6505	101.16	0.1968	1.87159	18.53
57.5762	44.37	0.3149	1.60088	8.13
60.7724	33.45	0.3936	1.52411	6.13
64.8231	25.59	0.4723	1.43832	4.69
73.0158	12.52	0.9600	1.29477	2.29

Tabla A.10 Lista de picos de la muestra M20.

## FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [ $^{\circ}2\theta$ .]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0586	81	Calcite, syn	0.049	0.948	Ca C O3
*	00-003-0612	18	Calcite	-0.114	0.217	Ca C O3

Tabla A.11 Fichas para comparar con los patrones.

## GRÁFICO

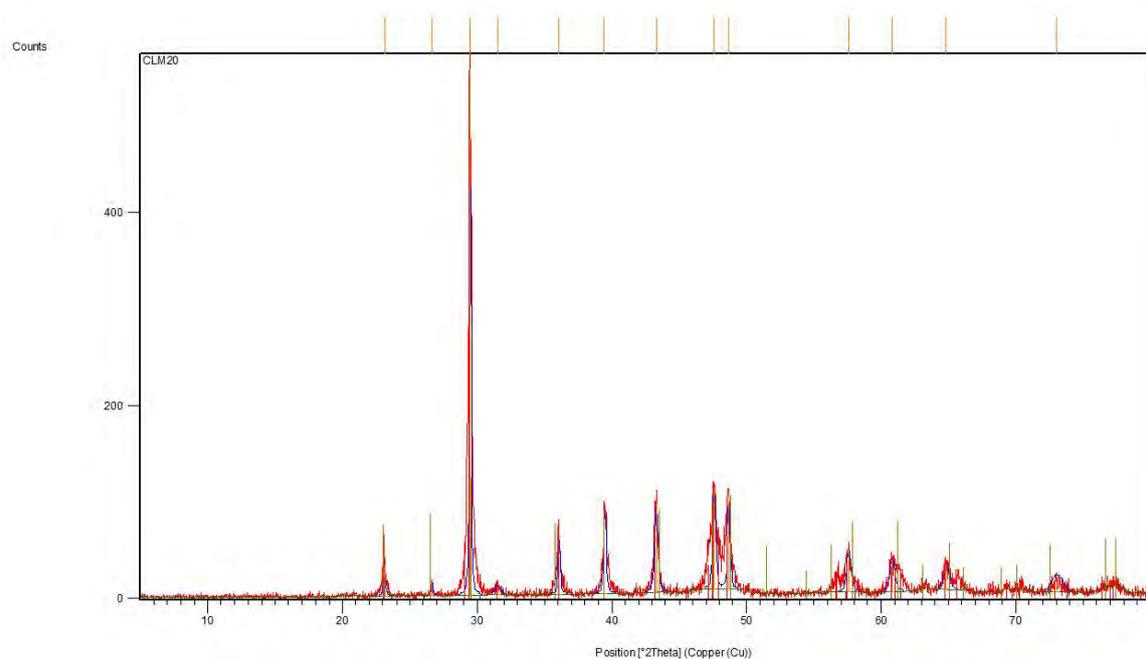


Fig. A.56. Gráfico de DRX de la muestra M20.

## Muestra M24 (Ribarroja)

## CONDICIONES DE MEDIDA

Dataset Name CL24  
 File name D:\geologia\Alonso\CL24.xrdml  
 Sample Identification CL24  
 Measurement Date / Time 18/01/2012 14:03:49  
 Raw Data Origin XRD measurement (\*.XRDML)  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [ $^{\circ}2\theta$ .] 5.0100  
 End Position [ $^{\circ}2\theta$ .] 79.9900  
 Step Size [ $^{\circ}2\theta$ .] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous  
 Offset [ $^{\circ}2\theta$ .] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [ $^{\circ}C$ ] 25.00  
 Anode Material Cu  
 K-Alpha1 [ $\text{\AA}$ ] 1.54060  
 K-Alpha2 [ $\text{\AA}$ ] 1.54443  
 K-Beta [ $\text{\AA}$ ] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

## LISTA DE PICOS

Pos. [ $^{\circ}2\theta$ .]	Height [cts]	FWHM [ $^{\circ}2\theta$ .]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
5.1577	0.22	0.2362	17.13427	0.02
20.7958	7.06	0.2362	4.27152	0.74
23.1463	55.57	0.1378	3.84279	5.83
26.6427	15.45	0.0787	3.34590	1.62
29.4434	953.72	0.1378	3.03370	100.00
31.5036	19.52	0.1574	2.83985	2.05
36.0231	114.47	0.0787	2.49326	12.00
39.4477	166.10	0.0787	2.28434	17.42
43.2086	157.08	0.0984	2.09383	16.47
47.1976	62.34	0.1181	1.92575	6.54
47.5963	188.49	0.1378	1.91055	19.76
48.5197	176.22	0.1378	1.87633	18.48
56.6557	43.36	0.1968	1.62468	4.55
57.4414	74.99	0.3149	1.60431	7.86
58.2144	12.25	0.2362	1.58484	1.28
60.7236	54.22	0.1181	1.52522	5.68
61.5345	22.84	0.2362	1.50706	2.40
63.1549	23.26	0.1968	1.47223	2.44

Anejos

64.7239	65.33	0.1968	1.44029	6.85
65.6858	39.89	0.1574	1.42151	4.18
69.2886	13.93	0.3936	1.35614	1.46
70.3293	17.84	0.3149	1.33860	1.87
73.0094	27.03	0.3936	1.29593	2.83
76.3642	14.98	0.3936	1.24714	1.57
77.3081	24.37	0.3360	1.23324	2.56

Tabla A.12 Lista de picos de la muestra M24.

FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
	00-005-0586	85	Calcite, syn	0.018	0.730	Ca C O3
	00-033-1161	10	silica	0.010	0.029	Si O2

Tabla A.13 Fichas para comparar con los patrones.

GRÁFICO

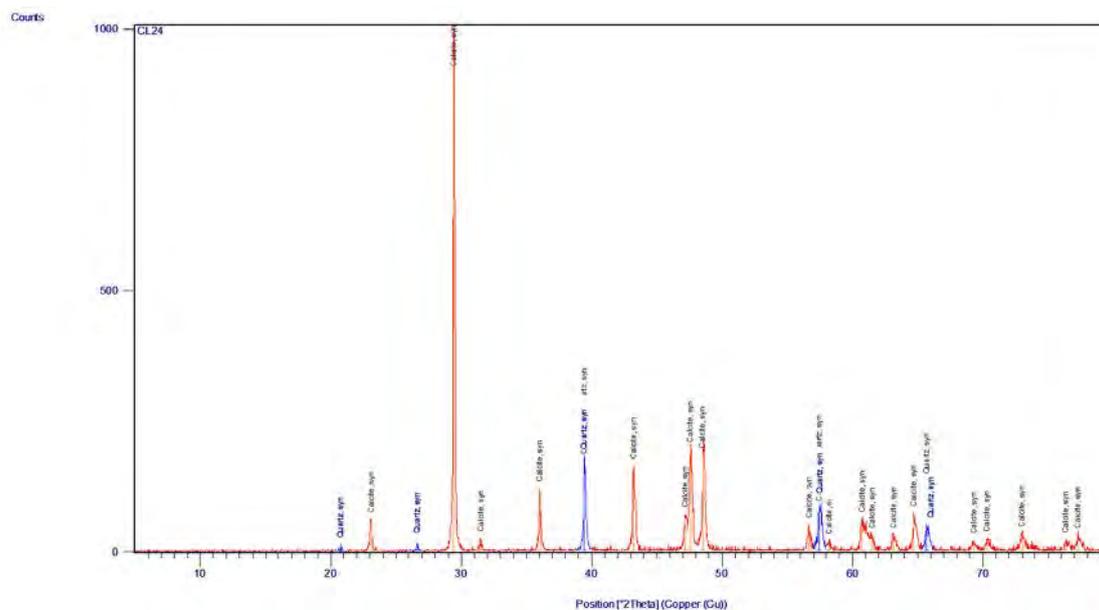


Fig. A.57. Gráfico de DRX de la muestra M24.

Muestra M28 (Godella)

CONDICIONES DE MEDIDA

Dataset Name CLM28  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [°2Th.] 5.0100  
 End Position [°2Th.] 79.9900  
 Step Size [°2Th.] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous

Offset [°2Th.] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [°C] 25.00  
 Anode Material Cu  
 K-Alpha1 [Å] 1.54060  
 K-Alpha2 [Å] 1.54443  
 K-Beta [Å] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

LISTA DE PICOS

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
23.1047	41.24	0.1574	3.84963	7.62
29.4907	540.88	0.1574	3.02894	100.00
31.4440	13.53	0.3149	2.84510	2.50
36.0780	73.66	0.2362	2.48959	13.62
39.4801	103.99	0.1574	2.28254	19.23
43.2274	109.14	0.1968	2.09297	20.18
47.5529	109.94	0.2755	1.91219	20.33
48.6083	120.05	0.2362	1.87311	22.20
57.4866	51.10	0.2362	1.60316	9.45
60.7789	35.34	0.4723	1.52397	6.53
63.1259	10.78	0.4723	1.47284	1.99
64.8398	30.23	0.4723	1.43799	5.59
65.7296	21.39	0.4723	1.42067	3.95
72.9637	15.91	0.4723	1.29663	2.94
77.2558	15.76	0.6720	1.23394	2.91

Tabla A.14 Lista de picos de la muestra M28.

FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-005-0586	84	Calcite, syn	0.056	0.987	Ca C O3

Tabla A.15 Fichas para comparar con los patrones.

## GRÁFICO

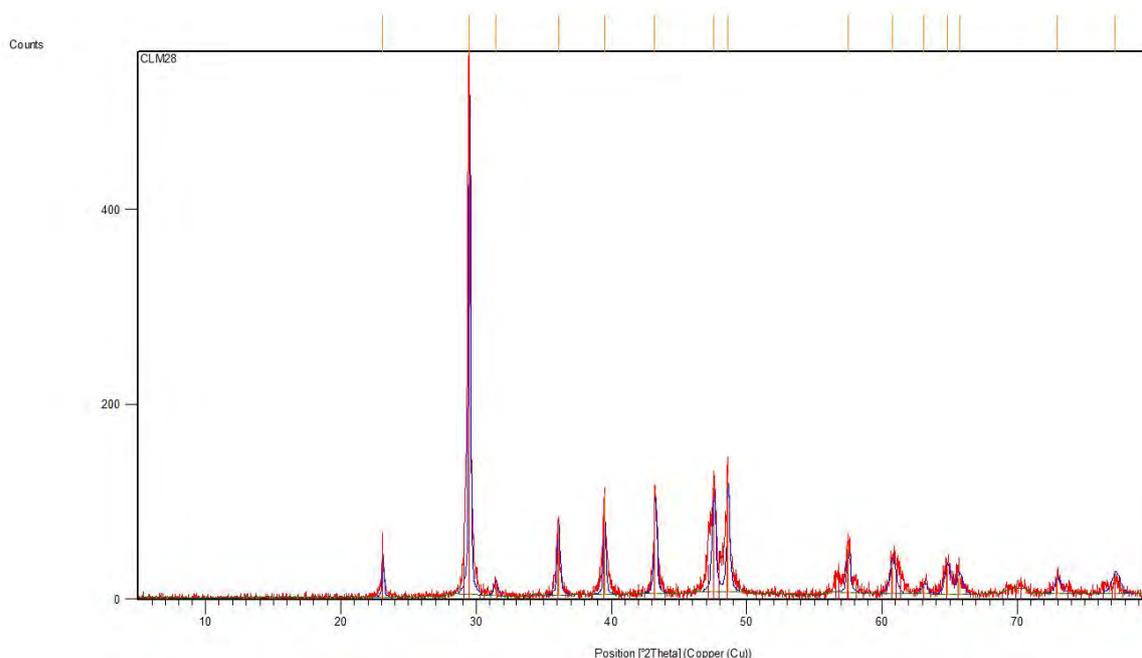


Fig. A.58. Gráfico de DRX de la muestra M28.

Muestra M29 (Godella)

CONDICIONES DE MEDIDA

Dataset Name CL29  
 File name D:\geologia\Alonso\CL29.xrdml  
 Sample Identification CL29  
 Measurement Date / Time 18/01/2012 15:07:20  
 Raw Data Origin XRD measurement (\*.XRDML)  
 Scan Axis Gonio  
 Start Position [ $^{\circ}2\theta$ .] 5.0100  
 End Position [ $^{\circ}2\theta$ .] 79.9900  
 Step Size [ $^{\circ}2\theta$ .] 0.0200  
 Scan Step Time [s] 1.0000  
 Scan Type Continuous  
 Offset [ $^{\circ}2\theta$ .] 0.0000  
 Divergence Slit Type Automatic  
 Irradiated Length [mm] 10.00  
 Specimen Length [mm] 10.00  
 Receiving Slit Size [mm] 0.2000  
 Measurement Temperature [ $^{\circ}\text{C}$ ] 25.00  
 Anode Material Cu  
 K-Alpha1 [ $\text{\AA}$ ] 1.54060  
 K-Alpha2 [ $\text{\AA}$ ] 1.54443  
 K-Beta [ $\text{\AA}$ ] 1.39225  
 K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000  
 Generator Settings 40 mA, 45 kV  
 Diffractometer Type 0000000085078724  
 Diffractometer Number 0  
 Goniometer Radius [mm] 240.00  
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00  
 Incident Beam Monochromator No  
 Spinning No

## LISTA DE PICOS

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
23.1353	56.20	0.1574	3.84459	3.99
29.4405	1407.99	0.0984	3.03399	100.00
31.5004	16.69	0.2362	2.84014	1.19
36.0304	218.73	0.0960	2.49070	15.53
36.1433	107.38	0.0720	2.48935	7.63
39.4570	199.62	0.1200	2.28194	14.18
43.2267	187.35	0.0720	2.09127	13.31
47.1449	72.98	0.1440	1.92619	5.18
47.5496	187.25	0.1200	1.91073	13.30
48.5313	211.91	0.1440	1.87435	15.05
56.6292	42.81	0.2400	1.62403	3.04
57.4842	120.61	0.1200	1.60189	8.57
58.1676	14.97	0.2880	1.58469	1.06
60.7434	86.87	0.0960	1.52351	6.17
61.5212	25.00	0.2880	1.50610	1.78
63.1014	27.23	0.1440	1.47214	1.93
64.7475	108.99	0.0960	1.43863	7.74
65.6621	34.06	0.2880	1.42079	2.42
69.3399	11.20	0.3840	1.35414	0.80
70.3058	28.58	0.1440	1.33788	2.03
72.9678	37.11	0.1920	1.29550	2.64
76.4615	14.80	0.3840	1.24477	1.05
77.2861	23.00	0.3840	1.23353	1.63

Tabla A.16 Lista de picos de la muestra M29.

## FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Scale Factor	Chemical Formula
	00-005-0586	84	Calcite, syn	0.034	0.916	Ca C O3

Tabla A.17 Fichas para comparar con los patrones.

## GRÁFICO

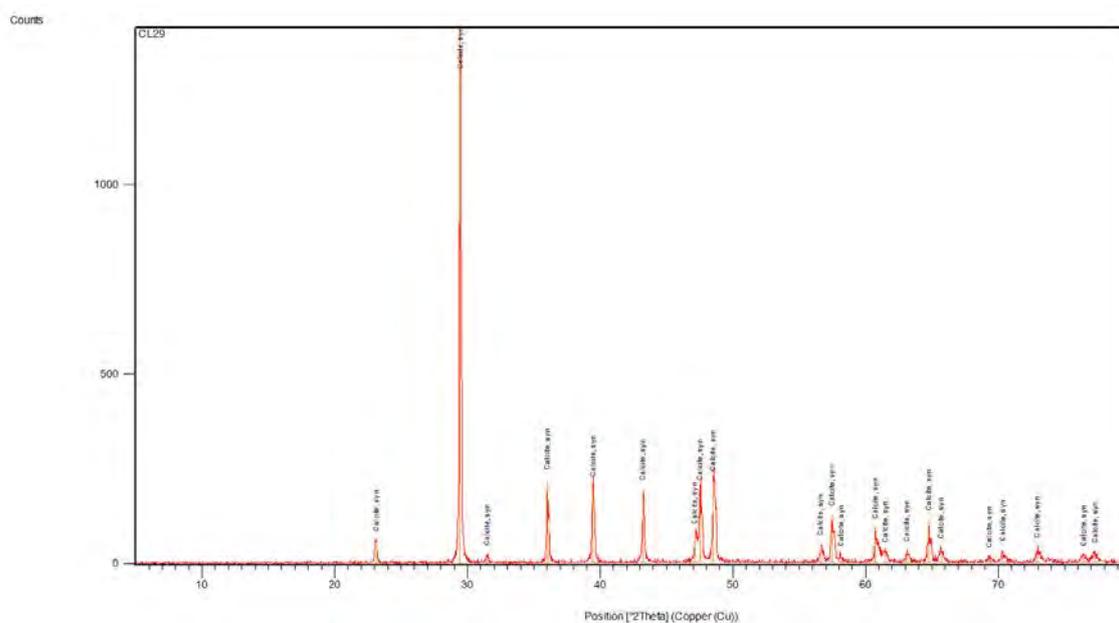


Fig. A.59. Gráfico de DRX de la muestra M29.

Muestra M32 (Cantera de Godella)

CONDICIONES DE MEDIDA

Dataset Name CL32

File name D:\geologia\Alonso\CL32.xrdml

Sample Identification CL32

Measurement Date / Time 18/01/2012 16:10:50

Raw Data Origin XRD measurement (\*.XRDML)

Scan Axis Gonio

Start Position [°2Th.] 5.0100

End Position [°2Th.] 79.9900

Step Size [°2Th.] 0.0200

Scan Step Time [s] 1.0000

Scan Type Continuous

Offset [°2Th.] 0.0000

Divergence Slit Type Automatic

Irradiated Length [mm] 10.00

Specimen Length [mm] 10.00

Receiving Slit Size [mm] 0.2000

Measurement Temperature [°C] 25.00

Anode Material Cu

K-Alpha1 [Å] 1.54060

K-Alpha2 [Å] 1.54443

K-Beta [Å] 1.39225

K-A2 / K-A1 Ratio 0.50000

Generator Settings 40 mA, 45 kV

Diffractometer Type 0000000085078724

Diffractometer Number 0

Goniometer Radius [mm] 240.00

Dist. Focus-Diverg. Slit [mm] 100.00

Incident Beam Monochromator No

Spinning No

## LISTA DE PICOS

Pos. [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Height [cts]	FWHM [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	d-spacing [ $\text{\AA}$ ]	Rel. Int. [%]
23.0718	62.55	0.0984	3.85503	6.74
29.4541	928.25	0.1574	3.03262	100.00
31.5451	11.78	0.1181	2.83621	1.27
36.0119	134.15	0.0787	2.49400	14.45
39.4581	198.91	0.1181	2.28377	21.43
43.2200	200.56	0.1181	2.09331	21.61
47.1812	76.52	0.1181	1.92639	8.24
47.5605	226.12	0.1181	1.91190	24.36
48.5382	203.44	0.0984	1.87566	21.92
56.6035	43.14	0.0787	1.62606	4.65
57.4696	155.13	0.1181	1.60359	16.71
60.7660	73.03	0.1181	1.52426	7.87
63.1214	30.43	0.1181	1.47294	3.28
64.7472	76.35	0.1200	1.43863	8.23
64.9129	60.84	0.0720	1.43893	6.55
65.6336	37.56	0.1920	1.42134	4.05
69.3228	14.79	0.3840	1.35443	1.59
70.2276	19.72	0.2400	1.33918	2.12
72.9165	31.27	0.1920	1.29628	3.37
76.3786	14.35	0.1440	1.24591	1.55
77.2171	35.13	0.1440	1.23446	3.78

Tabla A.18 Lista de picos de la muestra M32.

## FICHAS ACEPTADAS

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [ $^{\circ}2\text{Th.}$ ]	Scale Factor	Chemical Formula
	00-005-0586	84	Calcite, syn	0.022	0.744	Ca C O3

Tabla A.19 Fichas para comparar con los patrones.

GRÁFICO

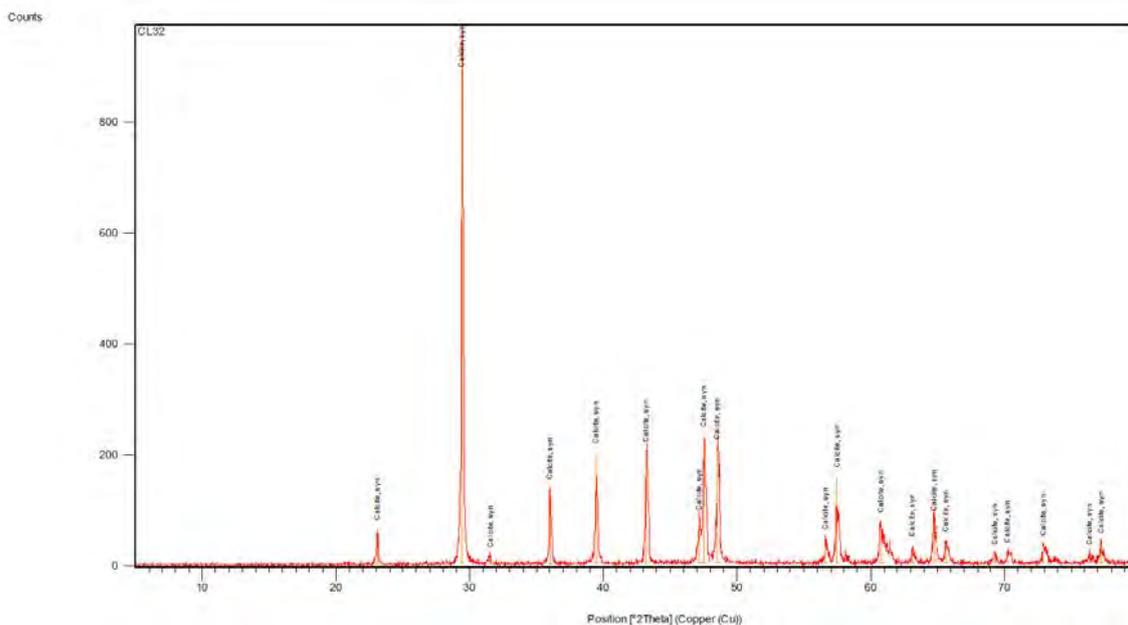


Fig. A.60. Gráfico de DRX de la muestra M32.

A continuación se muestran las fichas para compararlos picos, aunque en nuestro caso el procedimiento informático busca automáticamente los patrones.

**CARBONATOS TÍPICOS**

05-0586  
CaCO<sub>3</sub>

**Calcium Carbonate**

**Calcite, syn**

Rad.: CuKα<sub>1</sub> λ: 1.5405 Filter: Ni Beta.M d-sp:  
Cut off: Int.: Diffract. 1/Cor.: 2.00  
Ref: Swanson, Fuyat, Natl. Bur. Stand. (U.S.). Circ. 539, II, 51 (1953)

Sys.: Rhombohedral S.G.: R $\bar{3}c$  (167)  
a: 4.989 b: c: 17.062 A: C: 3.4199  
α: β: γ: Z: 6 mp:  
Ref: Ibid.

Dx: 2.711 Dm: 2.710 SS/FOM: F<sub>30</sub>=57(.0159, 33)

ω: 1.487 ηωβ: 1.659 ωγ: Sign: - 2V:  
Ref: Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., II, 142

Color: Colorless  
Pattern taken at 26 C. Sample from Mallinckrodt Chemical Works. CAS #: 13397-26-7. Spectroscopic analysis: <0.1% Sr; <0.01% Ba; <0.001% Al, B, Cs, Cu, K, Mg, Na, Si, Sn; <0.0001% Ag, Cr, Fe, Li, Mn. Other form: aragonite. Pattern reviewed by Parks, J., McCarthy, G., North Dakota State Univ., Fargo, ND, USA, ICDD Grant-in-Aid (1992). Agrees well with experimental and calculated patterns. Additional weak reflections [indicated by brackets] were observed. Calcite group, calcite subgroup.  
PSC: hR10. Mwt: 100.09. Volume[CD]: 367.78.

d Å	Int	h	k	l	d Å	Int	h	k	l
3.86000	12	0	1	2	1.02340	<1	2	1	13
3.03500	100	1	0	4	1.01180	2	3	0	12
2.84500	3	0	0	6	989500	<1	3	2	1
2.49500	14	1	1	0	984600	1	2	3	2
2.28500	18	1	1	3	978200	1	1	3	10
2.09500	18	2	0	2	976700	3	1	2	14
1.92700	5	0	2	4	965500	2	3	2	4
1.91300	17	0	1	8	963600	4	0	4	8
1.87500	17	1	1	6	956200	<1	0	2	16
1.62600	4	2	1	1	942900	2	4	1	0
1.60400	8	1	2	2	937600	2	2	2	12
1.58700	2	1	0	10					
1.52500	5	2	1	4					
1.51800	4	2	0	8					
1.51000	3	1	1	9					
1.47300	2	1	2	5					
1.44000	5	3	0	0					
1.42200	3	0	0	12					
1.35600	1	2	1	7					
1.33900	2	0	2	10					
1.29700	2	1	2	8					
1.28400	1	3	0	6					
1.24700	1	2	2	0					
1.23500	2	1	1	12					
1.18690	<1	3	1	2					
1.17950	3	2	1	10					
1.17280	<1	0	1	14					
1.15380	3	1	3	4					
1.14250	1	2	2	6					
1.12440	<1	1	2	11					
1.06130	1	2	0	14					
1.04730	3	4	0	4					
1.04470	4	3	1	8					
1.03520	2	1	0	16					

©1996 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved.

Fig. A.61. Ficha del Calcio sintético.

43-1161		Wavelength 1.54056									
SiO2		d	Int	h	k	l	d	Int	h	k	l
Silicon Oxide		4.25700	22	1	0	0	987300	1	3	1	3
Quartz, syn		3.34200	100	1	0	1	978300	<1	3	0	4
Rad.: CuKα1 λ: 1.5405 Filter: Mono. d-sp: Diffractometer		2.45700	8	1	1	0	976200	1	3	2	0
Cut off: Int.: Diffract. I/Icon: 3.6		2.28200	8	1	0	2	963600	1	2	0	5
Ref: Natl. Bur. Stand. (U.S.) Monogr. 25, 18, 61 (1981)		2.23700	4	1	1	1					
		2.12700	6	2	0	0					
		1.97920	4	2	0	1					
		1.81790	14	1	1	2					
		1.80210	<1	0	0	3					
		1.67190	4	2	0	2					
		1.65910	2	1	0	3					
Sys.: Hexagonal S.G.: P3221 (154)		1.60820	<1	2	1	0					
a: 4.9133(2) b: c: 5.4053(4) A: C: 1.1001		1.54180	9	2	1	1					
α: β: γ: Z: 3 mp:		1.45360	1	1	1	3					
Ref: Ibid.		1.41890	<1	3	0	0					
		1.38200	6	2	1	2					
		1.37520	7	2	0	3					
		1.37180	8	3	0	1					
Dx: 2.649 Dm: 2.656 SS/FOM: F30=77(.0126, 31)		1.28800	2	1	0	4					
		1.25580	2	3	0	2					
εα: ηωβ: 1.544 εγ: 1.553 Sign: + 2V.		1.22850	1	2	2	0					
Ref: Swanson, Fuyat, Natl. Bur. Stand. (U.S.) Circ. 539, 3, 24 (1954)		1.19990	2	2	1	3					
		1.19780	1	2	2	1					
		1.18430	3	1	1	4					
		1.18040	3	3	1	0					
Color: Colorless		1.15320	1	3	1	1					
Pattern taken at 25 C. Sample from the Glass Section at NBS, Gaithersburg, MD, USA, ground single-crystals of optical quality.		1.14050	<1	2	0	4					
Pattern reviewed by Holzer, J., McCarthy, G., North Dakota State Univ., Fargo, ND, USA, ICDD Grant-in-Aid (1990). Agrees well with experimental and calculated patterns. 02 Si type. Quartz group. Also called: silica.Silicon used as an internal stand.		1.11430	<1	3	0	3					
PSC: hP9. To replace 5-490 and validated by calculated pattern.		1.08130	2	3	1	2					
Deleted by 46-1045, higher FN, more complete. LRB 1/95. Plus 6 additional reflections to 0.9089. Mwt: 60.08. Volume[CD]: 113.00.		1.06350	<1	4	0	0					
		1.04760	1	1	0	5					
		1.04380	<1	4	0	1					
		1.03470	<1	2	1	4					
		1.01500	1	2	2	3					
		989800	1	4	0	2					

©1996 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved.

Fig. A.62. Ficha del Cuarzo sintético.

**Fluorescencia de rayos X**

este ensayo ha sido dirigido en la Universidad de Alicante por el Dr. David Benavente (responsable del laboratorio), del grupo de Petrología Aplicada del Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.

M14

1/20/2012 1:57:25 PM

UNIVERSIDAD DE ALICANTE-SICAI,FLUORESCENCIA DE RAYOS X- Op.Jose Bautista

Cuantificación de la muestra M-14 D.BENAVENTE perla,

R.M.S.:0.000

Suma antes normal.:100.0 %

Normalizar a:100.0 %

L.O.I.:39.82 %

Tipo Muestra:Perla fundida

Peso inicial de muestra (g):0.300

Peso antes de fusión (g):5.808

Peso después de la fusión (g):5.808

Aplicar corrección de Medio:No

Aplicar corrección de Film:Ninguno

Usar Lista de Compuestos:OXIDES

Base de datos de Resultados:cc tierra

Base de datos de Resultados en:c:\archivos de programa\philips\superq\userdata

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,39.7	MgO	0,594
2,O,18.0	Al2O3	0,463
3,Si,1.12	SiO2	2,395
4,Mg,0.358	P2O5	0,178
5,Al,0.245	S03	0,271
6,Fe,0.225	K2O	0,138
7,Cl,0.141	CaO	55,531
8,K,0.115	Fe2O3	0,321
9,S,0.109	SrO	0,032
10,P,0.0775	PtO2	0,067
11,Pt,0.0574	Cl	0,141
12,Au,0.0523	Au	0,052
13,Sr,0.0268		

M15

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,39.7	MgO	0,38
2,O,16.6	Al2O3	0,068
3,Si,0.238	SiO2	0,51
4,Mg,0.229	P2O5	0,042
5,S,0.137	S03	0,342
6,Fe,0.0831	CaO	55,525
7,Sr,0.0370	Fe2O3	0,119
8,Al,0.0357	SrO	0,044
9,P,0.0185		

## M19

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,39.4	MgO	0,651
2,O,18.8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,638
3,Si,1.04	SiO <sub>2</sub>	2,222
4,S,0.653	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,075
5,Pt,0.563	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,631
6,Mg,0.393	K <sub>2</sub> O	0,148
7,Fe,0.373	CaO	55,167
8,Al,0.337	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,534
9,K,0.123	SeO <sub>2</sub>	0,04
10,Th,0.0720	SrO	0,049
11,Au,0.0524	PtO <sub>2</sub>	0,655
12,Sr,0.0414	Cl	0,082
13,P,0.0327	Au	0,052
14,Se,0.0285		
15,Ti,<<		

## M20

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,39.4	MgO	0,757
2,O,18.8	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,738
3,Si,1.60	SiO <sub>2</sub>	3,432
4,Mg,0.456	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,098
5,Al,0.391	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6
6,Fe,0.310	K <sub>2</sub> O	0,207
7,S,0.240	CaO	55,065
8,K,0.172	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,444
9,Pt,0.0547	SrO	0,034
10,P,0.0429	PtO <sub>2</sub>	0,064
11,Sr,0.0289		

## M24

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,37.7	MgO	0,574
2,O,17.5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,724
3,Si,0.952	SiO <sub>2</sub>	2,036
4,Al,0.383	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09
5,S,0.360	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,899
6,Mg,0.346	K <sub>2</sub> O	0,199
7,Fe,0.330	CaO	52,722
8,K,0.165	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,472
9,Au,0.0621	SrO	0,04
10,P,0.0394	Au	0,062
11,Sr,0.0337		
12,Pt,<<		

## M28

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,40.1	MgO	0,487
2,O,16.7	SiO <sub>2</sub>	0,401
3,Mg,0.294	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,454
4,Si,0.187	CaO	56,171
5,S,0.182	SrO	0,064
6,Pt,0.137	PtO <sub>2</sub>	0,159
7,Sr,0.0539	Au	0,048
8,Au,0.0481		

## M29

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,39.5	MgO	0,538
2,O,16.6	SiO2	0,455
3,Mg,0.324	SO3	0,581
4,S,0.233	CaO	55,271
5,Si,0.212	SrO	0,075
6,Pt,0.174	PtO2	0,203
7,Ba,0.168	Au	0,054
8,Sr,0.0638	BaO	0,188
9,Au,0.0545		
10,Zr,<<		
11,Fe,<<		

## M31

Elementos (%)	Óxidos	
1,Ca,39.6	MgO	0,329
2,O,16.7	SiO2	0,869
3,Si,0.406	SO3	0,388
4,Mg,0.198	CaO	55,464
5,S,0.155	Fe2O3	0,13
6,Fe,0.0908	SrO	0,07
7,Sr,0.0591	Au	0,053
8,Au,0.0525		
9,P,<<		

A continuación se muestran los resultados de los análisis de Microscopía Electrónica realizados en los servicios técnicos de la Universitat Politècnica de València.

Carlos Lerma
27/01/2011 13:45:45

Project: Carlos Lerma  
 Owner: Administrador  
 Site: Site of Interest 1

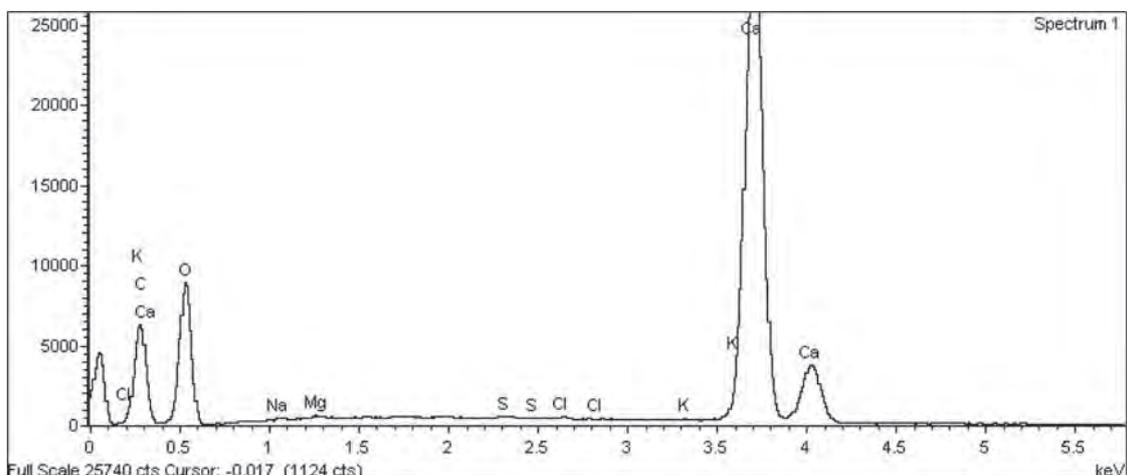
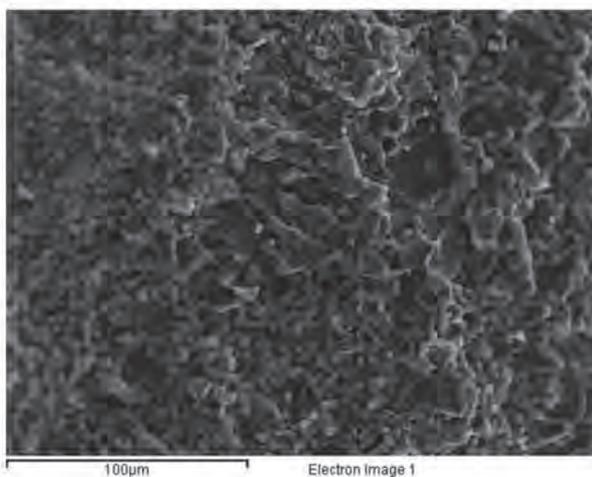
Sample: Piedra Godella  
 Type: Default  
 ID:

Spectrum processing :  
 Peak possibly omitted : 7.376 keV

Processing option : All elements analyzed (Normalised)  
 Number of iterations = 6

Standard :  
 O SiO2 1-jun-1999 12:00 AM  
 Na Albite 1-jun-1999 12:00 AM  
 Mg MgO 1-jun-1999 12:00 AM  
 S FeS2 1-jun-1999 12:00 AM  
 Cl KCl 1-jun-1999 12:00 AM  
 K MAD-10 Feldspar 1-jun-1999 12:00 AM  
 Ca Wollastonite 1-jun-1999 12:00 AM

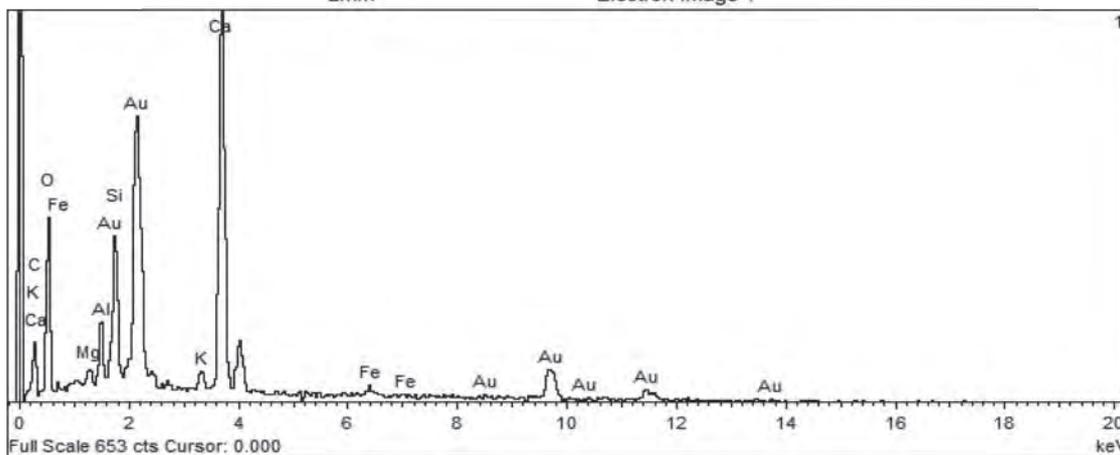
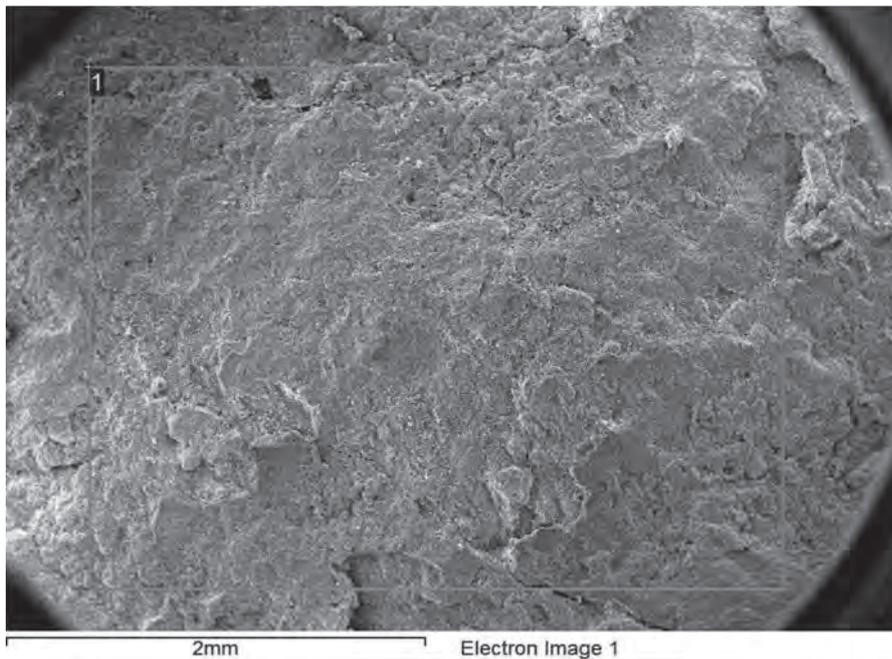
Element	Weight%	Atomic%
O K	63.89	81.47
Na K	0.18	0.16
Mg K	0.16	0.14
S K	0.12	0.08
Cl K	0.10	0.06
K K	0.07	0.04
Ca K	35.48	18.06
Totals	100.00	



A continuación se muestran los resultados de los análisis de Microscopía Electrónica realizados en los servicios técnicos de la Universidad de Oviedo.

**Colegio de Corpus Christi - C. Lerma**

M11 A 01



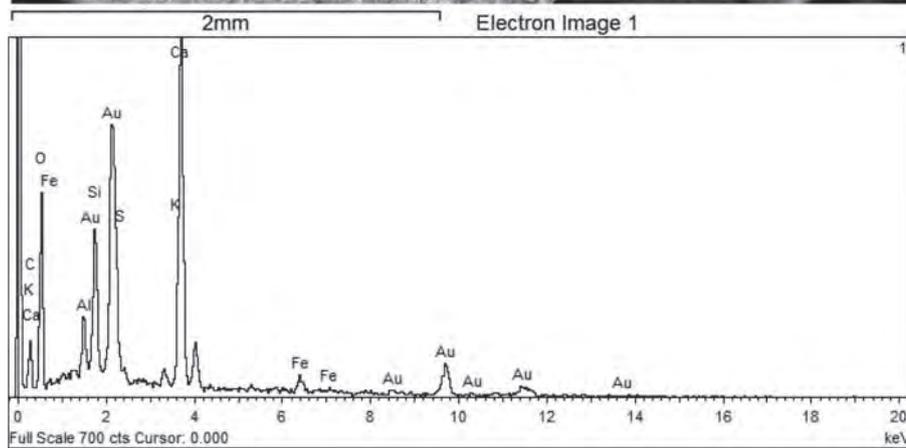
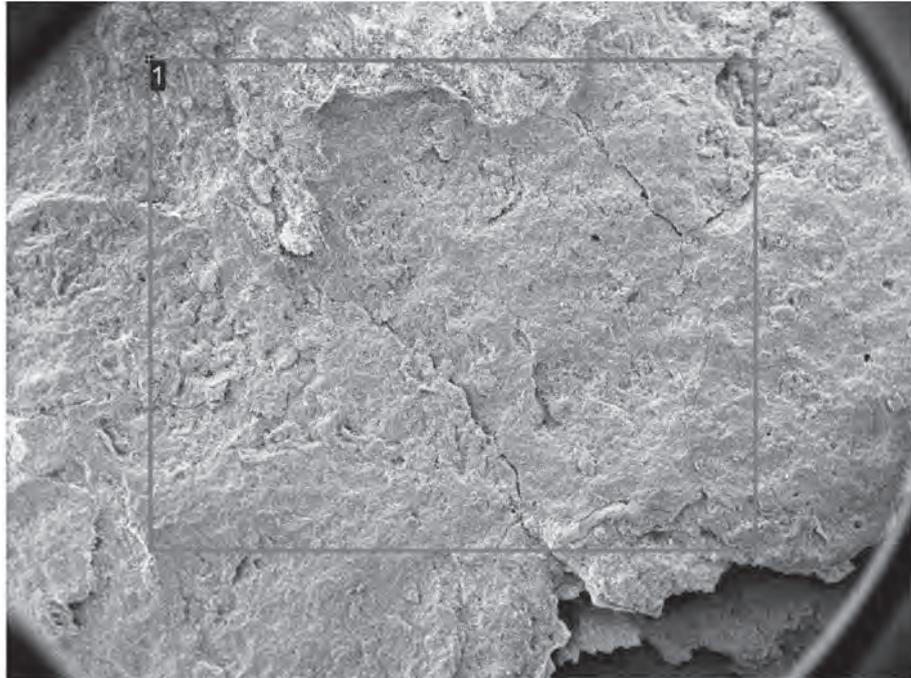
Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	C	O	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	Total
1	Yes	71.16	159.26	1.41	5.75	11.85	2.52	54.77	2.93	309.66
Sum Spectrum	Yes	72.63	165.52	1.44	4.53	10.80	1.83	51.70	4.43	312.87
Mean		71.90	162.39	1.42	5.14	11.33	2.17	53.24	3.68	311.26
Std. deviation		1.03	4.42	0.02	0.86	0.74	0.49	2.18	1.06	
Max.		72.63	165.52	1.44	5.75	11.85	2.52	54.77	4.43	
Min.		71.16	159.26	1.41	4.53	10.80	1.83	51.70	2.93	

All results in weight%

Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

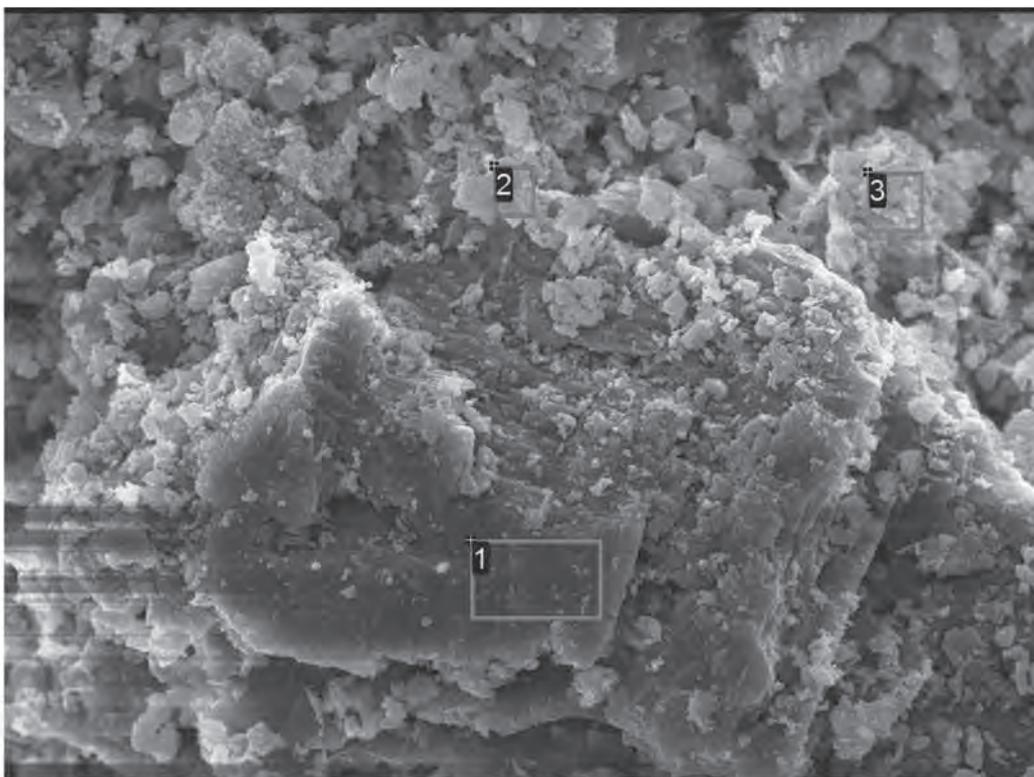
M11 A 02



Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	C	O	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Total
1	Yes	83.99	202.70	6.37	15.31	1.06	2.61	59.63	6.66	378.33
Mean		83.99	202.70	6.37	15.31	1.06	2.61	59.63	6.66	378.33
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		83.99	202.70	6.37	15.31	1.06	2.61	59.63	6.66	
Min.		83.99	202.70	6.37	15.31	1.06	2.61	59.63	6.66	

All results in weight%

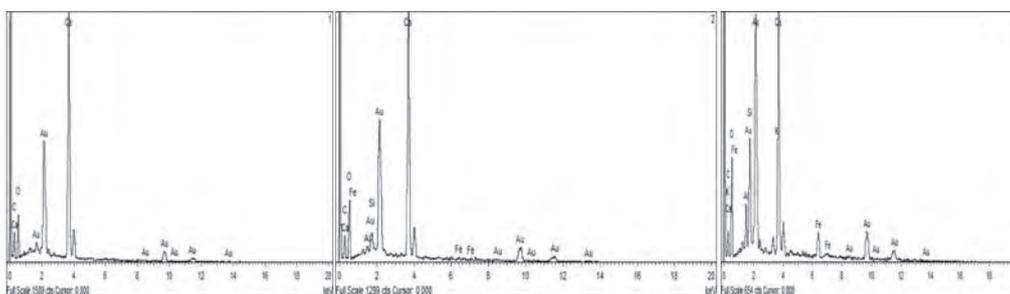


40µm Electron Image 1

Processing option : All elements analysed

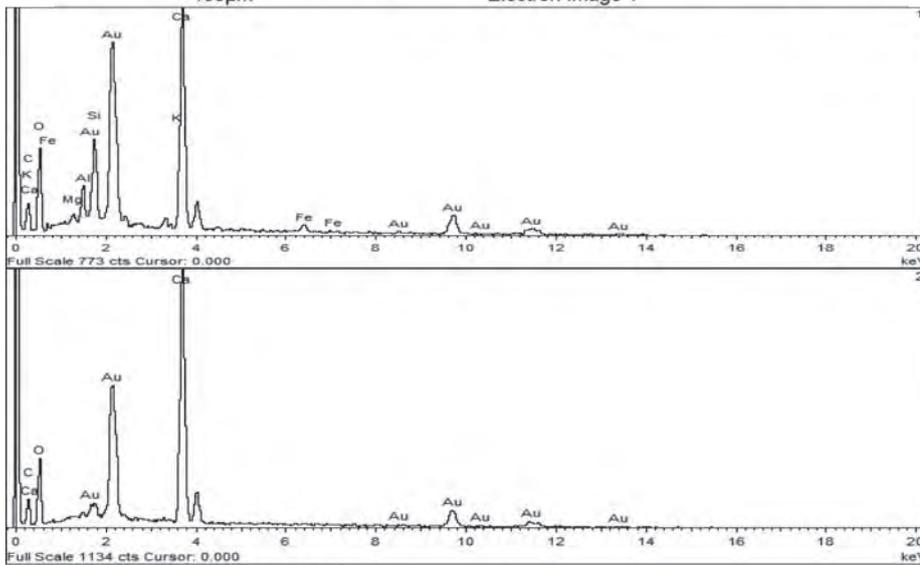
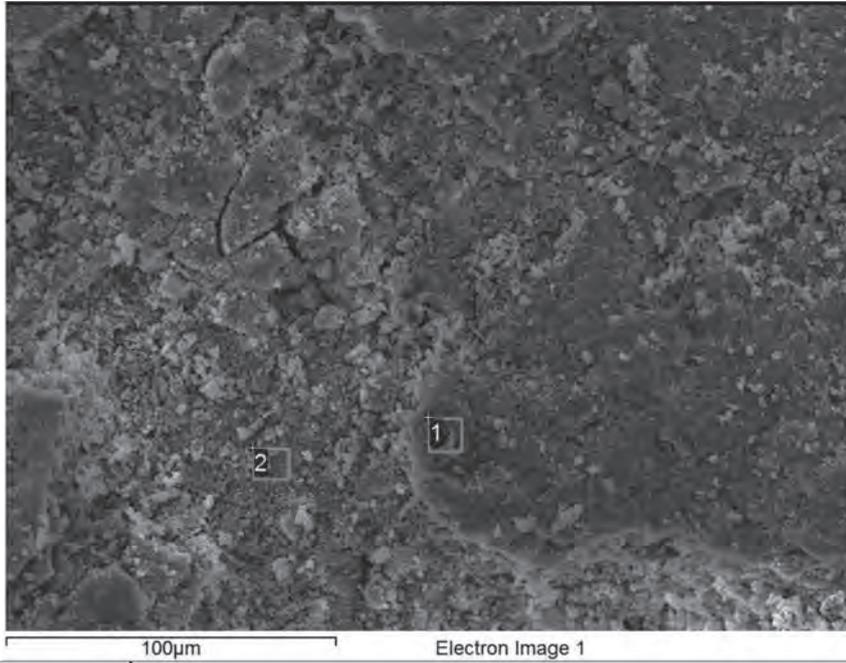
Spectrum	In stats.	C	O	Al	Si	K	Ca	Fe	Total
1	Yes	73.70	199.48				127.87		401.05
2	Yes	64.29	208.28	2.47	4.33		109.09	2.76	391.22
3	Yes	61.83	150.48	7.01	15.44	2.89	54.83	15.11	307.59
Max.		73.70	208.28	7.01	15.44	2.89	127.87	15.11	
Min.		61.83	150.48	2.47	4.33	2.89	54.83	2.76	

All results in weight%



Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

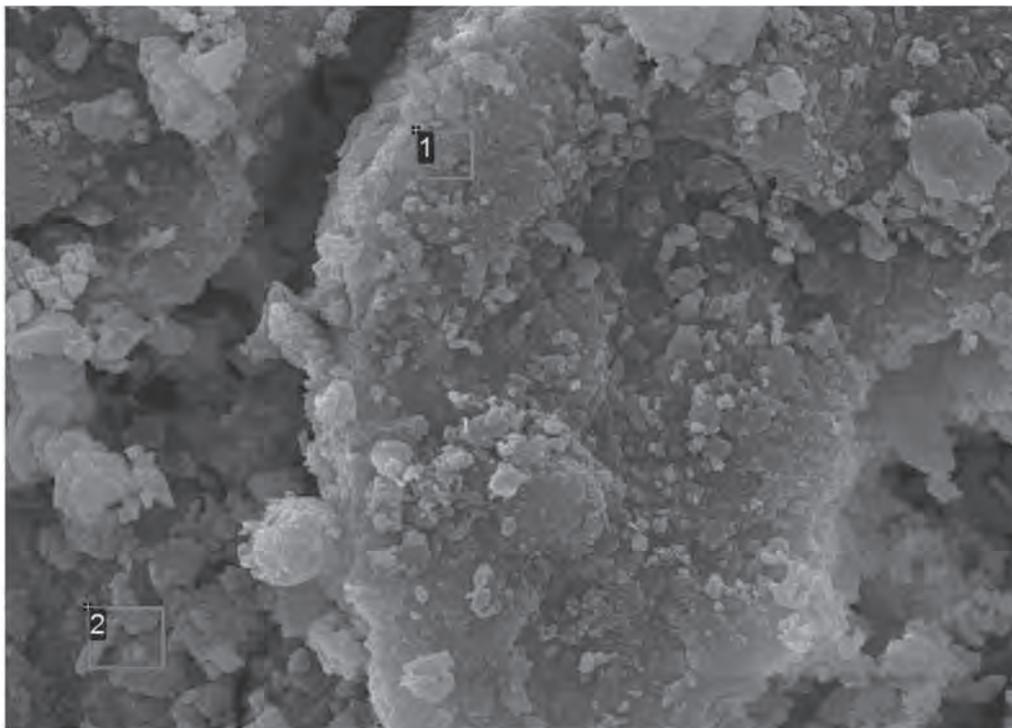
M11 A 04



Processing option : All elements analysed

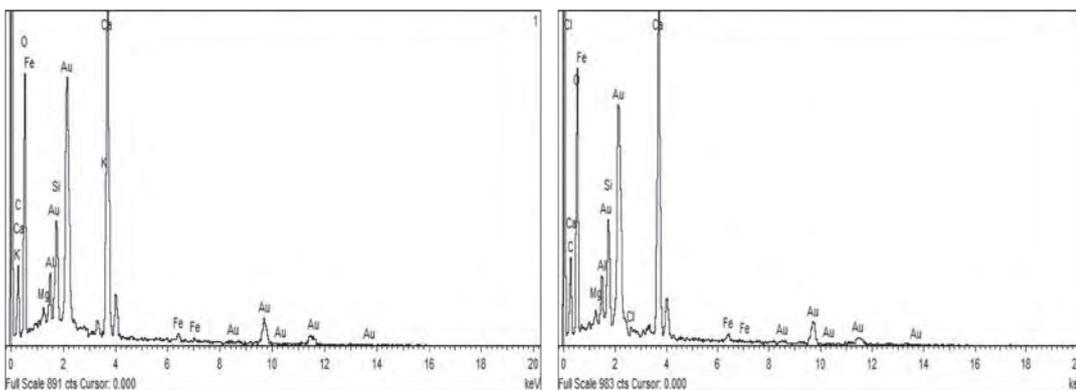
Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	143.45	1.44	6.27	12.52	1.97	65.45	4.99	106.61	342.69
2	Yes	156.73					96.38		99.17	352.27
Max.		156.73	1.44	6.27	12.52	1.97	96.38	4.99	106.61	
Min.		143.45	1.44	6.27	12.52	1.97	65.45	4.99	99.17	

All results in weight%



10µm

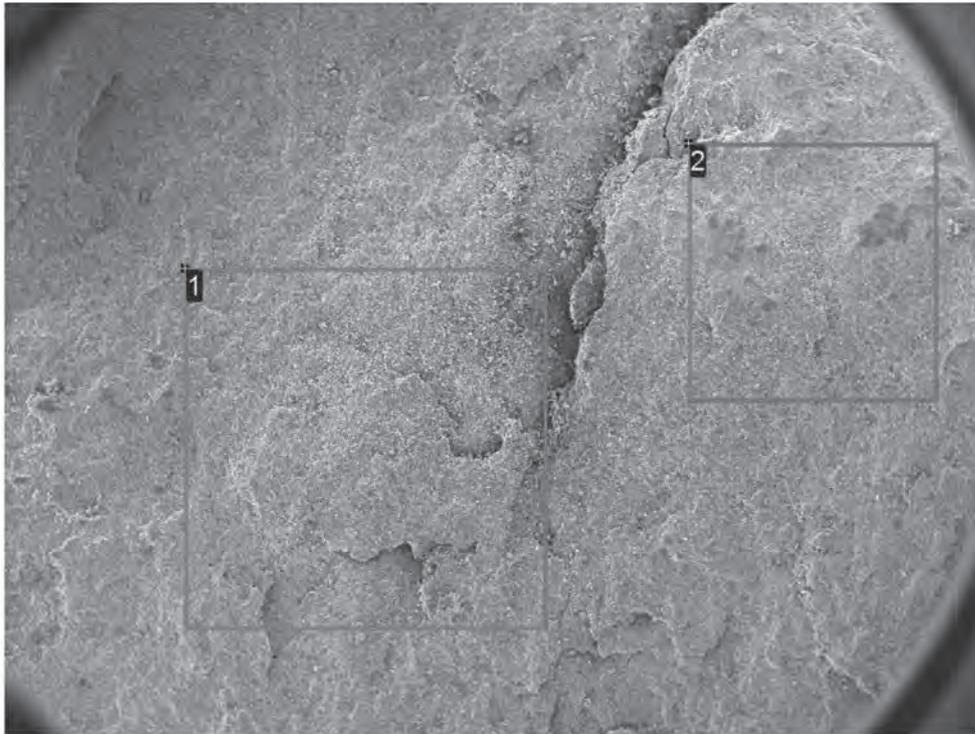
Electron Image 1



Processing option : All elements analysed

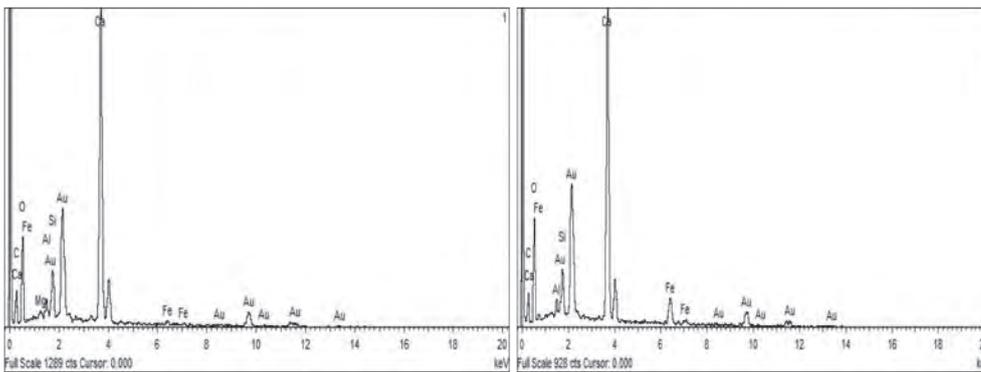
Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	Cl	K	Ca	Fe	Total
1	Yes	273.31	2.29	7.53	12.64		2.85	72.41	3.66	374.68
2	Yes	302.96	2.31	7.87	15.51	1.58		78.07	3.94	412.23
Max.		302.96	2.31	7.87	15.51	1.58	2.85	78.07	3.94	
Min.		273.31	2.29	7.53	12.64	1.58	2.85	72.41	3.66	

All results in weight%



2mm

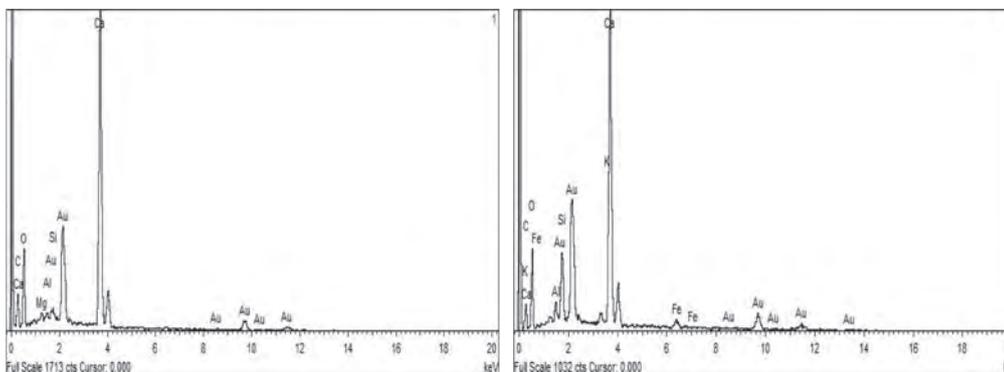
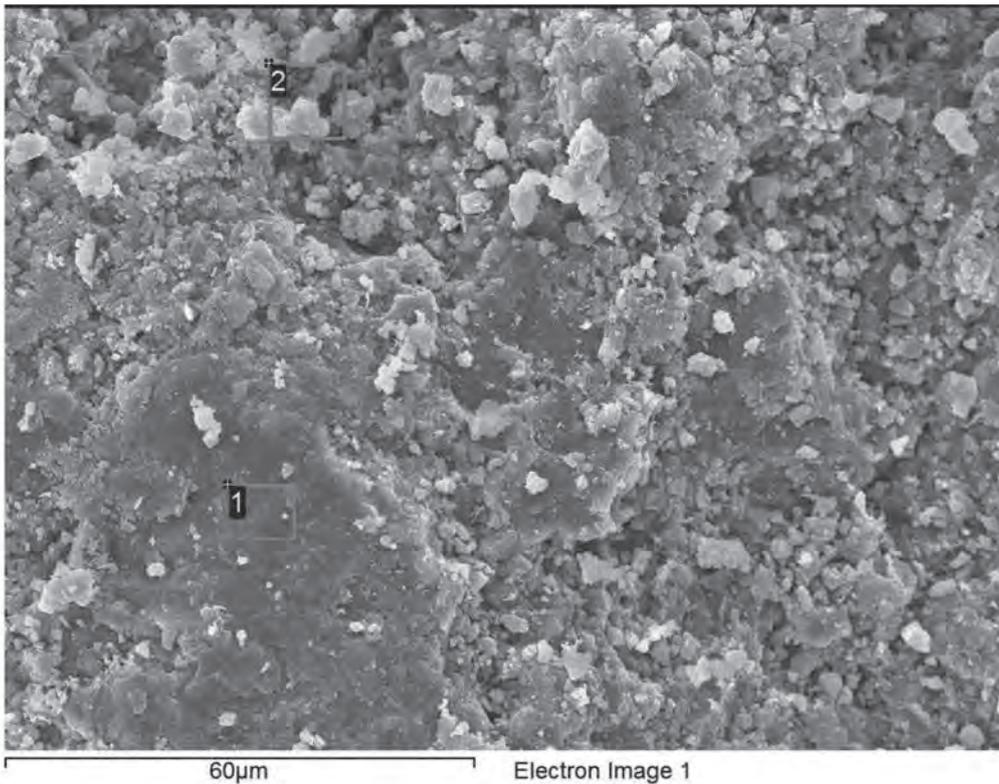
Electron Image 1



Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	199.66	1.71	3.15	9.35	110.68	3.90	77.38	405.82
2	Yes	158.36		2.58	5.51	77.97	16.72	69.95	331.08
Max.		199.66	1.71	3.15	9.35	110.68	16.72	77.38	
Min.		158.36	1.71	2.58	5.51	77.97	3.90	69.95	

All results in weight%



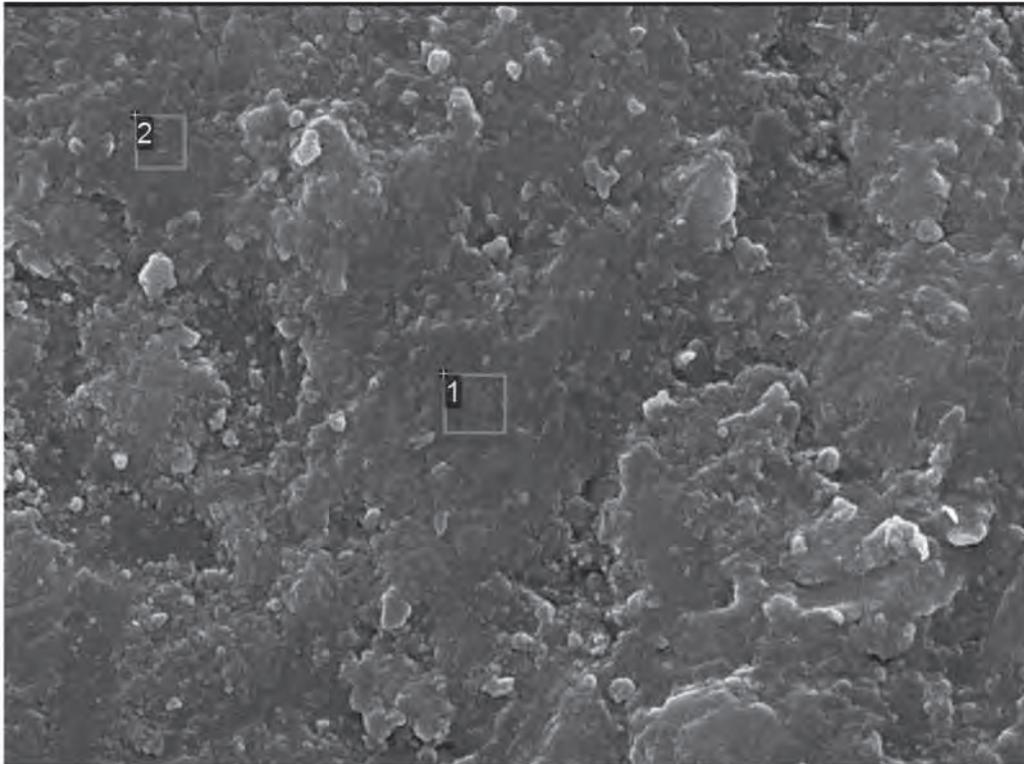
Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	237.11	2.89	1.66	1.57		141.01		92.15	476.39
2	Yes	139.00		3.51	10.63	2.47	86.37	4.86	72.40	319.25
Max.		237.11	2.89	3.51	10.63	2.47	141.01	4.86	92.15	
Min.		139.00	2.89	1.66	1.57	2.47	86.37	4.86	72.40	

All results in weight%

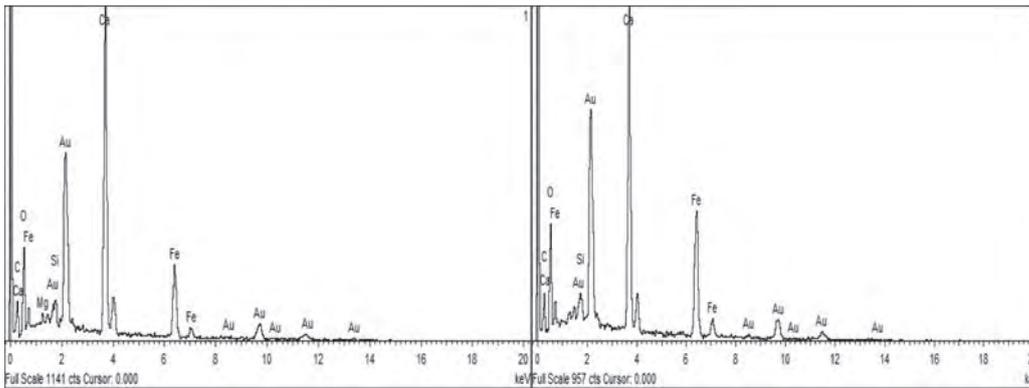
Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

M11.B.08



8µm

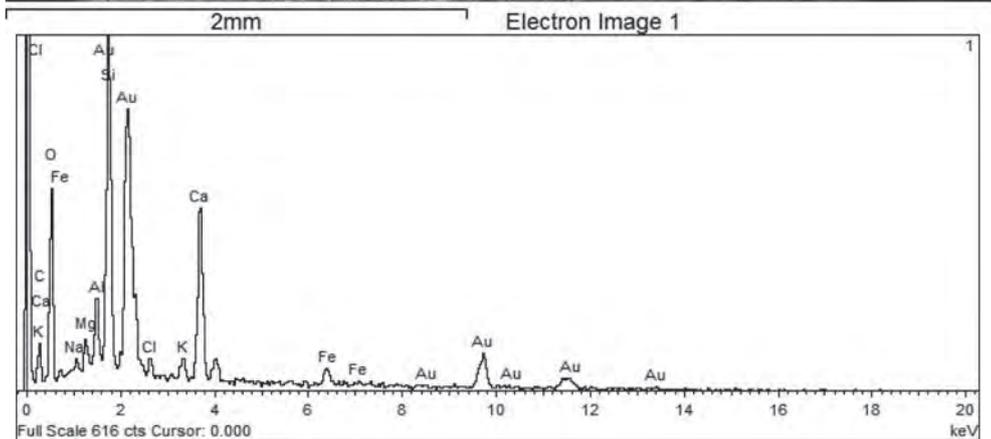
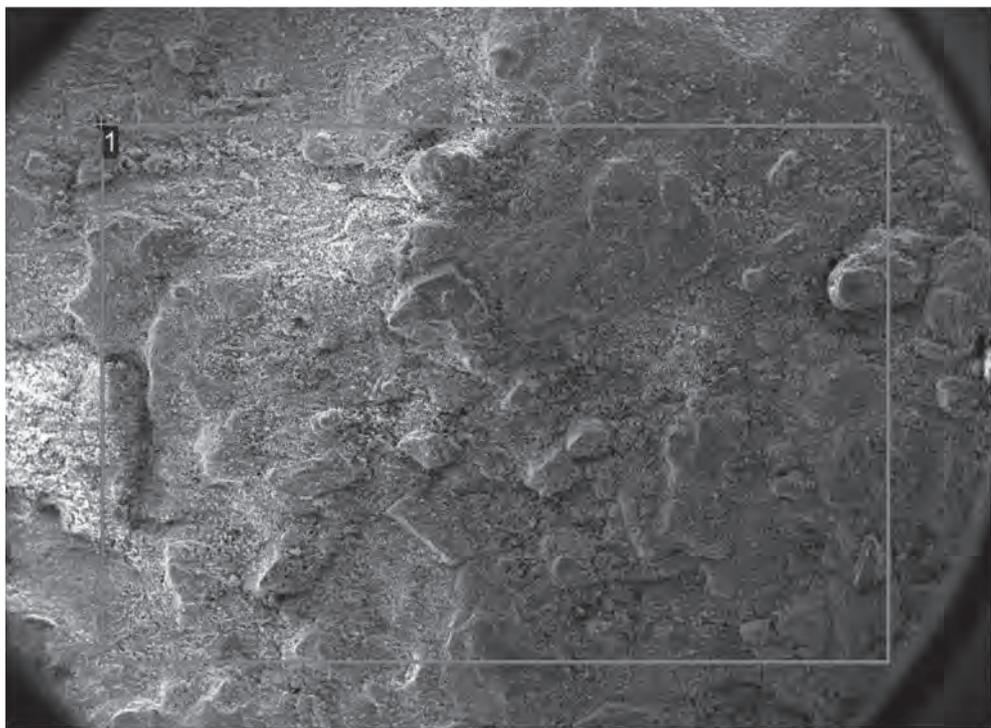
Electron Image 1



Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	O	Mg	Si	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	151.27	2.87	3.37	91.79	49.61	107.71	406.61
2	Yes	148.04		3.19	77.24	74.89	109.55	412.91
Max.		151.27	2.87	3.37	91.79	74.89	109.55	
Min.		148.04	2.87	3.19	77.24	49.61	107.71	

All results in weight%



Processing option : All elements analysed

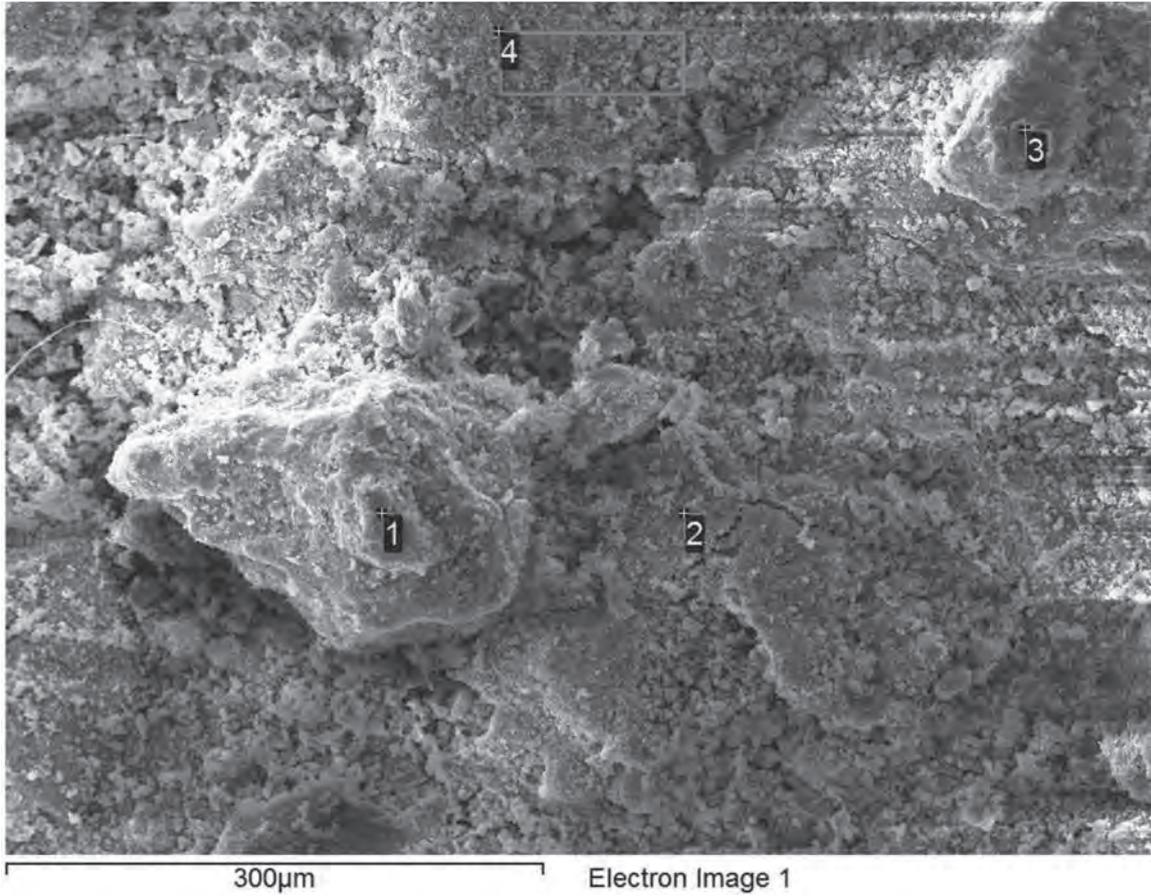
Spectrum	In stats.	O	Na	Mg	Al	Si	Cl	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	130.95	1.71	3.38	6.22	26.42	2.49	3.07	26.63	6.03	70.30	277.20
Sum Spectrum	Yes	111.62	1.44	2.34	5.56	22.59	1.71	2.79	24.84	4.20	62.89	239.98
Mean		121.29	1.58	2.86	5.89	24.50	2.10	2.93	25.73	5.12	66.59	258.59
Std. deviation		13.67	0.19	0.74	0.47	2.71	0.55	0.19	1.27	1.30	5.24	
Max.		130.95	1.71	3.38	6.22	26.42	2.49	3.07	26.63	6.03	70.30	
Min.		111.62	1.44	2.34	5.56	22.59	1.71	2.79	24.84	4.20	62.89	

All results in weight%

La muestra M24 corresponde también al tipo de piedra de Ribarroja. Se sitúa junto a la puerta del campanario, en la esquina SW.

Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

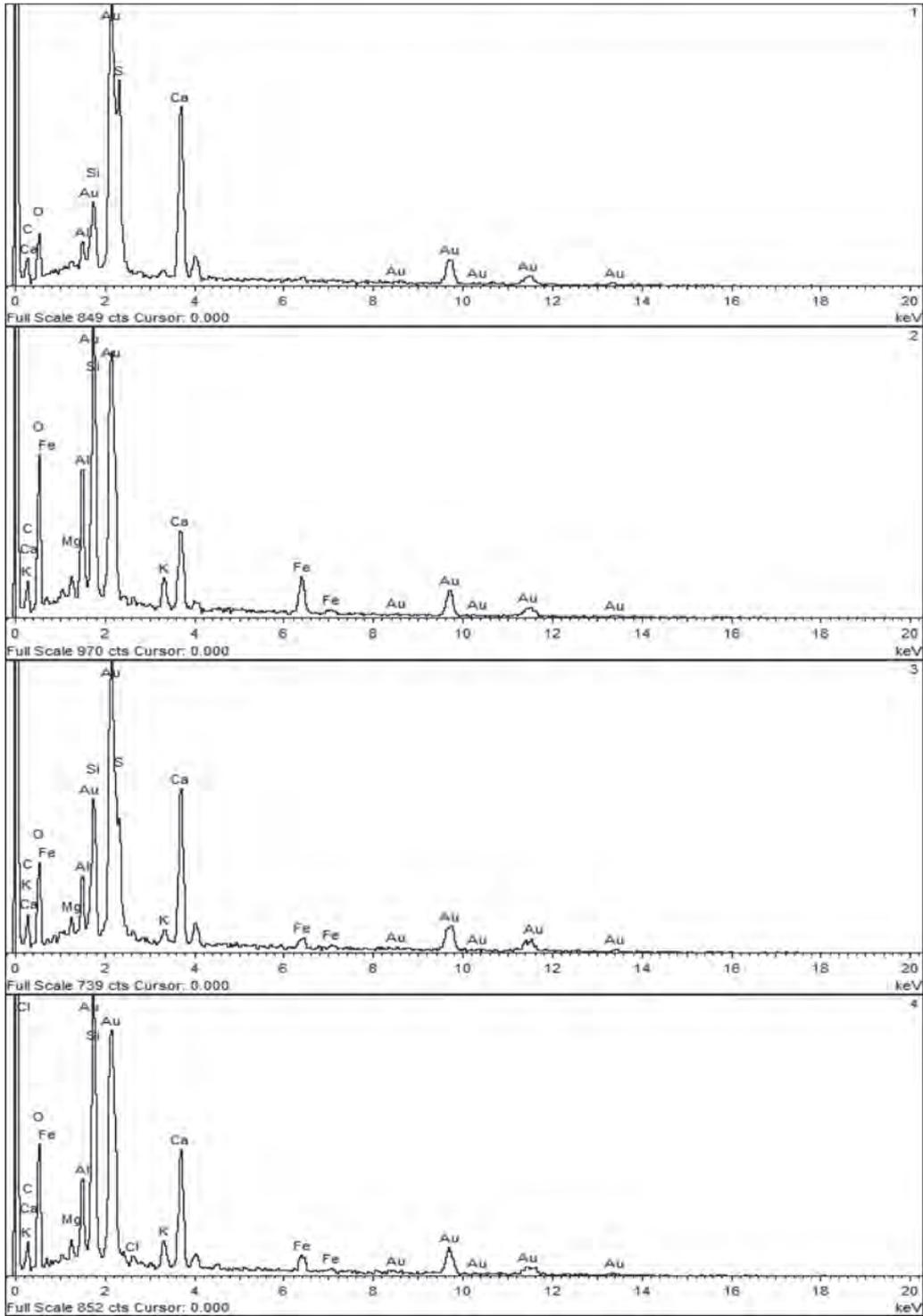
M24 A 10



Processing option : All elements analysed

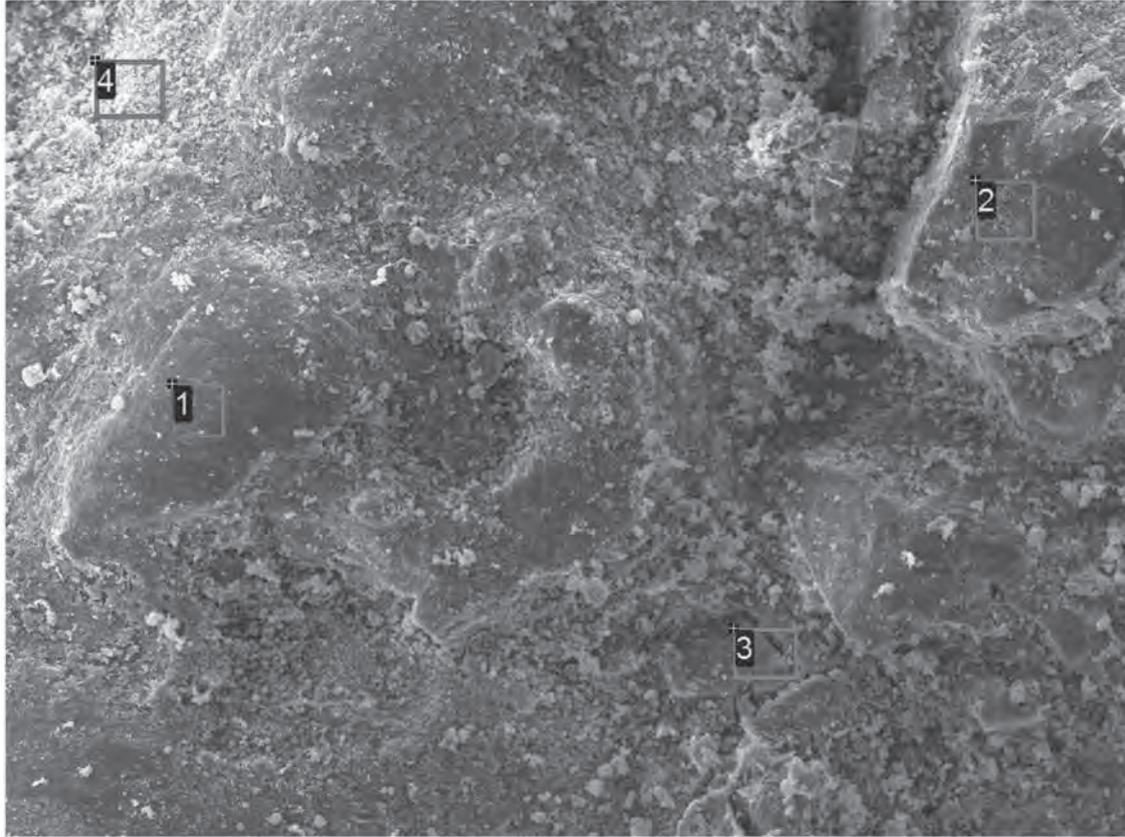
Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	75.00		3.77	7.45	44.70			49.27		135.60	315.80
2	Yes	191.03	4.51	21.46	43.26			8.26	23.70	23.44	153.70	469.36
3	Yes	103.84	2.16	7.18	14.98	23.21		2.68	36.85	5.41	123.70	320.02
4	Yes	164.45	3.61	12.00	37.44		2.53	6.28	32.37	10.83	131.36	400.87
Max.		191.03	4.51	21.46	43.26	44.70	2.53	8.26	49.27	23.44	153.70	
Min.		75.00	2.16	3.77	7.45	23.21	2.53	2.68	23.70	5.41	123.70	

All results in weight%



Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

M24 A 12



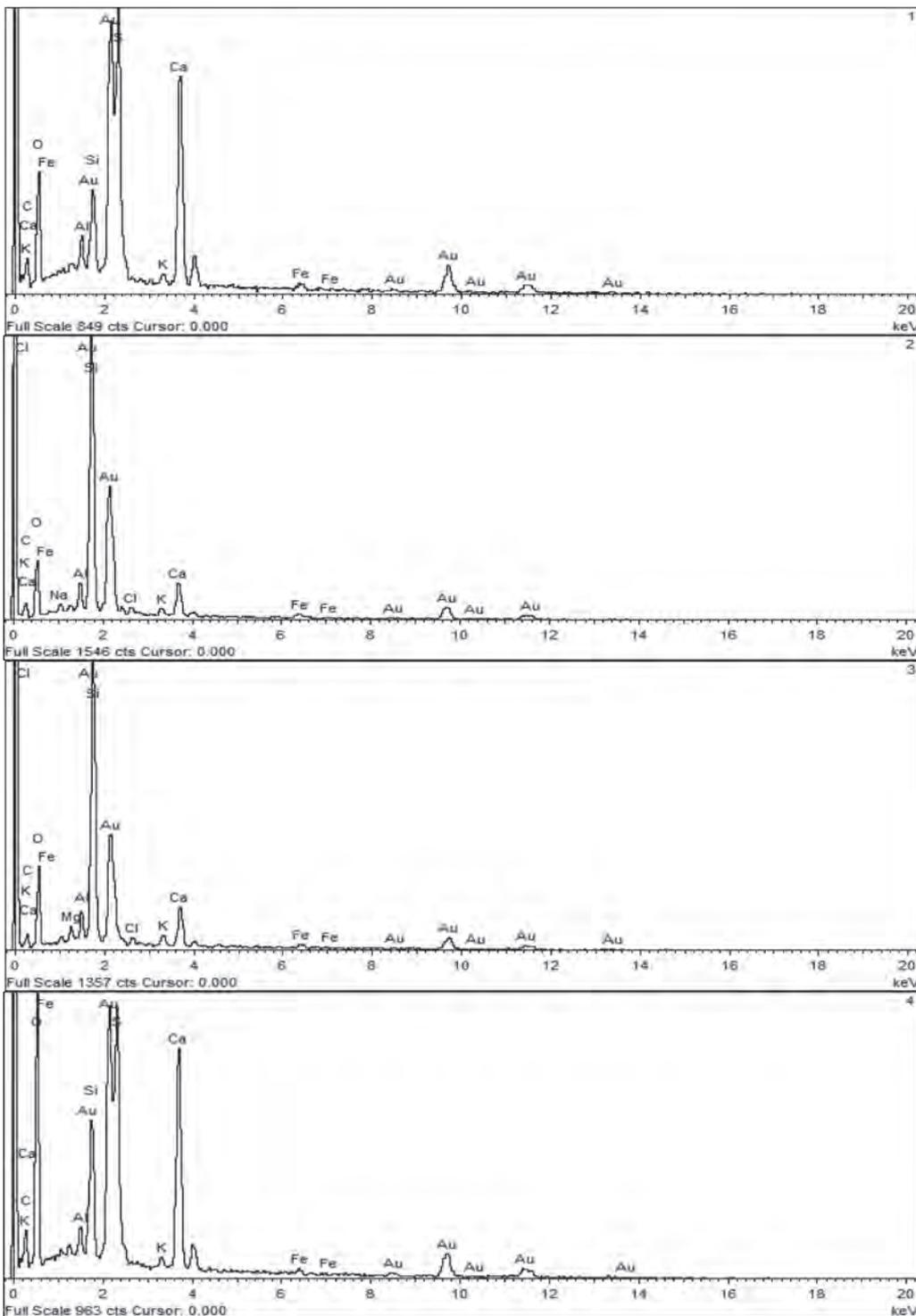
300µm

Electron Image 1

Processing option : All elements analysed

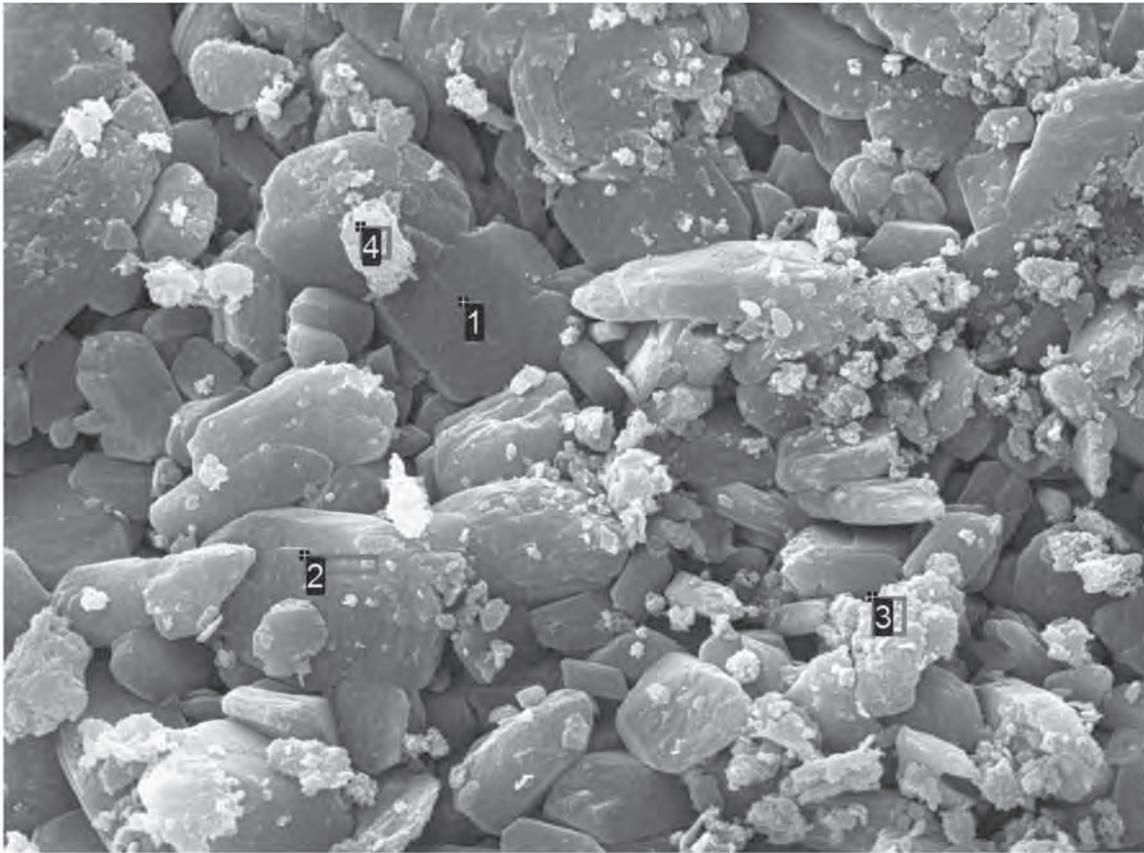
Spectrum	In stats.	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	166.86			4.98	10.85	57.23		2.59	58.27	3.34	133.10	437.21
2	Yes	125.12	3.91		7.43	67.35		3.32	3.07	16.94	2.86	130.76	360.75
3	Yes	139.24		3.23	6.48	60.47		3.37	4.29	16.75	3.36	93.95	331.14
4	Yes	364.41			5.32	21.17	61.88		2.59	66.54	3.97	152.69	678.57
Max.		364.41	3.91	3.23	7.43	67.35	61.88	3.37	4.29	66.54	3.97	152.69	
Min.		125.12	3.91	3.23	4.98	10.85	57.23	3.32	2.59	16.75	2.86	93.95	

All results in weight%



Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

M24 A 13



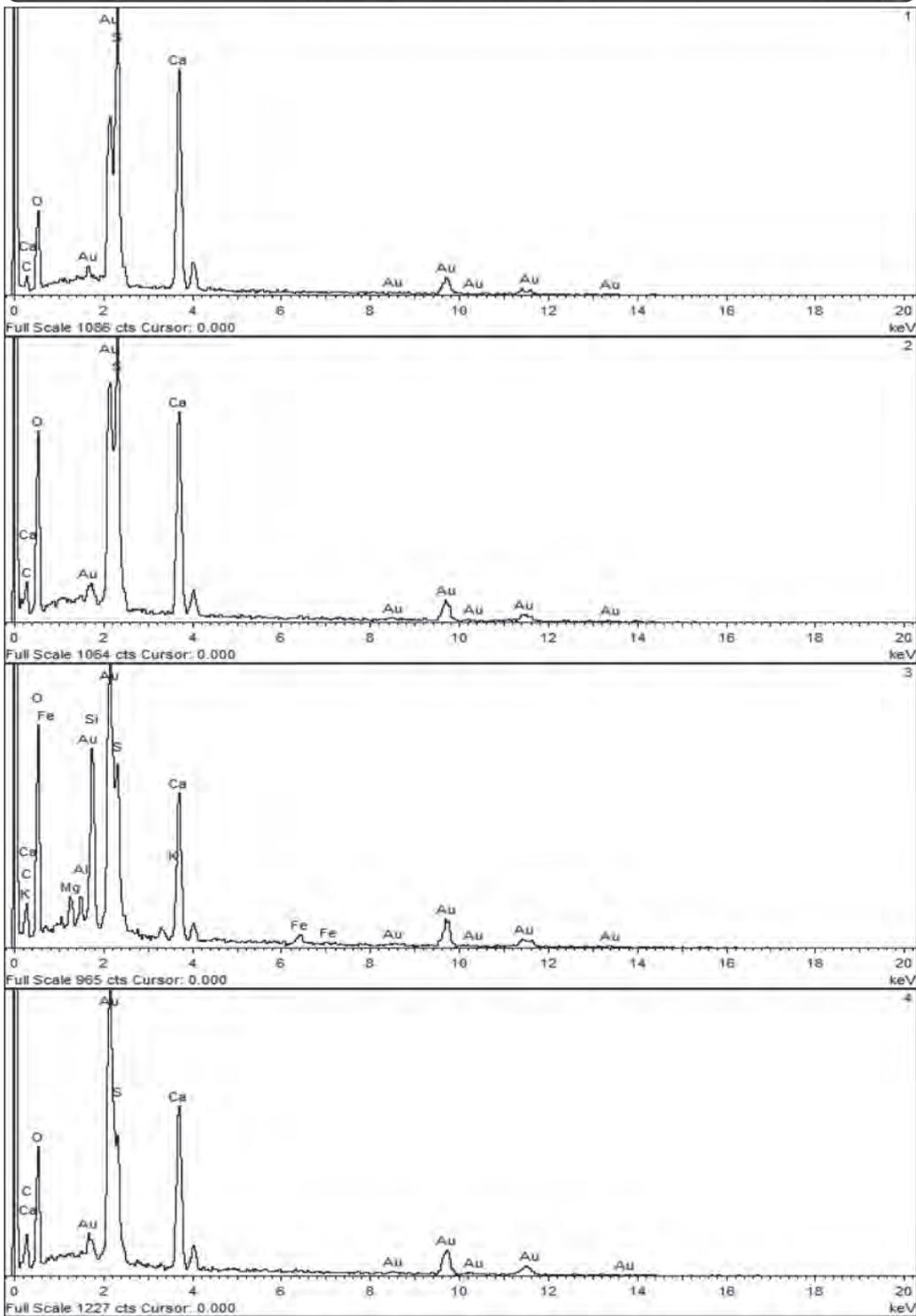
10µm

Electron Image 1

Processing option : All elements analysed

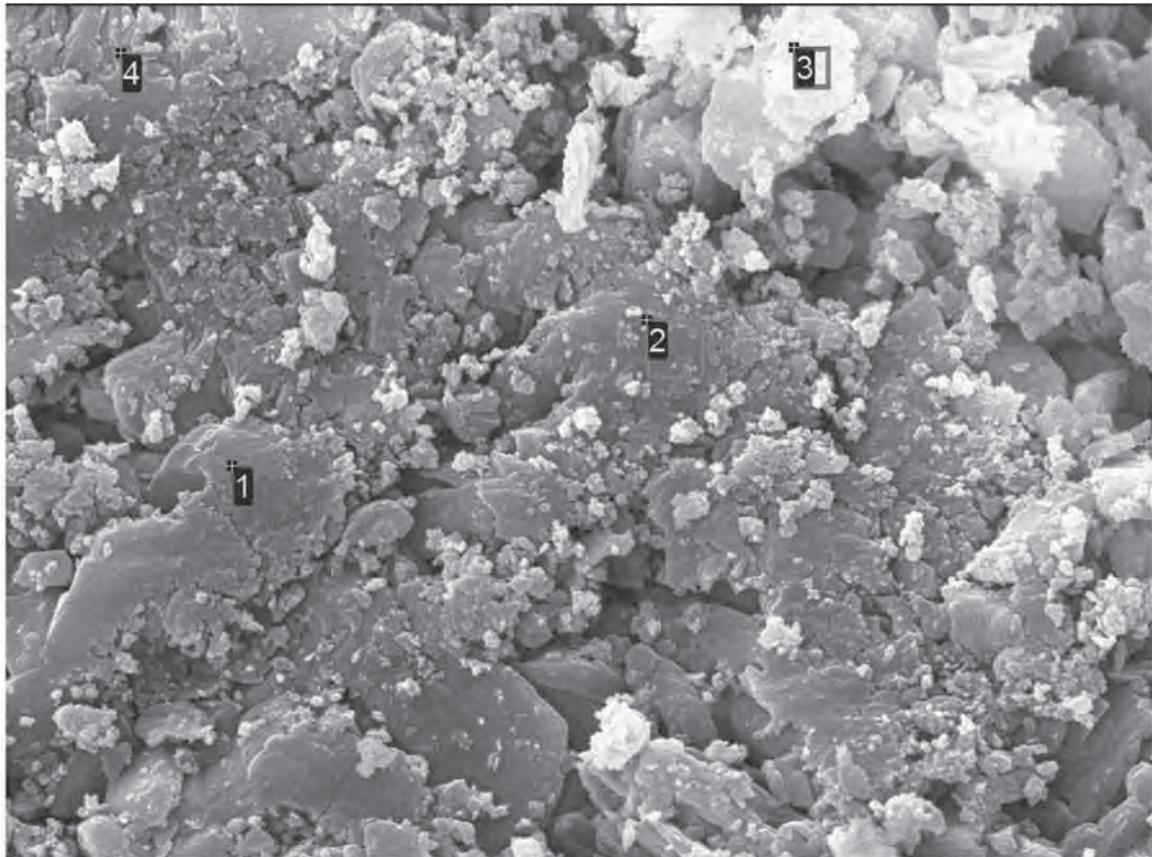
Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	163.52				75.27		72.96		113.27	425.02
2	Yes	288.51				72.11		68.40		148.47	577.49
3	Yes	275.00	7.05	4.36	28.22	40.44	2.89	43.80	5.51	158.25	565.52
4	Yes	226.88				39.88		66.51		196.89	530.15
Max.		288.51	7.05	4.36	28.22	75.27	2.89	72.96	5.51	196.89	
Min.		163.52	7.05	4.36	28.22	39.88	2.89	43.80	5.51	113.27	

All results in weight%



Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

M24 A 14



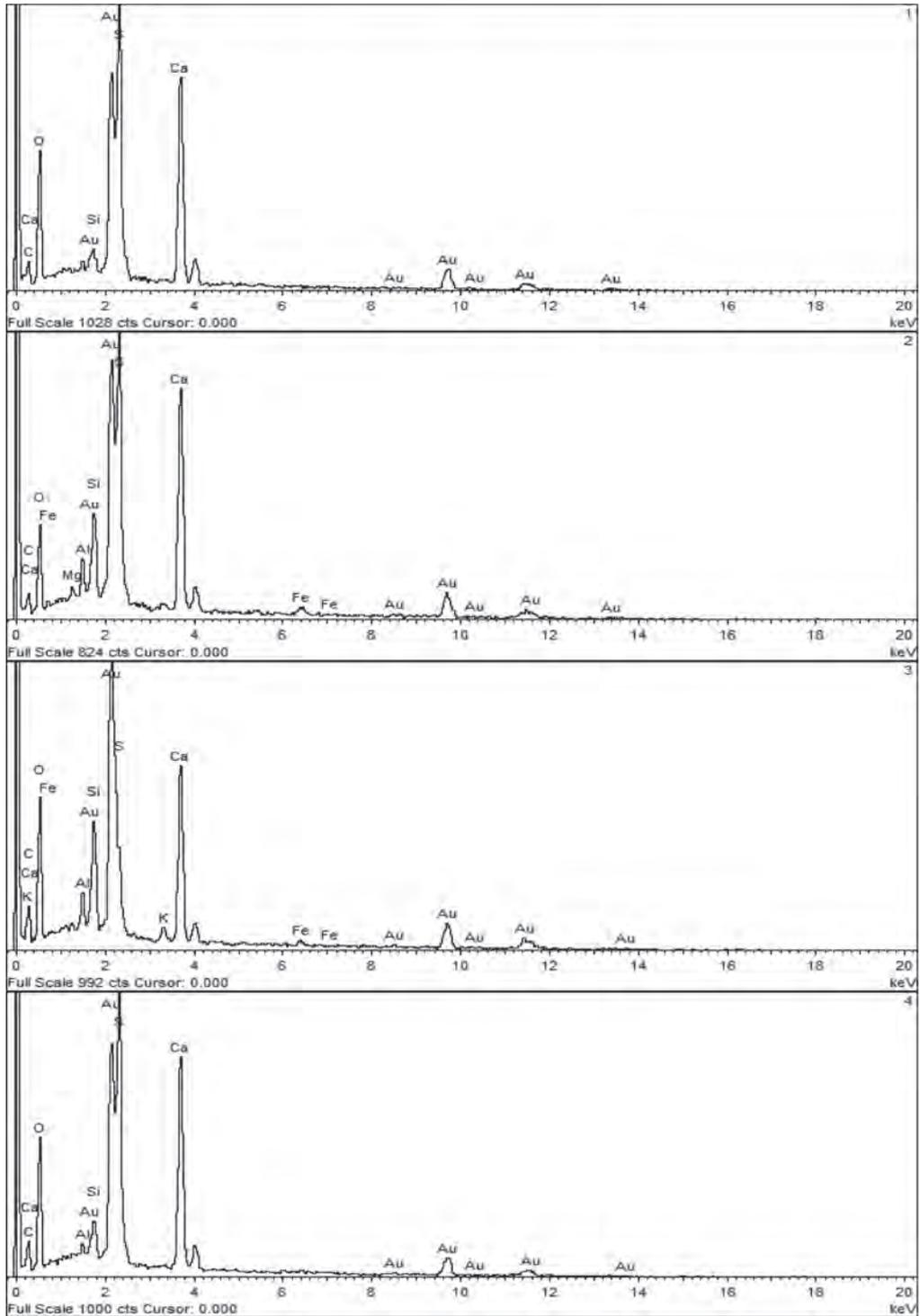
10µm

Electron Image 1

Processing option : All elements analysed

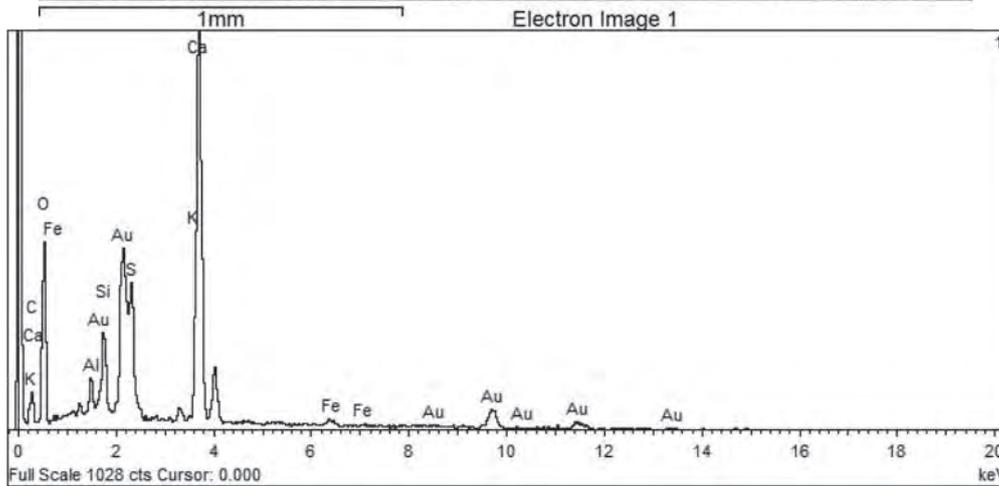
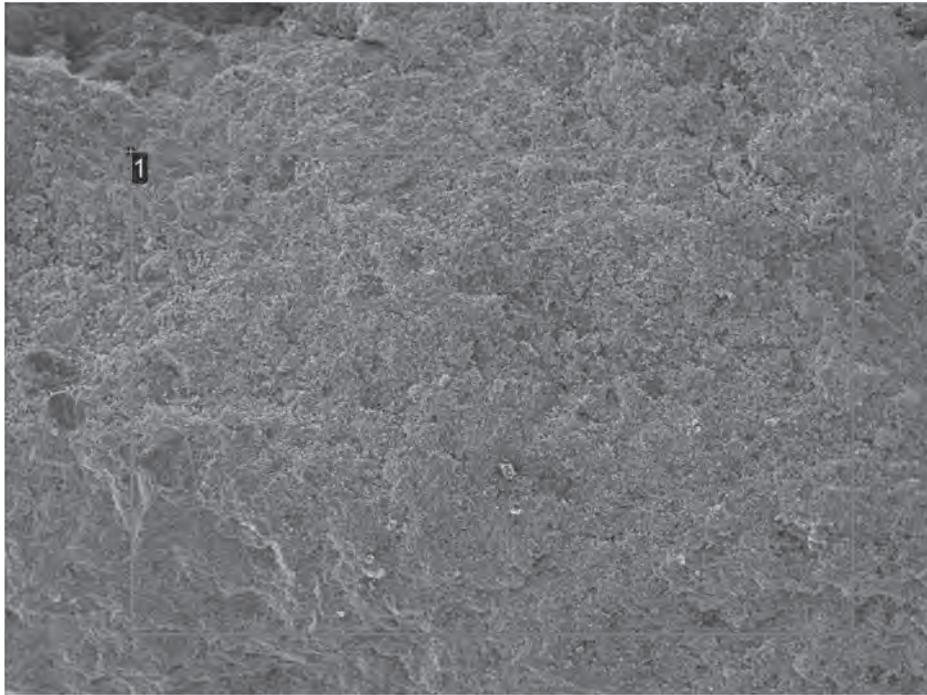
Spectrum	In stats.	O	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	220.65			3.13	69.99		68.31		127.98	490.05
2	Yes	127.37	2.13	5.18	11.14	56.40		58.40	3.91	119.28	383.81
3	Yes	211.01		6.37	16.85	21.45	3.18	54.32	3.82	168.85	485.86
4	Yes	216.38		2.02	5.84	66.79		65.87		131.45	488.36
Max.		220.65	2.13	6.37	16.85	69.99	3.18	68.31	3.91	168.85	
Min.		127.37	2.13	2.02	3.13	21.45	3.18	54.32	3.82	119.28	

All results in weight%



Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

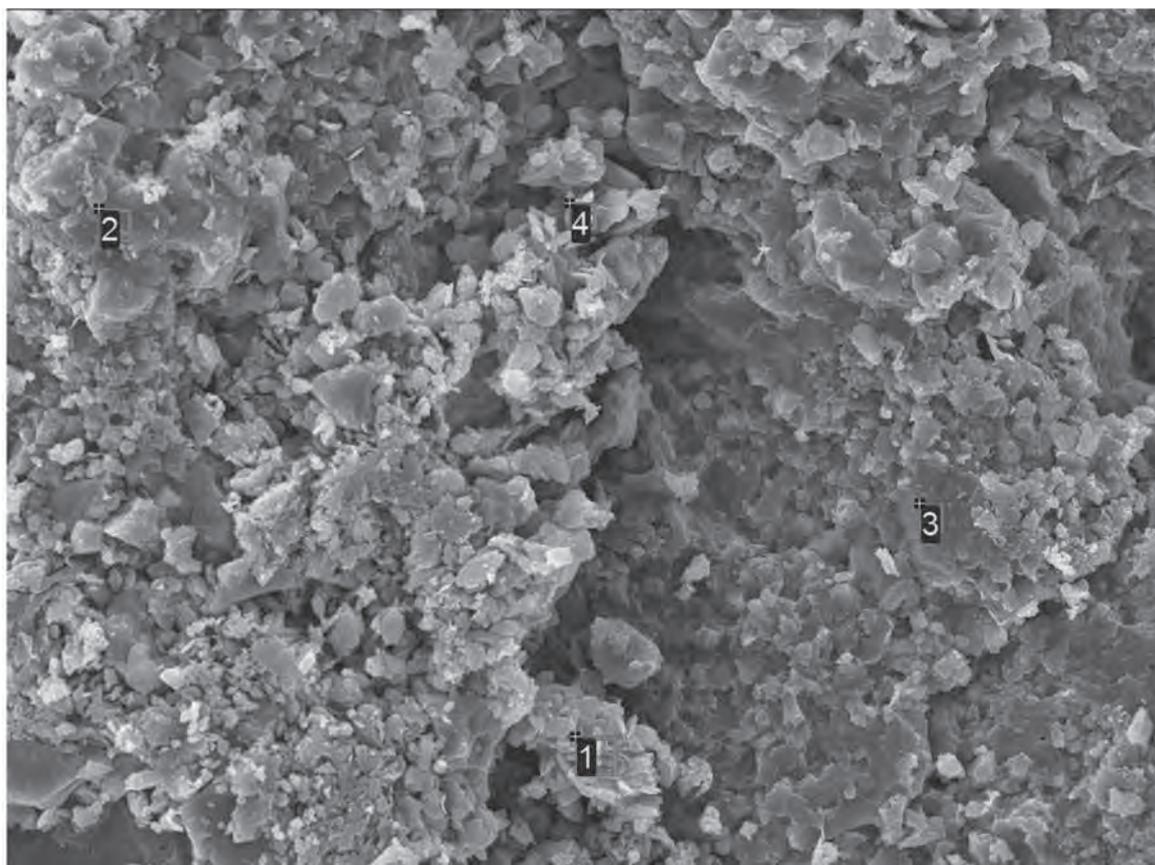
M24 B 15



Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	O	Al	Si	S	K	Ca	Fe	Au	Total
1	Yes	231.91	4.33	9.19	21.90	2.50	87.01	2.68	76.29	435.81
Mean		231.91	4.33	9.19	21.90	2.50	87.01	2.68	76.29	435.81
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		231.91	4.33	9.19	21.90	2.50	87.01	2.68	76.29	
Min.		231.91	4.33	9.19	21.90	2.50	87.01	2.68	76.29	

All results in weight%



60µm

Electron Image 1

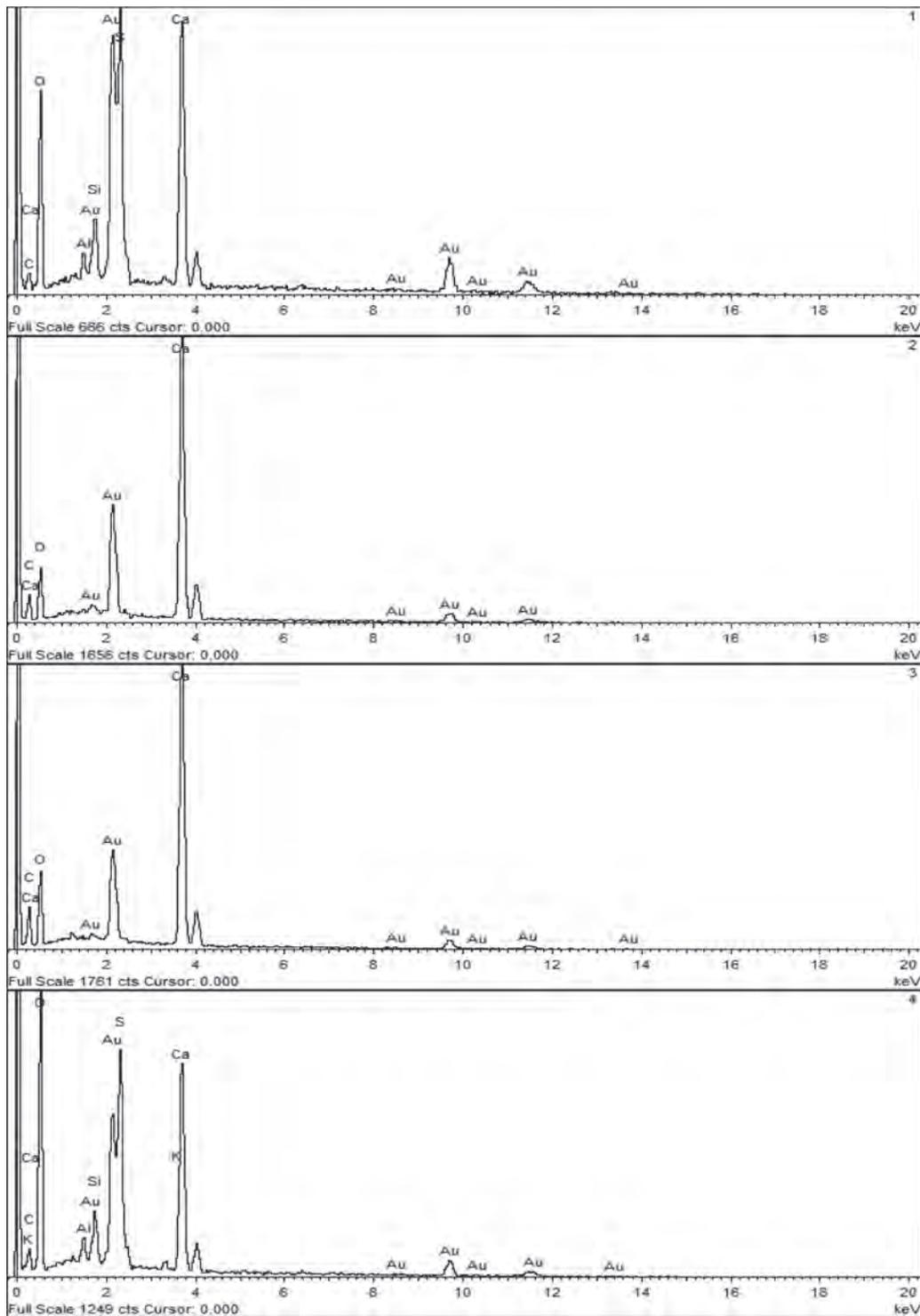
Processing option : All elements analysed

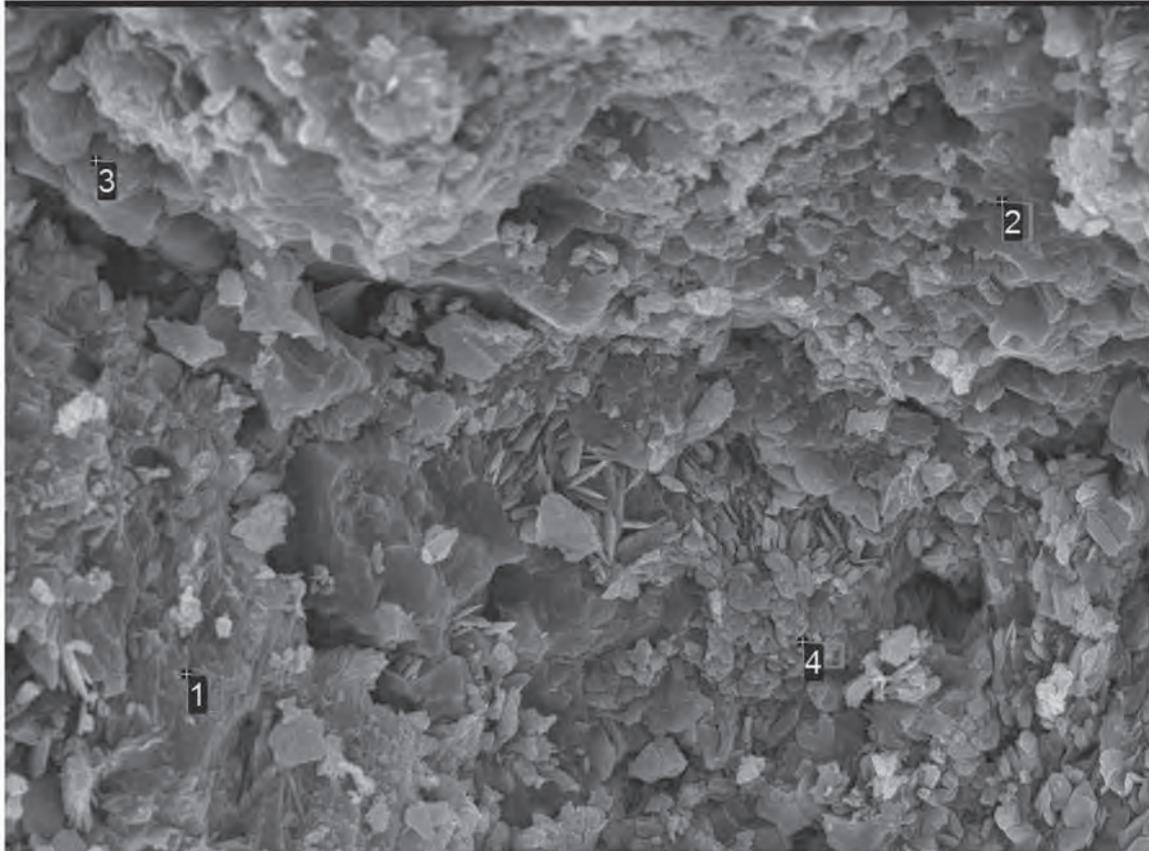
Spectrum	In stats.	O	Al	Si	S	K	Ca	Au	Total
1	Yes	203.97	3.34	6.10	42.87		56.32	100.94	413.55
2	Yes	180.58					138.65	108.75	427.98
3	Yes	262.64					148.57	96.31	507.52
4	Yes	454.04	5.43	10.19	63.81	2.61	81.49	118.39	735.96
Max.		454.04	5.43	10.19	63.81	2.61	148.57	118.39	
Min.		180.58	3.34	6.10	42.87	2.61	56.32	96.31	

All results in weight%

Colegio de Corpus Christi - C. Lerma

M24.8.16





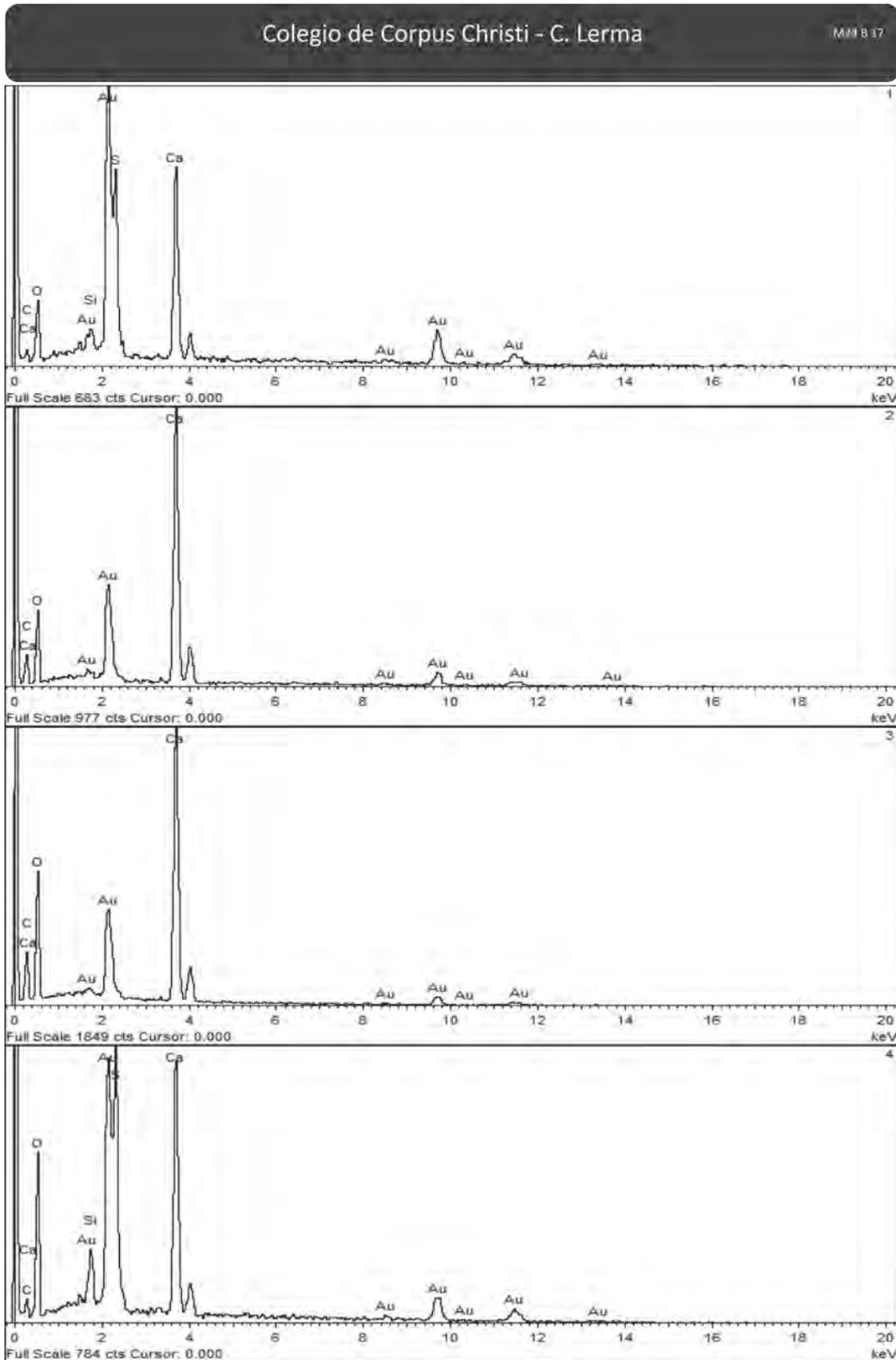
30µm

Electron Image 1

Processing option : All elements analysed

Spectrum	In stats.	O	Si	S	Ca	Au	Total
1	Yes	74.04	1.86	34.61	40.88	109.24	260.62
2	Yes	145.90			81.03	55.01	281.93
3	Yes	400.68			155.65	99.14	655.48
4	Yes	210.50	7.37	51.05	64.16	122.58	455.66
Max.		400.68	7.37	51.05	155.65	122.58	
Min.		74.04	1.86	34.61	40.88	55.01	

All results in weight%



Se muestran aquí una selección de imágenes tomadas por el autor con la lupa binocular, tanto de la piedra de Godella como de la de Ribarroja.

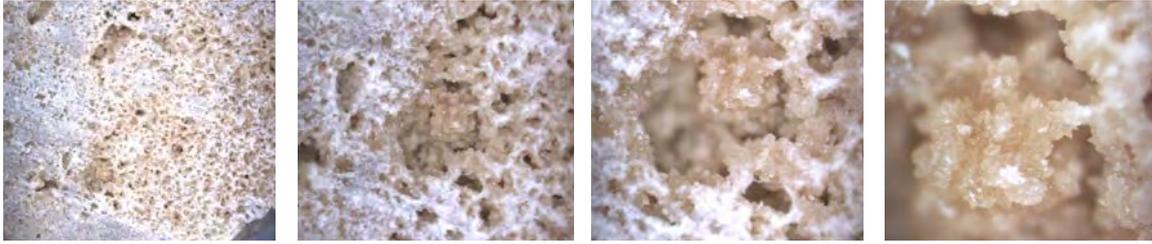


Fig. A.63. Muestra M29. Aumentos: x8, x20, x40, x80.

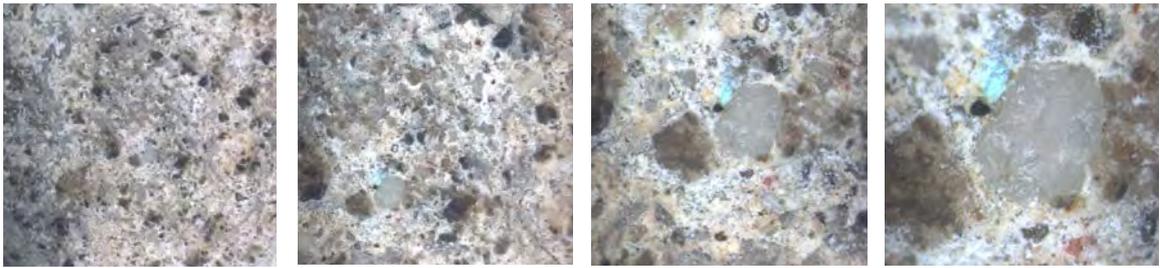


Fig. A.64. Muestra M24. Aumentos: x8, x20, x40, x80.

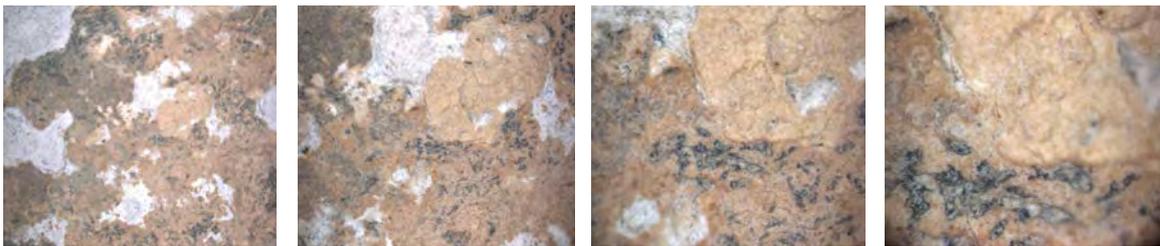


Fig. A.65. Muestra M11. Aumentos: x8, x20, x40, x80.

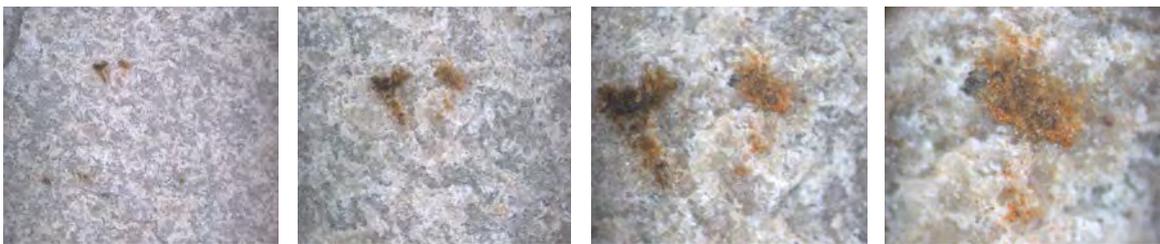


Fig. A.66. Muestra M11. Aumentos: x8, x20, x40, x80.

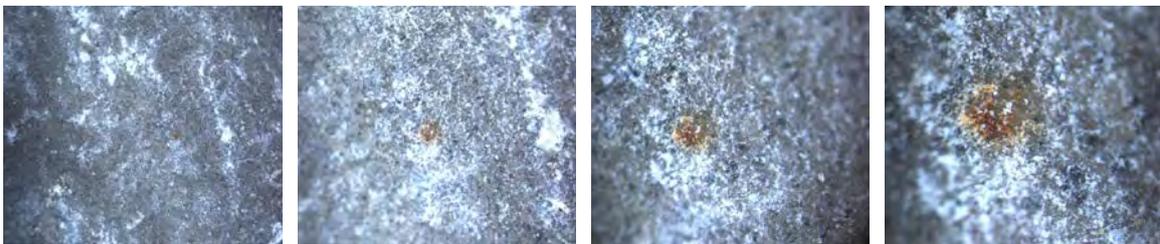


Fig. A.67. Muestra M09. Aumentos: x8, x20, x40, x80.