



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

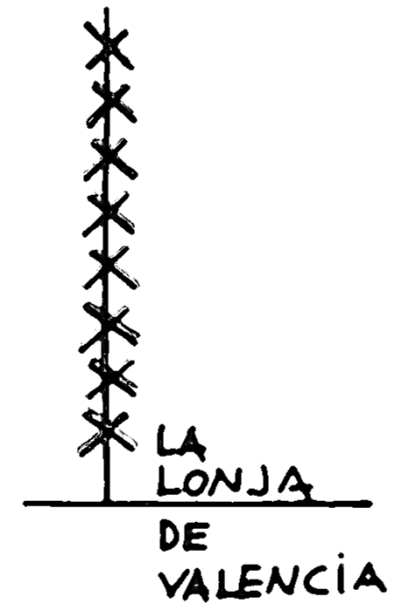
**EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO ARQUITECTÓNICO DE PRECISIÓN:  
LA JAMBA DE LA PORTADA DE ACCESO PRINCIPAL  
A LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA.**

*(noviembre\_2015)*

---

AUTOR. D.ENRIQUE JESÚS HERNÁNDEZ MUÑOZ.

TUTORES D.PABLO NAVARRO ESTEVE y D. JOSÉ HERRÁEZ BOQUERA.





---

## RESUMEN

El conocimiento juega un papel cada vez más importante en el desarrollo de los países y sus sociedades; las economías no están basadas únicamente en la acumulación de capital, hace falta un sólido cimiento de información, aprendizaje y adaptación. Por medio del conocimiento se logra el desarrollo de la capacidad inventiva, obtenida mediante la inversión en investigación y desarrollo.

La catalogación del patrimonio arquitectónico implica nuevos retos de conservación.

El problema de la conservación no es nuevo, pero en el siglo XX se producen grandes avances en los métodos de investigación no destructivos.

La Carta de Atenas de 1931 definió las primeras bases de la conservación de los monumentos. Entre alguna de sus recomendaciones, destaca una que invita a mantener la utilidad de los monumentos para que se asegure la continuidad de su vida, con destinos que respeten su carácter histórico y/o artístico como ocurre en la Lonja de Valencia.

El origen de esta tesis y su desarrollo está orientado en una de las líneas de investigación propuesto en la Memoria del IX Congreso APEGA, en el apartado de Investigaciones profesionales (conexiones del dibujo con otros campos) en su primer apéndice: EXPRESIÓN GRÁFICA Y PATRIMONIO: NUEVOS MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO.

Esta Tesis se centra en torno a la utilización del ESCÁNER LÁSER 3D, la ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA y otros métodos tradicionales, como nuevos métodos de Levantamiento Gráfico y de precisión en el ámbito de la Arquitectura, a escala real y en el espacio tridimensional.

Elegir la Lonja de Valencia tiene su sentido por su interés Universal, al ser el único edificio existente en Valencia considerado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Aplicarlo a la Expresión Gráfica Arquitectónica y Patrimonio supone todo un esfuerzo que se ha concretado en el siguiente título:

EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO ARQUITECTÓNICO DE PRECISIÓN. LA JAMBA DE LA PORTADA DE ACCESO PRINCIPAL A LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA.

Se ha vertebrado la presente investigación con la siguiente sucesión de contenidos:

Recorrer el entorno urbano y social más inmediato del monumento, desde su construcción hasta la actualidad, para conocer las condiciones se encontraba la ciudad en su posición social dentro del País. Descender hasta el edificio para conocer la finalidad de su construcción y para analizar las formas de trabajo de su autor.

Utilizar desde las herramientas más simples como los peines de arqueólogo, hasta los instrumentos más modernos en tecnología instrumental y estudiar su evolución para poder apreciar su capacidad de trabajo.

Analizar el grado de exactitud de las medidas que nos proporcionan los nuevos instrumentos utilizados en el levantamiento gráfico arquitectónico: el Escáner Láser 3D y la Estación Total, a partir de los instrumentos más elementales: la cinta métrica metálica, el pie de rey y el milimétrico peine de arqueólogo.

---

Comparar la geometría obtenida con la teórica para estudiar su métrica, su composición, su simetría, su proporción y su envolvente original.

Comparar los resultados y el protocolo del levantamiento realizado, con otros de relevancia internacional.

El levantamiento propuesto en esta tesis pretende reflejar la morfología del conjunto y la de sus partes. Se han eludido los defectos de algunas piezas optando por la regularización de los elementos que intervienen en el monumento. Las mediciones han sido realizadas utilizando el sistema métrico decimal con el milímetro como unidad genérica de trabajo y precisión, si bien se ha tenido presente su relación con el sistema métrico de la época vigente en Valencia, como veremos y justificaremos en el tema de la métrica utilizada.

## **RESUM**

El coneixement té un rol cada vegada més important en el desenvolupament dels països i les seues societats; les economies no estan basades únicament en l'acumulació de capital, fa falta un sòlid fonament d'informació, aprenentatge i adaptació. Per mitjà del coneixement s'aconsegueix el desenvolupament de la capacitat inventiva, obtinguda mitjançant la inversió en investigació i desenvolupament.

La catalogació del patrimoni arquitectònic implica nous reptes de conservació.

El problema de la conservació no és nou, però al segle XX es produeixen grans avanços en els mètodes d'investigació no destructius.

La Carta d'Atenes de 1931 va definir les primeres bases de la conservació dels monuments. Entre alguna de les seves recomanacions destacar la que convida a mantindre la utilitat dels monuments perquè s'assegure la continuïtat de la seua vida, amb destinacions que respecten el seu caràcter històric i/o artístic com ocorre en la Llotja de València.

L'origen d'aquesta tesi i el seu desenvolupament està orientat en una de les línies d'investigació proposada en la Memòria de l'IX Congrés APEGA, en l'apartat de recerques professionals (connexions del dibuix amb altres camps) en el seu primer apèndix: EXPRESSIÓ GRÀFICA I PATRIMONI: NOUS MÈTODES D'AIXECAMENT ARQUITECTÒNIC.

Aquesta Tesi se centra entorn de la utilització de l'ESCÀNER LÀSER 3D, l'ESTACIÓ TOTAL ELECTRÒNICA i altres mètodes tradicionals, com a nous mètodes d'Aixecament Gràfic i de precisió en l'àmbit de l'Arquitectura, a escala real i en l'espai tridimensional.

Triar la Llotja de València té el seu sentit pel seu interès Universal, en ser l'únic edifici existent a València considerat Patrimoni de la Humanitat per la UNESCO.

Aplicar-ho a l'Expressió Gràfica Arquitectònica i Patrimoni suposa tot un esforç que s'ha concretat en el següent títol:

L'AIXECAMENT GRÀFIC ARQUITECTÒNIC DE PRECISIÓ. EL BRANCAL DE LA PORTADA D'ACCÉS PRINCIPAL A LA LLOTJA DE LA SEDA DE VALÈNCIA.

S'ha vertebrat la present recerca amb la següent successió de continguts: Recórrer l'entorn urbà i social més immediat del monument, des de la seua construcció fins a l'actualitat, per conèixer en quines condicions es trobava la ciutat en la seua posició social dins del País. Descendir fins a l'edifici per a conèixer la finalitat de la seua construcció i analitzar les formes de treball del seu autor.

---

Utilitzar des de les eines més simples com les pintes d'arqueòleg, fins als instruments més moderns en tecnologia instrumental i estudiar la seua evolució per a poder apreciar la seua capacitat.

Analitzar el grau d'exactitud de les mesures que ens proporcionen els nous instruments utilitzats en l'aixecament gràfic arquitectònic: l'Escàner Làser 3D i l'Estació Total, a partir dels instruments més elementals: la cinta mètrica metàl·lica, el peu de rei i la mil·limètrica pinta d'arqueòleg.

Comparar la geometria obtinguda amb la teòrica per a estudiar la seua mètrica, la seua composició, la seua simetria, la seua proporció i la seua secció original.

Comparar els resultats i el protocol de l'aixecament realitzat, amb uns altres de rellevància internacional.

L'aixecament proposat en aquesta tesi pretén reflectir la morfologia del conjunt i la de les seues parts. S'han eludit els defectes d'algunes peces optant per la regularització dels elements que intervenen en el monument. Els mesuraments han sigut realitzats utilitzant el sistema mètric decimal, amb el milímetre com a unitat genèrica de treball i precisió., si bé s'ha tingut present la seua relació amb el sistema mètric de l'època vigent en València com veurem i justificarem en el tema de la mètrica utilitzada.

## **SUMMARY**

The investigation is important in the development of countries and his societies; the economies are not based only in the accumulation of capital, it's necessary a solid foundation of information, learning and adaptation. The development of the capacity inventiveness, obtained by means of the investment in investigation and development.

The cataloging of the architectural heritage involves new challenges of conservation.

The problem of the conservation is not new, but in the 20th century there are big advances in the methods of investigation no destructive.

The Letter of Athens of 1931 defined the first bases of the conservation of the monuments. Between any of his recommendations stand out one of them that invites to keep the utility of the monuments so that it ensure the continuity of his life, with destinations that respect his historical character and/or artistic as it occurs in "*la Lonja de Valencia*".

The origin of this thesis and his development is oriented in one of the lines of investigation that in the Memory of the IX Congress APEGA proposes in the section of professional Investigations (connections of the drawing with other fields) in his first appendix: GRAPHIC EXPRESSION AND HERITAGE: NEW METHODS OF ARCHITECTURAL LIFTING.

This Thesis is centered around the utilize the SCANNER LASER 3D, the ELECTRONIC TOTAL STATION and other traditional methods, as new methods of Graphic Lifting and of precision in the field of the Architecture, to scale real and in the three-dimensional space.

Choose the Lonja of Valencia has his sense by his Universal interest, when being the only existent building in Valencia considered Heritage of the Humanity by the UNESCO.

Apply it to the Architectural Graphic Expression and Heritage supposes all an effort that has concretize in the following title:

"THE ARCHITECTURAL GRAPHIC LIFTING OF PRECISION. THE JAMB OF THE PORTAL OF MAIN ACCESS TO LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA".



Has been vertebrated the present investigation with the following succession of contents:

Visit the urban and social surroundings more immediate of the monument from his construction until the actuality, to find out what conditions the city in his social position inside the country. Descend until the building to know the purpose of his construction and analyze the forms of work of his author.

Use from the simplest tools like combs archaeologist, until the most modern instruments in instrumental technology and study his evolution to be able to appreciate his working capacity.

Analyze the degree of accuracy of the measures that provide us the new instruments used in the architectural graphic lifting: the Scanner Laser 3D and the Total Station, from the most elementary instruments: the metallic metric strip, the foot of king and archaeologist comb millimeters.

Compare the geometry obtained with the theorist to study his metric, his composition, his symmetry, his proportion and his section original.

Compare the results and the protocol of the lifting made, with others of international importance.

The lifting proposed in this thesis pretends to reflect the morphology of the group and the one of his parts. We have evaded the defects of some pieces opting for regularization of the elements that take part in the monument. The measurements have been made using the metric system decimal, the millimeter like generic unit of work and precision. It has had present his relation with the metric system valid in Valencia as we will see and will justify in the subject of the metric used.



---

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo no hubiera sido posible sin el soporte de esperanza y voluntad que mi hija Nerea, sin ella saberlo todavía, me ha ido dando en estos años. Espero que en el futuro inmediato se sienta orgullosa del trabajo de su padre, al igual que yo lo estoy del mío, que en paz descanse.

A mi mujer Alicia que paciente y silenciosamente ha confiado en este proyecto.

A mis dos tutores Pepe y Pablo, o Pablo y Pepe. A su lado he entendido el significado del esfuerzo diario, del saber desmedido y gratuito. Son el vivo reflejo de las metas de un profesor universitario, de un investigador, de un padre, de un amigo o de una persona. Son además, el saber personificado.

Al director de la ETSIE Dr. D. Javier Medina, porque sin su apoyo incondicional y desinteresado no hubiera conseguido terminar este proyecto.

A la profesora, Dra D<sup>a</sup> María Luisa Navarro del Departamento de Construcciones Arquitectónicas, por sus grandes aportaciones en el campo del estudio de la piedra,...

A la profesora D<sup>a</sup> Helena García y el profesor Dr.D.Jorge Girbés por los planos en CAD facilitados y la valiosa información del arquitecto Cortina. Con su insistencia, casi diaria, han ido empujándome hacia el final.

Al profesor D. Juan Gomis, por su magnífico trabajo en el levantamiento manual del Salón Columnario y su desinteresada y valiosísima información sobre la Lonja. A D. Pedro Blanco, de la Consellería de Educación de la Generalitat por su tiempo y los Técnicos del laboratorio de materiales Rafa y Jesús, y a los profesores doctores D. Juan Soto y D José Manuel Gandía, del laboratorio de química.



---

## ÍNDICE

_____	1
RESUMEN EN CASTELLANO / VALENCIANO / INGLÉS _____	3
AGRADECIMIENTOS _____	11
ÍNDICE _____	13
<b>CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES _____</b>	<b>19</b>
1.1.- EL MARCO DE LA INVESTIGACIÓN _____	19
1.2.- LA MOTIVACIÓN DE LA TESIS _____	21
1.2.1- LAS RESTAURACIONES. _____	25
. LA RESTAURACIÓN de 1890. _____	25
. LA RESTAURACIÓN de 1893. _____	27
. LA RESTAURACIÓN de 1985. _____	28
. LA RESTAURACIÓN de 1987. _____	30
1.2.2- LA LONJA CONTENEDOR. _____	33
1.2.3.-DESTROZOS EN LAS JAMBAS DE LAS PUERTAS DE LA LONJA. _____	37
1.2.4.-LA LONJA PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD. _____	47
1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN _____	53
1.4.- LA METODOLOGÍA _____	55

1.5.- EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO ARQUITECTÓNICO	59
<b>CAPÍTULO 2 LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA</b>	<b>61</b>
2.1. INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LA CIUDAD EN EL SIGLO XV.	61
2.2. INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL EDIFICIO DE LA LONJA.	63
2.2.1 EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO	63
2.2.2 EL EDIFICIO	73
. HISTORIA POPULAR DE LA LONJA DE VALENCIA.	79
2.2.3 LOS AUTORES DEL EDIFICIO	81
2.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y FORMAL DEL EDIFICIO	87
2.3.1 EL SALÓN COLUMNARIO O SALA DE CONTRATACIÓN	89
2.3.2 LA TORRE DE LA LONJA DE VALENCIA.	95
2.3.3 EL CONSOLAT DEL MAR.	101
2.3.4 EL PATIO DE LOS NARANJOS.	109
2.3.5 LA PORTADA PRINCIPAL.	119
2.4. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO	137
2.4.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO	137
2.4.2 ESTUDIO DE LA PATOLOGÍA DE LA PIEDRA	141
2.4.2.1 INTRODUCCIÓN	141
2.4.2.2 CLASIFICACIÓN DE LA PIEDRA UTILIZADA.	144
. LA CANTERA DE PIEDRA EN GODELLA	144
. OBTENCIÓN DE LAS PROBETAS TESTIGO CILÍNDRICAS A PARTIR DE LAS PIEDRAS 1 y 2.	150

. HERRAMIENTA DE CORTE CON SIERRA DE DISCOS DE DIAMANTE. _____	152
2.4.2.3 PROPIEDADES DE LA PIEDRA UTILIZADA _____	153
2.4.2.2.1 PROPIEDADES MECÁNICAS _____	153
. ENSAYOS MECÁNICOS ESTÁTICOS DE COMPRESIÓN EN LA MÁQUINA DE ENSAYOS UNIVERSAL. _____	155
. LA ROTURA DE LA MUESTRA 231 y 132. _____	157
. ENSAYO DIFRACCIÓN MEDIANTE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO _____	159
2.4.2.2.2 PROPIEDADES HÍDRICAS DE LA PIEDRA _____	161
. SATURACIÓN DE LAS MUESTRAS POR INUNDACIÓN TOTAL DURANTE 24 H _____	164
. SATURACIÓN DE LAS MUESTRAS POR ABSORCIÓN DE AGUA AL VACÍO CON CÁMARA A PRESIÓN SELLADA DURANTE 24 HORAS _____	166
2.4.2.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS _____	168
. CÁLCULO DE LAS DENSIDADES A PARTIR DE DOS MUESTRAS TAMIZADAS UTILIZANDO EL PICNÓMETRO DE AGUA. _____	169
. CÁLCULO DE LA POROSIDAD A PARTIR DE DOS MUESTRAS. _____	171
2.4.2.2.4 PROPIEDADES TÉRMICAS _____	175
2.4.2.3 AGENTES Y MECANISMOS DE ALTERACIÓN. _____	177
2.4.2.4 METODOLOGÍA DE DIAGNOSIS. _____	197
. A.- CICLOS DE ENVEJECIMIENTO ACCELERADO DE LAS MUESTRAS. _____	199
. B.- CICLO ÚNICO DE SIMULACIÓN DE LA PIEDRA. _____	210
. MUESTRA NÚMERO 211 _____	211
. MUESTRA NÚMERO 221 _____	215
. MUESTRA NÚMERO 111 _____	218
. MUESTRA NÚMERO 121 _____	221
. MUESTRA MÁRMOL MACAEL. _____	224
<b>CAPÍTULO 3 EL ESTUDIO GRÁFICO _____</b>	<b>225</b>

<b>3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL LEVANTAMIENTO TÉCNICO.</b>	<b>225</b>
3.1.1 MESOPOTAMIA	226
3.1.2 EGIPTO	226
3.1.3 GRECIA	228
3.1.4 ROMA	230
3.1.5 EDAD MEDIA	232
3.1.6 RENACIMIENTO	234
3.1.7 SIGLOS XVII a XIX	235
3.1.8 SIGLO XX y XXI	237
<b>3.2 LEVANTAMIENTO CON EL ESCÁNER LÁSER 3D.</b>	<b>247</b>
3.2.1 LA NUBE DE PUNTOS.	257
3.2.2 LA ORGANIZACIÓN EN SECCIONES. DIVISIÓN DE LAS SECCIONES EN PLANTA Y EN ALZADO.	265
<b>3.3 LEVANTAMIENTO MANUAL TRADICIONAL COMO SOPORTE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.</b>	<b>269</b>
3.3.1 EL CROQUIS.	269
3.3.2 LA ESCALA 1:1. EL PEINE DE ARQUEÓLOGO.	281
. LA COTA CERO	283
. LA COTA DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS	285
. LA COTA CUATROCIENTOS	289
. LA COTA QUINIENTOS SETENTA	293
. LAS COQUERAS DE LA PIEDRA	301
3.3.1 LA PUESTA A ESCALA. DIFICULTADES EN LA PRECISIÓN.	303
<b>3.4 RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LOS LEVANTAMIENTOS ANTERIORES.</b>	<b>309</b>



---

<b>3.5 ESTUDIO DE LA MÉTRICA DE PERE COMPTE EN LA PORTADA DE LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA. 1483</b>	<b>315</b>
3.5.1 EL SISTEMA DE MEDICIÓN UTILIZADO	315
3.5.2 LA COMPOSICIÓN DE LA PORTADA: LA GEOMETRÍA Y LA PROPORCIÓN.	327
. LA GEOMETRÍA.	328
. LA PROPORCIÓN	345
<b>3.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL</b>	<b>349</b>
.ANÁLISIS DE LA HORIZONTALIDAD DE LA JAMBA.	357
<b><i>CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES</i></b>	<b>359</b>
4.1 CONCLUSIONES PARCIALES	359
4.2 CONCLUSIONES GENERALES	381
<b><i>CAPÍTULO 5 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</i></b>	<b>383</b>
<b><i>CAPÍTULO 6 REFERENCIAS</i></b>	<b>385</b>
6.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	385
6.2 REFERENCIAS IMÁGENES	395



---

## CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

### 1.1.- EL MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

El origen de esta tesis y su desarrollo está orientado en una de las líneas de investigación que en la Memoria del IX Congreso APEGA propone en el apartado de Investigaciones profesionales (conexiones del dibujo con otros campos) en su primer apéndice:

EXPRESIÓN GRÁFICA Y PATRIMONIO:

NUEVOS MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO.

Esta Tesis se centra en torno a la utilización del ESCÁNER LÁSER 3D, la ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA y otros métodos tradicionales, como nuevos métodos de Levantamiento Gráfico y de precisión en el ámbito de la Arquitectura, a escala real y en el espacio tridimensional. La fiabilidad y rapidez de sus resultados justificará su utilización ante la elevada exactitud que se le exige en los trabajos de levantamiento en edificios de gran valor arquitectónico.

Esta tesis doctoral pretende reunir los campos del Dibujo, de la Topografía, de la Informática y de las Matemáticas.

Elegir la Lonja de Valencia tiene su sentido por su interés Universal, al ser el único edificio existente en Valencia considerado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

El escáner láser 3D representa actualmente la última tecnología disponible en el Levantamiento Arquitectónico en TRES DIMENSIONES. El estudio gráfico se ha concretado en las jambas de la puerta principal de acceso al edificio. Un elemento particular y ejemplar del mismo que nos permite hacerlo extensible al resto de la construcción por la complejidad manifiesta de su geometría y por la exactitud visual que manifiesta en el conjunto del edificio de la Lonja, lo que ha permitido hacer de su puerta Principal de acceso el objeto de análisis buscado.



Imagen 1 FACHADA PRINCIPAL DE LA LONJA DE VALENCIA. Fuente propia.

Se recoge también el testigo de la Tesis Doctoral del Dr D. Jesús Manuel Ramírez Blanco, de la Universitat Politècnica de Valencia, titulada: La Lonja de Valencia y su conjunto monumental. Origen y desarrollo constructivo. Evolución de sus estructuras. Sinopsis de las intervenciones más relevantes / siglos XV al XX. Así como también la tesis del Dr. D. José Antonio Barrera Vera, de la Universidad de Sevilla, de Octubre de 2006, que se toma como referencia inicial al constituir la base teórica para la elección de este equipo de medida y al adoptar una de las líneas de investigación que se proponen en ella, coincidente con la anteriormente mencionada.

---

## 1.2.- LA MOTIVACIÓN DE LA TESIS

Hoy una de las preocupaciones de los países y las empresas se centra en el aumento de la competitividad como forma de inserción en la economía global. En la base de la competencia se asienta el concepto de productividad y muy estrechamente ligado a éste, el de formación.

El vertiginoso avance de las comunicaciones y las tecnologías someten a las empresas a una constante adaptación a las mismas, tornando al conocimiento en un activo clave que deben poseer las empresas para poder ser competitivas.

El conocimiento juega un rol cada vez más importante en el desarrollo de países y sus sociedades; las economías no están basadas únicamente en la acumulación de capital, hace falta un sólido cimiento de información, aprendizaje y adaptación. Por medio del conocimiento se logra el desarrollo de la capacidad inventiva, obtenida mediante la inversión en investigación y desarrollo.

La investigación se traduce en nuevos productos y nuevas técnicas de producción, mejora continua de la calidad que permite optimizar recursos y reducir costes, con la consiguiente ganancia de competitividad.

La aplicación de nuevas técnicas que reduzcan los costes de producción redundará en una mayor productividad. No se trata de dar una poción mágica que resuelva todos nuestros problemas de empresa, sino de facilitar la búsqueda de las soluciones.

La catalogación del patrimonio arquitectónico implica nuevos retos de conservación<sup>1</sup>.

El problema de la conservación no es nuevo, pero en el siglo XX se producen grandes avances en los métodos de investigación no destructivos.

La Carta de Atenas de 1931 definió las primeras bases de la conservación de los monumentos. Entre alguna de sus recomendaciones destacar aquella que invita a mantener la utilidad de los monumentos para que se asegure la continuidad de su vida, con destinos que respeten su carácter histórico y/o artístico como ocurre en la Lonja de Valencia.

La Guerra Civil Española serviría de punto de partida para redactar un convenio en el año 1954 sobre la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado. El Convenio de la Haya de 1954 que indica: "*Los daños* ocasionados a los bienes culturales pertenecientes a cualquier pueblo constituyen un menoscabo al patrimonio cultural de toda la humanidad puesto que cada pueblo aporta su contribución a la cultura mundial", es por ello por lo que la protección del bien debe ser internacional. La tendencia actual es la de concentrar los esfuerzos para la protección del patrimonio arquitectónico ante las catástrofes naturales. El patrimonio arquitectónico está en peligro, amenazado por la ignorancia y el paso de la moda, el deterioro de todo tipo y la negligencia.

La planificación urbanística puede ser destructiva cuando las autoridades ceden fácilmente a las presiones económicas y a las demandas del tráfico motorizado. El patrimonio arquitectónico europeo

---

<sup>1</sup> BUSTAMANTE, ROSA. (1999) Teoría e historia de la rehabilitación Edita Munilla-Ilería. Tomo1 pg 321-406.

---

es la propiedad común de nuestro continente y cada generación tiene sólo una vida para interesarse por este patrimonio y es responsable de transmitirlo a las futuras generaciones<sup>2</sup>.

El 5 de Diciembre de 1996, la UNESCO declara a la Lonja de la Seda de Valencia PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD y la define textualmente como: “ejemplo totalmente excepcional de un edificio secular en estilo gótico tardío, que ilustra de manera espléndida el poder y la riqueza de una de las grandes ciudades mercantiles del mediterráneo, considerado uno de los más brillantes ejemplos del gótico civil europeo”.

Un ejemplo claro que justifica la necesidad de utilizar los últimos avances tecnológicos en la conservación del patrimonio se manifiesta claramente en las siguientes páginas en donde presento una selección de recortes de los periódicos de mayor difusión en Valencia que escriben sobre la puerta principal de la Lonja de Valencia.

Creo que la divulgación de una noticia en estos medios de comunicación local es señal inequívoca de la importancia del monumento para el conjunto de los valencianos especialmente.

Además, indica que el espíritu original de quienes la construyeron con tanto esmero, delicadeza y talento sigue muy presente entre nosotros en la actualidad.



Imagen 2 LOGOTIPO DE LA UNESCO. Fuente [www.unesco.es](http://www.unesco.es)

---

<sup>2</sup> AA.VV. (1975). Carta europea del patrimonio arquitectónico. Amsterdam. Comité de Ministros del Consejo de Europa.

## **LA PUERTA DE LA LONJA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA PRENSA.**

Las siguientes páginas muestran diferentes etapas de la Lonja en estos últimos años.

Es de destacar que entre muchísimas noticias sobre la Lonja encontradas, he intentado resaltar las que me han resultado de mayor interés y aportación al sentir del pueblo o al hecho acaecido en el momento. Las he ordenado cronológicamente dentro de los siguientes temas que he considerado más relevantes:

- 1.- Las restauraciones.
- 2.- La Lonja "contenedor".
- 3.- Los destrozos.
- 4.- La Lonja Patrimonio de la Humanidad.



---

## 1.2.1- LAS RESTAURACIONES.

### . LA RESTAURACIÓN de 1890.

*Autor:*

Vicente Vidal Corella.

*Título del artículo:*

José Aixa y restauración de monumentos valencianos.

*Publicación:*

Las Provincias. 17/05/1970

*Sinopsis:*

José Aixa Iñigo, nace en Valencia en 1844, destaca en el arte de la restauración de edificios antiguos. En 1890 el Ayuntamiento de Valencia, administrador de la Lonja de Valencia, le encarga la restauración del edificio después del uso como cuartel militar en la guerra de Sucesión y como salón de bailes de máscaras.

Hace ahora cincuenta años, los periódicos valencianos publicaban en la primera página una escuela de defunción con el nombre de José Aixa Ifiño, agregando en la nota necrológica que era académico y profesor de la Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia y restaurador artístico de monumentos del excelentísimo Ayuntamiento de esta ciudad. La nota era sencilla, sin más datos que la noticia del fallecimiento. Sin embargo, José Aixa Ifiño merecía mayor atención periodística por haber sido un excelente artista valenciano que realizó una positiva y meritoria labor artística, especialmente en la restauración de maltratados monumentos que actualmente lucen su belleza y grandiosidad histórica, y, también, por el gran número de discípulos que alcanzaron meritorios premios y destacaron en el arte de la escultura.

José Aixa Ifiño nació en Valencia el año 1844, y pertenecía a una familia humilde, que viendo la disposición del muchacho por el arte del dibujo le matriculó en la Escuela de Bellas Artes de San Carlos, donde después aprendió con buen fruto la escultura. Al terminar sus estudios en Valencia, guiado por una fe artística poco común marchó a París, donde permaneció un año. De París pasó a Alemania, cultivando la escultura y las artes decorativas.

Tres años estuvo José Aixa en Colonia, trabajando bajo la dirección de famosos maestros, tomando también parte en las obras de escultura, y de allí regresaba a Valencia, después de haber estado bastantes años ausente de su ciudad natal. Había de darse a conocer de nuevo el artista valenciano en momentos difíciles, por haber tenido que sortear con anterioridad bastantes contrariedades que amargaban los últimos días de su estancia en Alemania.

Cuando, en 1880, llega a Valencia, la Diputación Provincial anuncia la pensión a Roma, por primera vez de escultura, y José Aixa concurre a las oposiciones, compitiendo con Mariano García Mas, quien, por un voto de diferencia, ganó el pensionado.

No se desanimó por ello José Aixa y aquel mismo año de 1880 encontró

## POR VICENTE VIDAL CORELLA

derecha en actitud de explicar posegado lo que su mente concibe. Hay en esta figura, juntamente con un gran carácter de la época, la armonía de lo real y lo ideal, que constituye el arte. Por eso, sin duda, gusta a todos.

Con aquella magnífica figura —fundida en bronce la estatua y el plinto en una sola pieza por Vicente Ríos, fue colocada, con su pedestal, en el centro del patio de la Universidad, el día primero de enero de 1881—, inició José Aixa ventajosamente su porvenir, trabajando sin descanso. Después de la estatua de Luis Vives, el escultor valenciano recibía el encargo de don Eduardo Amorós, médico y director que fue del Hospital Provincial; de modelar la estatua del padre Jofré para colocarla, sobre artístico pedestal, a la entrada del benéfico establecimiento. Y para la fachada de la antigua Facultad de Medicina, en la calle de Guillem de Castro, la estatua de Esculapio, que corona el edificio, y los magníficos bajo-relieves de la fachada. Asimismo realiza numerosas obras en bustos, relieves y figuras para decorar jardines, para mausoleos y para centros recreativos, como fue el suntuoso y artístico Café de España —en la desaparecida Bajada de San Francisco— y la decoración total de la antigua cervecería y café «El León de Oro» local que ocupa actualmente

Pero, donde lograría destacar notablemente José Aixa sería en el difícil arte de la restauración de antiguas obras y edificios. Había marchado, en 1889, a América del Sur, buscando más anchos horizontes, y al no encontrarlos regresó el artista valenciano a su ciudad natal. Precisamente, en 1890, el Ayuntamiento, que había decidido la restauración de la Lonja, encarga la dirección de los trabajos a José Aixa.

Se hallaba entonces el monumental edificio gótico en un estado deplorable, debido a las vicisitudes que había tenido, especialmente desde la guerra de Sucesión en que fue convertido en cuartel y quedó abandonado al capricho de una soldadesca destructiva. Después, el histórico edi-

ficio fue utilizado para celebrar bailes de máscaras, durante el carnaval, con instalación de barracón para servir de café y fondas, según un cronista de la época, y que, al desmontarse después, producía la rotura y desaparición de los bellos balcones y columnillas de los grandes ventanales, con otros daños no menores en su interior, pintado con color llamado de fábricas, en alguna ocasión, sobre las piedras y afligidos adornos.

José Aixa realizó un detenido estudio de la obra y del informe técnico y artístico que habían efectuado los arquitectos municipales y la Academia de Bellas Artes, y las obras comenzaron con ritmo lento pero seguro. Se reconstruyeron los antiguos calados ventanales; se restauraron deterioros artísticos de los muros; se elevó la torre central con piedras talladas y se coronó de almenas, copiando las que existían; se asomaron nuevas gárgolas de piedra, junto a las que labraron los canteros medievales... Y el monumental edificio recobró toda su belleza, su esplendor y magnificencia.

El Ayuntamiento, que en 1893 había solicitado a la Academia de Bellas Artes dictamen acerca de las obras de restauración de las torres de Serranos «a fin de que la citada restauración resulte completa, según la grandiosidad que el monumento exige», previo el informe favorable, puso también al frente de estas obras de restauración a José Aixa, a quien la corporación municipal satisfecha por el arte de los monumentos de la ciudad. Aquel año de 1893, el propio Ayuntamiento había creado la sección de Monumentos, Archivos y Museos, que tan buenos servicios artísticos había de proporcionar a la cultura valenciana.

Sabido es que las torres de Serranos, por espacio de muchos años fueron destinadas a cárceles de la ciudad. Las noticias históricas citan que, cuando el incendio, provocado al parecer por los propios presos que se hallaban encerrados en la antigua Casa de la Ciudad, en 15 de febrero de 1586, los jurados erigieron para cárcel el edificio de la Cofradía de San Narciso, fundación piadosa de los mercaderes gerundenses domiciliados en Valencia. En es-

## LA RESTAURACIÓN de 1893.

Autor: Desconocido

Título del artículo: HACE 100 AÑOS

Publicación: Las Provincias. 05/02/1993

Sinopsis: Se ha eliminado el banco corrido de la fachada oeste de la Lonja de Valencia.

Hace 100 años

### Domingo, 5 de febrero de 1893

"La Gaceta de Madrid" (el "BOE" de entonces) publicaba el real decreto convocando nuevas Cortes, con lo que en dos años España iba a conocer otras elecciones generales, con todas sus incómodas consecuencias.

En Madrid también se especulaba con la posible cesión que la reina regente podría hacer de la lista civil; el oficioso diario "La Correspondencia" manifestaba que dos ministros habían confiado en conversaciones privadas que ya en dos ocasiones su majestad se había manifestado inclinada a una reducción razonable de dicha lista civil.

Nuevos terremotos en la isla griega de Zante habían convertido la hermosa ciudad en un montón de ruinas casi totalmente destruida, con escenas dantescas por el hambre y el temor a nuevos temblores.

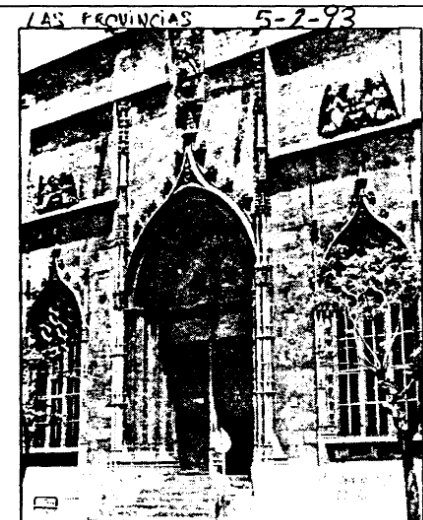
Para la primavera próxima el velocipedista y periodista francés, Mr. Perrodil y el gran corredor Mr. Farman se proponían ir de París a Madrid en bicicleta; emplearían 7 días a razón de 200 kilómetros diarios.

Aún continuaban abiertas muchas casetas de la feria valenciana gracias a la prórroga concedida por el ayuntamiento dadas las lluvias navideñas.

En las discusiones de la sección de Literatura del Ateneo Científico sobre la crítica literaria tomaron parte los señores Sotillo, Martínez Ruiz, Llorente Falcó y Llagaria.

Los dos casinos de cazadores existentes en nuestra ciudad celebraban hoy a las dos sendas tiradas de palomo y aves acuáticas.

Los vetustos bancos de piedra adosados a la fachada de la Lonja en la parte recayente al merca-



Continuaba la reconstrucción de la Lonja. FOTO PENALBA

do, quedaron ayer derruidos dentro de las obras de restaurante de la puerta principal.

Durante al pasada semana la guardia municipal recogió un total de 300 armas prohibidas.

Mientras recorría una procesión las calles de Alacúas, los cacos robaron de su iglesia dos copones con algunas formas consagradas.

La policía descubrió en la calle Timoneda a una joven de Alcublas fugada del hogar paterno que, con nombre supuesto, se había puesto a servir.

El 11 comenzaba en el Ateneo Mercantil los bailes de Carnaval.

. **LA RESTAURACIÓN de 1985.**

*Autor:*

Desconocido / M<sup>a</sup> Ángeles Arazo.

*Título del artículo:*

Restauración de la Lonja / Culmina la restauración de la Lonja.

*Publicación:*

Las Provincias. 19-07-1985 / 05-10-1985

*Sinopsis:*

El arquitecto municipal Emilio Rieta informa sobre las actuaciones llevadas a cabo en las distintas partes de la Lonja de Valencia. Destacan los trabajos de cantería en las fachadas, 20 años después de la última limpieza.

## RESTAURACION DE LA LONJA.

Tras la firma de un convenio especial entre el Ayuntamiento y la Consellería de Cultura, y aunque sea con cuatro años de retraso, los trabajos de restauración de la Lonja ya han comenzado. Este edificio, joya de la arquitectura gótica civil sufrirá un importante lavado de cara en sus fachadas, con arreglo de sus bajos mediante trabajos de cantería, de las puertas de madera y el reperfilado de varios arcos de piedra erosionados.

Paralelamente se ha puesto en marcha un plan de reutilización del espacio interior de la sala de columnas mediante el diseño y colocación de una serie de paneles que deben servir de soporte a exposiciones.

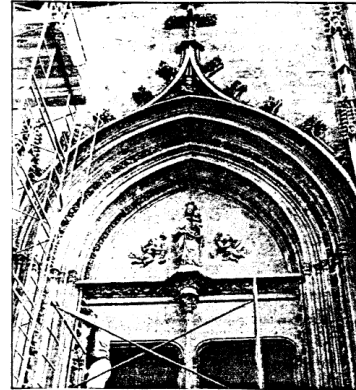
También se instalará un sistema de protección en las vidrieras, una serie de alarmas, la modificación del sistema electrónico de conexiones y un nuevo alumbrado aéreo interior. Las obras superarán los 15 millones de pesetas.



"LAS PROVINCIAS" 19-VII-85

LAS PROVINCIAS

Sábado, 5-10-85



Cerca de 55 millones de pesetas dedicados a las obras

## Culmina la restauración de la Lonja

Las obras de repristinación de la Lonja culminan ya su última etapa. A finales de octubre, nuestro más nptable y hermoso monumento gótico civil reanudará su vida cultural con una exposición sobre "Literatura Valenciana-Siglo de Oro".

La restauración, llevada a cabo por la Consellería de Cultura y Ayuntamiento, se aproxima a los 55 millones de pesetas.

"Cuando suscribimos el acuerdo, el Ayuntamiento aprobó un presupuesto de 23 millones de pesetas. Se ha restaurado el Patio de los Naranjos y ahora se trabaja en la fachada principal—comenta Emilio Rieta, arquitecto municipal—. Por nuestra parte también se restauran las puertas de madera de las fachadas lateral y posterior, se instalan un sistema de alarma, extractores de humo y tomas eléctricas en el pavimento."

La información se amplía en el diálogo con Tomás Llorens, director general de Patrimonio de la Consellería de Cultura.

"Nuestro presupuesto se ha

disparado a más de 30 millones; no estamos regateando nada en la empresa. Se ha procedido a la limpieza interior, esto es, del gran salón columnario; y hemos cambiado el sistema de iluminación. La Lonja estará iluminada por el mismo procedimiento que las nuevas naves del Museo del Prado y del Museo de Stuttgart. No olvidamos que en la Lonja se están celebrando numerosas exposiciones; y, precisamente, pensando en las de gran nivel artístico se ha conseguido una solución para ganar espacio y que los paneles no rompan, no fragmenten, el salón. Se está ensayando la aplicación de bastidores de acero inoxidable y loneta—como piel color piedra— en los ventanales; es un formidable método para obtener la sensa-

ción de un continuado muro. Los bastidores, a su vez, también cuentan con unas barras finísimas que permitirán colgar cuadros, fotografías..."

### NUEVO ACRISTALAMIENTO

Tomás Llorens, que se declara entusiasta de la Lonja, añade que los ventanales mostrarán un nuevo acristalamiento.

"Se va a sustituir la carpintería de madera por lunas de vidrio, que irán sujetas a la piedra mediante grapas; y en la parte emplomada, luna blanca ligeramente mateada..."

La dificultad mayor radicó en el alumbrado, porque a pesar de que se efectuaron los cálculos mediante computadoras, los técnicos se

. **LA RESTAURACIÓN de 1987.**

*Autor:*

Desconocido / J.M.C.

*Título del artículo:*

Sanean la fachada de la Lonja / Las puertas de la Lonja no se pondrán hasta diciembre por el comienzo de las exposiciones.

*Publicación:*

Las Provincias. 27-01-1987 / 07-10-1987

*Sinopsis:*

Se informa de una nueva limpieza sobre los paramentos de fachada en el exterior y de una minuciosa restauración de las puertas. Destaca en el segundo de los artículos algo de lo que no tenía constancia hasta el momento: el tranvía de la guerra civil española fue introducido en el interior de la Lonja.

**No se trata de una restauración**

## Sanean la fachada de la Lonja

Estos días, una de las fachadas de la Lonja, la que recae al pasaje del escalón de la Lonja, está siendo saneada por los servicios municipales de mantenimiento. No se trata de ninguna restauración, sino de una limpieza y adecentamiento de tal edificio, el cual, no hace mucho tiempo, sufrió importantes remodelaciones en su interior. Según fuentes del servicio, tras el lavado de cara a la Lonja, comenzará la rehabilitación del templete del edificio situado en los jardines de Monforte.



L.P. 27-1-87

FOTO MONZO

**Aunque la restauración está casi ultimada**

## Las puertas de la Lonja no se pondrán hasta diciembre, por el comienzo de las exposiciones

La minuciosa restauración de las puertas de la Lonja está a punto de concluir. Se estudia ahora cómo completar su repujado de metal, más que deteriorado por el tiempo.

Sin embargo, no será posible su reubicación en la calle de la Lonja en tanto no finalicen las exposiciones que, desde mediados de mes, están previstas en el edificio. Nuevamente, quienes acudan a ver la mejor muestra del gótico civil de nuestra ciudad, encontrarán una caja oscura.

La restauración de las puertas de la Lonja está siendo dirigida por la Oficina Técnica de Restauración del Ayuntamiento y el equipo de profesionales que trabaja en ellas es el mismo que el que hiciera las de las torres de Quart.

Apenas descolgadas las puertas sufrieron un proceso de limpieza y la vieja madera, carcomida por múltiples lados, fue sustituida. El resto, lo que pudo ser conservado, se saneó.

Sobre la madera se colocará una plancha metálica pintada de un color neutro, a semejanza de lo que los técnicos consideran que era el original. El emplanchado va decorado con rombos y claveteado.

El diseño de las puertas viene completado mediante una cerneja en la que aparecen dibujos geométricos. Al igual que se realizara con la madera, se conserva aquí la parte menos deteriorada y el resto se reemplaza de forma tal, que la copia se aproxime en lo posible al original.

### Rojo intenso

Cuando las puertas estén colgando en la Lonja, lo primero que extrañará al observador es el rojo intenso que permite apreciar el calado de la aldaba. Según nos explican los técnicos municipales, entre la plancha de metal y los adornos de la aldaba se interponía en origen un fieltro de color rojo intenso, muy vivo, que ha permanecido desde su construcción hasta nuestros días aunque, eso sí, descolorido por la intemperie.

### Comienzan las exposiciones

Sin embargo, por prisa que se den, las puertas no podrán volver a su enclave original hasta que la administración no termine las exposiciones previstas de aquí a diciembre. En este intermedio, el palacio gótico volverá a ejercer funciones de platé de televisión de cámara oscura, de contenedor de cuadros. El primer monumento civil de la ciudad, el más destacado será hurtado a turistas y vecinos que acudan a visitarlo por sí mismo, por el valor artístico que guarda y no por "los ribaltas" que de ahora en adelante encerrará.

Las torretas de diecisiete metros de ancho volverán a tomar la techumbre de la Lonja para orientar los focos conforme exige la nueva exposición. El suelo volverá quizá a "quejarse" por la acumulación de peso, como ocurriera cuando el tranvía de "La guerra civil española" fue introducido en la Lonja... A "quejarse" a combarse sus baldosas.

El calor, por la ausencia de salidas para renovación de aire —todas cerradas— se hará sentir de nuevo sobre los expectadores de modo similar a como sucede en el Palau, que para algo Valencia presume de un clima veraniego... todo el año. La Lonja se cerrará a cal y canto. A cal y canto, textualmente, porque el vano de sus puertas continuará cerrado por ladrillo.

J. M. C.





---

## 1.2.2- LA LONJA CONTENEDOR.

*Autor:*

Puche / Gonzalo Ebri Ferre / Desconocido / J.M. Coello

*Título del artículo:*

La Lonja, “contenedor” de exposiciones / La Lonja “contenedor” / Atentado contra el Patrimonio Histórico de Valencia / La Lonja no volverá a usarse como sala de exposiciones, asegura García Broch.

*Publicación:*

Las Provincias. 27-10-1985 / 29-10-1985 / 28-11-1985 / 12-01-1993

*Sinopsis:*

Una gran polémica surge con el acondicionamiento de la Lonja como sede de grandes exposiciones. El Prior y Cónsul Mayor del Consulado de la Lonja de Valencia, la asociación Numismática Pío Beltrán y la asamblea de mercaderes del consulado de la Lonja, arremeten con indignación contra el plan de reutilización del espacio interior de la Lonja.

En el último de los artículos de este capítulo la concejala de Patrimonio Cultural del Ayuntamiento de Valencia, M<sup>a</sup> Dolores García Broch anuncia el cese del uso como contenedor.

Se ciegan puertas y ventanales con estructuras desmontables

## La Lonja, convertida en "contenedor" de exposiciones

"LAS PROVINCIAS"

Domingo, 27-10-85

### Un "arreglo" desafortunado

Durante las últimas semanas hemos intentado, sin éxito, hacer fotografías de la marcha de las obras de restauración de la Lonja. Una red intrincada de permisos denegados lo impidió siempre. Ayer comenzamos a tener la explicación cuando la Consellería de Cultura distribuyó las primeras fotografías de los resultados del proceso que han convertido la Lonja en una sala de exposiciones cerrada. Varios paneles van a cegar puertas y ventanas y el interior del mejor edificio gótico valenciano sólo tendrá iluminación artificial. Y aunque el conseller de Cultura se aprestara a explicarnos ayer que todo lo hecho es provisional y que la Lonja sólo tendrá el formato de una caja cerrada cuando haya grandes exposiciones habrá de coincidir con nosotros en que lo hecho, con muy alto costo, es, cuando menos, objeto de polémica.

Claro que los señores Esteban Chaparría, Inglés y Sicluna, arquitectos autores de la adaptación y restauración han cumplido lo mejor que han sabido su cometido. El problema no está en ellos ni en su tarea, sino en la decisión, que es estrictamente política, de usar la Lonja como un "contenedor", expresión poco afortunada acuñada ayer por Císcar. Ahí es donde disintimos: la Lonja no debe ser contenedor de nada más que de sí misma y si alguna finalidad le cuadra es la que siempre tuvo: la contratación mercantil, ahora relegada. Lo venimos diciendo desde que el Ayuntamiento, propietario desagrado, decidió destinarla a "Exposició del Ni-not". Y lo decimos ahora, a la vista de una adaptación desafortunada que se hace porque no se ha sabido solventar el problema de la falta de espacios para exposiciones en la ciudad. La Lonja, creemos, es un monumento con entidad propia que debe exhibirse sola y desnuda. El resto son peques de ciudades incapaces.

PUCHE

VALENCIA. (De nuestra redacción.) — Polémico y conflictivo va a ser seguramente el acondicionamiento de la Lonja como sede de grandes exposiciones temporales. Al menos así puede estimarse a la vista de las estructuras que han sido puestas en su interior, para convertir la Lonja en un auténtico "contenedor" de exposiciones.

La Consellería de Cultura ha sido la encargada del acondicionamiento interior, mientras el Ayuntamiento procede a la restauración y recuperación de las fachadas, así como la reposición del pavimento de la calle de los escalones. Cuarenta y ocho millones de presupuesto, de los cuales 23 millones van a cargo del Ayuntamiento.

La obra interior, la realizada por la Consellería, cubrió una primera parte de restauración y limpieza. Limpieza de columnas, pilastras y bóvedas del salón columnario de la Lonja, excepto del friso epigráfico, y restauración de aquellas actuaciones anteriores existentes en yeso y mortero de cal y cemento.

### CERRADOS LOS 8 VENTANALES

Para poder acondicionar el recinto de la Lonja como sede de exposiciones, el proyecto de obras determinó el cierre de los ocho grandes ventanales, tema que a buen seguro levantará opiniones a favor y en contra. Para ello se ha procedido a la instalación de otros

tantos bastidores desmontables, recubiertos de velcro, color piedra, que tapanán un nuevo acristalamiento de los ventanales montados sobre empalmada en las traceñas de los huecos. Los vidrios a colocar llevarán un tratamiento antirreflectante. También habrá cortinas de foscunt.

De esta manera se consigue que el salón columnario de la Lonja quede convertido en una auténtica cámara oscura, únicamente iluminado por focos, instalados en estructuras metálicas aéreas. En este sentido, el sistema de alumbrado consiste en seis tipos distintos, que discurren sobre tres carriles a la altura de la parte superior del friso epigráfico. Estos sistemas iluminarán las bóvedas, los muros perimetrales, las columnas centrales y los volúmenes de exposición, habiéndose instalado también un alumbrado ambiental.

### CLAUSURADAS LAS PUERTAS PRINCIPAL Y POSTERIOR

Los accesos útiles a la Lonja, mientras en su interior se alberguen exposiciones, serán los de la calle de los escalones y del patio de los naranjos. La puerta principal y la posterior quedarán recubiertas por el interior con bastidores de lona, al igual que ocurre con los ocho ventanales.

A lo largo del recinto se ha instala-

do una serie de estructuras telescópicas, sin taladros, que queda alojadas con calzos protegidos para no dañar las hélices de las pilastras. Dos de estas catorce estructuras están dimensionadas sus perfiles metálicos para recibir obras de gran peso.

### LA OBRA EXTERIOR

El Ayuntamiento ha destinado 23 millones de pesetas de su presupuesto para la reparación y rehabilitación exterior. Estas obras supone una actuación en las fachadas y en la calle de los escalones. El Ayuntamiento procederá a la sustitución de los peldaños de la puerta principal de la Lonja, restauración de ventanas y limpieza de la fachada. En la calle de los escalones, reparación de la puerta que da a ella, la reposición del pavimento, la restauración de la cerrajería, la fachada que da a la calle de la Lonja, sustitución de los escalones, restauración de ventanas y reparación de un nervio de filigrana que ha desaparecido. Asimismo, se limpia la fachada que da a la calle de Cordellats.

### CÍSCAR: "SON ESTRUCTURA DESMONTABLES"

El conseller de Cultura, Ciprià Císcar, afirmó ayer a nuestra redacción que todas las obras de acondicionamiento como sede de exposiciones. Hechas a cabo en el int-

## Atentado contra el patrimonio histórico artístico de Valencia

Avalado por 64 firmas debidamente identificadas, hemos recibido el siguiente escrito de la Asociación Numismática Pío Beltrán. En él protestan contra el uso que se está dando en los últimos tiempos a la Lonja.

«Creemos que nadie pone en duda que la Lonja es uno de los monumentos más destacados de Valencia y el conjunto arquitectónico de mayor belleza del gótico civil de la Corona de Aragón.

La expresividad del gótico culmina en los interiores y entre los de la Lonja, la sala de Contratación es el espacio de mayor unidad con un fuerte contenido simbólico.

Ese interior hay que contemplarlo sin compartimentos extraños (aunque sean provisionales) para redescubrir el efecto de los quince cuadros con dos ejes que configuran su espacio y las columnas «como palmeras», que sostienen su techumbre.

No cabe duda de que quien contempla por primera vez la sala de Contratación (desnuda y libre de añadidos), recibe una fuerte impresión de sorpresa estética.

Pues bien, en lo sucesivo, si no se pone remedio, difícilmente podrá admirarse así la sala de Contratación (por los paneles que casi de continuo van a ocuparla) y, desde luego, siempre tendremos que hacerlo teniendo como intermediarios, entre nuestra vista y la crucería gótica, unos rieles o carriles, que cerca del techo, recorren la sala de parté a parte.

Tales rieles, como soportes de lámparas, se han colocado para ilu-

minación de las exposiciones que han de celebrarse en la Lonja. Es evidente que una sala de exposiciones requiere una iluminación adecuada, pero también lo es que la Lonja no debe ser ocupada para ese menester, por otra parte de gran interés cultural.

Hay muchos edificios públicos en Valencia, algunos sin función, a los cuales su conversión en sala de exposiciones, los rehabilitaría. Pero ese no es el caso de la Lonja. Digámoslo claro: la Lonja es incompatible con las exposiciones; no sirve para esa función.

Déjenle a la Lonja sus tradicionales funciones mercantiles para las que fue construida y búsqense otros espacios.

Lo que se ha hecho con la Lonja es un auténtico atentado contra el arte. Y es inconcebible que se haya cometido desde un organismo autonómico, encargado del patrimonio histórico-artístico, es decir por aquellos que tienen como misión principal velar por la conservación de nuestras obras de arte.

Los edificios de este tipo singular, en muchos países, son concebidos como museos en sí mismos y cualquier función extraña que pudieran haber tenido ha sido desterrada de ellos. De Santa Sofía, por ejemplo, se

eliminó el culto islámico. ¿Por qué, entonces, buscarle a la Lonja un destino que no le va y para el cual son necesarios unos añadidos que afean su conjunto e impiden la contemplación libre de su interior más representativo? ¿Para qué se piense, fuera de Valencia, que no somos capaces de velar por nuestro patrimonio y que somos unos irresponsables indignos de las competencias que se nos han transferido?

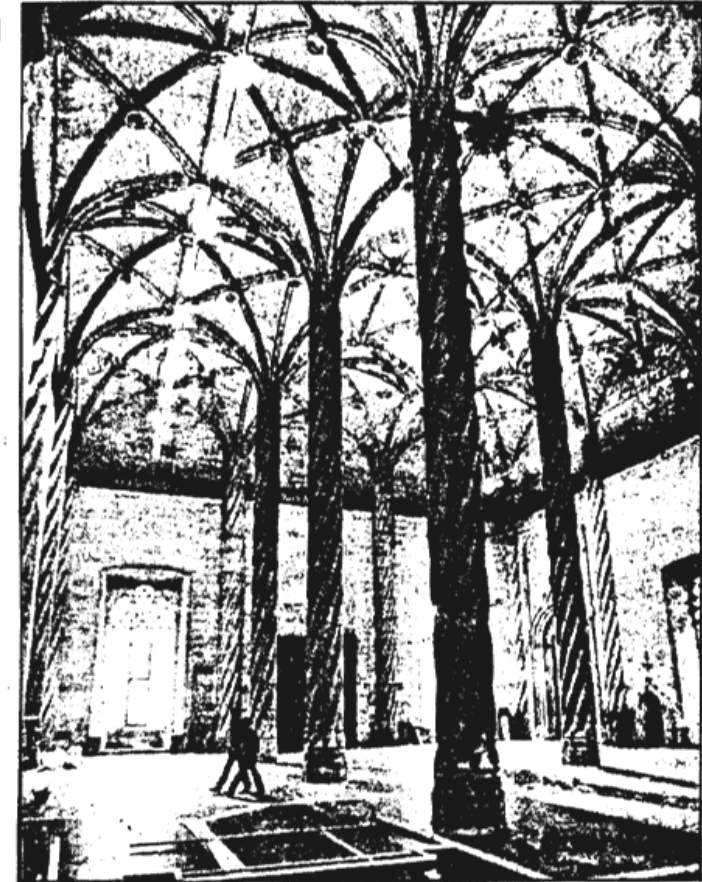
Sólo desde el atrevimiento que da la ignorancia puede justificarse lo que se ha hecho con la Lonja.

Desde aquí queremos hacer constar nuestra repulsa. Y pedir a la Consellería de Cultura que se eliminen de la Lonja esos aditamentos extraños que se le han colocado y para cuya instalación ha habido, incluso, que romper la plementería de la techumbre.

Siempre será más benévolo el juicio sobre este atentado si se rectifica a tiempo que si se persiste en el error.

El Ayuntamiento debe, también, tomar cartas en el asunto. Autorizó las obras, tal vez sin saber en qué iban a consistir. Que examine lo que se ha hecho y obligue a rectificar.

Queremos ver la Lonja como siempre se ha podido ver y para ello invitamos a que se unan a nuestra protesta a todas las instituciones y entidades valencianas. Por nuestra parte estamos decididos a colaborar en cuantas iniciativas puedan tomarse para ello y para que terminen de una vez los desmanes contra nuestro patrimonio histórico-artístico.»



El Salón redescubierto será "Museo de la Lonja"

## La Lonja no volverá a usarse como sala de exposiciones, asegura García Broch

La lonja de Valencia no volverá a albergar nuevas exposiciones y recibirá el trato que merece como el monumento más destacado de la ciudad, evitando que esté ocupada permanentemente, como hasta ahora, por muestras de todo tipo. Este es al menos el compromiso adquirido por la concejala de Patrimonio Cultural, María Dolores García Broch, quien ha manifestado a LAS PROVINCIAS que está a la espera de que el Ministerio de Cultura le ceda definitivamente las Reales Atarazanas del Grao ("que no se han abierto aún porque no nos las han entregado") y que ellas serán el nuevo "contenedor cultural" de las muestras itinerantes.

"Nosotros esperamos que para el próximo otoño —dice la concejala— nos hayan sido transferidas las Atarazanas y en ese mismo instante la Lonja dejará de ser un contenedor cultural donde todo cabe. En la Lonja sólo se llevará a efecto alguna exposición singularísima que pueda estar relacionada con la época de su construcción, algo semejante a lo que fue la de fin de año, sobre la vida y obra de Vives. Pero, repito, de modo excepcional".

También se mantendrá en este lugar, momentáneamente, la exposición del Ninot, "pero sólo hasta que estén terminadas las obras de restauración del museo fallero de Valencia, que han sido iniciadas hace un par de semanas. Después, la exposición del Ninot se hará en la sede del museo", añadió la regidora.

### Las caballerizas

Respecto a la nueva sala que se "redescubrió" recientemente en la Lonja, que según algunos autores son las caballerizas y están justo bajo el salón del Conso-



FOTO MONZO

La Lonja, museo de sí misma.

lat del Mar, se han reconsiderado los propósitos iniciales. "Prendíamos establecer allí el museo de la cerrajería pero los estudios lo desaconsejan porque la elevada humedad que tiene este lugar, que es un semisótano. Hay procedimientos técnicos para evitar la humedad, como por ejemplo instalar unos electrodos que cuestan cinco millones de pesetas y que, además, tienen un elevado costo de mantenimiento". Explica García Broch.

Por esa razón el salón redescubierto se va a convertir en "el museo de la propia Lonja", un lugar de marcado carácter didáctico donde se exhibirán paneles

del edificio, del entorno y de su época de construcción. Los fondos documentales del museo de la cerrajería se llevarán a las torres de Quart, tal y como estaba previsto desde hace años "y se hará tan pronto como terminen de inventariarse", dijo García Broch, aunque sin comprometerse en ninguna fecha.

"La intención es que la Lonja se convierta en un museo de sí misma y por eso mismo vamos a darle el esplendor original. Sacaremos también al salón columnario las mesas neogóticas y haremos que el edificio resulte interesante por sí mismo", concluye J. M. Coello

---

### 1.2.3.-DESTROZOS EN LAS JAMBAS DE LAS PUERTAS DE LA LONJA.

*Autor:*

J.L. / Desconocido / Desconocido / R.M. / J.M.Coello / J.M.Coello / J.M.Coello /  
J.M.Coello / J.M.Coello.

*Título del artículo:*

Pérez Casado: Los que han destrozado la Lonja son unos indeseables / La reconstrucción de las figuras de la Lonja con moldes de escayola es una "chapuza" / Es la ocasión de restaurar la Lonja con dignidad / La restauración de las figuras de la Lonja está en la fase de acumulación de datos / Imposible encontrar fotografías de la Lonja / Por fin, aparecen fotografías de detalle de la Lonja / El ayuntamiento busca una empresa que pague la restauración de las esculturas de la Lonja / Se restaurarán las figuras de la Lonja, rotas en el atentado hace ocho años / Se restaura la Lonja, diez años después del brutal atentado.

*Publicación:*

Las Provincias. 19-09-1986 / 21-09-1986 / 28-09-1986 / 15-11-1986 / 25-02-1988 /  
28-02-1988 / 12-03-1993 / 21-07-1994 / 16-11-1996

*Sinopsis:*

Las jambas de las fachadas de la Lonja son brutalmente atacadas y el alcalde de la ciudad Pérez Casado muestra su profunda tristeza.

En otro artículo, el escueto informe técnico sobre los daños se retrasa dos semanas y la comisión municipal del ayuntamiento que lleva el asunto se compromete a contratar inmediatamente a un escultor para restaurarlas.

Diferentes profesores e investigadores dan su opinión sobre el proceso de reconstrucción de las figuras dañadas.

En los siguientes artículos se informa sobre la fase de recopilación de datos para la restauración de las figuras dañadas que lleva a cabo el arquitecto municipal Emilio Rieta.

Y por último, se disponen los artículos que explican el inicio de la restauración de las figuras 10 años después del atentado.

## Destrozo de varias figuras en la entrada

# Pérez Casado:

# Los que han destrozado la Lonja son unos indeseables

Salvajes desconocidos atacaron vandálicamente las fachadas de la Lonja de Valencia, provocando daños de diversa consideración en una veintena de figuritas escultóricas. Los hechos ocurrieron en

El alcalde de la ciudad, visiblemente conmovido por lo ocurrido, hizo la siguiente declaración: “este edificio ha pasado la guerra de las Germanías, el incendio del siglo XVII, la guerra de sucesión, la

guerra del francés, la guerra civil y también ha sido polvorín y nunca le ha sucedido nada hasta la llegada de unos indeseables en 1986.”

No obstante la bestialidad de lo sucedido, los daños no revisten

la noche del 4 al 5 de este mes, pero hasta ayer no obtuvo el concejal de cultura un informe técnico adecuado, informe que pasó inmediatamente a la comisión municipal de gobierno.

una gravedad decisiva. Por ser más explícitos, por ejemplo, están en peores condiciones algunos de los arbotantes o medallones que sobresalen de las fachadas del edificio, muy deteriorados por el paso del tiempo y la desidia en la que se mantuvo el edificio.

Nadie sabe nada sobre la posible identidad del agresor o agresores. Lo bien cierto es que una veintena de figuritas han sufrido serios desperfectos.

Según el informe técnico —que ha tardado más de dos semanas en confeccionarse a pesar de su brevedad— han sufrido daños catorce figuras de la fachada principal y seis en la posterior. “En algunas figuras —dice el informe— se observa fractura limpia ya que se ha roto por la zona de unión de piezas re-

construidas, probablemente por el escultor Aixà cuando se restauró la Lonja hace bastantes años”.

En efecto, los daños se han producido, fundamentalmente, en las arquivolturas de la fachada principal —los arcos que rodean la puerta de entrada—, y que por encima de su valor artístico, tenían una notabilísima importancia histórica y simbólica, plagada de monstruos, hombres desnudos, centáuros y toda clase de animales y bestias.

La comisión aceptó, por otra parte, hacer caso de las recomendaciones del informe técnico, y se comprometió a contratar en breve a un escultor capaz de moldear en escayola las figuritas dañadas para, posteriormente, reproducirlas en piedra.

J.L.

## Las esculturas de la Lonja se reconstruirán con moldes

El Ayuntamiento contratará a un escultor especializado para reparar los graves destrozos provocados por unos desconocidos en 14 esculturas que adornan la fachada de la Lonja.

Los desperfectos fueron descubiertos por el propio personal del edificio al encontrar, a principios de este mes, fragmentos de piedras en el suelo. Al mirar hacia arriba los funcionarios se encontraron con varias estatuas que habían sido golpeadas repetidamente hasta dejarlas totalmente mutiladas. Una vez conocidos los hechos, el concejal de Cultura, Vicent Garcés, solicitó del arquitecto municipal, Emilio Riera un informe técnico que afirma que la reconstrucción será «larga y costosa». Dado que con los fragmentos encontrados es imposible la recomposición de las figuras se tendrá que sacar una reproducción en escayola de los restos y apoyarse en fotogra-

fías para tratar de conseguir una reproducción. Esta reproducción se pasará a piedra tosca del país y se ajustará a los restos existentes.

Las catorce figuras que pertenecen a la decoración de las archivoltas de entrada de la fachada posterior y a la decoración más alejada de la hoja izquierda de la puerta, fueron golpeadas con diferente violencia. De ellas, seis han quedado sin cabeza, mientras el resto tienen picaduras en distintas partes del cuerpo.

En la Comisión de Gobierno Municipal que suscribió el informe técnico, el alcalde lamentó la violencia empleada en este edificio que «ha pasado por la guerra de las Germanías, el incendio del siglo XVII, la guerra de sucesión, la del francés, la civil y también ha sido polvorín sin que nunca le haya sucedido nada hasta la llegada de unos indeseables en 1986».



4 LA CIUTAT, 1 al 30 de setembre de 1986



**El archivo fotográfico municipal, un caos**

# Imposible encontrar fotografías de la Lonja

Se ha inaugurado la exposición del ninot, una de las muchas que utilizan la Lonja como "container". En tanto, **siguen sin arreglarse los desperfectos que en septiembre del 86 le produjera un loco, martillo en mano, en su portada principal... El problema con que ha topado el Ayuntamiento hasta la fecha, es la falta de documentos gráficos ideóneos para restaurar.** LAS PROVINCIAS ha seguido la pista

de estas posibles publicaciones o fotografías, desde el archivo municipal a la Facultad de Historia — departamento de arte—. En unos sitios por el descontrol de los fondos (Ayuntamiento) y en otros por la ausencia de material, lo cierto es que la restauración se vuelve más y más complicada.

Los estudios más importantes, más extensos y minuciosos sobre la Lonja son los de Salvador Aldana, que además tiene otro título en las puertas de la imprenta: "La Lonja de Valencia". Aldana confiesa haberse quedado extrañado de que no se pudiesen encontrar en Valencia documentos gráficos como para restaurar el deterioro de las figuras de la Lonja.

"Me quedé asombrado cuando lo vi publicado, pero puede que el arquitecto municipal tenga razón en su aseveración. Texto sobre su iconografía y su simbología puede haber todo el que se quiera, pero fotografías... Sin presunción ninguna creo que el mejor archivo que pudiera haber al respecto es el que yo mismo he confeccionado. Hay una nutrida colección de fotografías, unas con una cierta calidad profesional, otras no". Aldana advierte que así como sobre la portada trasera —la que da a la calle de la Lonja— sí ha conseguido reunir minuciosas y "casi-profesionales" reproducciones de detalle, no cree lo mismo de la puerta principal. "En todo caso, pongo mis fondos a disposición del Ayuntamiento porque lo importante es proceder a la restauración lo antes posible, aunque sin olvidar la calidad, claro, eso es esencial."

**El archivo del caos**

El arquitecto encargado de la restauración estuvo indagando en los archivos municipales. El problema con que debió tropezar es el mismo con el que nos encontramos nosotros cuando iniciamos nuestra



FOTO MONZO

investigación: el archivo fotográfico municipal —tierra de nadie hasta ahora, independiente del archivo histórico— pervive como puede, en el más riguroso descontrol. Placas, las que se quiera; fotos, algunas menos porque trabajadores de todos los servicios de la casa se han ido llevando copias para sus fines personales... en definitiva, lo extraño es que se encuentre lo que se busque, pese a que pueda estar.

En honor a la verdad, hay que

apuntar que el Ayuntamiento está intentando por fin poner orden en el marasmo, pero mientras, el arquitecto encargado de la restauración ha de buscar por otros derroteros. Y se fue el departamento de historia del arte y a la biblioteca municipal de la plaza de Maguncia. En el primero de estos lugares le encaminaron al ya mencionado Salvador Aldana, el mayor teórico sobre la Lonja de nuestra ciudad.

En la biblioteca municipal, tanto

el arquitecto como LAS PROVINCIAS se pusieron en contacto con la bibliotecaria, Pilar Izquierdo. Tras una minuciosa búsqueda, y por increíble que parezca, concluimos con que ninguno de sus 53.000 volúmenes cuenta con las reproducciones idóneas, con el suficiente detalle.

El arquitecto encargado de la restauración, inició luego contactos con los fotógrafos profesionales que en los últimos años han sido en Valencia. Nueva desilusión, pues sucede en sus fondos algo parecido a lo del archivo municipal. La mayoría de los viejos clichés están sin clasificar y hacen imposible una búsqueda minuciosa...

**¿Y si lo hubiera?**

Por todo ello al arquitecto municipal, al sufrido arquitecto encargado de la restauración, se le ha ocurrido pensar que quizás en el archivo fotográfico Mas, en Barcelona, pudieran encontrarse los documentos. No lo tienen nada claro, tampoco. Es un nuevo intento. Lo cierto es que, por curioso que parezca el caso, esa es el freno de la restauración de la Lonja. En tanto, eso sí, no desmerece en nada que se puedan seguir celebrando en su interior, mil y una exposiciones de la más variada temática. Visto lo cual cabe preguntarse por el respeto que nos produce el edificio. De momento no hay fotos... pero si las hubiera ¿cuánto tiempo tardaría en recuperarse la imagen principal de la Lonja?

J. M. Coello

## VALENCIA

**Pertenece a Pérez Aparisi y con ellas es posible restaurar**

# Por fin, aparecen fotografías de detalle de la Lonja

Ya han aparecido las primeras. **Francisco Pérez Aparisi**, hijo y padre de fotógrafos y nacido en una cubeta entre líquido de revelado —es un decir— **ha encontrado en su archivo fotografías de detalle de la portada principal de la Lonja**. Hasta ahora el Ayuntamiento no había podido localizarlas y con ello justificaba el que año y medio después del salvaje atentado, no se hubiera restaurado aún su fachada. Ahora, puede empezar cuando quiera. ¿Cuándo?

“Toda la cabeza, desde la cintura. Lo que LAS PROVINCIAS publicaba el pasado sábado lo tenemos nosotros en nuestro archivo tal y como era. Tengo copias de 18 por 24 centímetros, pero se pueden ampliar tanto como sea necesario.”

El archivo fotográfico de Pérez Aparisi tiene tantos años y tanta tradición como su propia familia en el oficio...

“A mí no me habían llamado —asegura con amargura—. El Ayuntamiento estaba contactando con fotógrafos profesionales pero a mí aún no me habían dicho nada.” A decir verdad, en el Ayuntamiento tan sólo hay una persona que está buscando los documentos. Uno sólo de casi cuatro mil funcionarios, y va como puede, más deprisa de lo que puede. En el Ayuntamiento no hay muchos altos cargos interesados por la restauración y —quizás por ello— no se ha emprendido una búsqueda sistemática.

“Leí —señala Francisco Pérez Aparisi— que pensaban ir a buscarlas al archivo fotográfico Más de Barcelona y es que no puedo por menos de decirlo..., las fotos que hay allí, las del archivo Más, son las más, copias idénticas a

las que guardo en casa. Ellos son mis clientes.”

Sobre el año cincuenta una famosa publicación parisina le encargó el trabajo a nuestro fotógrafo. Estaban especialmente interesados por las gárgolas, que representan escenas pornográficas de las más variadas cataduras. “Aquí no se podía mentar ese aspecto. Yo hice las fotos y se las envié. También tomé varias de la portada principal porque sugieren escenas similares y podían interesarles. De todas ellas guardo copias.”

Otros fotógrafos profesionales más, como Francisco Jarque, también se han puesto en contacto con nuestra redacción advirtiéndole que —aún cuando no lo han corroborado— es muy posible que en su archivo personal tengan también alguna copia. En todo caso, el Ayuntamiento tendría resuelto el principal problema que parecía obstaculizar la restauración de la Lonja. Así, parece lógico pensar que se acometerá el trabajo inmediatamente.

Parece lógico ¿no? Pues dentro de otro año y medio veremos qué ha ocurrido...

*A los 7 años de que unos indeseables destrozaran la fachada*

## **El Ayuntamiento busca una empresa que pague la restauración de las esculturas de la Lonja**

Las figuritas escultóricas de la fachada de la Lonja de Valencia siguen sin ser restauradas casi siete años después de que unos vándalos las asaltaran, en septiembre de 1986. La concejala de Acción Cultural, María Dolores García Broch, asegura que “no tenemos presupuesto para recuperarlas, por lo que estamos buscando alguna entidad o empresa que patrocine y financie este delicado trabajo”.

Después de una agria polémica sobre la conveniencia o no de su restauración durante los días siguientes al atentado, el asunto cayó en el olvido, no se capturó jamás a los culpables y las esculturas de las arquivoltas de la puerta principal, siguen sin recuperarse.

La concejala de Acción Cultural, García Broch, ha señalado que no

hay ninguna partida presupuestaria definida para proceder a la restauración, “aunque tenemos el firme propósito de iniciarla este año 93; estamos buscando una empresa que quiera financiarla y buscando fotografías con buena definición para que la reproducción sea lo más idéntica posible respecto del original”.

Una vez decididos a restaurar (lo estuvo el equipo de gobierno socialista y lo está el actual de PP-UV) estalló una segunda polémica y fue precisamente la supuesta falta de fotografías de detalle de los grupos escultóricos antes del atentado. Uno de los técnicos municipales encargados de la restauración, Emilio Rieta, hoy ya jubilado, aseguró que el problema es que la mayor parte de las fotografías estaban to-

madas desde lejos “con lo que corremos el riesgo de diseñar una nueva Lonja”.

Rieta se dirigió al archivo fotográfico Mas, de Barcelona, a buscar las fotografías pero no obtuvo lo que quería. Los fotógrafos valencianos, al conocer la petición hecha a sus compañeros catalanes, exhumaron también las antiguas fotografías de sus archivos algunas de las cuales sí estaban realizadas con gran detalle, pero las obras no llegaron nunca a emprenderse fuera por el motivo que fuera.

“Estamos calculando —dice la concejala García Broch— el presupuesto exacto de la restauración y tenemos el propósito de realizarla”, razón por la cual se solicita la aportación de la empresa privada.

J. M. Coello

Ayuntamiento y Politécnica aseguran que se preservará la imagen de ambos monumentos

## Se restaurarán la figuras de la Lonja, rotas en atentado hace ocho años... y los cañonazos de las torres de Quart

Las figuras de la Lonja que hace ocho años rompió un loco martillo en mano, van a ser restauradas y repuestas en los próximos meses por la Univesidad Politécnica de Valencia. Los cañonazos de las torres de Quart, testigo y herida de la Guerra de la Independencia española, van a ser tratados (tratados, no ocultados) para que no puedan anidar en ellos las palomas y las cotorras que ahora lo hacen y erosionan la piedra. Estas dos restaura-

ciones forman parte del convenio que la Universidad y la delegación de Acción Cultural del Ayuntamiento de Valencia han firmado para lavar la cara a monumentos fundamentales de la ciudad, como son los mencionados, las esculturas del puente de Aragón, la escultura de Teodoro Llorente (fundador de LAS PROVINCIAS) en la Gran Vía y, cómo no, para poner otra vez el tridente al dios Neptuno del Parterre, que le suele desaparecer cada dos años.

La concejala valencianista María Dolores García Broch ha firmado un convenio con la Politécnica de Valencia en el que le encarga la restauración de varios monumentos de la ciudad. La regidora, que había recibido críticas por su política de inauguración de nuevos monumentos abandonando los antiguos, ha decidido acometer la reforma de los existentes antes de poner en marcha ningún otro nuevo proyecto.

Destaca la actuación que se va a emprender sobre las figuras de la Lonja. Unos salvajes, aún desconocidos ocho años después del suceso, atacaron vandálicamente las fachadas de la Lonja provocando daños en casi una veintena de figuritas escultóricas. Ocurrió esto en el 86 y después de una intensa y duradera polémica sobre la conveniencia o no de restaurarlas (algunos expertos consideran que había que mantener esta huella del tiempo), la regidora ha optado por la restauración. La encargada de llevar a cabo la obra será Pilar Roig, catedrática y directora del Departamento de Restauración de la Facultad de Bellas Artes.

Sufrieron daños 14 figuritas de las arquivoltas góticas de la fachada principal y 6 de la fachada posterior. El Ayuntamiento cuenta ya con fotografías precisas del estado original de estas esculturas —según cuenta la regidora García Broch— documentos que eran condición "sine qua non" para poder llevar adelante todo el proceso. Al mismo tiempo se reconstruirá también la escalinata de acceso al edificio.



Las esculturas de la Lonja de Valencia, los impactos de artillería en las torres de Quart serán restaurados. Se le devolverá también el tridente al Neptuno.

Guerra de la Independencia, cuanto por el ataque de palomas e incluso cotorras que anidan en las baldas

las torres de Quart van a perder su estampa tradicional."

salida. Son alegóricas (de labradores y marineros) de piedra caliza y

# Se restaura la Lonja, diez años después del brutal atentado

SABADO 16. NOVIEMBRE 1996

**LAS PROVINCIAS / 47**



FOTO MONZO

Una figura destrozada.

El Ayuntamiento de Valencia ha adjudicado la restauración de la Lonja cuando se cumplen diez años del brutal atentado que rompió numerosas figuras de su fachada, y cuando el monumento está en puertas de ser declarado por la Unesco Patrimonio de la Humanidad, lo que es ya oficioso y será oficial probablemente desde el próximo mes de diciembre. El importe de la operación es de unos cinco millones.

A los culpables del atentado no se les llegó a capturar jamás, aunque siempre se ha sospechado que se trataba de un grupo de gamberros. Sea esto, o sea obra de un loco, lo cierto es que destrozaron el trabajo que los picapdreros del medioevo habían hecho con mimo en la portada principal. La mayoría de las figuras destrozadas representan bichas o monstruos diversos, cuando no tiernos infantes.

El concejal de Cultura, José Rafael García Fuster, preocupado porque el edificio recupere la dignidad posible, ha puesto en marcha el proceso que en la última decena de años nadie inició.

Ahora habrá que determinar cómo se va a realizar la operación. Para facilitar los trabajos, el Ayuntamiento ha buscado en los archivos municipales una gran cantidad de fotografías de detalle de cómo eran las figuras que fueron destrozadas para que se recuperen con la máxima precisión.

Según explica el concejal García Fuster, se actuará de forma mimética y con el objeto de que la restauración pase lo más desapercibida posible a los ojos del ciudadano.

J. M. C.



---

#### 1.2.4.-LA LONJA PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD.

*Autor: J.L / Desconocido / Desconocido / Alfonso García / Desconocido*

*Título del artículo: La Lonja y la Albufera podrían ser declaradas "Patrimonio de la Humanidad" / La Lonja, Patrimonio de la Humanidad / La Unesco Declara la Lonja Patrimonio de la Humanidad / La Lonja permanece cerrada su primer día de patrimonio mundial / El primer acto público de la Lonja como Patrimonio de la Humanidad será una cena*

*Publicación: Las Provincias. 8-10-1985 / 6-12-1996 / 27-06-1996 / El Levante 07-12-1996 / Las provincias 21-01-1997*

*Sinopsis:*

El recorrido hasta la declaración de la Lonja como Patrimonio de la Humanidad se inicia en este primer artículo en donde se informa sobre la cumbre de la UNESCO en Valencia y las candidaturas de la Lonja y la Albufera. Dos artículos describen el momento de la declaración como Patrimonio de la Humanidad, explicando la gestión llevada a cabo por los políticos del momento y elogiando la construcción y función del edificio monumento. En los siguientes artículos se pone de manifiesto la dejadez del edificio y de su entorno aún a pesar de conseguir la preciada declaración patrimonial.

8/10/1985

## Valencia, sede de una cumbre de la UNESCO sobre protección de monumentos en el Mediterráneo

# La Lonja y la Albufera podrían ser declaradas “patrimonio de la humanidad”

Valencia será la sede durante los próximos días 7 y 8 de diciembre de la creación de una comisión especial que bajo el amparo de la UNESCO pondrá en marcha el primer programa de acción en los países del Mediterráneo para la defensa y conservación del patrimonio cultural y paisajístico.

La celebración de esta conferencia fue apro-

A esta reunión de ayer asistió el propio director internacional del ICOMOS con sede en París precisamente para tratar el tema de la próxima cumbre mediterránea de la que debe salir un documento de acción sobre los importantes focos arquitectónicos y ecológicos de la zona meridional europea.

### MONUMENTOS CATALOGADOS

El ICOMOS, básicamente, realiza una tarea consistente en catalogar los monumentos y sitios de interés internacional previos diversos informes, tras lo cual presta toda la colaboración necesaria a las autoridades nacionales —incluso en ocasiones financieras— para conseguir la conservación del ele-

bada ayer durante el transcurso de la reunión que celebró en nuestra ciudad la comisión nacional de ICOMOS (International Council of Monuments and Sites), organismo dependiente de la UNESCO dedicado a la protección y conservación tanto de los monumentos como de los lugares de especial interés patrimonial.

mento declarado como “patrimonio de la humanidad”. Recordemos que, por ejemplo, el espectacular traslado del templo egipcio de Abu Simbel se realizó bajo el patrocinio del citado organismo de la UNESCO.

Ayer, durante la reunión del comité nacional se estuvieron manejando diversos monumentos españoles para ser incluidos en el catálogo de conservación internacional y unirlos a los ya declarados de Alhambra, el Generalife, el Escorial, la mezquita de Córdoba, la catedral de Burgos, el parque Güell y la gaudiana Casa Milà. Siete monumentos a los que se podrán unir en breve si pasan la criba del comité internacional de la UNESCO el monasterio de Poblet, las cuevas de

Altamira, los conjuntos urbanos de Avila, Segovia o Compostela y las iglesias prerrománicas asturianas que ayer mismo debieron ser seleccionadas por la comisión española encabezada por el arquitecto Basegoda Nonell.

### LA LONJA Y LA ALBUFERA

Según pudo conocer LAS PROVINCIAS, miembros del Colegio de Arquitectos de Valencia, anfitriones de la reunión, sacaron a colación durante la reunión de ayer, sin que hasta ahora se sepa si la iniciativa fraguó, dos candidaturas valencianas, la Lonja, monumento único del gótico civil, y la Albufera, ecosistema húmedo de gran notoriedad.

J. L.



*La designación se produjo ayer, a las 19.30 horas, en el foro que la Unesco celebra en Méjico*

# La Lonja, proclamada Patrimonio de la Humanidad

VALENCIA. (De nuestra Redacción.) — En Mérida (Méjico), a las 19.04 de la tarde de ayer hora de España, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (Unesco) declaraba a la Lonja de Valencia como edificio Patrimonio de la Humanidad, tal como LAS PROVINCIAS adelantó en junio que iba a ocurrir. Junto a ella varios parques de África y Centroamérica se designaron Patrimonio Natural e inmuebles tan singulares como la catedral de Colonia (Alemania) se declararon también Patrimonio Cultural.

En todo el Mediterráneo español tan solo el Parque Güell y la casa Milá de Barcelona tienen la misma catalogación. La Lonja superó el filtro del Bureu de la Unesco en junio y desde entonces todo hacía predecir que pudiera ocurrir lo que finalmente ha sucedido.

## Edificio secular

Para que un inmueble sea designado Patrimonio de la Humanidad hay que cumplir al menos uno de seis diferentes criterios que estipula la Unesco. La Lonja participa de dos de ellos y el argumento final por el que ha sido designada con tan prestigioso reconocimiento es el que sigue: "Se trata de un lugar de valor universal excepcional, por ser un ejemplo excepcional de edificio secular, de finales del período gótico, e ilustrativo de forma espectacular del poderío y riqueza de las grandes ciudades mercantiles y mediterráneas."

En concejal del Proyecto Tercer Milenio y presidente de la Diputación de Valencia, Manuel Tarancón, ha manifestado lo que sigue: "El momento es importantísimo para nosotros. Justifica una gestión de varios años de trabajo y es el logro cultural más importante que hemos tenido para Valencia."

Manuel Tarancón fue el promotor de la iniciativa desde el Proyecto Tercer Milenio. "Me llena de satisfacción haberlo conseguido después de cinco años y medio como concejal, pero es un logro de todos, de la ciudad y de su historia. No pueda desligarse del Proyecto Tercer Milenio y no sería justo no citar en este momento como actores esenciales en la declaración a Lucio Attinelli (de la empresa ADC Nouveau Millenaire), Carmen Polo, (alta funcionaria de la Unesco), Carmen Afón (delegada de la Unesco para redactar la propuesta al Bureu de la Unesco) y Manuel Bas (autor material del expediente de solicitud)".

La alcaldesa de Valencia, Rita Barberá, ha señalado que la designación le ha producido "una absoluta emoción" y le hace sentirse "orgullosísima". "Había que luchar por ello —dijo Barberá— porque el edificio lo merecía. Lo hemos tenido que mover y al final lo hemos conseguido."

Esto supone que la Lonja va a ser una referencia de Valencia en el mundo, y por tanto pasa a formar parte de todas las publicaciones de Patrimonio Cultural que edite la Unesco. Es el reconocimiento al

primer edificio del gótico civil español y uno de los mejores de toda Europa.

## Data de 1483

La Lonja comenzó a construirse en 1483, bajo la dirección de Pere Compte, el "arquitecto" que recientemente ha visto reconocida su obra al dedicarle el Ayuntamiento de Valencia una calle ("Pere Compte, mestre en el noble art de la pedra") que sustituye a la hasta ahora denominada "Escalones de la Lonja". Su construcción fue promovida a instancia de Consell general, jurats, síndica y mercaderes y estaba destinada a la contratación de mercancías y al comercio de la seda.

La estancia destinada a la contratación constituye propiamente la Lonja, con tres naves longitudinales, cuya bóveda está sostenida por ocho columnas monocilíndricas, estriadas en espiral, correspondiendo al filete de cada estria, un baquetón o fuste de columnita que, al penetrar en el interior del poste, forma la basa total y zócalo de cada pilar. El otro cuerpo del edificio albergaba el tribunal del Consulado.

El magnífico inmueble situado en la misma plaza que el Mercado Central y la iglesia de los Santos Juanes, no goza sin embargo de un entorno protegido y bien cuidado. Por el contrario las fincas ruinosas conviven con edificios modernos, al tiempo que un mercadillo ambulante de quincalla se instala algu-

nos días en sus puertas, para asombrar de turistas y visitantes.

Recientemente, el Ayuntamiento ha decidido restaurar las figuras que adornan la fachada del edificio, destrozadas hace diez años en un acto vandálico.

## La protección de la Unesco

El Fondo de Patrimonio Mundial, creado en 1972 por una Convención de la Unesco, recibe para su mantenimiento y conservación el uno por ciento de las aportaciones de los Estados miembros de esta organización de la ONU. De esta forma, la Lonja entrará a formar parte de este conjunto patrimonial, que tiene cada año un presupuesto para ayudas urgentes de unos tres millones de dólares.

La Unesco tiene en todo el mundo 350 monumentos y conjuntos históricos bajo su protección, además de 102 parajes naturales, situados en 104 países.

La inclusión en el catálogo de edificios o parajes declarados Patrimonio de la Humanidad tiene múltiples efectos. En primer lugar, supone un enorme prestigio para el monumento en sí y para la ciudad en que se encuentra, que de esta forma gana un innegable atractivo turístico. En segundo lugar, la Unesco se compromete a evitar por todos los medios a su alcance cualquier operación que pueda poner en peligro la integridad o los valores estéticos del monumento o paraje protegido.

Algunas operaciones para salvar

el patrimonio arquitectónico y natural que ha realizado con éxito la Unesco han tenido como escenario parques nacionales o reservas, como las islas Galápagos, o valiosos restos arqueológicos, como los de Delfos.

## Campañas internacionales

Actualmente se hallen en curso 24 campañas internacionales en todo el mundo, con un coste total de cerca de 1.500 millones de pesetas. La de más larga duración comenzó en Venecia en 1966 y llegó a su segunda fase en 1993. La Unesco decidió lanzar una campaña para salvar la ciudad después de las catastróficas inundaciones de 1966, tarea que exigía tiempo, un alto grado de competencia técnica y, especialmente, dinero.

Ayer, en Méjico se declararon también Patrimonio Natural de la Humanidad los parques nacionales de Sime (Etiopía) y de Ichkœuel (Túnez), el parque natural Garambaba (Zaire) y la reserva del Río Plátano (Honduras). Como edificios, como Patrimonio Cultural, figura entre otros la catedral de Colonia, o la ciudad maya de Uxmal (Méjico) y el centro histórico de Querétaro.

Japón ha propuesto la declaración patrimonial de las ruinas de la ciudad de Hiroshima, que en 1945 sufrió un ataque atómico, pero ha trascendido que esta propuesta cuenta con el voto en contra de Estados Unidos y posiblemente también el de China, lo que ha retrasado las deliberaciones.

LAS PROVINCIAS / 5

## La Lonja, patrimonio de la Humanidad

Anoche saltó la noticia a última hora: la Lonja ya es desde ayer patrimonio de la Humanidad por declaración de la Unesco.

El más bello monumento del gótico civil, un monumento que ha permanecido vivo a lo largo de los siglos, ha sido ya reconocido internacionalmente.

No lo sé a ustedes, pero a mí la noticia me emocionó profundamente. Vaya, que se me hizo un nudo en la garganta al ver que, aunque sea tan tarde, empieza a haber un reconocimiento del mundo entero a nuestra Lonja, a lo profundo de nuestras raíces, a esa Valencia pujante y creadora que, como sea, hemos de volver a ser.

No sé quién ha llevado las gestiones, creo que la alcaldesa, Rita Barberá, y el presidente de la Diputación, Manuel Tarancón. Si ha sido así, gracias. Gracias por luchar internacionalmente por Valencia.

¿Se puede imaginar un más bello y glorioso comienzo para ese III Milenio en el que Valencia va a convertirse en la capital intelectual y artística del mundo?

No abre ni festivos, ni sábados, ni lunes

## La Lonja permanece cerrada su primer día de patrimonio mundial

La Lonja de Valencia permaneció ayer cerrada. Era el día después de su declaración como patrimonio de la humanidad por la Unesco, pero dio igual. Como todos los festivos, sábados y lunes, la Lonja estuvo cerrada ante la falta de personal auxiliar.

ALFONS GARCIA  
VALENCIA

El presidente de la asociación de defensa del patrimonio Edilicia, Salvador Lara, acudió ayer a «felicitar» a la Lonja de Valencia por su declaración, el jueves, como patrimonio de la humanidad por la Unesco. Se la encontró cerrada, como el resto de valencianos que hicieron el mismo camino. Y es que el primer monumento de la Comunidad reconocido como bien de interés mundial cierra todos los festivos, sábados y lunes. Además de las tardes de los domingos.

Su situación es la misma que la de todos los museos y edificios históricos que dependen del Ayuntamiento de Valencia: infrautilizados por falta de personal.

Pese al inconveniente de no poder contemplarla por dentro, Salvador Lara calificó de «muy buena noticia» la declaración de la Lonja como patrimonio de la humanidad. «Se merece eso y más», apostilló. El arquitecto añadió que tal reconocimiento debería servir «para que nos enteremos del

edificio que tenemos y lo estudiemos bien». Entre los déficit a cubrir, Lara destacó la realización actualizada de los planos de levantamiento del monumento, que no se terminan por falta de presupuesto. Además, propuso preparar una gran celebración con motivo del quinto centenario de su finalización, «con un estudio que sirva para una gran exposición permanente sobre el edificio, de manera que la Lonja sea un museo de sí mismo y se hagan menos fiestas».

«Pero lo primero de todo —sentenció el presidente de Edilicia— es tenerla abierta.»

El portavoz del grupo socialista en el consistorio, Aurelio Martínez, tampoco obvió este hecho a la hora de valorar el reconocimiento de la Unesco. «Es una lástima que el PP no haya tenido la suficiente capacidad de reacción para abrir la Lonja el día después de ser bien de la humanidad», dijo. No obstante, expresó su satisfacción por la declaración y reivindicó el valor del legado gótico de la ciudad, «uno de los

*El domingo asaltaron el edificio y no funcionó la alarma*

## El primer acto público de la Lonja como Patrimonio de la Humanidad será una cena

VALENCIA. (De nuestra Redacción.) — El primer acto público que se hará en la Lonja después de ser declarada por la Unesco Patrimonio de la Humanidad, va a ser una cena para unos 250 comensales, todos invitados del encuentro cultural que lleva por título los Desafíos del III Milenio, que desde el jueves al sábado se desarrollará en el Palau de la Música i Congressos.

La Lonja está de nuevo en el ojo del huracán, tanto por el controvertido uso que se va a hacer del edificio, como porque ha fallado el sistema de alarma y en la madrugada del domingo se colaban unos desconocidos en su interior. Aunque no dañaron el inmueble —sólo hay que lamentar la rotura de un taburete valorado en 10.000 pesetas— pudo suceder lo peor.

A las 7 horas de la madrugada del pasado domingo, la Policía Local de Valencia observó que las puertas de la Lonja estaban abiertas y al acceder al interior se comprobó que unos desconocidos se habían introducido en el recinto.

La concejala de cultura, María José Alcón, dejó bien claro que "el edificio en sí no ha sufrido absolutamente ningún daño. Los únicos desperfectos, de muy escasa consideración se han reducido a un taburete con una de sus cuatro patas partidas y la desconexión de un teléfono que ya funciona".



Los asaltantes rompieron esta banqueta.

modo de repararlo: no podíamos poner una cerradura nueva, porque se trata de una cancela histórica", explica Vicente Igual, concejal de Administración General.

El salón dorado y las caballerizas sí estaban cerradas por lo que no pudieron llegar los asaltantes a estos lugares. Salieron del edificio por la puerta principal, sin causar daños pero poniendo en evidencia la vulnerabilidad de este espacio.

**Ordenanza jubilado**

- En la madrugada del sábado al domingo entraron unos desconocidos al inmueble y salieron por la puerta principal.
- Las alarmas estaban revisándose y la cancela que separa el patio del salón columnario tenía la cerradura rota.

**La cena**

La concejala Ana Noguera (PSOE) ha criticado el asalto a que se ha visto sometida la Lonja y el uso que se va a hacer del inmueble como Patrimonio de la Humanidad.

"Lo que ha ocurrido ahora —dice Noguera— no es un hecho aislado, sino un goteo constante. Se han llevado capiteles del Museo de la Ciudad, ha desaparecido el friso romano, falta un cuadro del siglo XV titulado 'Salvador'."



### 1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

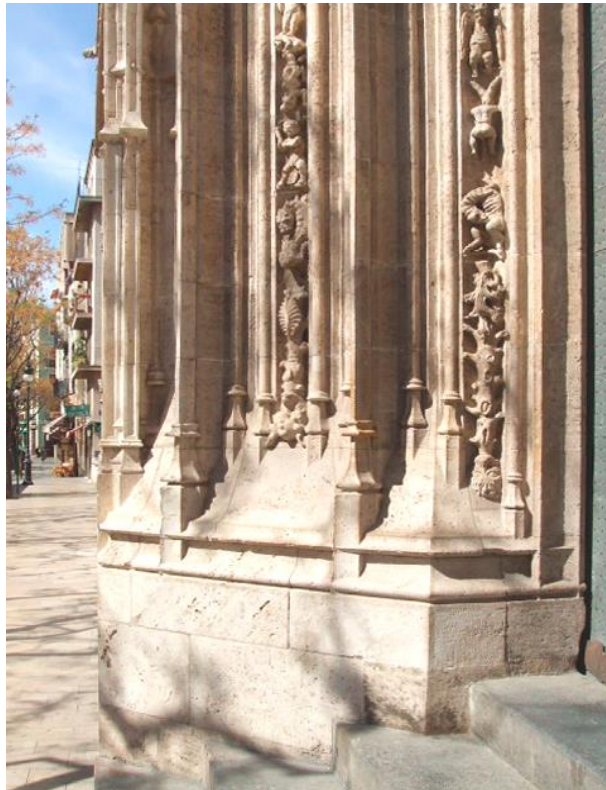


Imagen 3 PORTADA PRINCIPAL. JAMBA DE ESTUDIO.  
Fuente propia

El objetivo principal de esta investigación se centrará en analizar las posibilidades prácticas en uno de los campos de mayor trascendencia:

LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN O REPOSICIÓN EXACTA DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO REQUERIDO POR SU INTERÉS HISTÓRICO.

Otro objetivo derivado de este, estudiará y determinará el grado de exactitud y precisión a la que se llega con la utilización de nuevas tecnologías.

Un tercer objetivo que se plantea inicialmente es el de comparar varias formas de levantamiento gráfico a escala real y en el espacio tridimensional.

Se aspira a plasmar en un título un nuevo método de levantamiento arquitectónico instrumentalizado por la más alta innovación tecnológica del momento; El escáner Láser 3D.

Aplicarlo a la Expresión Gráfica Arquitectónica y Patrimonio supone todo un esfuerzo que se ha concretado en el siguiente título:

EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO ARQUITECTÓNICO DE PRECISIÓN. LA JAMBA DE LA PORTADA DE ACCESO PRINCIPAL A LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA



## 1.4.- LA METODOLOGÍA



Imagen 4 TOMA DE DATOS CON EL PERFILÓMETRO SOBRE LA JAMBA. Fuente propia

Desde el Teodolito hasta el Escáner Láser 3D, todos los equipos topográficos pretenden lo mismo: SITUAR UN PUNTO EN EL LUGAR QUE OCUPA EN EL ESPACIO MEDIANTE SUS COORDENADAS X, Y, Z.

Esto se hace punto a punto de forma manual con los Teodolitos, de forma automática con las Estaciones Totales o a gran escala desde 4.000 puntos por segundo como lo hace el Escáner Láser 3D de la marca Leyca utilizado inicialmente en el trabajo de campo hasta los 976.000 puntos por segundo del escáner láser 3d de la marca TOPCON llamado FARO, utilizado en el levantamiento del mes de marzo de 2015. La última tecnología, que salió hace aproximadamente ocho años al mercado y que ha evolucionado su aplicación al campo del urbanismo y de las infraestructuras viarias, ofreciendo una nueva visión a escala real del entorno urbano.

El ESCÁNER LÁSER 3D mide la realidad física tridimensional y la convierte en un archivo informático que posteriormente es manipulado con un software específico para conseguir los datos numéricos o gráficos geométricos que se requieran. A este proceso se le denomina digitalización 3D.

PARA GESTIONAR LOS DATOS OBTENIDOS DESDE EL ESCÁNER LÁSER 3D PRIMERO LO HEMOS TENIDO QUE MEDIR.

Partiendo de esta consideración, hemos vertebrado la presente investigación con la siguiente sucesión de contenidos:

Recorrer el entorno urbano y social más inmediato del monumento desde su construcción hasta la actualidad; para conocer en qué condiciones se encontraba la ciudad en su posición social dentro del País. Descender hasta el edificio para conocer la finalidad de su construcción y analizar las formas de trabajo de su autor.

Utilizar desde las herramientas más simples como los peines de arqueólogo hasta los instrumentos más modernos en tecnología instrumental y estudiar su evolución para poder apreciar su capacidad.

Analizar el grado de exactitud de las medidas que nos proporcionan los nuevos instrumentos utilizados en el levantamiento gráfico arquitectónico: el Escáner Láser 3D y la Estación Total, a partir de los instrumentos más elementales: la cinta métrica metálica, el pie de rey y el peine de arqueólogo milimétrico.

Comparar la geometría obtenida con la teórica para estudiar su métrica, su composición, su simetría, su proporción y su envolvente original.

Comparar los resultados y el protocolo del levantamiento realizado con otros de relevancia internacional.

Encontrar otras tesis doctorales relacionadas con esta.

Obtener unas conclusiones parciales y generales de todo el conjunto, ofreciendo las posibilidades de utilización de los resultados:



Imagen 5 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO CON EL PERFILÓMETRO  
Fuente propia



Para poder capturar formas complejas lo que se hace es medir en pocos segundos, cientos de miles de puntos obtenidos por la reflexión de las ondas sobre la superficie del objeto, consiguiendo describir de forma fidedigna la forma de su superficie.

La información así adquirida puede tener multitud de aplicaciones. La más evidente es la “visualización interactiva” en la que el objeto medido puede ser visto desde todos los ángulos de forma interactiva utilizando un PC.

La diferencia con otras técnicas de visualización, como puede ser la fotografía digital de 360°, se encuentra en que la información obtenida mediante digitalizado 3D son medidas reales de longitud y posición, y por tanto pueden ser susceptibles de utilización en infinidad de usos alternativos.



Imagen 6 UTILIZACIÓN DEL PIÉ DE REY SOBRE LA JAMBA.  
Fuente propia.



---

### 1.5.- EL LEVANTAMIENTO GRÁFICO ARQUITECTÓNICO

La Expresión Gráfica Arquitectónica como disciplina plena, tiene carácter autónomo, por encima de su valor instrumental, por lo que la investigación tiene gran trascendencia en su orden interno. Así pues, sus cursos de doctorado deben ser entendidos como puente entre la labor investigadora del Departamento con sus respectivos grupos de investigación y una estructura que gobierne las posibles líneas de investigación.

Uno de los trabajos más habituales de un técnico es el levantamiento como labor previa a otra posterior de intervención, de formación o de investigación, derivada por la necesidad de dominar las geometrías del objeto de análisis<sup>3</sup>.

Cualquier intervención restauradora o rehabilitadora sobre el patrimonio arquitectónico requiere de un levantamiento que de fe y documento con rigurosidad su estado actual.

El levantamiento propuesto en esta tesis pretende reflejar la morfología del conjunto y la de sus partes. Hemos eludido los defectos de algunas piezas optando por la regularización de los elementos que intervienen en el monumento. Las mediciones han sido realizadas utilizando el sistema métrico decimal, si bien se ha tenido presente su relación con el sistema métrico de la época históricamente vigente en Valencia como veremos y justificaremos en el tema de la métrica utilizada.

---

<sup>3</sup> GOITIA, AITOR. (1999). Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Edita Munilla-Iería. Tomo2 pg 161-163.

Los dibujos elaborados para la definición de la portada responden a la proyección ortogonal según la tradicional representación en planta, alzado y sección, junto a la representación tridimensional. He utilizado como soporte informático de delineación los programas gráficos AutoCAD y 3Dstudio max, y el milímetro como unidad genérica de trabajo y precisión.

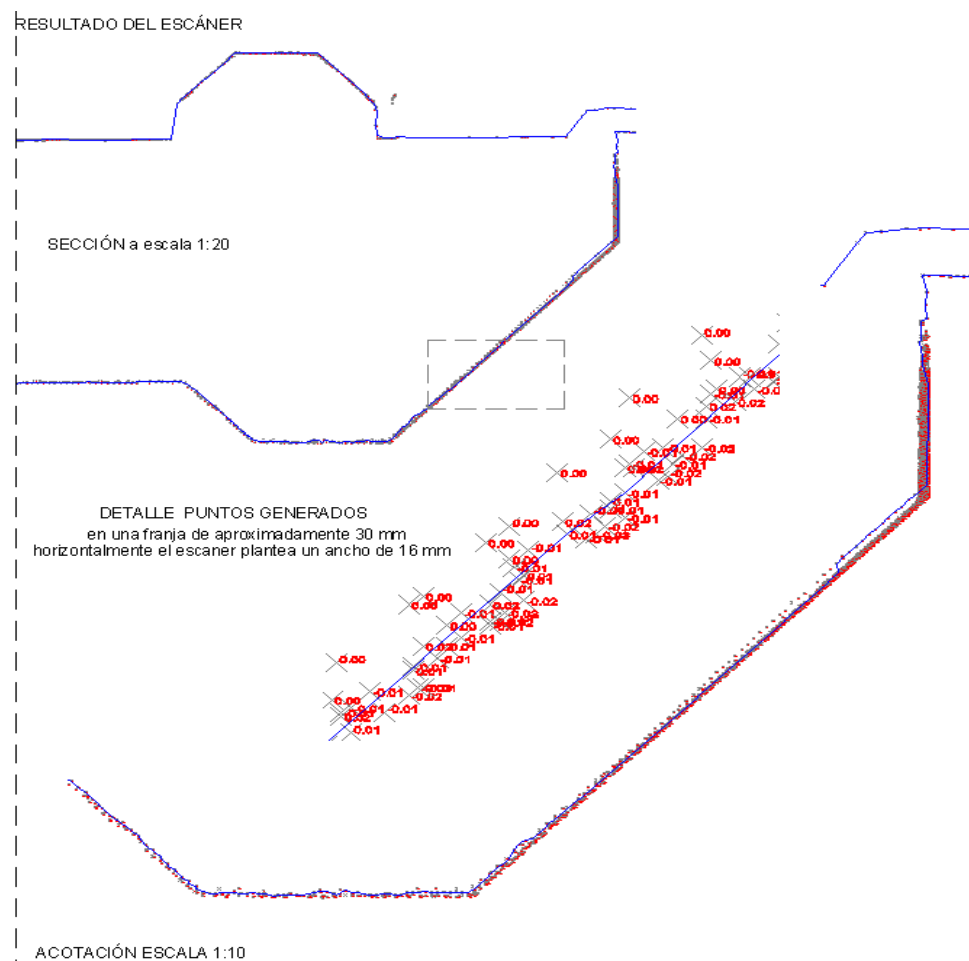


Imagen 7 EJEMPLO LEVANTAMIENTO RESULTADO DEL ESCANER 3D  
Fuente propia.

## CAPÍTULO 2 LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA

### 2.1. INFORMACIÓN HISTÓRICA DE LA CIUDAD EN EL SIGLO XV.

En este siglo XV en el que empieza la construcción de la Lonja de la seda de Valencia, la ciudad era una verdadera potencia económica mediterránea comparable con Venecia, Génova o Marsella. Aunque también le afectaron la peste, inundaciones, sequías y guerras, fue capaz de sobreponerse muy rápidamente señal de su buena salud<sup>4</sup>.



Imagen 8 PLANO DE VALENCIA S XV DEL PADRE TOSCA  
Fuente [www.artisangallery.es](http://www.artisangallery.es)

Mientras que toda Europa se encuentra en un período de depresión, la ciudad de Valencia vive un momento de gran esplendor demográfico, económico y cultural (es el siglo de Oro Valenciano). Tanto es así que la supremacía de la ciudad de Barcelona en la Corona de Aragón pasa a la ciudad de Valencia que inicia su época de máximo apogeo. Ello condujo a un aumento importantísimo de la población de la ciudad gracias a la inmigración de barceloneses, aragoneses y castellanos huidos de la guerra civil y de la peste. De este modo, se pasó de 40.000 habitantes a principios de siglo a 75.000 en el año de inicio de la construcción de la Lonja de Valencia, 1483. En esa época la ciudad de Madrid no era más grande que la de Játiva con 10.000 habitantes y la de Barcelona con 30.000.

La prosperidad demográfica propició un gran desarrollo económico y financiero que permitió mantener estable la moneda en el Reino de Valencia y librarse de las devaluaciones de moneda sufridas en otros estados europeos con la consiguiente caída de precios y el cierre de numerosos negocios.

<sup>4</sup> SÁNCHEZ, MANUEL. (1997) La ciutat de València. Síntesi d'història i de geografia urbana. Valencia: Arts Gràfiques Soler S.A. Sexta Edició. Colabora Ajuntament de València, Generalitat Valenciana y Universitat de València. Pg 169-246

El comercio era la base principal de la economía valenciana y la burguesía que era más rica que el monarca, se hizo solidaria con la política de este, tanto en el interior como en el exterior de Valencia, lo que llevó a ser la primera en librar una letra de cambio conocida en toda Europa Occidental.

La industria artesana fue muy importante en Valencia beneficiada por la confluencia de dos mundos: el cristiano-occidental y el musulmán-oriental. La principal industria era la textil y en esta época todavía eran los moros una buena parte de la mano de obra. El prestigio de la drapería valenciana fue tal que para defenderla, el Consejo municipal de Valencia tuvo que disponer lo siguiente en 1417: *“Que tots los draps que es feren en València, los fessen una corona, perquè on vagen, sien coneguts que son de València”*.

La adobería y la manufactura de pieles, junto con la cerámica valentino-morisca, eran otras de las industrias de prestigio y demanda internacional.

Ante esta situación social, la primitiva Lonja llamada del aceite, anterior a 1341, estaba situada en la actual plaza del Doctor Collado, de construcción pobre al estar en parte descubierta y en parte cubierta con madera tuvo que ser sustituida por el edificio público más famoso, bello y característico de la Valencia “hanseática”, es decir, de burgueses mercaderes, la Lonja, llamada de la Seda, uno de los mejores monumentos del gótico civil de toda Europa.

Los Jurados de la primitiva Lonja tuvieron que adquirir para la nueva construcción varias casas junto al mercado, y Pere Compte fue elegido por el Consell de la ciudad por ser el “mestre pedrapiquer” más prestigioso de la época para la construcción del nuevo edificio. La nueva Lonja tenía que ser: *“Molt bella et magnífica e sumptuosa, que sia honor e ornament d’aquesta insigne Ciutat, e los mercaders de la qual e altres havents volentant de comerciar, tinguen afectió per exercitar-se en l’art mercantivol e fer naus, de que en resultarà grandíssim benefici”*.



Imagen 9 MONEDAS DEL REINO DE VALENCIA EN EL S. XV.

Fuente [www.numismaticamedieval.com](http://www.numismaticamedieval.com)

## 2.2. INFORMACI3N HIST3RICA DEL EDIFICIO DE LA LONJA.

### 2.2.1 EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO

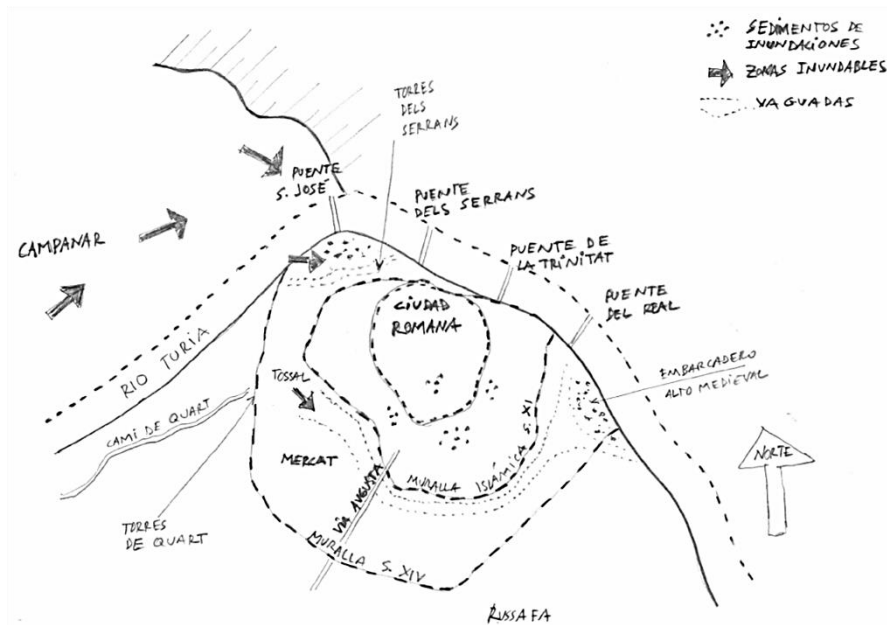


Imagen 11. PLANO DE VALENCIA. Zonas inundables. Imagen Pilar Carmona González. Dibujo propio.

La Lonja se encuentra situada en el barrio del Mercado de la ciudad de Valencia. La historia de la ciudad se inicia con la llegada de los romanos en el año 138 antes de Cristo. Valencia era por entonces una isla fluvial rodeada por dos brazos del río Turia; uno al Norte, transformado en la actualidad en jardín y lugar de recreo, y el otro al Sur, coincidiendo en parte con la actual Plaza del mercado.

Por la inflexión de las curvas de nivel, se evidencia en el sur de la muralla islàmica, una vaguada que desde el Tossal a la plaza del Mercado se prolonga por el sur y después hacia el este para desembocar en el cauce del río Turia, en el sector de la rambla dels Predicadors.

La evidencia topogràfica de la vaguada y los sedimentos de carga de lecho y de derrame de orilla, aparecen en los registros geo arqueol3gicos en áreas pr3ximas y son indicativos de la existencia de un cauce funcional en el sur de la ciudad al menos en la època romana e islàmica<sup>5</sup>. Posteriormente los musulmanes utilizaran este brazo del río como foso defensivo y después sobre él se levantará la muralla àrabe del s. XI.

<sup>5</sup> CARMONA, PILAR. (2002). Geomorfología de la llanura de Valencia. El río Turia y la ciudad. Historia de la Ciudad. II Territorio, sociedad y patrimonio. Ed. ICARO, Ajuntament Valencia y U.V. pg 21

En el año 1236 llega la conquista cristiana de la ciudad y, con ella, la idea de la construcción de una nueva muralla que abrazará a la nueva ciudad por el antiguo barrio musulmán de la Boatella en s.XIV.

El arrabal de la Boatella es el espacio delantero de la Lonja en donde siempre hubo mercado y su nombre, según algunos historiadores, deriva de la palabra “boada” que significa manada de toros.(tal vez porque desde la época romana podría haber sido el lugar de pasto y venta de ganado).

Junto a la actual Lonja, en la calle Ercilla, se abrió una puerta a la muralla a la que se llamó Báb al-Qaysariya derivado del barrio de la alcaicería que se situaba en la actual plaza del Doctor Collado, a la que recae la fachada Norte de la Lonja y donde se vendía seda en bruto y tejidos de lujo.

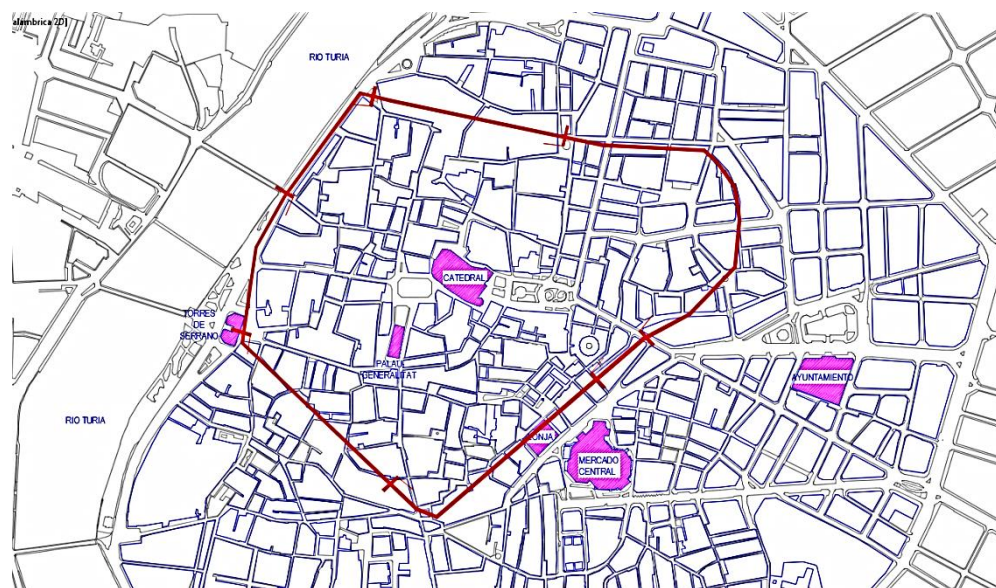


Imagen 12 MURALLAS ISLÁMICAS. Grafiado en color rojo vemos la situación de las murallas islámicas con indicación de cada una de las puertas de entrada. Fuente propia.





Imagen 13 LA RIADA de 1957. Plaza del Carmen. El agua que se ve pasará a continuación por la fachada principal de la Lonja. Fuente archivo Las provincias.



Imagen 14 LA RIADA de 1957. Calle de las Barcas. Fuente archivo del periódico Las provincias.

*“La ciudad de Valencia y su huerta configuraron, desde la época islámica, un espacio hidráulico integrado. En torno a los cercos defensivos se excavaban las grandes acequias. Las cloacas, las acequias y los fosos de la muralla formaron un único sistema de canalizaciones que alimentado por las aguas del Turia, atendía las funciones de saneamiento urbano, defensa y riego de campos, huertos y jardines”.<sup>6</sup>*

Unos años después, en 1261, el rey Jaime I otorgaría el privilegio de establecer un mercado permanente junto a la Iglesia de los Santos Juanes. El actual Mercado Central.

Según un estudio realizado por el periodista Vicente Aupí, del periódico Las Provincias, las crónicas antiguas indican que existen riadas documentadas desde el siglo XIV en 1321, 1328, 1340, 1358, 1406, 1427, 1475, 1517, 1540, 1581, 1589, 1590, 1610, 1651, 1672, 1731, 1776, 1783, 1845, 1860, 1864, 1870, 1897 y finalmente la de 1957. Hay constatadas al menos 75 riadas o avenidas en los últimos siete siglos.

En el mes de Octubre de 1957 la ciudad de Valencia sufrió una de las mayores inundaciones conocidas, siendo considerada como “la riada”. Tuvo gran repercusión en los medios de comunicación que difundieron la noticia a todo el territorio nacional, lo que aceleró el inicio de la ejecución del “plan sur”, consistente en desviar el antiguo cauce del río Turia por otro cauce nuevo al sur de la ciudad. La riada de 1957 aportó numerosa información de la que destacamos la siguiente, por lo que se refiere al emplazamiento de la Lonja: La ciudad de Valencia en época romana se encontraba en una isla en medio de dos ramales del río Turia. Así, la Plaza de la Virgen, la calle del Micalet, la Plaza de

<sup>6</sup> SANCHÍS, CARLES. (2002). Acequias, Saneamiento y trazados urbanos en Valencia. Historia de la ciudad. II. Territorio, sociedad y patrimonio. Edita: Icaro, Ajuntament de València, UV. Pg 105.

la Reina, el Palacio Arzobispal y el Palau de la Generalitat, no se inundaron. La Valencia romana quedó intacta. En cambio, el antiguo ramal del río Turia que discurría por el sur de la Valencia romana, pasa actualmente frente a la Lonja, por la Plaza del Ayuntamiento y la calle de las Barcas hasta llegar a la ciudadela volvió a ser río.

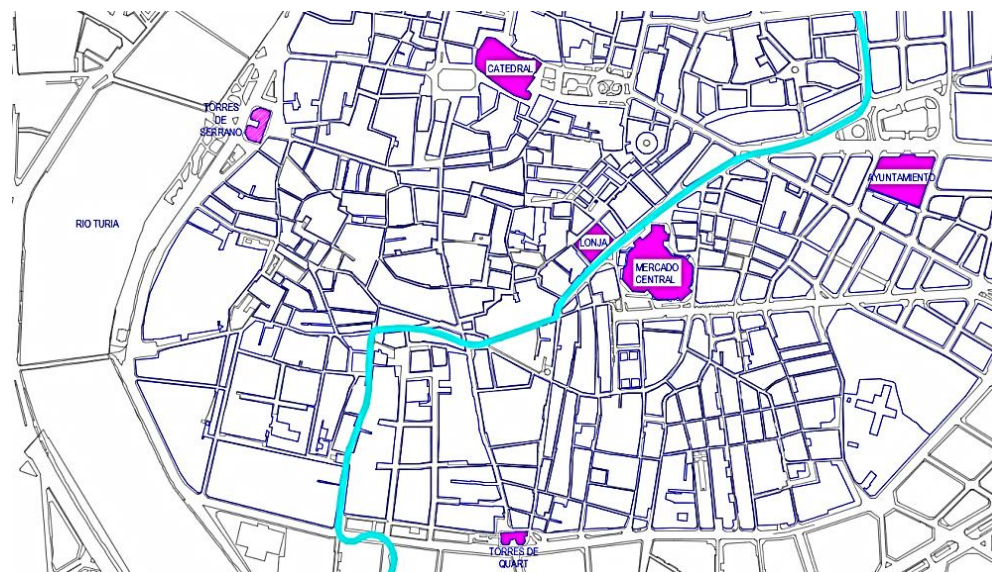


Imagen 15. PLANO DE VALENCIA. CIUTAT VELLA. Se grafia en color cian, el segundo tramo del cauce del río Turia, abrazando a la ciudad islámica por el lado sur-oeste. Precisamente desde su trazado hacia el sur-oeste, casi todas las calles tienden a confluir en ella, siguiendo el desagüe natural de la escorrentía de las aguas de lluvia. Fuente propia

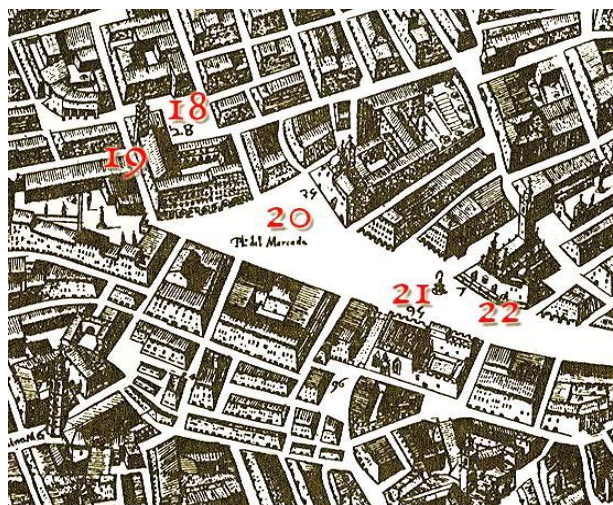


Imagen 16 PLANO DE VALENCIA. s XVIII. P. Vicente Tosca; 22 Convento de las Magdalenas y molino Na-Rovella, 21 la Lonja, 20 Plaza del mercado, 19 Convento de la Merced y 18 Plaza de la Merced. Plano Tosca. Fuente archivo municipal de valencia.



Imagen 17 PLAZA DEL MERCADO s XIX .(en el centro de la hoja se aprecia la Lonja de Valencia). Fuente archivo municipal de valencia.

El siglo XV es el inicio de una época dorada para la Plaza del Mercado al convertirse en el centro comercial de la Ciudad donde mercaderes, burgueses, extranjeros, eclesiásticos, caballeros, nobles, campesinos y mendigos conviven bajo la sombra imponente de la Lonja de los Mercaderes, donde se ubicará en 1498 la más antigua institución bancaria de España.

Hacia 1500 la Plaza del mercado ya tenía un espacio urbano definido por sus cuatro fachadas: Por un lado, estaba la fachada oeste de la Lonja de la Seda. En la fachada este, en lo que hoy ocupa la iglesia de los Santos Juanes y el Mercado Central, se situaba el Convento Medieval de las Magdalenas y el molino de la acequia Na Rovella. En la fachada sur se encontraba el convento medieval de la Merced, que se levantaba en la actual Plaza de la Merced y la avenida María Cristina. El resto estaba rodeado con casas de tres o cuatro pisos que se levantaban sobre arcos formando logias o porches abiertos a la plaza donde se instalaban los vendedores del mercado.

El centro de la Plaza, enfrente de la Lonja, estaba ocupado por una fuente que se abastecía de agua de una cenia construida en 1531. La cenia era una noria para extraer agua de un pozo que se utilizaba entre otras cosas para regar el Patio de los Naranjos de la Lonja.

Además de la fuente, también se construyó en piedra una Horca. Los allí ajusticiados eran enterrados en el cementerio de Los Santos Juanes.

El 31 de julio de 1826 reinando Fernando VII, el peor rey de la historia de España, fue ajusticiado en la horca, metido en un barril que simulaba el fuego de la hoguera y tirado al río después de la ejecución, la última víctima de la inquisición Española; el maestro de Ruzafa Cayetano Ripoll, denunciado por su propia mujer al que acusaba de no asistir a misa los domingos. La plaza se usaba también para actos lúdicos, como las justas o torneos entre caballeros para divertimento del pueblo y la nobleza.

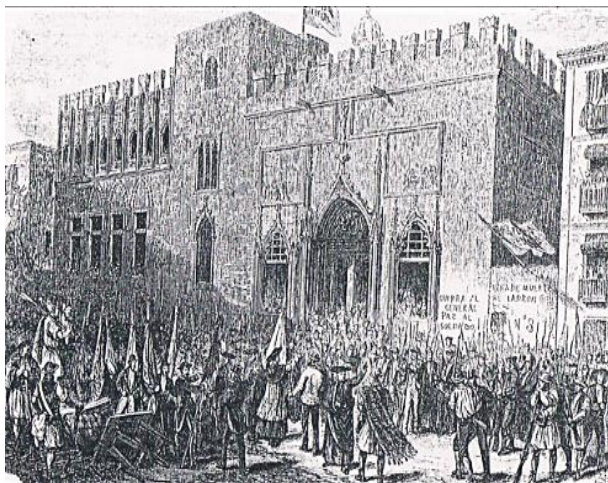


Imagen 18 JORNADA REVOLUCIONARIA frente a la Lonja 1869.  
Fuente archivo municipal.



Imagen 19 PLAZA DEL MERCADO. Archivo municipal.

Uno de los Torneos más famosos fue el celebrado por el rey Alfonso en “Magnánimo”, que en 1426, mandó construir en el centro de la plaza un castillo de madera que representara el castillo de la Maga Morgana, hermana del rey Arturo, tomado por las fuerzas del mal y liberado por el propio rey Alfonso y sus caballeros.

De 1400 a 1859, la plaza también se usó como plaza de Toros hasta la inauguración de la actual.

La plaza del mercado fue considerado el primer centro cívico de la ciudad.

En 1836 la plaza del Mercado cambió totalmente con el derribo de los Conventos Medievales de la Merced y las Magdalenas, sobre el que se construyó el Mercado Nuevo que era un edificio construido de madera y hierro abierto por donde estaban los puestos de ventas. Más tarde fue derruido y construido sobre él, el actual Mercado Central inaugurado en 1928. Es por ello que la actual plaza del mercado es un ensanchamiento de las calles que a ella confluyen: la avenida M<sup>ª</sup> Cristina y la calle San Fernando.

Los actuales espacios se configuraron tras la conquista de la ciudad por los cristianos y la construcción de la nueva muralla en el s. XIV que incorporaba los barrios periféricos a la anterior.

Los orígenes de la plaza se remontan a la antigüedad, cuando el lugar lo ocupaba un circo. Según las enseñanzas de Camillo Sitte, las plazas que se destinan a resaltar edificios públicos deben ser alargadas o profundas.

Palladio utiliza la palabra Piazza en alusión al foro romano y al ágora griega, por su similitud entre espacios públicos, tanto si se crean entre edificios aislados o agrupados, como si resultan de ampliar una calle como es nuestro caso.

Una plaza es una superficie enmarcada por edificaciones y su diseño formal tiene como finalidad hacer el mayor alarde posible de los edificios por lo que los edificios singulares no se pueden colocar al azar en cualquier punto de la plaza.

El principal aspecto a tener en cuenta en el momento de elegir el enclave del edificio monumento es su relación con una plaza, por lo que todos los edificios que a ella recaen deben estar en concordancia con el diseño de las plazas.

La altura de la Lonja parece dialogar con el resto de los edificios que conformaban la plaza alargada y un cerramiento visual definido por las fachadas de los edificios del fondo de la misma al girar su recorrido, según se muestra en la imagen del s. XIX, justamente antes de elevar la torre de la Lonja (*ver apartado torre de la Lonja*).

*“Cuando por el contrario destaca la anchura del edificio respecto de la altura como sucede con la Basílica de Vicenza y la Lonja de Valencia, será preferible optar por una plaza alargada”.*

Por lo que respecta a la relación del edificio principal con el resto de fachadas de la plaza, Sitte estima perjudicial para la escala y la presencia de aquél el que se levante ajeno al resto de edificios próximos y que resulta beneficiosa una conexión física, real o aparente con estos. Lo que permite además concentrar la decoración exterior en una o dos fachadas, en lugar de las 4, exhibiendo así el edificio mayor esplendor. Entre las 255 iglesias analizadas en Roma, sólo 6 se levantan aisladas.

Cuando los muros de los edificios de la plaza tienen todos igual altura, permite conseguir la sensación de continuidad, de área cerrada que actúa de soporte de la edificación principal.

En el aumento de la anchura de las calles para la formación de una plaza, como es nuestro caso, conviene que algunas partes de la plaza den la sensación de cerramiento.

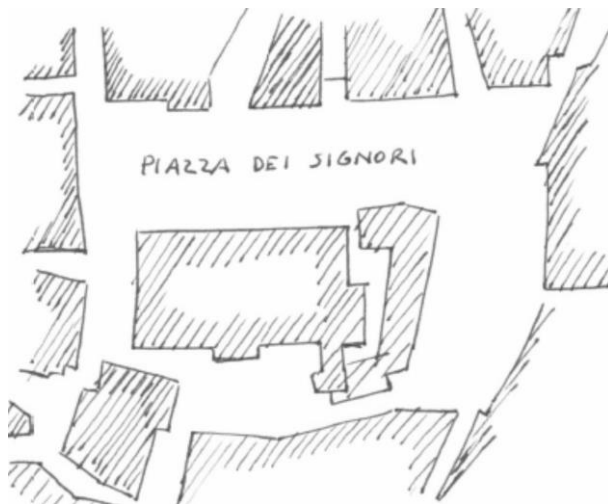


Imagen 20 PLAZA ALARGADA. La Basílica de Vicenza en la Piazza dei Signori. Fuente propia.

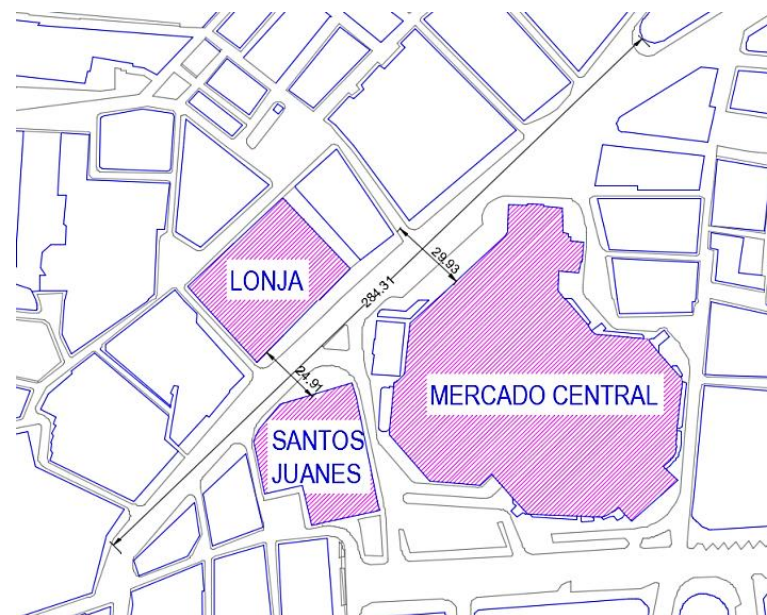
La anchura que actualmente tienen las calles, hubiera bastado antes, para crear una plaza que actuará como patio delantero de un gran edificio público<sup>7</sup>.

Una plaza demasiado pequeña, ahoga más que realza el edificio de grandes dimensiones. Las inmensas plazas modernas empujéñecen las edificaciones.

Según el maestro Vitrubio, "las dimensiones de una plaza y de los edificios circundantes tienen que estar relacionados de manera que el ancho de la plaza no debe ser inferior a tres veces la altura de los edificios e inferior a seis". En nuestro caso, siendo la altura de los edificios de vivienda que conforman la plaza de altura similar a la Lonja, no cumplen esta condición vitrubiana.



Imagen 21 VISTA ACTUAL DEL MERCADO CENTRAL.  
Fuente propia desde la torre de la Lonja



---

<sup>7</sup> WERNER, HEGEMANN. (1992). Arte Civil. Fundación Caja de Arquitectos Edita G.G. páginas 9- 39.

Todas las edificaciones que conforman el barri del mercat, a excepció de los monumentos, son en su mayoría del siglo XIX aunque existe alguna del s. XVII y XVIII de configuración modesta, con sus bajos dedicados al pequeño y mediano comercio. Por ello los edificios que actualmente vemos alrededor de la Lonja, en el momento de su construcción, eran de diferente construcción.

Muchos nombres de las calles y plazas del barrio, recuerdan tradiciones y oficios valencianos: ramillets, cordellats, bosseria, tapissería, corregería, brodadors,...



Imagen 24 MERCAT CENTRAL. Fachada edificio principal del mercado central recayente a la Plaza del Mercado. Fuente propia.



Imagen 23 CONSELLERÍA DE COMERCIO Y ABASTECIMIENTO. Es la tercera de las fachadas que conforman la plaza del mercado. Fuente propia.



Imagen 22 IGLESIA SANTOS JUANES. Fachada recayente a la plaza del mercado, frente a la Lonja. Imagen propia





## 2.2.2 EL EDIFICIO



Imagen 25 EDIFICIO EN LA ACTUALIDAD DE LA LONJA DE VALENCIA Fuente propia.

La Lonja de la Seda de Valencia o Lonja de los Mercaderes es una obra maestra del gótico civil valenciano situada en el Centro Histórico de la Ciudad de Valencia, en la Plaza del Mercado número 31, frente a la Iglesia de los Santos Juanes y del Mercado Central de Valencia. Es el edificio público más famoso, bello y característico de Valencia<sup>8</sup> En la Lonja se cambiaba y se depositaba dinero y oro, se contrataba la compra-venta de la seda, que llegaba por mar al Consulado del Mar, que era la aduana medieval.

Es declarada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco el 5 de Diciembre de 1996 y definida como: “ejemplo totalmente excepcional de un edificio secular en estilo gótico tardío, que ilustra de manera espléndida el poder y la riqueza de una de las grandes ciudades mercantiles del mediterráneo, considerado uno de los más brillantes ejemplos del gótico civil europeo”

La Lonja de Valencia es apellidada la Atenas del Mediterráneo.

La Arquitectura del edificio dice de sí misma mucho más que todo lo que pueda decirse de ella. Como Viollet subraya, de la Grecia Antigua al Gótico tardo-medieval, la fábrica de arquitectura se muestra en primer lugar y cuenta con detalle su propia hechura.

Sus autores, Pere Compte i Joan Ivarra, se inspiraron en el modelo de la Lonja de la ciudad de Mallorca, construida por Guillem Sagrera.

<sup>8</sup> SÁNCHEZ, MANUEL. (1997). La ciutat de València. Síntesi d'història i de geografia urbana. Sexta Edició. Ajuntament de València, Generalitat Valenciana y Universitat de València. Edita: Arts Gràfiques Soler S.A. Pg 192

Se convirtió en un edificio emblema de la riqueza del siglo de oro valenciano (siglo XV) y muestra de la revolución comercial durante la Baja Edad Media, del desarrollo social y del prestigio conseguido por la burguesía valenciana<sup>9</sup>.

La Lonja de Valencia se sitúa en el recorrido del Mercado Central. Su fachada principal recae a la Plaza del Mercado<sup>10</sup>, su fachada norte a la calle Cordellats (oficio valenciano), al este calle Lonja, y al sur calle Pere Compte.

La construcción de la Lonja, popularmente conocida como «llotja», en la comunidad valenciana y las islas Baleares, se ha interpretado como el resultado de la prosperidad comercial conseguida por Valencia en el siglo XV, y como un símbolo del poder de la ciudad para atraer a los comerciantes, en un momento en que ya se vislumbraban tiempos difíciles para la economía local derivados del descubrimiento de América y el consiguiente desplazamiento del comercio del Mediterráneo hacia el Atlántico.

El auge económico en la Corona de Aragón, permitió que se construyeran numerosas lonjas de comercio siguiendo el mismo esquema: una sala de planta rectangular sostenida por columnas. La de Valencia fue precedida por la Lonja de Barcelona (1380-1392) y la Lonja de Palma (1420-1448), con unos pilares helicoidales donde se sostienen las bóvedas de crucería de tres naves.



Imagen 26 LA LONJA DE VALENCIA. Esquina sureste del edificio de la Lonja desde la plaza del doctor Collado. Fuente propia.

---

<sup>9</sup> SÁNCHEZ, MANUEL. (1997). La ciutat de València. Síntesi d'història i de geografia urbana. Sexta Edició. Ajuntament de València, Generalitat Valenciana y Universitat de València. Edita: Arts Gràfiques Soler S.A.Pg 194 y 195

<sup>10</sup> SANZ, FERNANDO. (2006). Guía de recorridos históricos de Valencia. 2ª edición. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. pág 61\_70, Ref 2006.2526.



Imagen 27 ESCUDO CORONADO. Esquina sureste de la sala de contrataciones. Fuente propia.

El edificio ha tenido multitud de usos entre los que destacan los siguientes: Fue cuartel de las tropas borbónicas del rey Felipe V después del año 1707. En su Salón Columnario se reunieron las Cortes de la IIª República el 7/11/36 durante la guerra civil, y actualmente es el centro de atención en la entrega de los premios Jaume I que otorga anualmente la Generalitat Valenciana.

En el siglo XX ha existido la duda sobre la existencia de un Programa previo a la construcción de la Lonja facilitado en el encargo a Pere Compte y Joan Ivarra.

Según se acordó en 1344, la antigua Lonja llamada de l'Oli, por la importancia adquirida en el comercio de este producto en Valencia, se amplió añadiendo nuevos pórticos con arcos y trasladando la sección del Peso junto a la Iglesia de los Santos Juanes.

En 1469, el Consejo general de la ciudad, acordó la construcción de la actual Lonja de la Seda, iniciada el 5 de febrero de 1483 (según se lee en la filacteria del coronado escudo en la esquina SE del monumento, la recayente a la plaza de Collado) y terminada el 19 de marzo de 1498 con la colocación de la última piedra.

Otras tres premisas refuerzan la existencia de este programa:

- 1.- En 1283 Pedro III otorga el privilegio de establecer en la Lonja el Tribunal del Consulado.
- 2.- En 1407, Valencia obtuvo el privilegio del rey D. Martín de establecer la "Taula de Canvis", a propuesta de los Jurados y del Consejo general.



Imagen 28 LONJA DE VALENCIA. Esquina noroeste de la Lonja. El pabellón del consulado del mar en primer plano. Fuente propia.

3.- El fervor religioso existente en la sociedad valenciana y también en las sociedades corporativas, es motivo suficiente para que se incluyera una capilla en la construcción de este “espléndido alcázar para el comercio”.

En 1480 el Consejo insiste en que debía ser *“molt bella, magnífica i sumtuosa per a honor i ornament daquesta insigne ciutat”*, prestando los mismos servicios que la anterior de l’Oli, por lo que claramente se especifica un programa inicial con un gran salón para la contratación, una capilla y una dependencia para la Administración de la misma o para el Tribunal.

La sucesión obratoria entre el estilo de la Lonja y del Consulado es advertida por el historiador D. Roque Chabás en sus “Observaciones críticas al P. Teixidor”:

El acuerdo tomado por el Consejo general de la ciudad en 19 de marzo de 1498, nombrando *“Alcaide de la lotga, ort i sala d’aquella molt sabut en l’art de pedres Pere Compte”*, demuestra la existencia de una única sala.

Los edificios están vivos o muertos en función de la conservación y uso de los mismos, con o sin acontecimientos de restauración. Y en el caso de la Lonja es un monumento muy vivo, como se puede apreciar en los documentos anteriores referentes a los recortes de prensa, y que sigue viviendo su propia vida y por tanto está sujeto a las acontecimientos propios de las distintas etapas de su destino, con dos tendencias de conservación distintas:

Una, ajustándose al estilo original y otra mediante obras en armonía con la libertad del momento en el que se consideró necesaria su ejecución.

En la Lonja de los mercaderes se fueron modificando los elementos expresivos del monumento sin que perdiese unidad el conjunto de la obra.

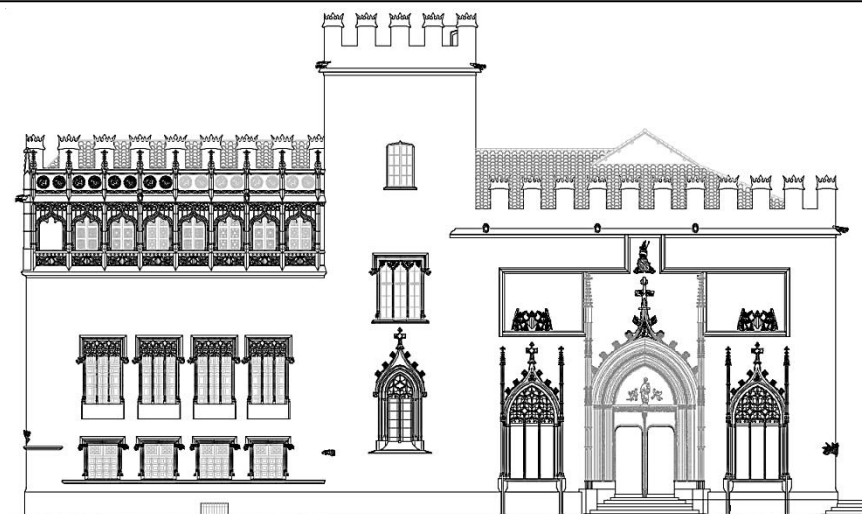


Imagen 30 FACHADA OESTE o principal, recayente a la plaza del mercado. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Se aprecia claramente el pabellón del consulado del mar, la torre y la sala de contrataciones o salón columnario. Imagen propia

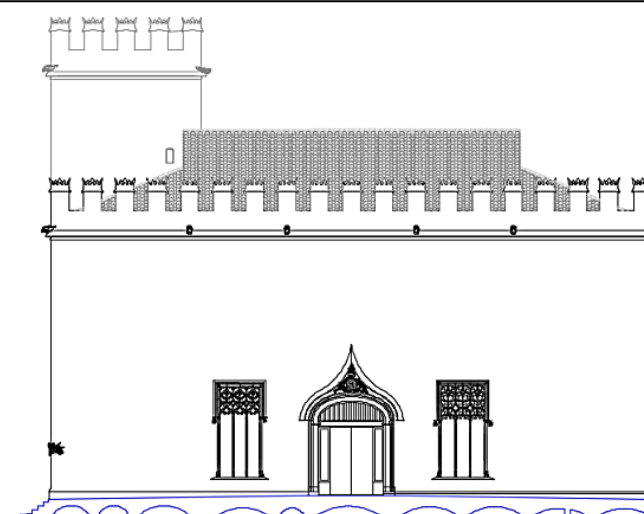


Imagen 29 FACHADA SUR, recayente a la calle Pere Compte. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. En primer plano la sala de contrataciones o salón columnario. Imagen propia



Imagen 31 FACHADA ESTE, recayente a la calle de La Lonja. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. En primer plano la sala de contrataciones o salón columnario. Imagen propia

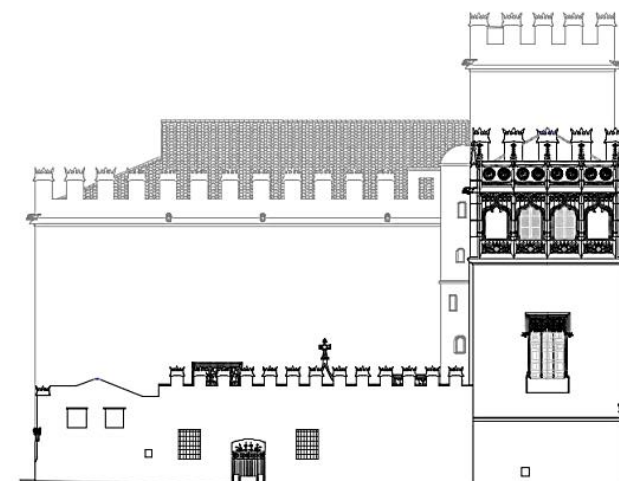


Imagen 32 FACHADA NORTE, recayente a la calle Cordellats. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. En primer plano pabellón del mar y cerramiento patio de los naranjos. Imagen propia



Imagen 33 SECCIÓN LONGITUDINAL paralela a la fachada principal, se observa el pabellón del mar, la torre y la salón columnario. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia

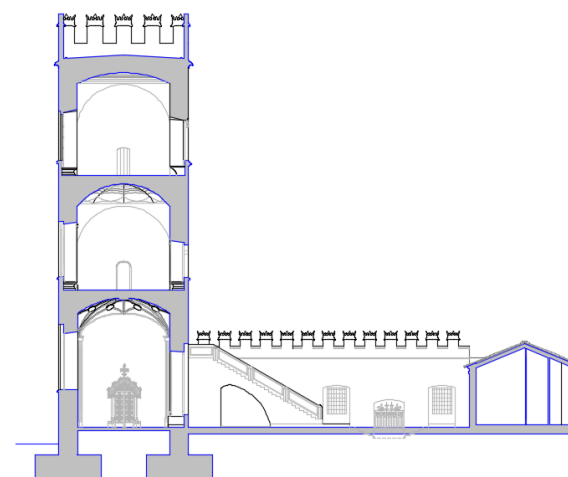


Imagen 34 SECCIÓN TRANSVERSAL, se observa la torre y las casuchas, la escalera de acceso al pabellón del mar en segundo plano, la torre y la salón columnario. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia

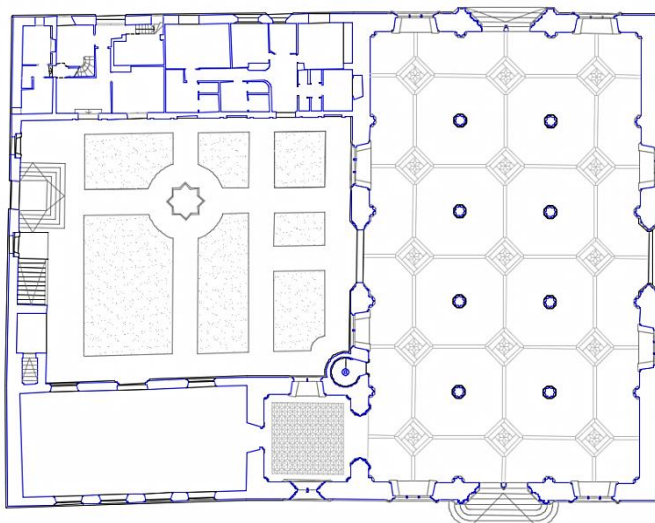


Imagen 36 PLANTA GENERAL del conjunto de edificaciones. Se observa el pabellón del mar, la torre y la salón columnario. Plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia

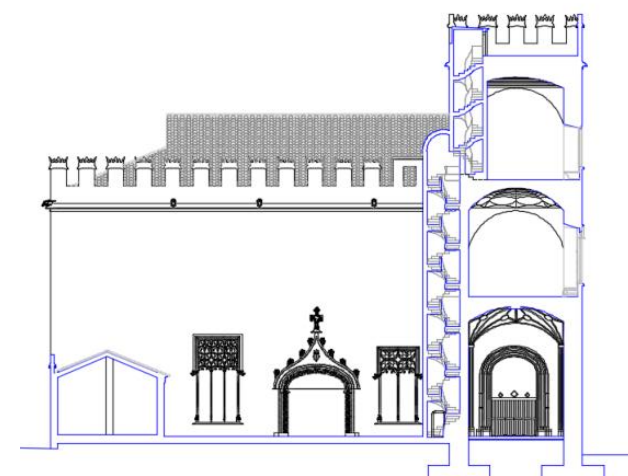


Imagen 35 SECCIÓN TRANSVERSAL. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

## HISTORIA POPULAR DE LA LONJA DE VALENCIA.



Imagen 37 DRAGÓN ESULPIDO SOBRE LA JAMBA DE LA PUERTA DE LA FACHADA SUR. Fuente propia.

La Lonja tiene una historia popular muy interesante<sup>11</sup>:

*Cuenta la leyenda que en el solar de la Lonja existía en la Valencia Musulmana un palacio que pertenecía a una princesa que era hija de un emir llamado Muley Rufat. Un día debido a un fuerte olor a podrido que venía de los sótanos del palacio, la princesa ordenó a los esclavos limpiarlos. Estos bajaron al sótano y comenzaron a limpiar las porquerías que el riachuelo que por allí pasaba había traído. Mientras limpiaban, uno de los esclavos vio que salía un rayo dorado de un agujero en una pared y avisó al resto de esclavos, que pensando que se podía tratar del brillo del oro de un tesoro escondido comenzaron a picar el muro.*

*Cuando por fin pudieron mirar dentro, el terror los invadió, pues tumbado en una cueva estaba un dragón de escamas doradas que brillaban como el oro. Los esclavos salieron corriendo escaleras arriba gritando y tras ellos, el dragón. Ajena a todo, la princesa estaba en el patio del palacio con sus damas cuando, de repente, vio salir a sus esclavos corriendo y tras ellos un dragón dorado.*

*El dragón se paró en el patio y, viendo lo hermosa que era la princesa la secuestró y se la llevó a su cueva subterránea. Toda Valencia se enteró de lo sucedido a la hija del emir Muley, que llegó a la desesperación al no encontrar entre los nobles árabes de la ciudad a nadie que quisiera bajar a la cueva y matar al dragón para rescatar a su hija, a pesar de ofrecer toda su fortuna al valiente. Todos los días el emir escuchaba los lamentos y lloros de la princesa que venían de los sótanos, y eso todavía lo desesperaba más si cabe.*

<sup>11</sup> SANZ, FERNANDO. (2006). Guía de recorridos históricos de Valencia. 2ª edición. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. pág.169-246. Ref.2006-2526.

*Finalmente, un joven y guapo esclavo del palacio de la princesa que estaba secretamente enamorado de su joven ama, anunció a todos que él liberaría a la princesa y mataría al dragón. Vestido sólo con un taparrabos, untó todo su cuerpo y cara de brea negra para evitar ser visto y oído por el dragón.*

*El joven esclavo se vendó los pies con paja y tela para no hacer ruido al caminar y bajó silenciosamente a la cueva. Durante cuatro noches, el joven esclavo fue llenando la cueva y los sótanos de madera seca. La quinta noche, bajó igual que las otras noches con su cuerpo embadurnado con la brea negra y los pies vendados con paja, pero esta vez iba armado con una larga pica y llevaba consigo dos ánforas de agua. Ya en la cueva, vio al dragón dormido sujetando a la princesa con sus garras delanteras. Avanzó lentamente hacia el dragón, advirtiéndole a la princesa que se mantuviera en silencio ante lo que iba a acontecer. Llegó hasta el dragón que no pudo olerle y, por ello, no se despertó ante su presencia; le clavó la daga en el corazón y este gritó tan terriblemente de dolor que se escuchó por toda la ciudad. A su vez lanzó una llamarada de fuego por la boca que hizo que la madera acumulada por el joven se incendiara. La cueva empezó a llenarse de humo espeso y fuego y el joven esclavo corriendo, cogió a la princesa y le vertió un ánfora de agua y la otra, se la vertió sobre sí mismo para evitar que la brea de su cuerpo ardiese.*



Imagen 38 DRAGÓN EN EL PICAPORTE DE LA PUERTA PRINCIPAL. Fuente propia.

*Los dos jóvenes corrieron hacia el pasillo del sótano para alcanzar las escaleras, y tras ellos todavía con vida pero envuelto en llamas, les seguía el dragón. Al alcanzar el patio los dos jóvenes, salió tras ellos el dragón convertido en una bola de fuego y se derrumbó muerto en el patio provocando un temblor de tierra que se notó en toda la ciudad. El joven esclavo fue recompensado por su valor con parte de la fortuna del emir Muley Rufat, quién también accedió gustosamente a dar libertad al joven y a permitir que la princesa se casara con el valiente esclavo. En cuanto al dragón, éste fue decapitado y su cabeza expuesta en la fachada del palacio y por ello en recuerdo del dragón, hoy en día se puede ver su cabeza esculpida en piedra en uno de los muros de la Lonja.*



### 2.2.3 LOS AUTORES DEL EDIFICIO



**Los cinco libros del esforçado e invencible cauallero Tirante el blanco de roca salada: Cauallero dela Baxrrotera. El qual por su alta caualleria alcãço a ser prícipe e cesar del imperio de grecia.**

Imagen 39 PORTADA DE LA NOVELA TIRANT LO BLANCH de 1511. Uno de los tres libros de caballerías salvados del fuego por Cervantes. Fuente [ww.images2.wikia.nocookie.net](http://ww.images2.wikia.nocookie.net).

Realizar una tesis sobre la Lonja de la seda de Valencia exige escribir unas líneas sobre sus autores, reconocer su genialidad, su maestría y su extraordinario legado de obras en esta tierra, en el momento de publicar la primera novela moderna de la historia: Tirant lo Blanch, de Joan Martorell.

Con seguridad, a los autores del edificio les influenciaron los edificios de la misma época de construcción que la Lonja en la ciudad de Valencia: La Sala Capitular del convento de Santo Domingo, construido a expensas de Pere Boil, mayordomo del rey Jaime II, y el Palau de la Generalitat.<sup>12</sup>

Cinco “Pedrapiquers” de diferente procedencia, pero con la ciudadanía de la ciudad concedida y bajo la dirección “dels Jurats de València” son los que intervienen en el proyecto de ejecución de la Lonja como “mestres”: Pere Compte, Johan Yvarra, Johan Corbera, Miquel de Maganya y Domingo de Urtiaga, además de Johan de Córdoba y Miquel Johan Porcar como ayudantes destacados o “menestrals”.

Pere Compte, nacido en Gerona, solicitó allí su desnaturalización para ser ciudadano de Valencia, no se la concedieron, pero sí consiguió ser vecino de Valencia. En 1476 trabajó en una capilla para Johan Albarrasí, vicario de la iglesia de San Nicolás de Valencia. En 1480 trabajó en la Catedral de Valencia y en Palacio de la Generalitat Valenciana y en las Atarazanas del Grao de la Mar. Falleció el 25 de julio de 1506 cuando se termina la segunda planta del Pabellón Consular de la Lonja.

<sup>12</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Edita Generalitat Valenciana. Consell Valencià de Cultura, página 24, 38-43

Johan Yvarra gozó de los mismos privilegios y deberes que Pere Compte, gracias a superar una prueba de conocimientos sobre la profesión de “pedrapiquer” a la que se sometió ante el Jurado de la ciudad en el día de las Capitulaciones para la construcción de la Lonja. “...*De modo quel hun mestre no sia subordinat al altre nil altre al altre*”.

Johan Yvarra, natural de Tolosa en Guipúzcoa, si consiguió el vecinamiento de Valencia por un periodo de 10 años, como era habitual. Murió el 5 de noviembre de 1486, un día después de hacer testamento.

Al tercer constructor de la Lonja, Johan Corbera, se le considera natural de Valencia, al no encontrar en el libro registro de solicitudes de “Avehinaments” ninguna petición con dicho nombre. En 1494 aparece trabajando para la Generalitat Valenciana y a partir de la muerte de Pere Compte en 1506 será elegido el primer pedrapiquer de la Ciudad y representante del gremi de pedrapiquers en el Consell de la Ciutat, cuando este reduce el número de pedrapiquers de la Ciutat a 15. Se considera obra suya la Casa de Gobierno de la ciudad de Valencia.

Johan Corbera se expresa en gótico e introduce un renacimiento basado en modelos italianos.

Miquel de Maganya y Domingo de Urtiaga son los dos colaboradores de Johan Corbera y, este último, es el encargado de rematar el edificio consular en 1533 junto “als entalladors” Jaume Vicent y otros, nombrado “mestre pedrapiquer de la Ciutat” en 1533, lo que le otorgaba el privilegio de llevar armas por la ciudad, y el 16 de diciembre de 1534 nombrado Maestro Principal de la Lonja.

Otras categorías profesionales inferiores son los “ obrers de la vila”, al frente de los cuales estaban grandes maestros como Francesch Martínez y Miquel Guillem<sup>13</sup>.

Por debajo estaban los grupos especializados de “manobres” entre los que destacan los “tapiadors”, encargados de la ejecución material de los muros, El “sobrestant” era el encargado de coordinar la entrada y recepción de los materiales, figura presente sobre todo en las primeras Capitulaciones de la obra de la Lonja y revitalizada después de la muerte de Yvarra a finales de 1486, los “imaginaires” o escultores de piedra en 3 dimensiones, se les conocerá también como “entalladors”, que son los que hacen las figuras en 2 dimensiones, o los “pintors” en la decoración de la sala de columnas.

Respecto al maestro Pere Compte (1430-1506): *MAESTRO MAYOR DEL GREMIO DE CANTEROS, EL HONRADO MAESTRO, MAESTRO DE LAS OBRAS DE LA CIUDAD DE VALENCIA,...*, hay que indicar que fue uno de los grandes arquitectos de su época. La ciudad de Valencia no dudó en nombrarlo alcaide y guarda vitalicio de la Lonja en cuanto se terminaron de construir las cúpulas de la sala de contratación.

Por los datos que se tienen Pere Compte, sabía leer y escribir, que no era poco en un maestro de obras en esa época. Su fama procedía de una gran elegancia en sus diseños, de la finura de sus acabados, de sus atrevimientos técnicos, o de sus rotundas composiciones de global concepto arquitectónico. Sus conocimientos fueron alcanzados gracias a tener dos de los mejores maestros: Antoni Dalmau y Francesc Baldomar. Unos pocos años antes de entre un grupo de arquitectos preocupados por las nuevas formas constructivas destaca Filippo Brunelleschi en su intervención en la construcción de la cúpula de la catedral de Florencia y como inventor de los medios auxiliares.



Imagen 40 PLANO DE LA CÚPULA DE SANTA MARIA DE LAS FLORES. BRUNELLESCHI. Fuente [www.educastur.princast.es](http://www.educastur.princast.es).

<sup>13</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Edita Generalitat Valenciana. Consell Valencià de Cultura.



Imagen 41 EL ARTE DEL CORTE DE LA PIEDRA. Fuente propia

Pere Compte estuvo activo entre 1454 y 1506, fundamentalmente en Valencia. Es una figura clave de la arquitectura gótica valenciana del siglo XV. Fue también el fundador del gremio de canteros, llevando a sus últimas consecuencias las investigaciones de la montea y corte de piedras, lo que le convirtió en un referente de la arquitectura gótica mediterránea.

Su trabajo no se limitó a la ciudad de Valencia sino que está también documentada su autoría de las catedrales de Orihuela, Tortosa y Zaragoza, de los palacios del obispo de Tortosa en Valencia y de los Borja en Gandía<sup>14</sup>.

Dos importantísimas obras ejecuta en Valencia: La Catedral que culminará en época de los Borja y la Lonja de la seda. La ampliación de la Catedral de Valencia fue trazada por el valenciano Francisco Baldomar y finalizada por Pere Compte en 1480, tres años antes de iniciarse las obras de la Lonja. En esta obra la torre del Miquelet, que estaba aislada, se une a la Iglesia.

En 1482, un año antes de iniciarse las obras de la Lonja, Pere Compte y Joan Guivarró recibieron el encargo de edificar el palacio sede de la Diputación de la Generalidad del Reino de Valencia en la calle caballeros. Pere construye el patio, las dos primeras plantas y la escalera exterior, aunque el palacio fue reedificado casi en su totalidad, por Joan Montano y Joan Corbera en 1510.

En 1498, año en que se terminan las obras del salón columnario de la Lonja, inicia las obras del primer edificio de la Universidad en la esquina sud-este del solar de la Judería nova, por encargo dels Jurats.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> ZARAGOZÁ, ARTURO y GÓMEZ-FERRER, MERCEDES. (2007). Pere Compte. Arquitecto. Valencia: Ayuntamiento de Valencia. Consorcio de Museos de la Generalitat Valenciana. Impreso a los 500 años de la muerte de Pere Compte.

Pere Compte nos explica quiénes eran y qué funciones tenían los maestros de obras en el dedicado al difícil arte del corte de piedras, a través de la arquitectura valenciana del siglo XV, desarrollando y difundiendo una amplia serie de novedosas aplicaciones geométricas para el trazado de arcos, bóvedas, escaleras y soportes; describe las máquinas que se empleaban en las construcciones, como el molino hidráulico o la grúa; también, y también sobre las condiciones de trabajo de los obreros de la construcción de la época y nos relata, por ejemplo, como los tiempos de descanso estaban marcados por relojes mecánicos. En la actualidad, el reconocimiento del trabajo de Pere Compte sigue muy presente entre nosotros y su figura se ha adaptado al desarrollo vertiginoso en los últimos años de la plataforma de internet, con una página web especial dedicada a la fundación que lleva su nombre y en donde se especifica su carácter de Preservación del Patrimonio Cultural de la Provincia de Valencia para la Humanidad y las siete actividades básicas que la organización desarrolla para obtener su finalidad.

Imagen 42 FUNDACIÓ PERE COMPTE. Fuente www.perecompte.es.



FUNDACIÓ PERE COMPTE  
1998 - 2008  
REHABILITAMOS EL ENTORNO ARQUITECTÓNICO

> Inicio

La **Fundación Pere Compte** es una de aquellas organizaciones que poco a poco van adquiriendo protagonismo en las sociedades complejas del siglo XXI. Se trata de una organización que pretende inocular los intereses públicos con la iniciativa empresarial, que persigue coordinar las directrices emanadas de un sistema democrático representativo con la capacidad de organización y la agilidad de las organizaciones privadas, que trata de detectar, en el ámbito de la preservación del patrimonio, cuáles son las prioridades de los ciudadanos, de los colectivos, de las instituciones en esa nueva conciencia que se articula alrededor de nuestros recursos patrimoniales, ambientales y simbólicos.

Trabajando para la conservación del Patrimonio Cultural de la provincia de Valencia y desde éste para la Humanidad.

**Esperanza Sánchez Fernández**  
Gerente de la Fundación Pere Compte

FUNDACIÓN > LOCALIZACIÓN > ACTIVIDADES > RESTAURACIONES > NOTICIAS > COLABORACIONES > ENLACES > CONTACTAR



FUNDACIÓ PERE COMPTE  
1998 - 2008  
PRESERVAMOS EL HABITAT ETNOLÓGICO, PAISAJÍSTICO Y CULTURAL

> Actividades

La **Fundación Pere Compte**, tendrá como finalidad primordial contribuir a la conservación, el estudio y la investigación, la defensa, la restauración y la rehabilitación del patrimonio artístico, arquitectónico, arqueológico, etnológico, paisajístico y medioambiental de la provincia de Valencia.

Bajo esta filosofía, la gerencia, en estrecha comunicación con los miembros del patronato ha acordado que los objetivos genéricos que perseguir, son ;

1. Dinamizar el funcionamiento de la fundación.
2. Ampliar, en lo posible, la implicación de nuevos agentes públicos y privados.
3. Reforzar la motivación y la implicación de los patronos fundadores en la definición de los objetivos y las acciones de la fundación.
4. Racionalizar los procesos de intervención en actuaciones de preservación del patrimonio a partir de criterios científicos con el objetivo de maximizar el impacto social y mejorar la eficiencia de las intervenciones.
5. Completar las actuaciones en un sentido amplio, tal como establecen las finalidades fundacionales.
6. Ampliar la difusión de las intervenciones.
7. Establecer modos dinámicos y eficaces de funcionamiento operativo.

FUNDACIÓN > LOCALIZACIÓN > ACTIVIDADES > RESTAURACIONES > NOTICIAS > COLABORACIONES > ENLACES > CONTACTAR

<sup>15</sup> SÁNCHEZ, MANUEL. (1997). La ciutat de València. Síntesi d'història i de geografia urbana. Sexta Edició. Ajuntament de València, Generalitat Valenciana y Universitat de València. Edita: Arts Gràfiques Soler S.A.Pg 194 y 195.



---

### 2.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y FORMAL DEL EDIFICIO

El conjunto de la Lonja de Valencia está formado por cuatro partes:

- 1.- El salón columnario, zona principal, donde tenía lugar el intercambio mercantil, los negocios.
- 2.- La zona central en forma de torreón con una capilla en la parte inferior.
- 3.- El edificio anexo al salón columnario llamado “Consolat del Mar”, donde se alojaba el tribunal mercantil encargado de dirimir las cuestiones relacionadas con el comercio marítimo, de estilo más propio del renacimiento por la decoración que se muestra en la utilización de los medallones de la fachada y que recuerda a Roma. En el semisótano se ubicó la prisión de los comerciantes morosos en el pago (como justificaré más adelante).
- 4.- El patio de los Naranjos, donde se dispone la escalera que conduce al piso primero del Consulado del Mar.

Las gárgolas y esculturas de sus fachadas representan animales imaginarios y personajes reales de la época como soldados, mercaderes, frailes, músicos. El Salón y la Torre son del mismo período constructivo y destacan sus muros por su elegancia y por su carencia de ornamento, siendo fundamentalmente planos. En contraste con esta fachada gótica, está la del Consulado, cuya construcción fue más larga y menos unitaria. La inició Pere Compte en 1498, y tras su muerte en 1506 fue terminado por sus sucesores en 1548.

En la parte superior del pabellón del Consulado se aprecia la decoración con apuntes renacentistas: un friso de ventanas rematados superiormente con arcos conopiales, a los que le siguen un conjunto

de medallones de piedra, laureados con personajes encarados dos a dos, todavía hoy no identificados. Finalmente, el remate con almenas coronadas es obra del siglo XX.

“La belleza surgirá de la forma y la correspondencia del todo con las partes, de estas entre sí mismas y, una vez más, de estas con el todo; así la arquitectura puede aparecer como un cuerpo absoluto y completo, donde cada miembro concuerda con el otro y con todo aquello que sea preciso para componer lo que uno pretende”. Andrea Palladio, Los cuatro libros de la arquitectura, libro I, capítulo I.

Nos podemos preguntar: ¿se percata el visitante a la Lonja de las proporciones en las composiciones conexas de los distintos elementos?. La respuesta es afirmativa, no en cuanto a las medidas exactas, pero sí en el concepto fundamental que hay tras ella. Se tiene la sensación de estar ante una composición noble e integrada con fuerza en el conjunto. Nada es trivial, todo es magno y único.

Dos anotaciones a tener en cuenta:

La escala es el tamaño de un objeto comparado con el estándar de referencia o con el de otro objeto.

La proporción es la justa y armoniosa relación de una parte con otras o con el todo. Relación esta de magnitud, cantidad o de grado.



### 2.3.1 EL SALÓN COLUMNARIO O SALA DE CONTRATACIÓN

Es un espacio completamente rectangular, cerrado, diáfano y de gran altura. Con grandes detalles simbólicos, de referencia al número 8, como las columnas entorchadas exentas y sus múltiplos, como sus 12 pilastras a base de semi columnas entorchadas sobre un muro, o como las 4 columnas entorchadas en esquina. Define una volumetría cúbica nítida que se aprecia tanto desde el interior como desde el exterior.

Espacios similares los encontramos ya en 1015 en el románico alemán, sobre todo en las iglesias de salón, de planta basilical, con soportes de igual altura en la nave central y en las naves laterales.

El módulo compositivo de la Sala es un cuadrado con 8 arcos diagonales que se cruzan desde los soportes. Cada cuadrado posee una clave decorada, y estos a su vez comparten otra clave central principal en común. En total 97 claves.

La sensación de composición ordenada es conseguida gracias al uso de proporciones geométricas planas en planta y alzado, y las teorías medievales sobre numerología sagrada, el número de oro, uso constante del triángulo sagrado o egipcio, y figuras geométricas como cuadrados y rectángulos<sup>16</sup>, a los que yo añadiría sin duda alguna el octógono y el número ocho, uno de los más dinámicos y que a raíz de este comentario desarrollaré más adelante un tema exclusivo.

La decoración escultórica de la sala se dispone casi exclusivamente en las bóvedas, en las ventanas y en las puertas. Las 15 gárgolas de la sala de contratación se sitúan repartidas en sus cuatro fachadas.

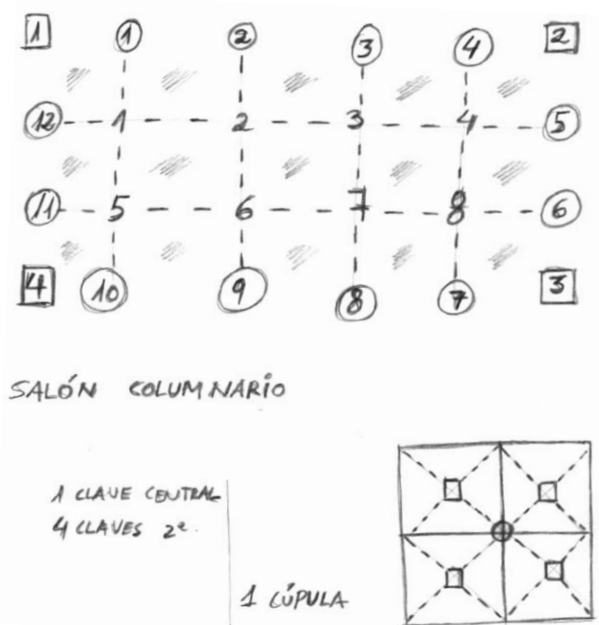


Imagen 43 SALÓN COLUMNARIO. Distribución de columnas, cúpulas y claves. Fuente propia

<sup>16</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Valencia: Generalitat Valenciana.pg 36



Imagen 44 COLUMNA ENTORCHADA. SALA DE CONTRATACIÓN. Fuente propia

Entre los años 1483 y 1498 se construyó este salón columnario rectangular de 35,67 x 21,41 metros aproximadamente, dividido en tres naves longitudinales y cinco transversales. La base y el fuste de sus columnas miden once metros de altura, y tiene estrías helicoidales singulares simulando espectaculares palmeras. Después de su imposta, las estrías se convierten en las nervaduras de los arcos ojivales que conforman cada una de las 15 cúpulas, subdivididas estas a su vez en cuatro partes iguales, también nervadas y con una clave central de carácter secundario como se muestra en el dibujo anterior.

Conocidas como columnas entorchadas son consideradas los iconos del conjunto y se convirtieron en un rasgo distintivo de la arquitectura tardo gótica valenciana a partir de los años 80 del siglo XV, de la arquitectura de Pere Compte y sobretodo de Francesc Baldomar.<sup>17</sup>

Cuando las columnas superan las bóvedas, su sección se convierte en rectangular y da lugar a un gran espacio diáfano al que se accede desde la propia escalera de caracol que da servicio también al resto de dependencias de la Torre. En este lugar destacan la estructura de la cubierta del salón, resuelta a dos aguas mediante cerchas de madera y aislamiento superior con teja cerámica árabe. Ver planos adjuntos.

En el interior del salón columnario, se aprecia una franja horizontal de color azul que recorre el intradós del muro del salón donde se lee una inscripción en latín con letras doradas, que reza en latín la siguiente traducción:

---

<sup>17</sup> ZARAGOZÁ, ARTURO. (2006). *Arquitectura Gótica Valenciana*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia. pág 161 y ss.

*“Casa famosa soy, en quinze años edificada. Compatricios, probad y ved cuan bueno es el comercio que no lleva fraude en la palabra, que jura al prójimo y no le falta, que no da su dinero con usuras. El mercader que vive de este modo, rebotará en riquezas y gozará por último de la vida eterna”.* Alegato al comercio honrado con la que debían efectuarse los intercambios comerciales.

Según cita Salvador Aldana, *“La altura total de la Sala es de 15,75 m aunque debió haber sido mayor si tenemos en cuenta la distancia desde el piso original, que se encuentra debajo del actual, a las claves”*.<sup>18</sup>

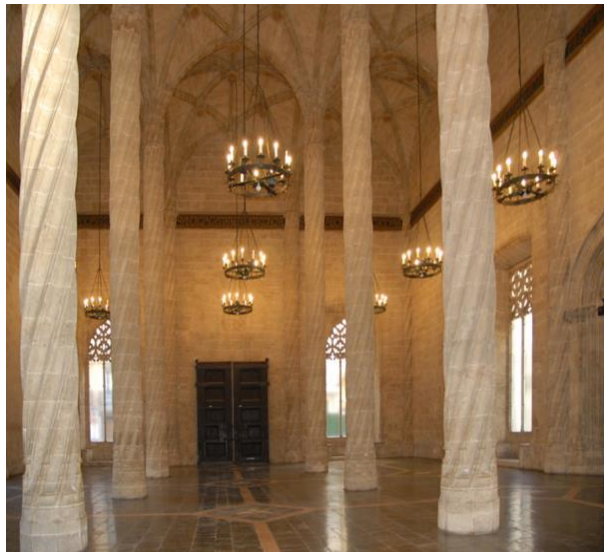


Imagen 45 SALÓN COLUMNARIO. Vista interior. Al fondo se puede observar la puerta de acceso desde la calle Lonja.

El salón columnario tiene tres puertas de acceso desde el exterior público (fachadas norte, este y oeste) y dos puertas más de acceso interior en la fachada norte; uno desde el patio de los naranjos y otro, desde el consulado. Así mismo, dispone de ventanales de grandes dimensiones en las cuatro fachadas y el acceso a la escalera del torreón.

Cada uno de los tres accesos exteriores presenta diferentes niveles desde la calle por la que se accede, es por ello que al encontrarse la calle de la fachada principal de la Lonja en una vaguada, como ya se explicó en apartados anteriores, el acceso por esta fachada tiene 8 peldaños. El acceso desde la fachada sur tiene y desde la fachada norte por el patio de los naranjos tienen 1 peldaño, y el acceso desde la fachada este tiene 4 peldaños.

Una cata arqueológica, realizada en un muro de la antigua librería de la Catedral de Valencia ha desvelado que Martí Llobet dispuso allí una columna entorchada de arista viva en 1433<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Valencia: Generalitat Valenciana.pg 29

Otra de las curiosidades que me despierta interés es el hecho de haber dispuesto el plano horizontal del suelo del salón columnario elevado respecto a los niveles de la calle principal de acceso. Elevar este plano permite crear un campo espacial particular como es el volumen del salón columnario, dentro de otro campo mayor como es la ciudad de Valencia.

La continuidad vertical de las fachadas del salón columnario indica que los límites de ambos campos espaciales no están indicados y, por ello, quedan aislados ambos e interrumpida su continuidad. Sin embargo, mantiene cierta relación visual entre ellos desde sus portadas de acceso. Esto indica que el plano elevado del salón no es tratado como un podio como sucedía en la construcción de los templos griegos, sino como un elemento protector del espacio situado por debajo<sup>20</sup>

No es una condición totalmente preexistente la elevación natural del terreno puesto que en sus cuatro fachadas se aprecian peldaños para acceder, por lo que es un acto deliberado que pretende destacarlo de su entorno, para engrandecerlo, recurriendo a las mismas técnicas que los griegos utilizaron para venerar sus edificios sagrados en La Acrópolis del s V a.C. o los romanos en el Templo de Júpiter en el 503 a.C. o más recientemente, Mies van der Rohe en la casa Farnsworth en 1950.

A todas estas conclusiones, hay que añadir la particularidad del urbanismo sobre la que se construye. El lugar es un punto de depresión periódicamente inundable, según hemos visto anteriormente, y ello creo que sería lo que determinaría la cota del suelo del salón columnario, al llegar el agua a una altura aproximada de 2/3 (1,40 m) la de una puerta de acceso normal a una vivienda.

---

<sup>19</sup> TOLOSA, LUISA y VEDREÑO, M<sup>a</sup> CARMEN. (1997). La biblioteca de la Seo de Valencia. La ciudad de la Memoria. Los códices de la catedral de Valencia. Valencia: Museo de BBAA. Valencia. Pg 239-285

<sup>20</sup> D.K. CHING, FRANCIS. (2004). Arquitectura. Forma Espacio y Orden. Edita Gustavo Gili. Pg 102.

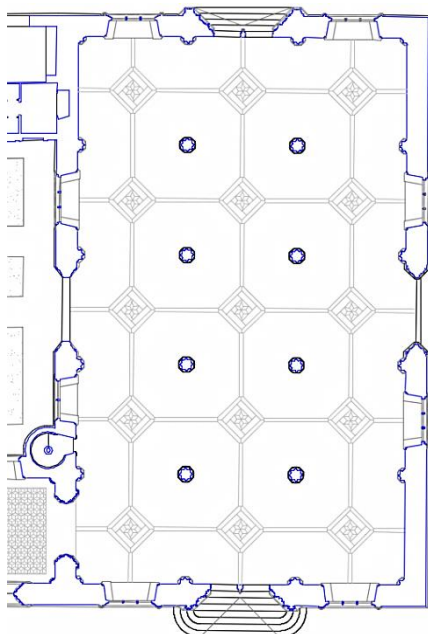


Imagen 47 SALÓN COLUMNARIO. Planta. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

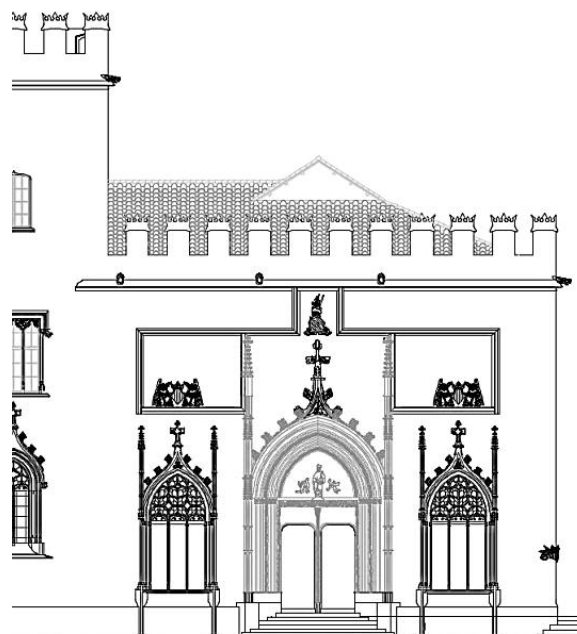


Imagen 46 SALÓN COLUMNARIO. Fachada oeste recayente a la plaza del mercado. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Destaca la portada principal de acceso, flanqueada por los dos ventanales. Imagen propia. El alzado de la fachada sur ya se ha mostrado en el apartado anterior

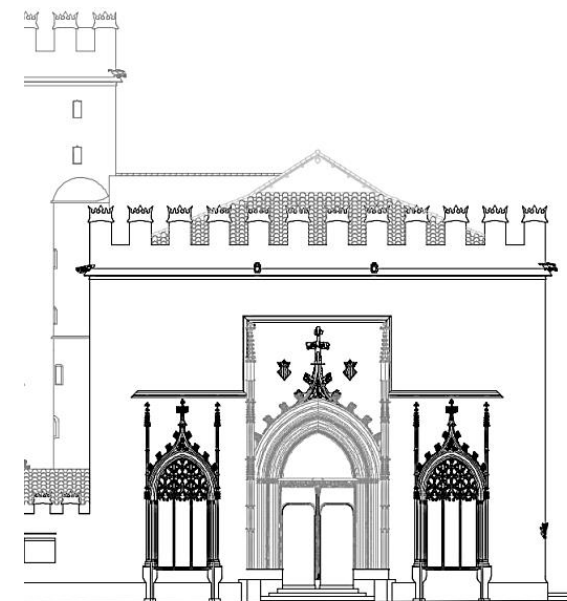
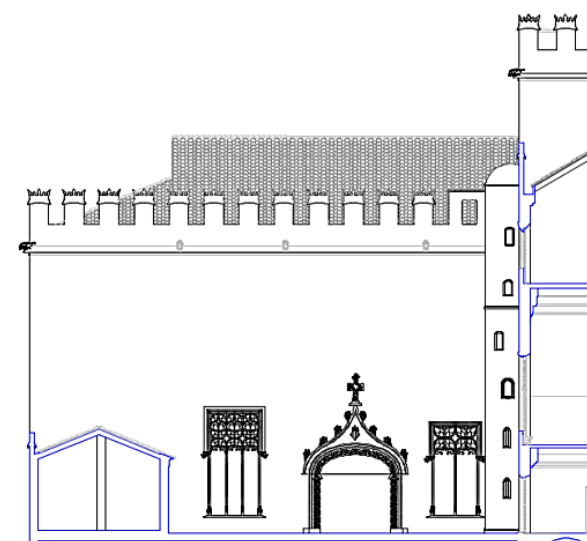


Imagen 48 SALÓN COLUMNARIO. Fachada este recayente a la calle de La Lonja. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez.. Destaca la portada de acceso, flanqueada por los dos ventanales similares a la portada principal. Imagen propia.

Imagen 49 SALÓN COLUMNARIO. Fachada norte recayente al patio de los naranjos. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez.. Destaca la portada de acceso, flanqueada por los dos ventanales. Imagen propia.



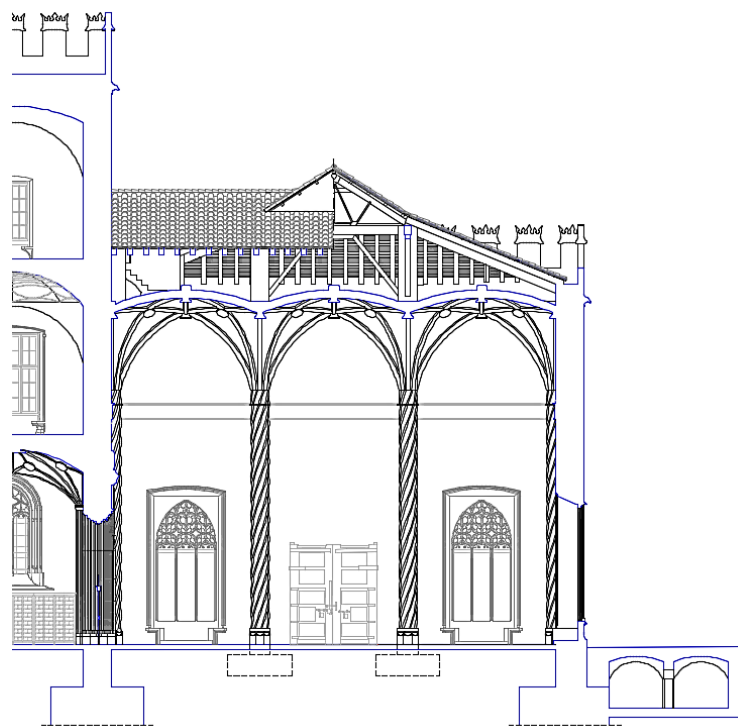


Imagen 51 SALÓN COLUMNARIO. Sección transversal del salón Columnario por el eje de simetría de las portadas norte y sur. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

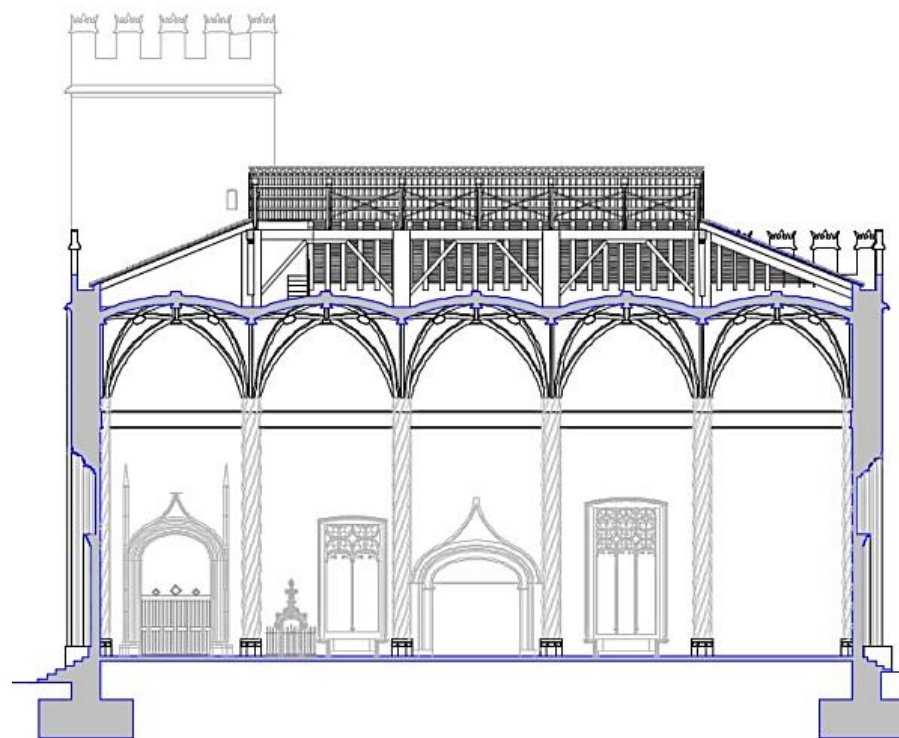


Imagen 50 SALÓN COLUMNARIO. Sección longitudinal del salón Columnario por el eje de simetría de las portadas este y oeste. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

### 2.3.2 LA TORRE DE LA LONJA DE VALENCIA.



Imagen 52 LA TORRE de la Lonja. Vista de su remate superior desde la calle del Mercat. Se aprecia claramente que su acabado es posterior ya que la coloración de la piedra más reciente está menos oscurecida por el efecto solar. Fuente propia.

La Torre de la Lonja de Valencia está situada en la esquina exterior noroeste del salón columnario. Dispone de tres estancias superpuestas, abovedadas y de planta cuadrada.

La estancia en la planta baja, se destina a capilla y se cubre con una bóveda de crucería estrellada rebajada, de ocho claves secundarias con los escudos de la ciudad y una clave principal con la imagen de la Virgen de la Misericordia, con disposición llamada entonces “a la moderna”, construida entre 1484 y 1486 por Juan Guas, maestro de obras del rey Fernando el Católico. En sus cuatro ménsulas se representan los cuatro evangelistas.

La estancia de la primera altura se cubre mediante una bóveda gallonada sobre pechinas, con disposición llamada entonces “la italiana o a la antigua”, de asombrosa elegancia y perfecta montea. La búsqueda de una antigüedad formalmente desconocida, llevó a concentrar en la bóveda de esta estancia todo el desarrollo del pensamiento técnico de la estereotomía de la piedra de la siguiente centuria.<sup>21</sup>

La estancia de la segunda altura se cubre mediante una bóveda con pechinas. Está iluminada desde el exterior mediante dos ventanas, situadas en la fachada este y oeste, de menor tamaño que las de la estancia inferior. La ventana que recae a la fachada oeste albergaba un reloj, como se aprecia en una de las imágenes siguientes. La torre dispone de una pequeña escalera de caracol a la que se accede desde el salón columnario y da servicio a las dos estancias superiores de la torre.

<sup>21</sup> ZARAGOZÁ, ARTURO. (2002). Inspiración Bíblica y presencia de la antigüedad en el episodio tardo gótico valenciano. Historia de la ciudad II. Territorio, sociedad y patrimonio. Valencia: Icaro, Ajuntament de Valencia, publicacions de la UV. Pg 183.

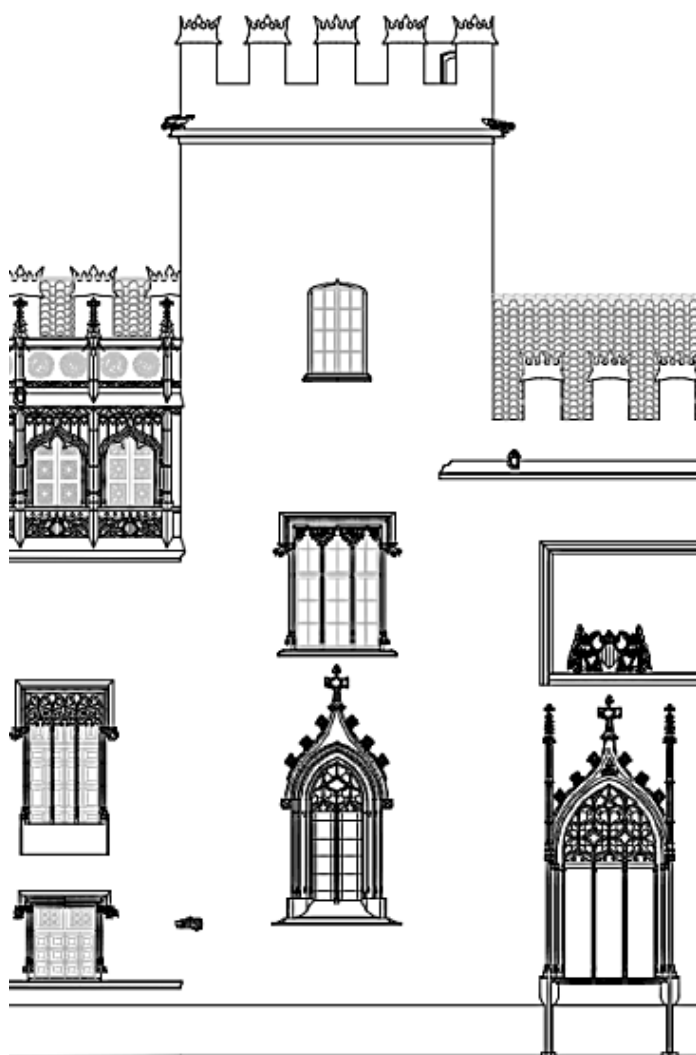


Imagen 54 TORRE. Fachada oeste o principal de la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Se pueden apreciar los tres niveles superpuestos con sus correspondientes ventanas. Imagen propia.

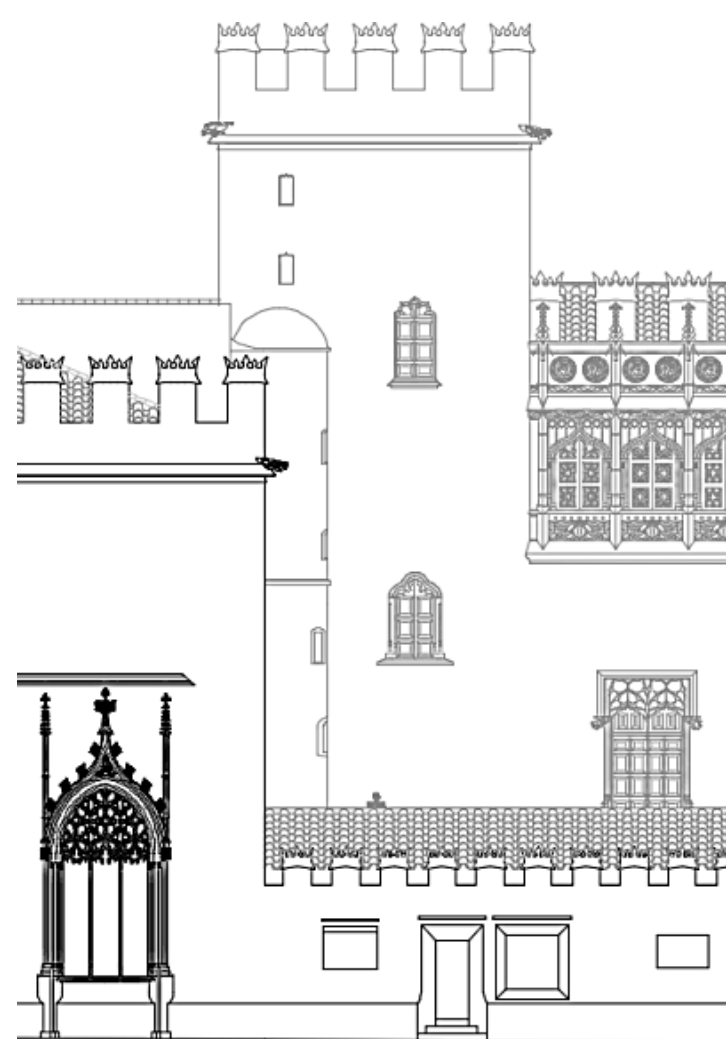


Imagen 53 TORRE. Fachada este recayente al patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Se aprecia la caja de escalera, los dos ventanales de los niveles superiores y un sobresaliendo de la cubrera de la cubierta, el remate de la ventana de la capilla. Imagen propia.



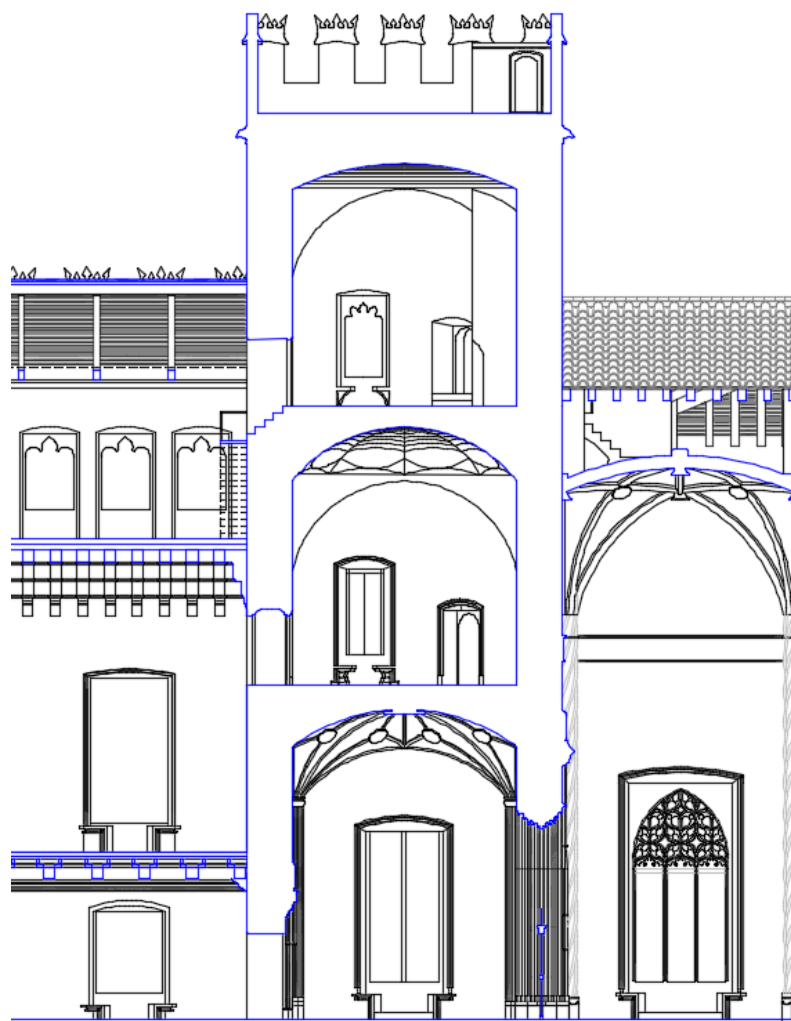


Imagen 58 TORRE. Sección vertical de la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Se pueden observar las diferentes bóvedas que cubren cada uno de los tres espacios. Ver también los huecos de acceso al consulado y a la terraza Imagen propia.

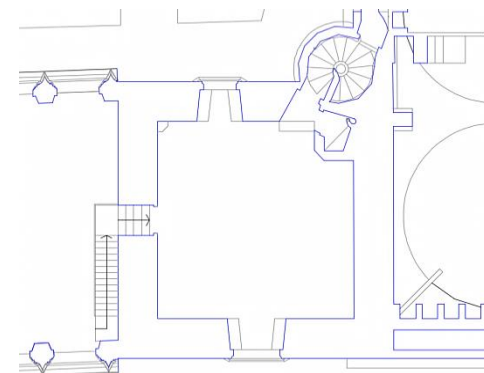


Imagen 55 TORRE. Sección horizontal de la planta tercera de la torre. Ver el arranque del segundo tramo de la escalera a la terraza y el acceso al consulado a través de una escalera de madera. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

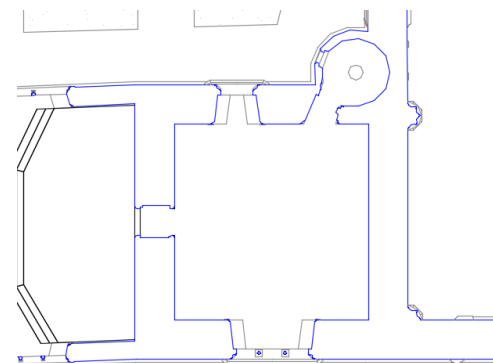


Imagen 56 TORRE. Sección horizontal de la planta primera de la torre. Destacar el ventanal al consulado y el acceso al recinto desde la escalera. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

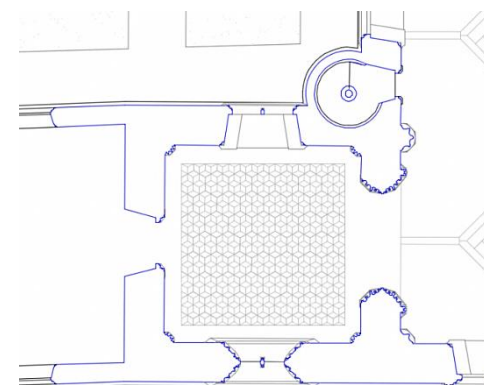


Imagen 57. TORRE. Sección horizontal de la planta baja de la torre. Ver el acceso desde el salón columnario y el acceso al consulado. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

Esta escalera es otro de los elementos destacados de la Lonja al estar ejecutada sin eje central sobre la que apoye y desarrolle, y de forma helicoidal. Sus esfuerzos son repartidos entre los muros que la envuelven y los peldaños inferiores, con un total de 110. La caja circular de la escalera se dispone en el extradós de los muros de las fachadas norte del salón columnario y este de la torre, condicionando y formando parte del patio de los naranjos, hasta la segunda altura. El desarrollo posterior de la escalera desde la segunda altura hasta la cubierta de la torre, ampliación posterior de la misma con 32 peldaños, se produce en el interior de la misma torre, en su esquina sur-este. Se resuelve mediante una escalera de caracol como la anterior, pero sin alardes arquitectónicos al apoyarla en un eje central como es habitual.

Como se aprecia en la imagen, cada tramo de escalera está iluminado de forma natural mediante pequeñas aperturas. Así mismo, es interesante apreciar el tatuaje de los peldaños que apoyan en el propio muro de la caja de escalera y que forman parte de la misma, destacando del resto de bloques de piedra con un color más blanquecino; seguramente, porque los peldaños son piedras de otro frente de la cantera, menos porosas, con menos partículas oxidadas en su interior y por tanto, más resistentes a compresión y al desgaste por rozamiento al que se ven sometidas las huellas de los peldaños con el tránsito de personas.

Sobre la torre y su encuentro con el consulado, existe una imposta visible en la fachada principal de la torre, en forma de cabeza de dragón, motivo de la leyenda, que posiblemente sea una expresión de las armas del Reino de Valencia, que indica el encuentro vertical entre los paramentos de la torre y del consulado, que es el punto de inflexión entre ambas alineaciones, y que como podemos observar en los anteriores planos de sección, existe cierta desalineación entre ellas. No presenta la torre trabazón alguna con los muros de fachada del consulado hasta llegar a la imposta del inicio del tercer nivel.



Imagen 59 LA TORRE de la Lonja vista de su remate superior desde el patio de los naranjos. Fuente propia

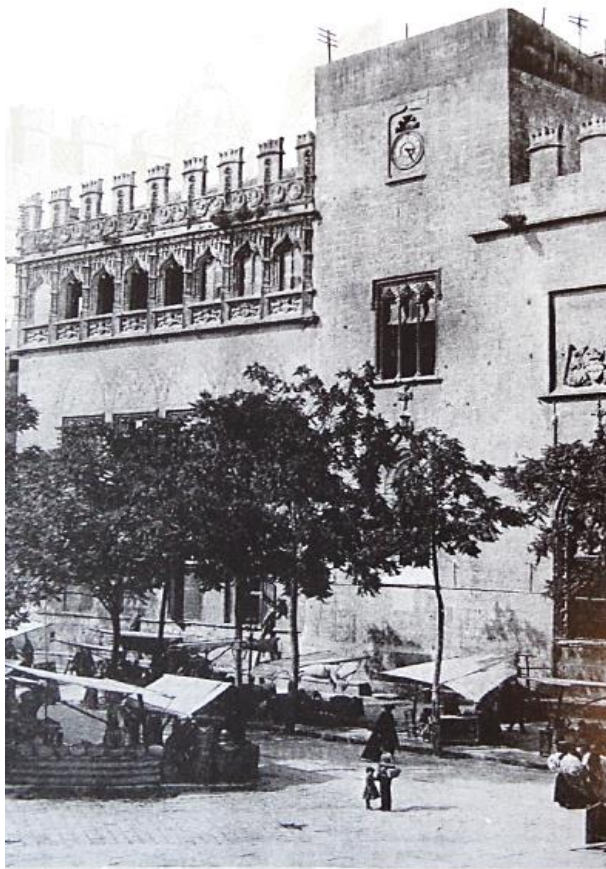


Imagen 60 LA TORRE de la Lonja. 1867. Se puede observar el reloj existente en el actual ventanal de la segunda altura y el remate sin almenas. Fuente archivo histórico de Valencia.

La cimentación de la Torre es visible en el semisótano del Consulado del Mar, como después veremos en una imagen, y se encuentra a una cota superior a la cota de cimentación del resto de cuerpos del edificio, lo que fue aprovechado para otros usos.

La base de la torre se construyó inicialmente, sin dejar vanos en su fachada norte hasta que posteriormente, se convirtió en un muro medianero con el Consulado del Mar. La actual puerta de comunicación entre la Lonja y el Consulado es de 1832 y su autor D. Francisco Ferrer mantuvo la trabazón de los sillares que forman el vano abierto con el muro de la torre.

El zócalo del conjunto del edificio, basamento de todas sus fachadas, está esquinado en los encuentros de la fachada norte del torreón con las fachadas este y oeste del consulado.

Respecto del uso de las estancias de la torre, quiero indicar que en la mayoría de los escritos publicados que he encontrado indican que las dos últimas estancias de la torre se utilizaron como prisión de los mercaderes detenidos por orden del Tribunal del Consulado y cabe preguntarse, según Cortina, y con lo que estoy totalmente de acuerdo, lo siguiente:

Los espacios destinados a calabozo en esa época pretendían aislar casi totalmente del exterior al delincuente, y para ello utilizaban mazmorras y una ante-mazmorra para los guardianes con el fin de evitar la evasión con una doble puerta. Las dos estancias de la torre de la Lonja no tienen doble puerta de acceso, están además pavimentadas con azulejería de gran calidad y disponen de dos grandes ventanales con vistas a la ciudad y al patio de los naranjos.

Por todo ello, es lógico pensar también que si el Tribunal del Consulado precisaba de un espacio para cárcel, lo construyera en el piso semisótano, sin comunicación con el exterior.

De la misma opinión es Salvador Aldana cuando escribe que la sala de planta baja destinada a capilla, “era lugar de paso de las personas que cuidaban de la Lonja, entre ellas Pere Compte que fue nombrado alcaide de la misma y sus familiares, por lo que al ser un lugar de tránsito se debe prescindir de la tradición que hacía cárcel de aquellos locales”<sup>22</sup>.

El tramo añadido a la torre, de la que podemos observar el andamiaje para su ejecución en los años 1885 a 1902, es obra del escultor Josep Aixà y del arquitecto Ferrer; destaca del resto en el color de la piedra utilizada, que aun siendo de la misma cantera, el soleamiento y la contaminación atmosférica no le han perjudicado tanto, y por estar rematada con iguales almenas coronadas que el salón columnario y el pabellón del consulado.

¿Por qué se decide elevar la altura de la torre?. Camillo Sitte indica que delante de un edificio en el que predomine la altura sobre la anchura, conviene abrir una plaza. En nuestro caso, al edificar el nuevo mercado y romper la configuración inicial de la plaza, el nuevo conjunto de edificios crea un pequeño recinto a modo de una plaza más pequeña dentro de la longitudinal plaza del mercado, respetando la nueva y reciente altura de la Torre de la Lonja, establece un paralelismo con la Torre central de la fachada este de la Iglesia de los Santos Juanes con la que confronta y que hemos visto en las imágenes anteriores junto con Mercado Central y la Consellería de Comercio y Abastecimiento.

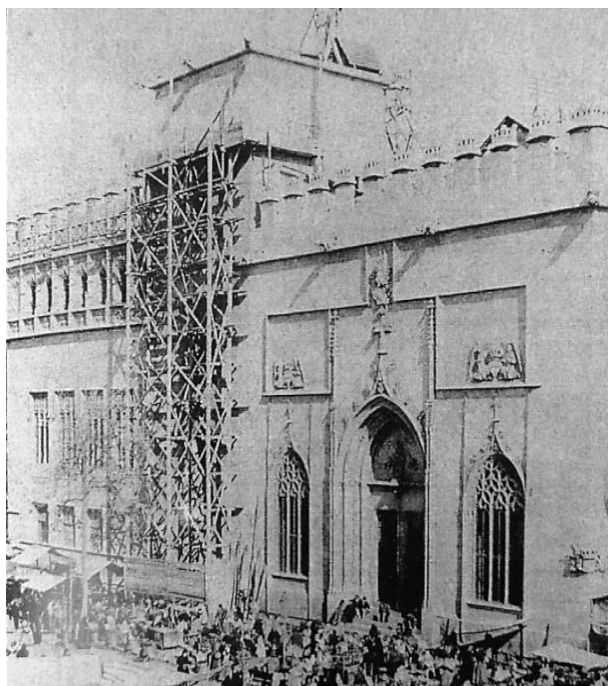


Imagen 61 TORRE. Remate superior de la torre de la Lonja. Se puede observar el andamiaje utilizado y el bullicio de gente en día de mercado. Fuente archivo histórico.

---

<sup>22</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Valencia: Generalitat Valenciana.

### 2.3.3 EL CONSOLAT DEL MAR.

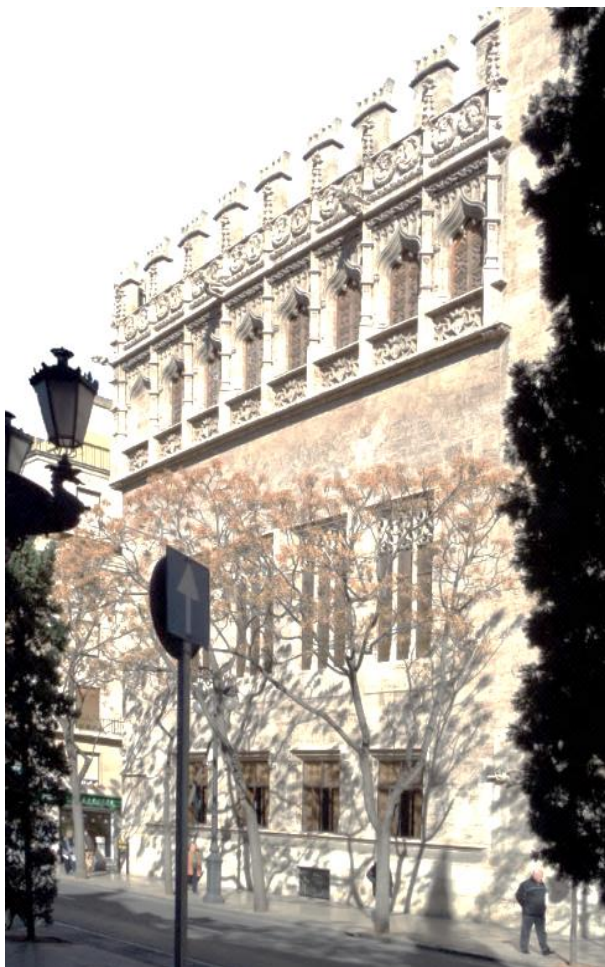


Imagen 62 FACHADA OESTE O PRINCIPAL DEL CONSULADO DEL MAR. Fuente propia

El Consolat del Mar es un tribunal creado en 1238 por el rey Pedro III. Los jueces y los cónsules de comercio se reunían para tratar los problemas relacionados con el mar y el comercio. Inicialmente se ubicaba en la “Llotja de l’oli”, cerca de la actual Lonja.

Entre 1482 y 1506 se construyen las dos primeras plantas del edificio, con Pere Compte como único maestro de obras por el fallecimiento de Joan Yvarra. Entre 1506 y 1533, Johan Corbera termina la tercera planta sin la intervención de Pere Compte, fallecido en 1506. En 1548 junto a Domingo Urtiaga, se termina definitivamente el pabellón del consulado, al rematarse con el mismo tipo de almenas coronadas que las actualmente existentes el resto de la Lonja del siglo XX.

El estilo Ojival-florido de la Corona de Aragón durante 1483-1498, sencillo y sobrio, es característico de la Lonja de Valencia, siendo el consulado del mar de un estilo de transición hasta llegar al renacimiento-plateresco, influenciado por Italia y el siglo XVI.

El pabellón es de planta rectangular y tiene tres plantas sobre terreno y un semisótano. A la planta baja se accede desde el salón columnario a través de la capilla de la torre y desde el jardín. Al semisótano y a la planta primera se accede únicamente desde el jardín, en un mismo núcleo de escaleras. La planta superior sólo se tiene acceso desde la escalera de la torre.

La articulación del conjunto formado por la torre y el pabellón del consulado se puede apreciar en la carencia de aparejo en los diferentes sillares, ya que, aún siendo la piedra de la misma cantera transparente esta ausencia de traba que se prolonga hasta el tercer nivel del consulado. En la siguiente imagen del dragón esculpido en la fachada, se aprecia esta junta vertical.

En la parte inferior de la fachada principal podemos apreciar un pequeño ventanal enrejado que ilumina y ventila el semisótano del consulado. Este fue abierto en el siglo XVIII, según atestiguan sus entablamientos rectangulares de jambas y dinteles. Este ventanal era una pequeña puerta (por ello carece de antepecho) que permitió utilizar dicho local de almacén para el Mercado y para guardar los provisionales toldos utilizados en la época, pues en sus inicios la cota actual de dicha acera era algo inferior como lo atestiguan también las imágenes de archivo histórico y sobretodo, la tabica del primer peldaño de acceso a la puerta principal del salón columnario que es muy inferior al resto de tabicas, faltando así a la obligada compensación de los peldaños de un mismo tramo. Sin embargo, considero que sigue siendo un hueco de dimensiones insuficientes para acceder caballos.

Podemos ver que en los recortes de prensa vistos anteriormente, aparece el semisótano como un descubrimiento cuando ya existía desde un primer momento, y en donde se le atribuyen usos como caballerizas, si bien estoy en total desacuerdo con esta funcionalidad por cuanto este uso requiere de fuerte ventilación y facilidad de acceso, por los grandes olores que desprende, por la ingente cantidad de comida, agua, limpieza y cuidados diarios que este tipo de animales requieren, así como por la altura de acceso y, sobre todo, por la necesidad en el programa arquitectónico. Estoy en total conformidad con el arquitecto Cortina que destina su uso a las mazmorras del Tribunal como justifica en su discurso de acceso a la Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia en 1930, y que veremos con más detalle en el desarrollo del texto del Patio de los naranjos.

*“Dos poyos o bancos corridos en toda la extensión de las fachadas este y oeste en el semisótano son la ampliación del muro de fachada hacia el interior como apreciable cimentación. Al fondo sur de estas mazmorras se puede apreciar la cimentación de la torre que constituía un duro camastro. De las dos estancias carcelarias que ocupan en semisótano el piso bajo del cuerpo de edificio en su totalidad, destinado a consulado del mar”.*



Imagen 63 DRAGÓN. Imposta en la fachada oeste, en el encuentro no aparejado de los bloques de piedra, entre el cuerpo del consulado del mar a la izquierda y el torreón a la derecha.

Fuente propia

*“La ante mazmorra está cubierta por dos contiguas bóvedas por arista, muy rebajadas, que apoyan sobre los muros de las fachadas norte, este, oeste y el muro de sillería que la separa de la mazmorra por el sur, en el que se abre un único vano de portón para la comunicación con dicha dependencia. Se dota a la misma dependencia de poyos o bancos corridos en todo el interior de la fachada oeste y en unos dos tercios de la fachada norte sin ocupar la longitud total de la misma por facilitar el tránsito entre la escalera y la estancia, formando ambas ángulo recto. La mazmorra se encuentra cubierta por seis bóvedas por arista muy rebajadas, las que estriban con los muros del recinto y por siete arcos escarzanos que son el esqueleto del forjado que insisten sobre los dos únicos y exentos pilares de sillería, situados en el eje longitudinal del edificio”.*



Imagen 64 SEMISÓTANO DEL CONSULADO DEL MAR.  
A la derecha el banco corrido de la fachada este del consulado. Al fondo la cimentación de la torre en su fachada norte. Vemos también el escáner LEYCA trabajando. Fuente propia

Según Manuel Sánchis Guarner, el Consulado, con una profusa y graciosa decoración bastante italianizante, convive en feliz maridaje con la gótica Sala de Contratación.

La planta baja del Consulado, tiene un falso techo de estilo renacentista, y dos accesos: desde el patio de los Naranjos y desde la Capilla.

En la primera planta, se encuentra la Cámara Dorada. Su acceso es, únicamente, a través de una escalera de piedra desde el patio de los Naranjos. Destaca su techo artesonado realizado por Joan del Poyo entre 1418 y 1428 para la antigua Casa de la Ciudad. Cuando esta se derribó en el siglo XIX se recuperó para esta cámara hacia el año 1921. El falso techo se resuelve mediante madera policromada, y se cuenta que en la inauguración, en su primera ubicación, estuvo presente Alfonso el Magnánimo. Está compuesto por centenares de piezas de carácter zodiacal, bélico, grotesco, quimérico, vegetal, musical y heráldico, como el escudo de la ciudad de Valencia.



Imagen 65 CONSULADO DEL MAR. Detalle del pabellón del consulado del mar de la Lonja de Valencia. Fachadas oeste y norte. Fuente propia



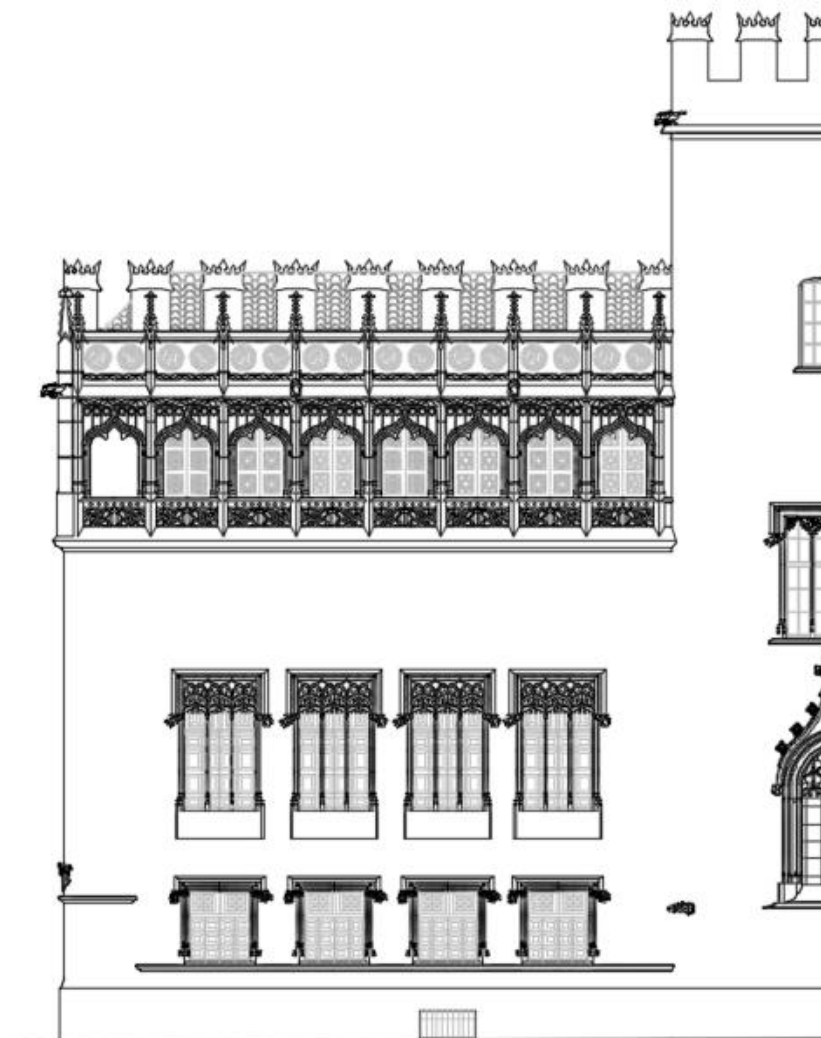


Imagen 67 CONSULADO DEL MAR. Alzado oeste del consulado del mar y parte de la torre.  
Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

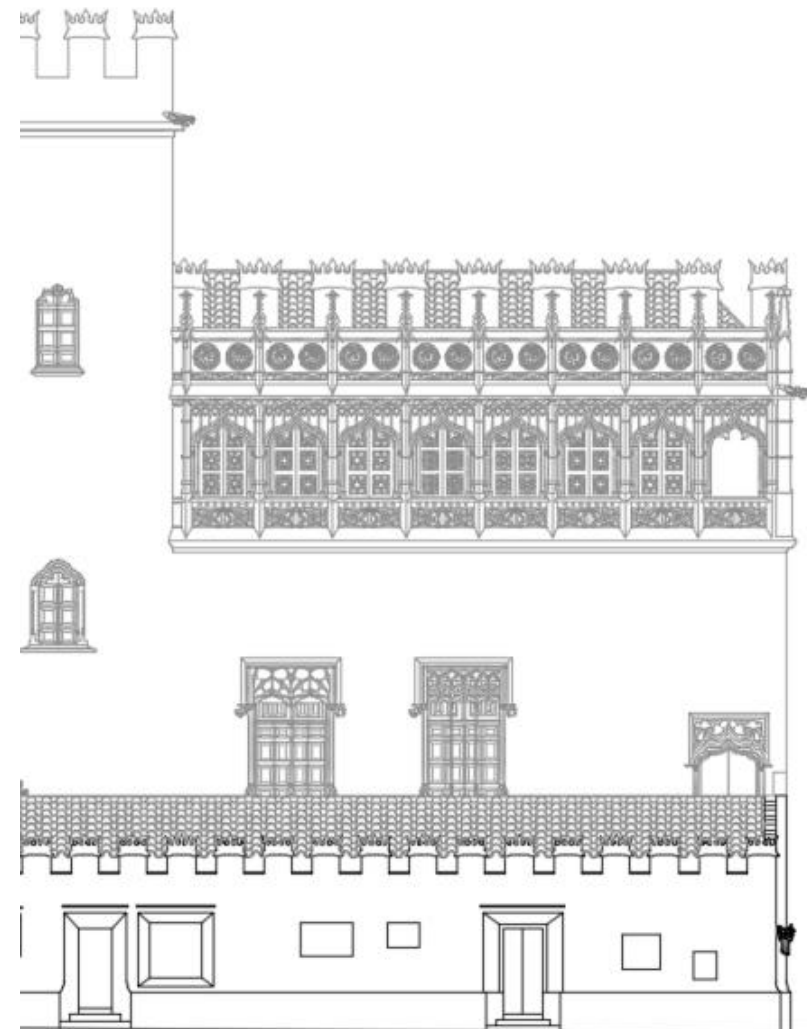


Imagen 66 CONSULADO DEL MAR. Alzado este del consulado del mar y parte de la torre.  
Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

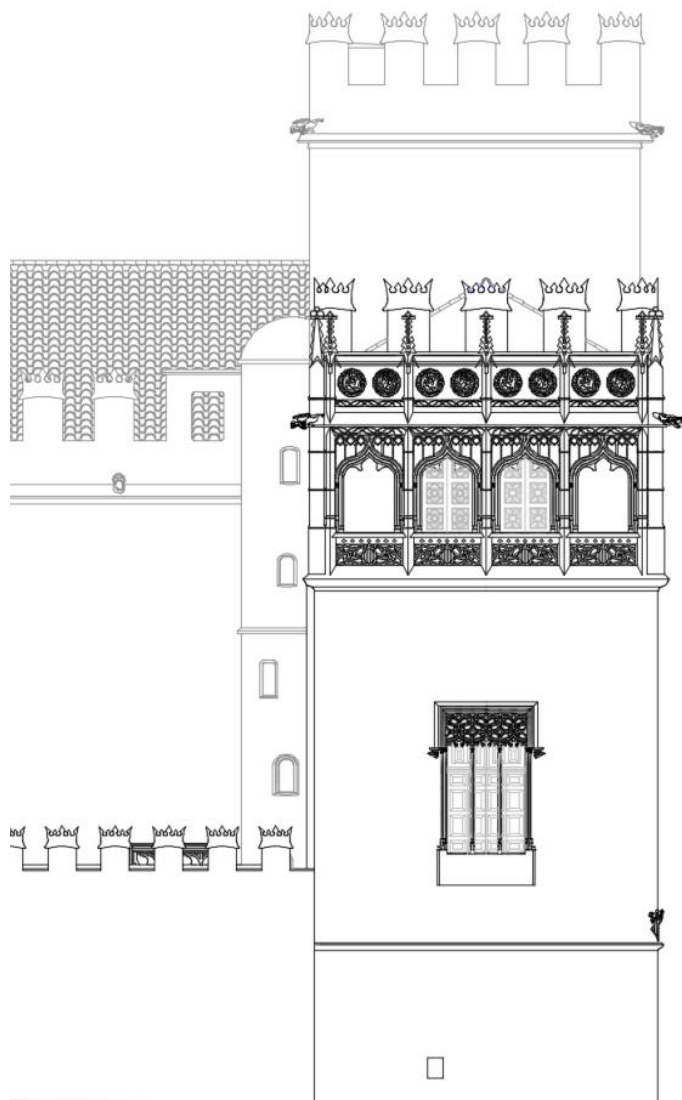


Imagen 70 CONSULADO DEL MAR. Alzado norte del consulado del mar y parte del cerramiento del patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

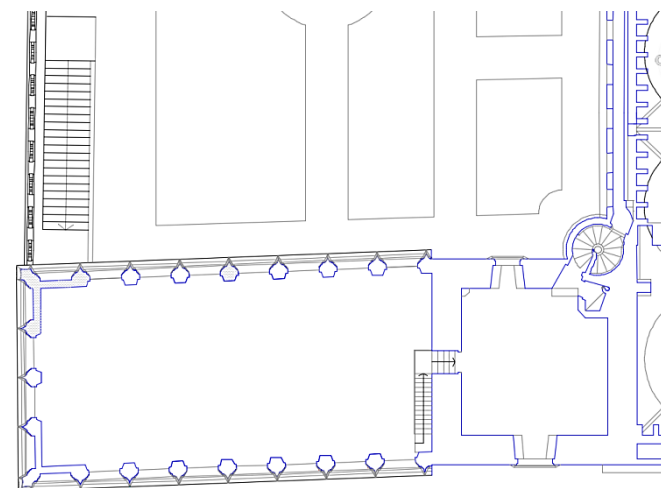


Imagen 68 CONSULADO DEL MAR. Planta de la segunda altura consulado del mar se aprecia el acceso desde la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

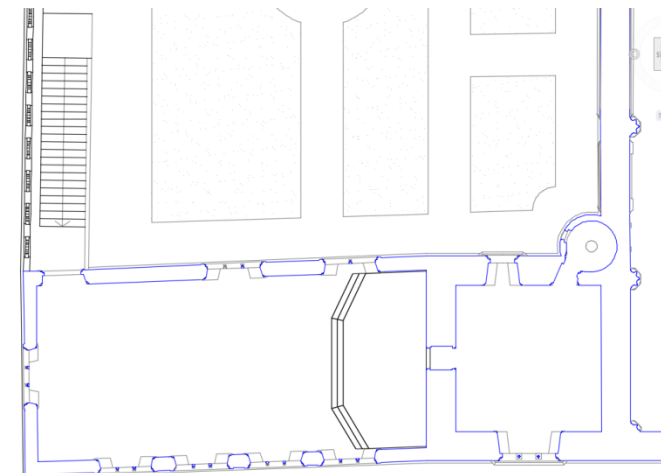


Imagen 69 CONSULADO DEL MAR. Planta de la primera altura consulado del mar se aprecia el acceso desde el patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

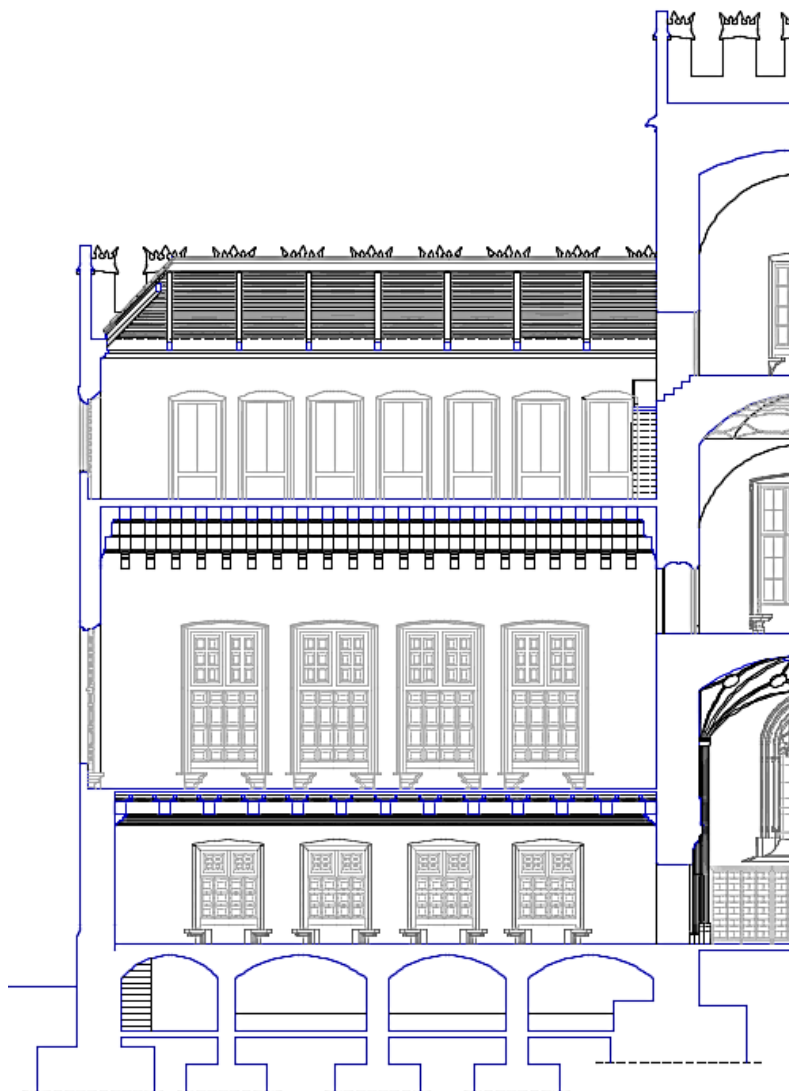


Imagen 73 CONSULADO DEL MAR. Sección longitudinal del consulado del mar. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

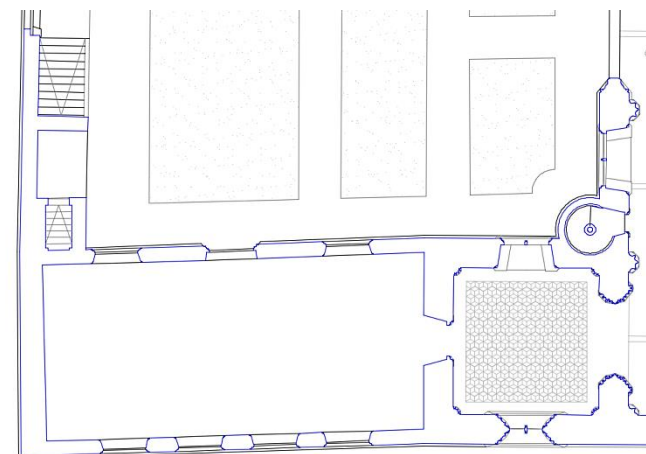


Imagen 71 CONSULADO DEL MAR. Planta baja del consulado del mar con el acceso desde la torre y desde el patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.

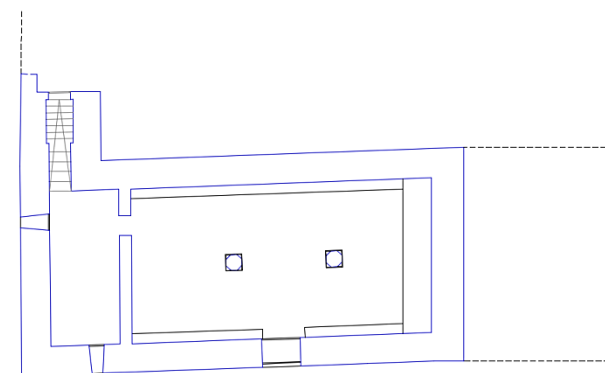


Imagen 72 CONSULADO DEL MAR. Planta semisótano del consulado del mar con acceso desde el patio de los naranjos y con antesala. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Fuente propia



### 2.3.4 EL PATIO DE LOS NARANJOS.

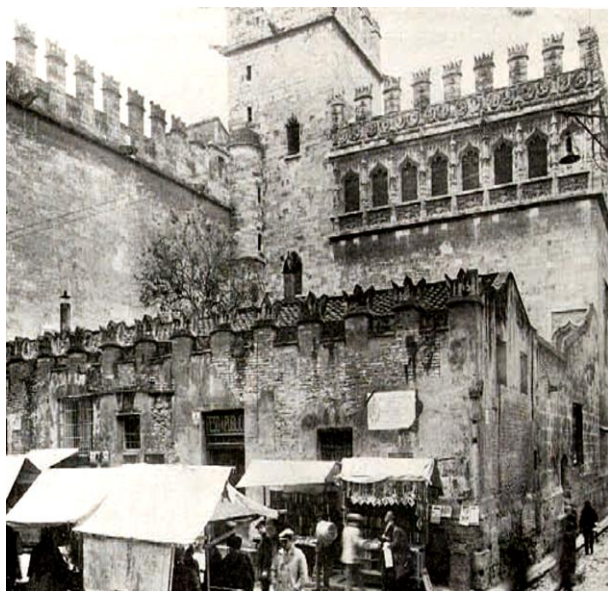


Imagen 74 FACHADA noreste, cerrando el patio de los naranjos.1930. Fuente archivo municipal.

El patio de los naranjos es otro de los elementos emblemáticos del conjunto de la Lonja de Valencia. Situado en el extremo nordeste, es un espacio abierto con una fuente central rodeada de bancos y vegetación, donde destacan los naranjos. Desde él se accede directamente al semisótano, a la planta baja y al primer piso del consulado del mar, así como a la sala de contratación y a las calles que recaen al norte y al este, llamadas actualmente Cordellats y Lonja respectivamente.

Sobre este patio, cabe destacar el escrito de uno de los arquitectos valencianos más importantes de principios del siglo XX y muy comprometido con el patrimonio arquitectónico valenciano, D. José María Manuel Cortina y Pérez, que leyó en su solicitud de ingreso en la Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia el 3 de junio de 1930, para ocupar la vacante de Antonio Martorell y Trilles, amigo personal, y que fue publicado al año siguiente en la revista Archivo de Arte Valenciano, titulado: *El patio de los naranjos de la Lonja de Valencia*<sup>23</sup>.

Como veremos a continuación, Cortina pretende devolver la dignidad perdida por la Lonja en el remate temporal de la fachada este con el cerramiento del patio de los naranjos mediante casuchas, y por otra parte, en su afán por hacer resplandecer la joya de la arquitectura valenciana, plantea una dura y severa intervención en el entorno urbano en el que se encuentra la Lonja, aislándola como monumento y elevándola al rango de majestuosidad, elimina el encanto de su ubicación.

<sup>23</sup> AA.VV. (1930). Archivo de arte valenciano, N°. 16-17. Valencia: Real Academia de Bellas Artes de San Carlos de Valencia. ISSN 0211-5808, páginas 153-170.

El Archivo Histórico Municipal de Valencia conserva casi la totalidad de los proyectos del arquitecto Cortina. Sus planos se caracterizan por la calidad de la representación gráfica, el uso de diferentes tintas en aras de una mayor legibilidad y por un gran detalle. En sus proyectos, Cortina logra imágenes de gran belleza<sup>24</sup>.

En 1930, el arquitecto Ferreres deduce que en el Palacio de los Mercaderes quedaron sin terminar el torreón, el salón principal del consulado y las fachadas norte y este del jardín, y que la edificación adosada interiormente a la fachada este es un añadido posterior, a lo que hubieran podido agregar los antiguos maestros, además de ser de pésimo gusto y sin relación alguna con la célebre, grande, vistosa, excelente y majestuosa fábrica de la Lonja de los mercaderes. Por todo ello considera también el arquitecto Cortina que son provisionales y que por tanto deben ser sustituidas por otro cerramiento de carácter definitivo. No se trata de una obra de restauración, sino de acabado. Incluso Martínez Aloy como historiador, documenta la descripción del suntuoso Palacio de los Mercaderes, pidiendo se termine la decoración del salón principal del consulado, que se convierta en jardín público haciendo desaparecer las casuchas que son una auténtica ignominia.

El padre Tosca en su expresivo y concienzudo plano de Valencia, señala un portón y dos ventanas a la calle de la Lonja.

Mr. Laborde, en su obra descriptiva de su viaje por España, le asigna una única puerta. Ferreres considera que la totalidad de estas construcciones constituye un solo local completamente despejado, demostrando que su actual distribución, obedece a los distintos usos a los que se ha dedicado: Habitación para el conserje, dependencias de la guardia municipal, oficinas para el peso público,

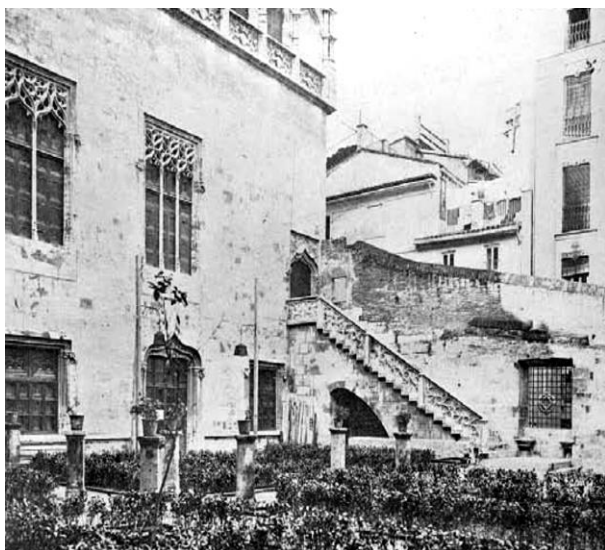


Imagen 75 FACHADA este del consulado y norte del cerramiento interior del patio de los naranjos. 1930. Fuente archivo municipal

---

<sup>24</sup> ARNAU, JOAQUÍN. (2011). *Fabular edificando: La obra de Cortina*. Valencia: Generalitat Valenciana.

abriendo y cegando vanos de toda clase, tanto en la fachada de la calle de la Lonja como en la de la calle de Cordellats, con absoluta libertad de prejuicios y racionalidad en sus dimensiones. Una auténtica barbaridad.

Cortina propone que se realice la prolongación de la calle de la Paz hasta el Mercado Central a través del antiguo casco de la ciudad, y enlazar el centro de la ciudad con la zona de Cuarte, por necesidades del tráfico rodado.

Algunas de estas acciones si se han llevado a término, como veremos en posteriores imágenes de la calle Cordellats en la fachada norte y de la calle de La Lonja en la fachada este, y denotan la carencia de un remate constructivo del conjunto arquitectónico. Es decir, el conjunto de la Lonja no está terminado.

Según Cortina, lo que se debe hacer con el patio es lo siguiente:

- 1.- Los que lo cercaron, estimaron debía hacerse con un cerramiento almenado, y por ello almenaron provisionalmente la fachada este.
- 2.- Desde el patio se debería ver el exterior, al dotarles a las fachadas del patio de ventanas enrejadas, de las que se conservan dos, espaciosas, integradas por batiente monolítico, jambas murales despiezadas y arco adintelado. Una en la fachada norte, en el descansillo de la escalera al salón principal del consulado, con poyos interiores y reja voladiza al exterior para facilitar la visión desde el interior, y otra en la fachada este, con derrames periféricos al exterior y reja empotrada o envainada en el espesor de sus cuatro elementos delimitadores.



Imagen 76 FACHADA ESTE. Actual Calle La Lonja.  
En primer plano se observa el cerramiento del patio de los naranjos resuelto con las “casuchas”. Fuente propia.



Imagen 77 PERSPECTIVA DE CORTINA sobre la actuación que considera se debe llevar a cabo. Fachadas este y norte de la Lonja. Cerramiento del patio de los naranjos. Fuente del catálogo: Fabular edificando. La obra de Cortina. Fuente Joaquín Arnau. 2011



“ No es el primero, ni será el último, en esta práctica que solemniza, a la vez que desvirtúa, el antiguo testimonio. Subyace a ello un cierto espíritu museístico, sin que en este caso, afortunadamente, medie el trasplante, del que no escasean ejemplos. Aunque, según se mire. Porque, moviendo el entorno, el monumento queda removido.

Yo no estoy adonde estaba si, aun sin moverme, adonde estaba no está. Acierta por eso Tafuri cuando sostiene que el historicismo (en cuya onda se mueve Cortina) es de suyo anacrónico pues, en su legítimo deseo de recuperar la memoria del pasado, nos instala en un limbo, sin pasado ni futuro. Idealiza lo que cree realizar.

A pesar de todo, el monumento seguirá en sus trece, INCLITA DOMUS SUM, imperturbable en su señorío secular”<sup>25</sup>.

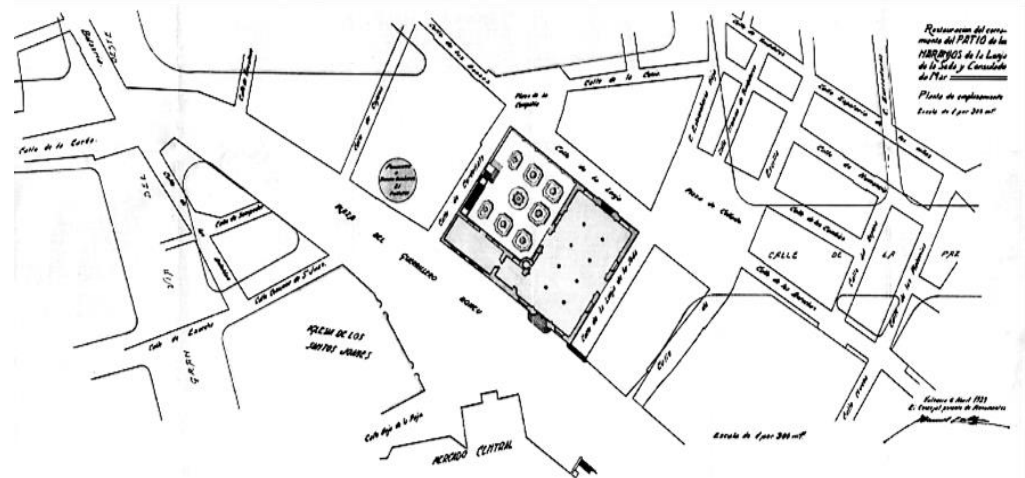


Imagen 78 INTERVENCIÓN URBANÍSTICA planteada por Cortina en 1930. Fuente archivo de la ETSA de Valencia.

<sup>25</sup> ARNAU, JOAQUÍN. (2011). Fabular edificando: La obra de Cortina. Valencia: Generalitat Valenciana.



Imagen 79. FACHADA NORTE. Actual calle Cordellats. Se aprecia el encuentro del cerramiento del patio de los naranjos propuesto por Cortina a base de piedra natural con el de las "casuchas" a base de ladrillo enfoscado con mortero y acabado con pintura. Fuente propia

*"El objetivo principal de su actuación urbanística consiste en abrir alrededor de la Lonja, a la que se acomete en esquina, un dilatado espacio de reverencia. Esta práctica, absurda en ocasiones, de aislar el monumento insigne, rodeándolo de un respetuoso vacío y propiciando su fotogenia, conocerá copiosa descendencia. Como el Resucitado del Correggio, el monumento parece decirnos: Noli me tangere.*

*Viene a ser, por otra parte, la de Cortina una visión turística avant-la-lettre de los circuitos modernos que, más acá del espectáculo perspectivo (aunque contando con él) y de la cautela higiénica, abren la ciudad a sus visitantes. La Ciudad posee su identidad y preservarla es parte de la razón que induce a visitarla y conocerla. Bueno es que el monumento se aprecie: pero no a costa de desfigurar su entorno, que es en cierto modo parte de él. Tal vez la Lonja de Cortina y Goerlich esplendiera más, pero la Academia es (siempre lo fue y quizá lo sigue siendo) cómodo hospedaje para la utopía.*

*En la urbanización (más bien sventramento) que proyecta a su alrededor para convertirla en objeto de culto, segregado por tanto, como mandan los cánones académicos. Si el monumento es sagrado, se lo debe aislar. El vacío urbano (a costa de lo que fuere) es ahora la frontera que sucede al viejo peristilo. Favorece la estampa poética, rotunda, herencia de la Ilustración: pero es, a la vez, imagen pintoresca que recorta su silueta romántica para la fruición contemplativa<sup>26</sup>.*

*"En consecuencia, enuncia Cortina seis premisas de trabajo que aparecen reflejadas en los planos que a continuación se muestran, sobre la actuación en el Patio de los Naranjos de la Lonja:*

<sup>26</sup> ARNAU, JOAQUÍN. (2011). Fabular edificando: La obra de Cortina. Valencia: Generalitat Valenciana.

Cerramiento almenado (1). Huecos enrejados en el muro (2). Murmuradora fuente con peces (3). El muro norte y su esquina (4). Consideración de la perspectiva urbana (5). Y una mayor diafanidad que deje a la vista el monumento (6). En resumen: muro escalonado y almenado con huecos al norte y verja regular entre pilares al este.

La Lonja es intocable y, como tal objeto de reverencia, el arquitecto es prudente en sus propuestas, que se resumen en la demolición de unas casuchas parásitas y en el recercado de un Patio por un muro con huecos y una verja entre machones, ambos con almenas coronadas<sup>27</sup>.

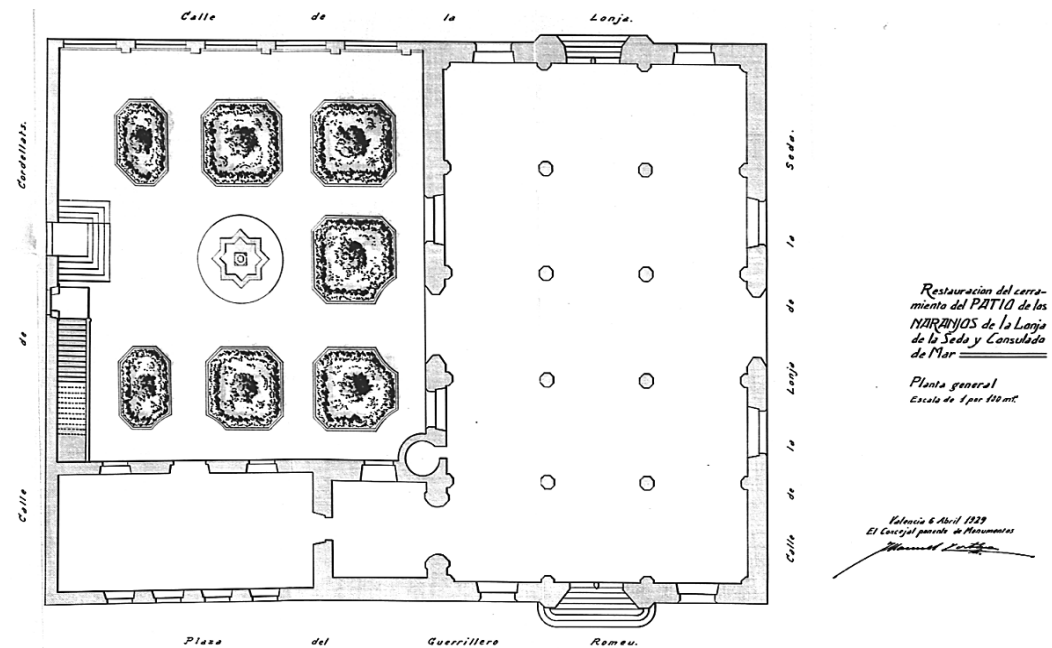


Imagen 80 PLANO DEL CONJUNTO DE LA LONJA. Destaca la detallada planta del patio de los naranjos de la Lonja, con la propuesta del arquitecto Cortina. Fuente archivo de la Generalitat de Valencia.

<sup>27</sup> ARNAU, JOAQUÍN. (2011). Fabular edificando: La obra de Cortina. Valencia: Generalitat Valenciana.

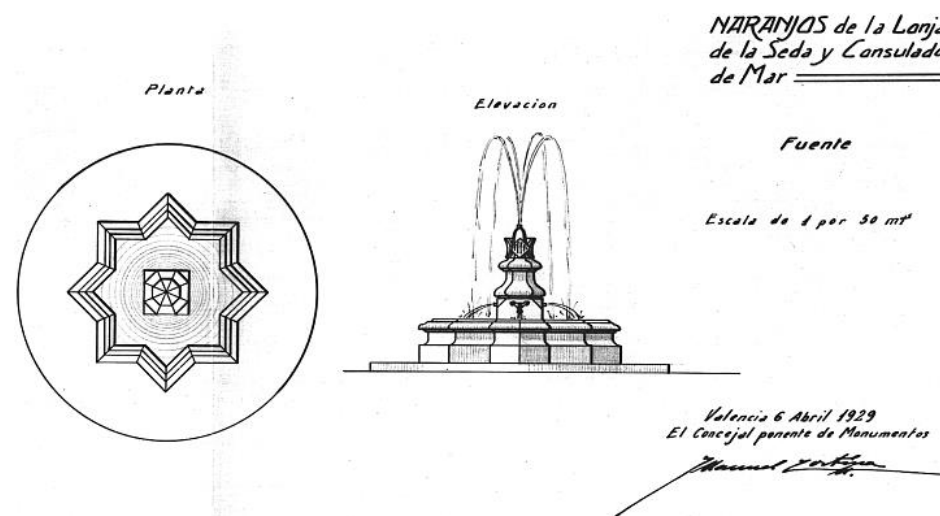


Imagen 81 MURMURADORA FUENTE CON PECES. Detalle de la fuente propuesta por cortina para el patio de los naranjos de la Lonja. Fuente archivo de la Generalitat de Valencia.

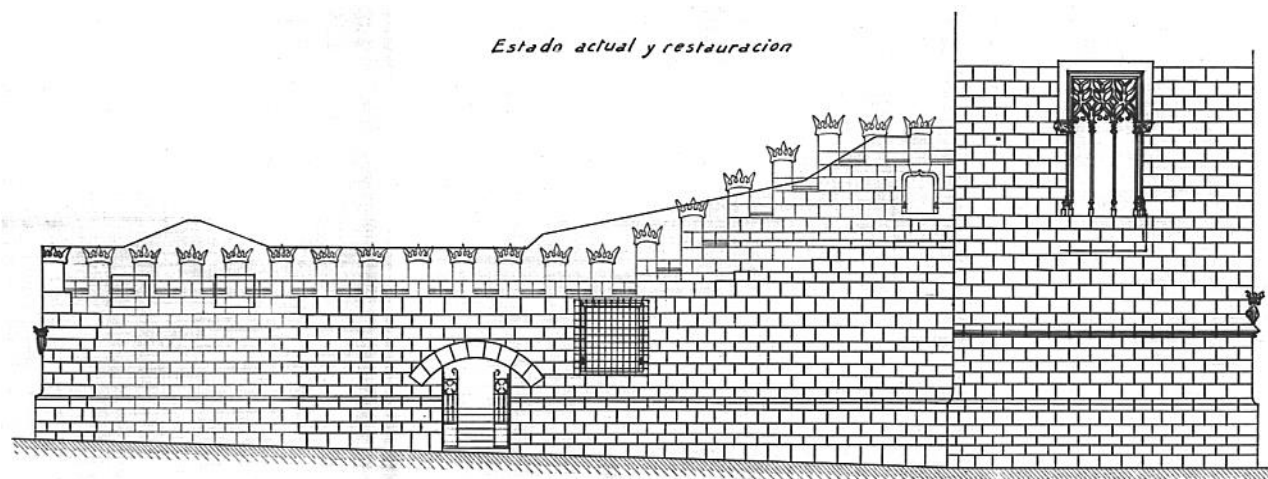
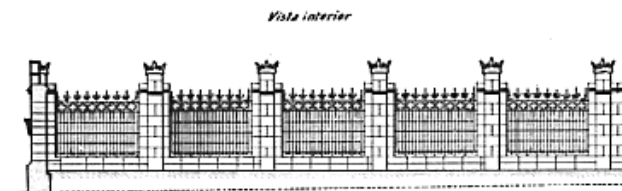
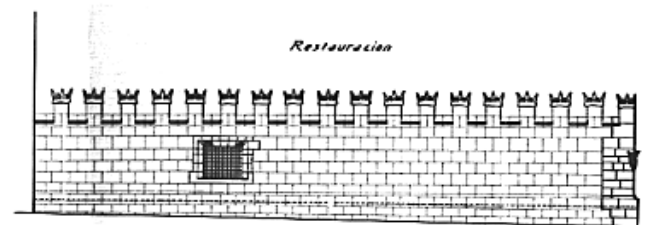
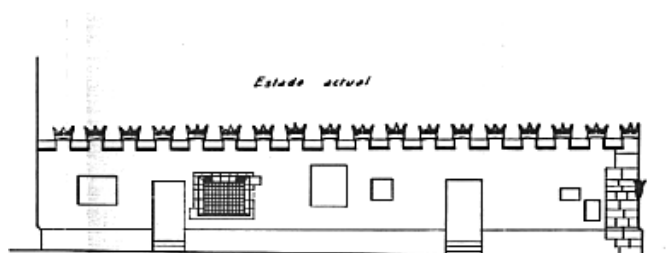


Imagen 82 FACHADA NORTE. Estado actual (1929) y propuesta de restauración del arquitecto Cortina. Fuente archivo de la Generalitat de Valencia.



*Restauracion del cerramiento del PATIO de los NARANJOS de la Lonja de la Seda y Consulado de Mar*

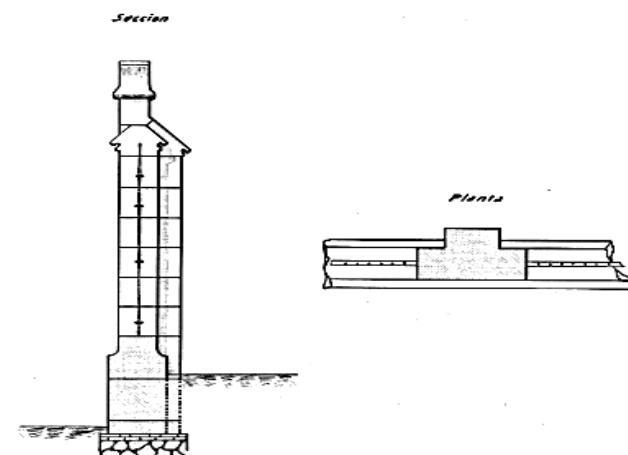
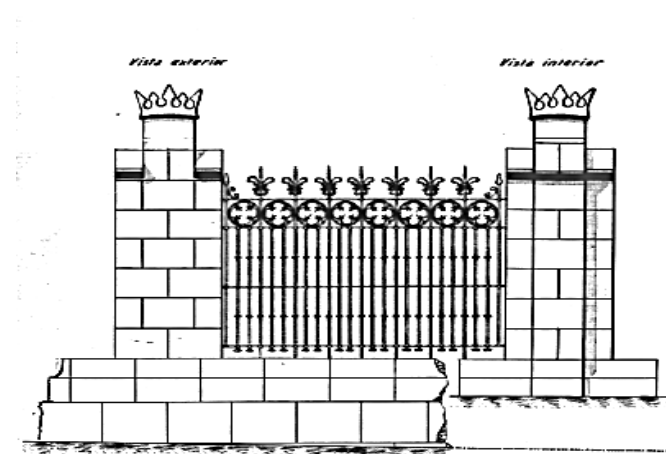
*Fachada a la calle de la Lonja*

*Escala de 1 por 100 mt.*

*Valencia 6 Abril 1929*

Imagen 84 FACHADA ESTE. Restauración del cerramiento del patio de los naranjos de la Lonja propuesta por el arquitecto Cortina en 1929. Fuente del archivo de la Generalitat de València.

Imagen 83 FACHADA ESTE. Detalle del cerramiento del patio de los naranjos de la Lonja propuesta por el arquitecto Cortina en 1929. Fuente del archivo de la Generalitat de València.



*Restauracion del cerramiento del PATIO de los NARANJOS de la Lonja de la Seda y Consulado de Mar*

*Sustitucion de muro por verja Detalle*

*Escala de 1 por 30 mt.*

*Valencia 6 Abril 1929*

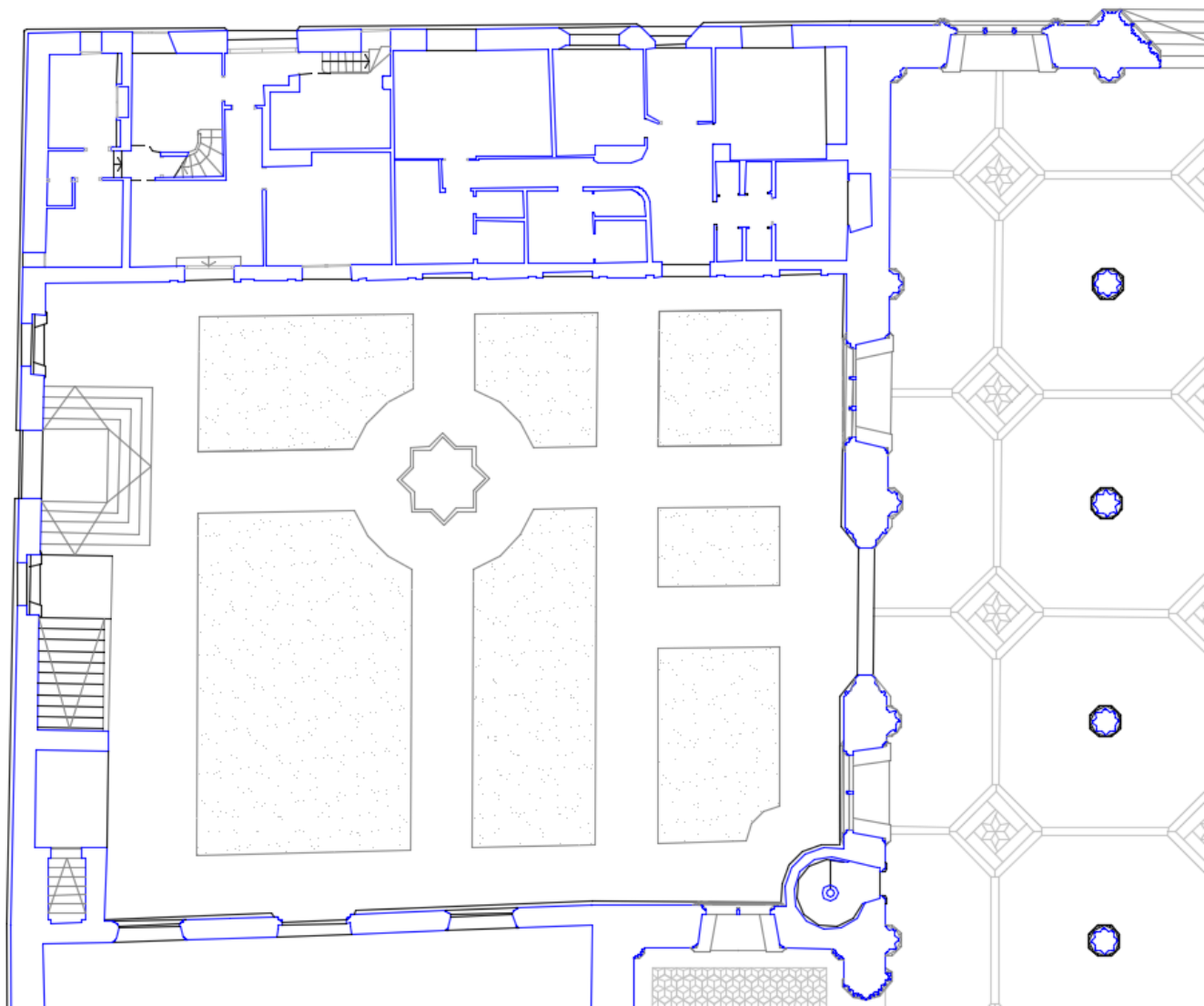


Imagen 85 PATIO DE LOS NARANJOS. Estado actual del patio de los naranjos, con detalle de distribución de las dependencias de los edificios dispuesto en la fachada este del patio. Se puede observar que se abrieron dos ventanales y una puerta en la fachada norte del patio y la fuente central con ocho puntas según dibujó Cortina. Del primitivo jardín que quisieron "los Jurats", con una fuente central, naranjos y mirto, poco queda en la actualidad. Planos alumnos profesor Dr. Jorge Girbés Pérez. Fuente propia.

### 2.3.5 LA PORTADA PRINCIPAL.



Imagen 86 PORTADA PRINCIPAL DE LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA.  
Levantamiento con el escàner l aser 3D. Fuente propia

*“Durante los últimos años del siglo XV y principios del XVI, se construyeron en el área valenciana muchas portadas de dimensión discreta pero de gran elaboración formal. Todas encuadradas bajo un guardapolvo moldurado dispuesto a modo de alfiz, formadas por un arco mixtil neo con variados segmentos de curvas y contra curvas que recuerdan los llamados arcos de cortina.*

*Ejemplo son las de la Iglesia de la Sangre de Cristo de Beniganim i la Iglesia del convento de Dominicos de Llombay, o la portada de la escalera del monasterio de San Jerónimo de Cotalba, o la del palacio de la Generalitat Valenciana o también la de la Lonja de Valencia, y en otras muchas casas señoriales.*

*La portada más antigua de la que se tiene constancia documental es la de la sala capitular de la catedral de Valencia. En 1497 el escultor Johan de Kassel labraba una elegante salutaci , o anunciación, de alabastro para las enjutas del arco de la portada”.*<sup>28</sup>

*“En la Lonja de Valencia, el diseño de la puerta y ventanas se desarrolla en la primera etapa de obras de la Lonja por Pere Compte y su escuela. En sus posteriores obras será habitual encontrarnos las portadas formadas por arcos conopiales dispuestos entre estirados pináculos”.*<sup>29</sup>

<sup>28</sup> ZARAGOZÁ, ARTURO. (2002). Inspiración Bíblica y presencia de la antigüedad en el episodio tardo gótico valenciano. Historia de la ciudad. II. Territorio, sociedad y patrimonio. Valencia: Icaro, Ajuntament de València, Publicacions de U.V. Pg 181.

<sup>29</sup> ZARAGOZÁ, ARTURO y GÓMEZ-FERRER, MERCEDES. (2007). Pere Compte. Arquitecto. Valencia: Ayuntamiento de Valencia. Consorcio de Museos de la Generalitat Valenciana. Impreso a los 500 años de la muerte de Pere Compte. Pg 90-97

El riguroso diseño de esta portada, con su perfecta lógica geométrica, ofrece un mayor encuadre al estar flanqueadas por grandes ventanales, que siguen el esquema utilizado anteriormente en la Lonja de Mallorca.

Un análisis compositivo general de la portada oeste o principal de la Lonja (en el punto siguiente la analizaremos con mayor detalle) indica que la portada está aislada por un alfiz que las enmarca. Los pináculos están formados por un conjunto de esbeltas cañas prismáticas rematadas por agujas floridas y se agrupan alrededor de una caña principal, más gruesa y alta, que se sitúa en la esquina del arco. Su intersección con otras geometrías parece regirse por la ley de la cuadratura como se manifiesta en el Tratado de la Rectitud de los Pináculos de Matthäus Roriczer de 1486.

Las cañas van creciendo conforme a las leyes proporcionales a particular grosor, mezclándose e intersectándose elegantemente. Los cambios de plano de las cañas, que giran 45 grados unas en relación a otras, han dado lugar a que estos pináculos se conozcan con el nombre de “pilares recambiados”, rescatado por el profesor Fernando Chueca.

El uso de este tipo de pilares se generalizó al final del gótico, pero en ningún caso llegaron a utilizarlos de forma tan elegante y virtuosa como lo hizo Pere Compte, con gran similitud entre las portadas valencianas y las de las trazas del Manual del correcto trazado de la rectitud de los Pináculos de Matthäus, publicado en 1486, y del Libro de los Pináculos del orfebre Hans Schmuttermayer, de 1488, ambos anteriores al diseño de las portadas de la Lonja de Valencia, terminadas en 1489 porque, según Arturo Zaragozá, se paga por una puerta para la primera y por unos golfos, lo que manifiesta el perfecto conocimiento del repertorio decorativo germánico de Pere Compte. En cualquier caso estas formas ya son utilizadas en orfebrería antes que en arquitectura.

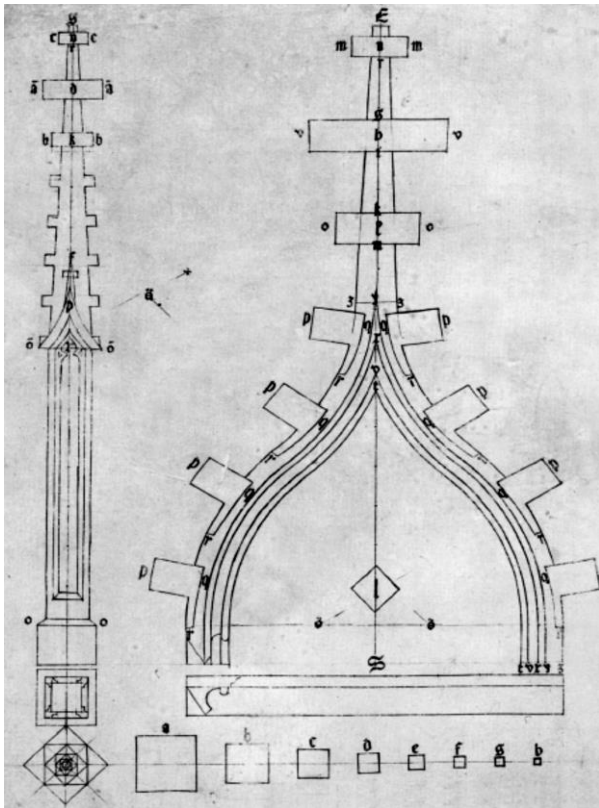


Imagen 87 Hans Schmuttermayer, Libro de los Pináculos. Fuente Nuremberg. Germanisches Nationalmuseum (ca.1488)



El ritmo armónico de las puntas de diamante alojado en las jambas de la portada alterna con las interrupciones rectilíneas de las cañas, con sus retranqueos y claroscuros, que surgen inesperadamente del muro de piedra.

La fuerza compositiva de Pere Compte en la portada se muestra en los juegos de curvas y contracurvas, las intersecantes de planos en el ápice del arco conopial que queda como engullido por la enorme masa superficial de piedra.

En el tímpano se sitúa la figura entallada de la virgen de los Desamparados acompañada de ángeles a sus lados. Las jambas de la portada se cubrieron, según el proyecto de Compte e Yvarra con “ymatges e maçoneries e fullatge”. A partir del XVIII se cubrieron con capas de cal y pintura para protegerlas del paso del tiempo.



Imagen 88 TÍMPANO. Imagen de la Virgen de los Desamparados en la portada de entrada principal a la Lonja de Valencia.

Fuente propia

Salvador Aldana nos comenta la gran cantidad de decoración escultórica a base de figuras diferentes que se encuentran en la portada oeste, y que se encuentran entre las molduras que llegan hasta la clave de los arcos, todas ellas con gran simbolismo y siguiendo la tradición iconográfica medieval. Así pues, podemos ver máscaras de la Tierra, monstruos androcéfalos, hombres desnudos, grupos de acróbatas, arqueros, hombres remando, centauros tocando timbales y flautas, etc.<sup>30</sup> A continuación explica brevemente el simbolismo de algunos grupos de ellas, lo que creo muy interesante comentar ya que forman parte del objeto de estudio de esta tesis doctoral.

Una de las antinomias de la época medieval es la que sugiere el hombre vestido – hombre desnudo: los desnudos representan los pecados de la carne, y los vestidos la continencia.

<sup>30</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Valencia: Generalitat Valenciana.pg 52



Imagen 89 DECORACIÓN ESCULTÓRICA. Portada oeste o principal. El ornamento escultural arranca desde la parte inferior con la figura de un monstruo encefálico, motivos vegetales, serpiente y acróbatas desnudos. Vemos también el arranque, el crecimiento y el desarrollo de las cañas de la jamba.

Fuente propia

La figura del centauro músico, comenta Salvador, es muy recurrente en toda la Lonja y hace referencia a lo masculino y al iniciador. Está compuesto de un espíritu representado por el hombre y una materia, representada por el caballo, y cuando destaca por el tamaño el caballo, nos quiere indicar que la brutalidad del hombre destaca sobre su persona.

Los grupos de acróbatas son muy habituales en el arte antiguo y en el cristiano, como símbolos de la lujuria de las personas se suelen situar en las puertas mezclándose con demonios, cortesanas, sirenas y perros.

Dos máscaras de la Tierra se encuentran en la imposta que une las dos bandas de decoración interior. De sus bocas salen ramas secas y hojas de cardo.

La imposta dibuja un capitel doble que sirve de peana a la figura de la Virgen, que se contrapone al tema central del pecado, y que, hemos visto reflejado en las esculturas que decoran las jambas de la puerta. Al ser la puerta de acceso principal a la Lonja, la posición privilegiada de la Virgen, es considerada como la portada de acceso a un templo consagrado a la Virgen María.

Salvador Aldana indica que el autor de la figura de la anunciación de la Virgen sería el maestro escultor Johan de Kassel, autor también del relieve de la anunciación de la Capilla del Santo Cáliz en la catedral de Valencia y muy ligado con Pere Compte y Joan Yvarra.

#### LA PORTADA NORTE.

La portada norte da acceso al jardín, es muy compleja y con labras más imperfectas e irregulares. En el interior, se decoran el intradós del arco y los contornos superior e inferior del frente con abundante y copiosa labra. El conjunto de sus figuras, con centauros, leones, águilas, perros,..., junto con el vino y la música, representa la exaltación del amor carnal, según Salvador Aldana.

La portada de acceso a la capilla está resuelta por un arco escarzano con un nutrido grupo de aristas y un arco conopial que, superiormente, integra al resto y que se remata con una cruz escultóricamente muy decorada. En su tímpano se encuentra la imagen de Dios, sentado y con amén de bendecir con su mano derecha y, sobre un globo terráqueo la mano izquierda. Esta puerta simboliza el lugar donde confluye lo sagrado del comercio, con lo sagrado de la oración privada de los Jurados de la ciudad. Inicialmente, se cerraba con una puerta de madera, pero en 1902 el Ayuntamiento de Valencia la sustituyó por una reja de hierro muy trabajada, según manifiesta Salvador Aldana.

#### LA PORTADA SUR

La portada sur, tiene en el arranque exterior de los arcos, ángeles con filacterias; y en el interior, los emblemas del toro y el león, símbolos de los evangelistas.

#### LA PORTADA ESTE

La portada este está dedicada a Cristo, y las esculturas de la puerta son motivos vegetales mediterráneos como lo son el mirto, el laurel y la hiedra. Tanto la portada como los dos ventanales que la custodian, están enmarcados mediante arcos conopiales, y la decoración escultórica dispuesta entre sus cañas.

Los huecos, que utilizan arcos apuntados, están decorados con figuras escultóricas. En este caso, la figura del centro es la de Cristo Rey llevando un manto, un cetro, una bola del mundo y una corona. La figura de la izquierda es la de David, como prefigura de Cristo al leerse de izquierda a derecha, y la figura de la derecha es la de Sansón, como símbolo de la infidelidad y de la ruptura de un voto sagrado..



Imagen 90 PORTADA ESTE. Fuente propia

#### LA PORTADA OESTE.

Tradicionalmente, las puertas y portadas son elementos que, desde lejos, guían la aproximación al edificio y dan la bienvenida al llegar<sup>31</sup>. En nuestro caso, la portada tiene dos jambas que se orientan hacia la Avenida M<sup>a</sup> Cristina y hacia la calle Bolsería, es decir, frontales al recorrido de aproximación como se muestra en las siguientes imágenes, lo que permite apreciar, a gran distancia, el acceso principal del edificio. La inclinación del plano de la jamba de la portada de acceso es de 135° respecto al plano de alineación de la calle, y ello tiene el mismo significado arquitectónico que el hecho de levantar los brazos y abrir las manos; un gesto de invitación, en este caso a entrar al edificio, lo que la hace más fácil y destacable.

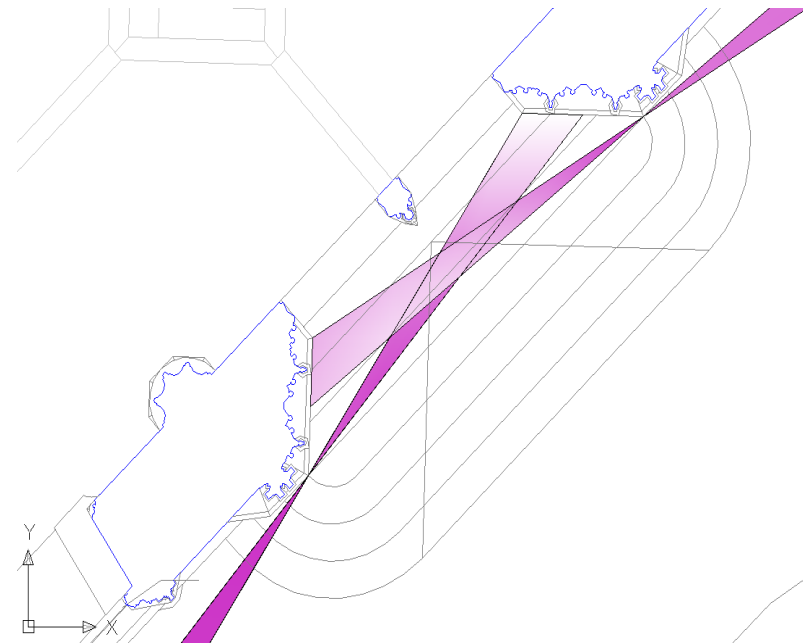


Imagen 91 JAMBAS de la puerta principal. Se grafian en detalle las visuales tangentes a las aristas esquina de ambas jambas, prolongadas hacia la avenida M<sup>a</sup> Cristina y hacia la calle Bolsería. Fuente propia

---

<sup>31</sup> D.K. CHING, FRANCIS. (2004). Arquitectura, Forma, Espacio y Orden. Barcelona: Gustavo Gili, pg 232.

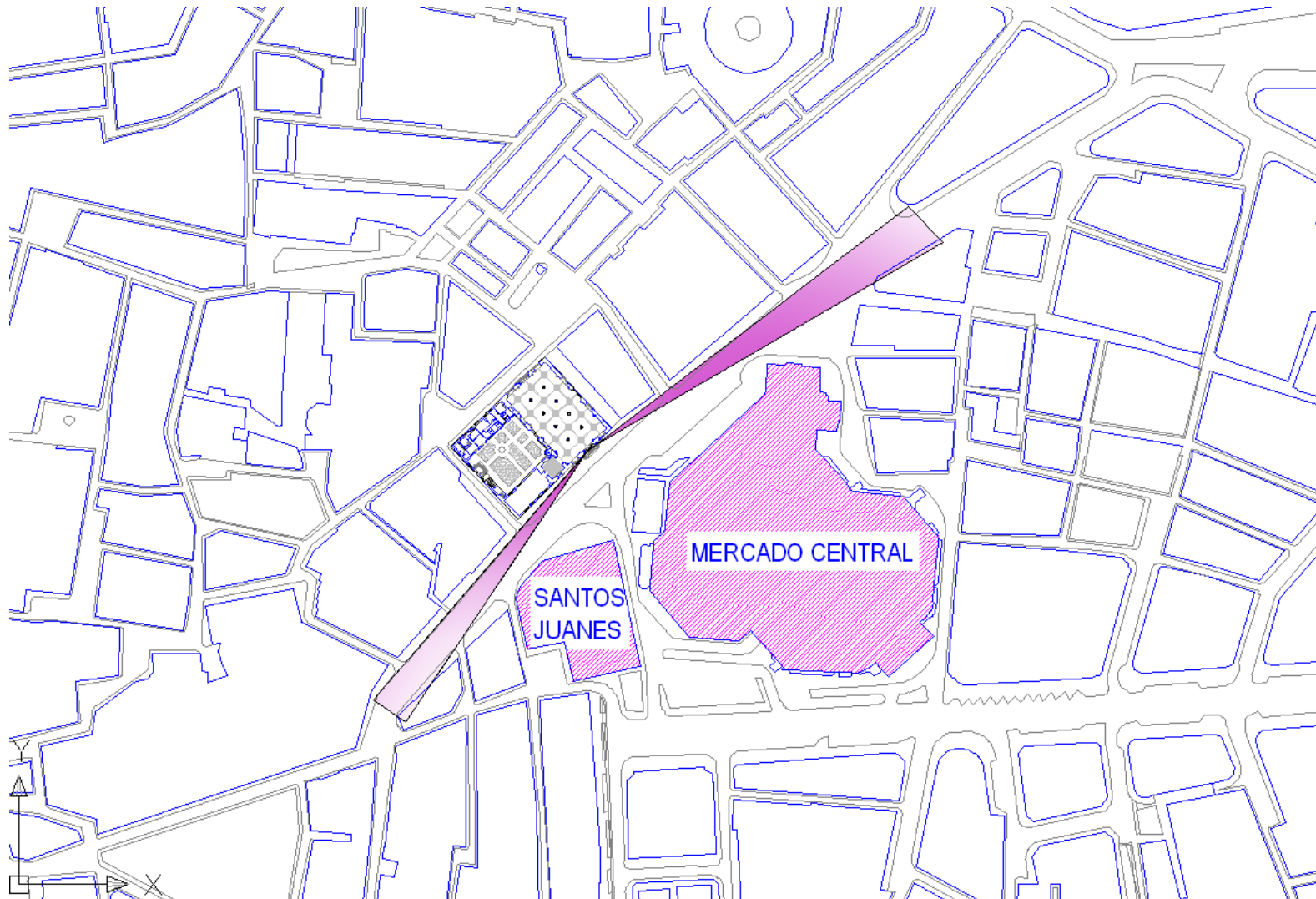


Imagen 92 VISTA GENERAL de la prolongación de las líneas visuales tangentes a las aristas esquina de ambas jambas, vistas anteriormente en detalle desde la puerta principal, prolongadas hacia la avenida M<sup>ª</sup> Cristina y hacia la calle Bolsería. Fuente propia

Otros aspectos que he observado en la composición de la portada de estudio han sido los siguientes:

1.- El cambio de nivel entre el acceso al salón columnario del edificio y el nivel de la acera exterior al edificio, es la diferencia entre lo que separa “aquí” y “allí” y, no solo señala y enfatiza el punto de entrada, sino que magnifica el edificio al ponerlo sobre un basamento. Por consiguiente, la forma de la abertura no es un simple agujero en un muro, sino que indica que está muy estudiada y estructurada.

2.- El hecho de ser una fachada orientada al oeste y carecer de grandes elementos decorativos, hace que el soleamiento sobre la misma sea uniforme, es por lo que los constructores de la portada principal de la Lonja, Pere Compte y Joan Yvarra juegan con las sombras que generan sus jambas para enfatizar la propia entrada, muy distinta a las otras entradas que tiene la sala de contratación de la Lonja, sin puntos lejanos de perspectiva, más escondidas también por la estrechez de las calles que la circundan y, por tanto, sin el juego de sol y sombra que consiguen en la fachada principal.

3.- La posición de la portada principal está en el eje longitudinal y de simetría del salón columnario, y no en su eje transversal, lo cual la hace más importante si cabe.

4.- El hecho de que la portada esté enmarcada perimetralmente, indica que está proyectando al exterior la magnificencia del interior.

5.- La noción de acceso se ha reforzado visualmente al articular la abertura decorando las jambas y su contorno más inmediato, y dejando desnudo y limpio el muro de fachada.

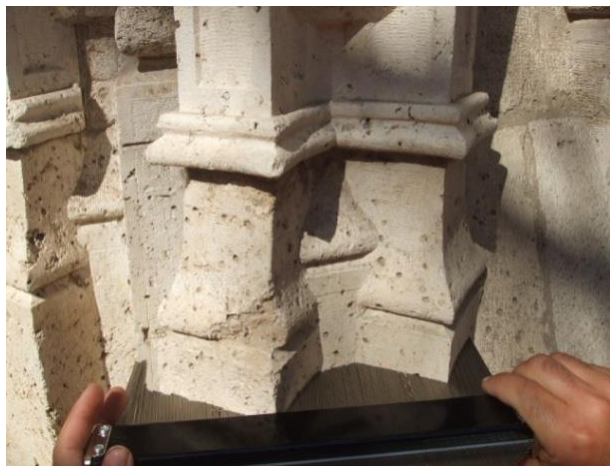


Imagen 93 RETRANQUEOS, claroscuros y giros de las cañas desde su basa en las jambas de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.

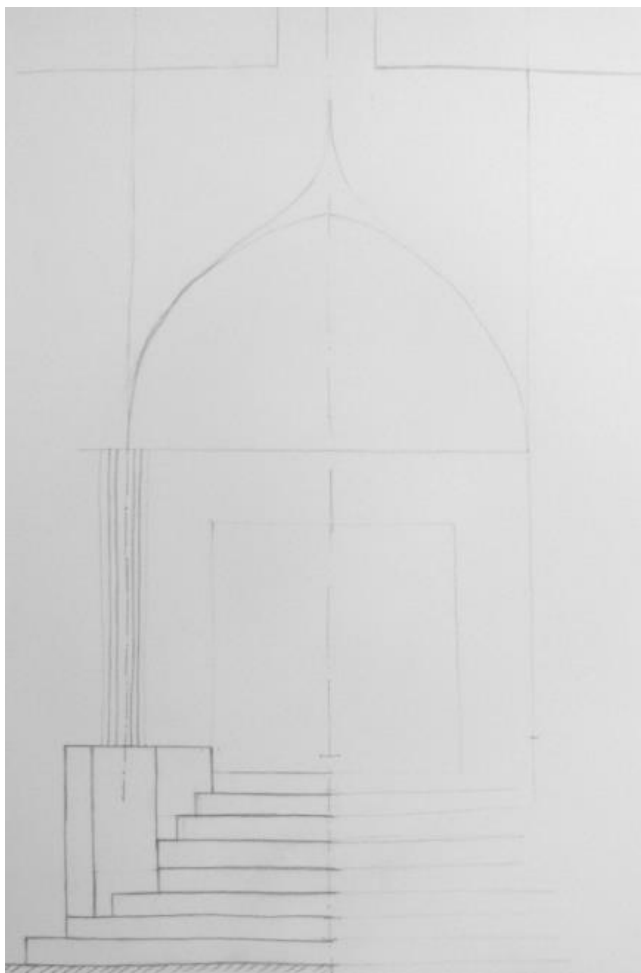


Imagen 95 LEVANTAMIENTO PORTADA. En este dibujo podemos observar el inicio del levantamiento de la portada. Destaca el eje de simetría principal, dispuesto por el parteluz de la portada, y los ejes de simetría secundarios por el punto medio del plano de la basa de las jambas, paralelo al plano de fachada. Este eje se acentúa con la arista física de la caña central que gira 45° respecto a las otras y que se prolonga hasta lo más alto del pináculo principal. Fuente propia.

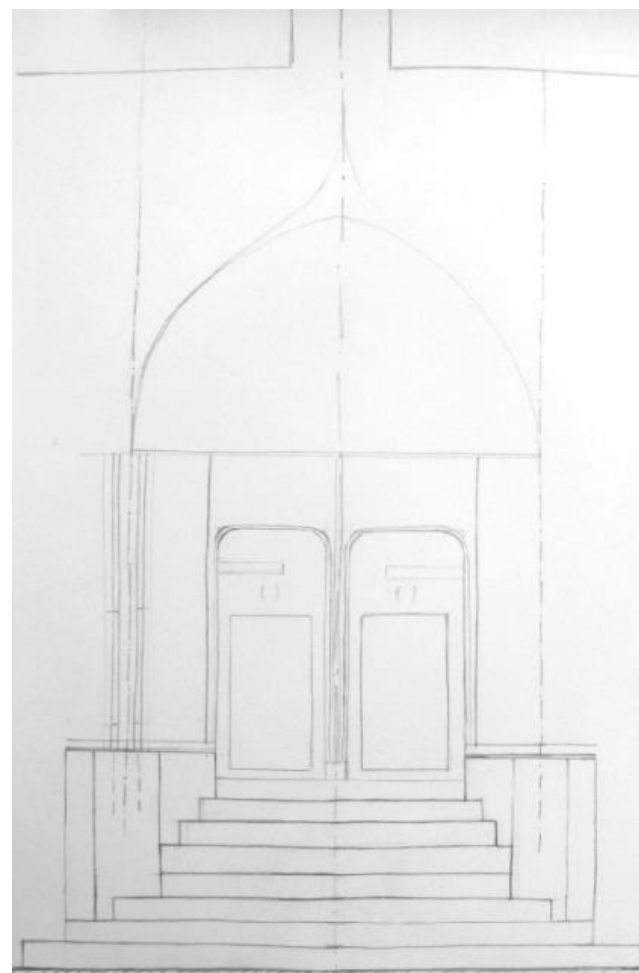


Imagen 94 LEVANTAMIENTO PORTADA. Sobre los peldaños se puede observar un recurso arquitectónico importante que se produce en una arista de corte de los planos de la basa en donde se inician dos peldaños a la vez, coincidentes con el límite de la alineación de la basa. El desarrollo de las primeras cañas se produce en uno de los lados dividido en tres partes mediante cuatro cañas cúbicas agrupadas de dos en dos. Fuente propia.

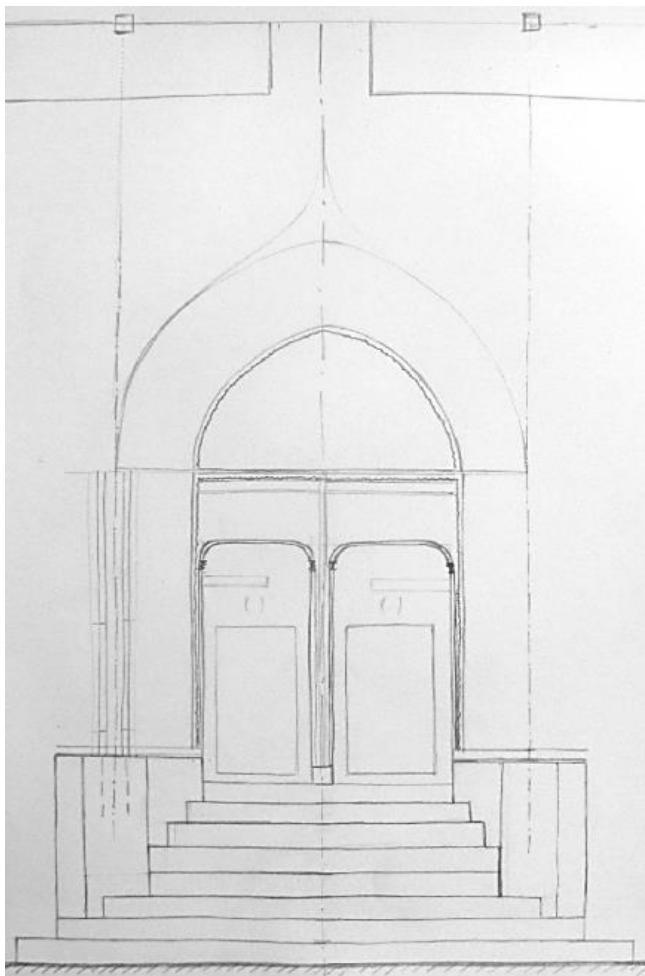


Imagen 97 LEVANTAMIENTO PORTADA. Vemos que el inicio de las jambas se hace con el desarrollo en vertical de figuras decorativas, que se disponen entre la intersección de los planos de la plementería de la portada y el ortogonal al mismo. Enmarcan el conjunto de la portada al continuar su desarrollo por los arcos, e interrumpido por el parteluz horizontal, final de las jambas y arranque de los arcos. Fuente propia.

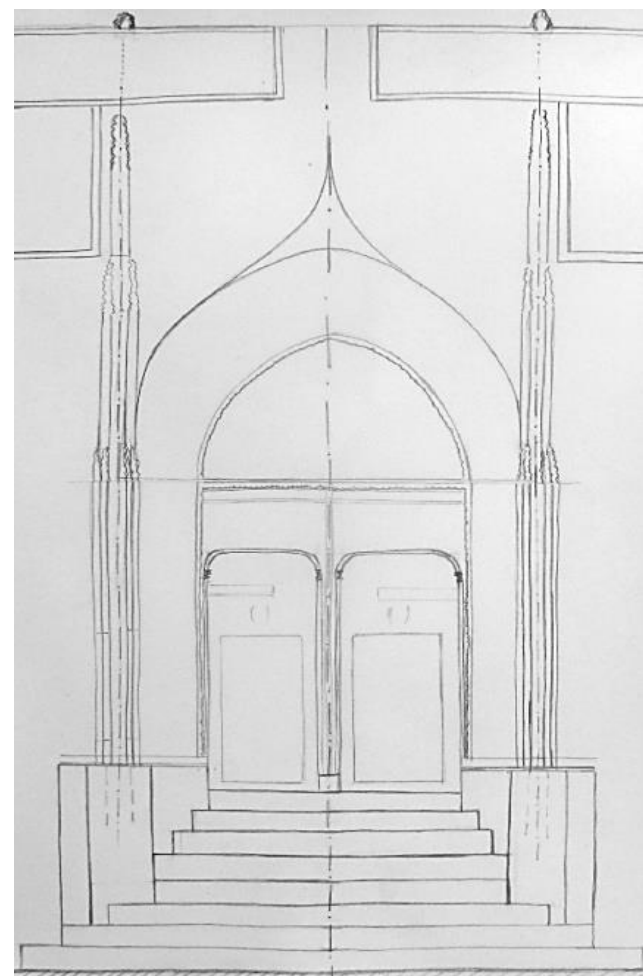


Imagen 96 LEVANTAMIENTO PORTADA. Vemos el desarrollo de los conjuntos de cañas y su remate en pináculos floridos, que sirven además para ocultar las transformaciones que sufren los grupos de cañas, reduciéndose en número y aumentando en espesor hasta reducirse a una única caña central que cierra superiormente la portada. Fuente propia.



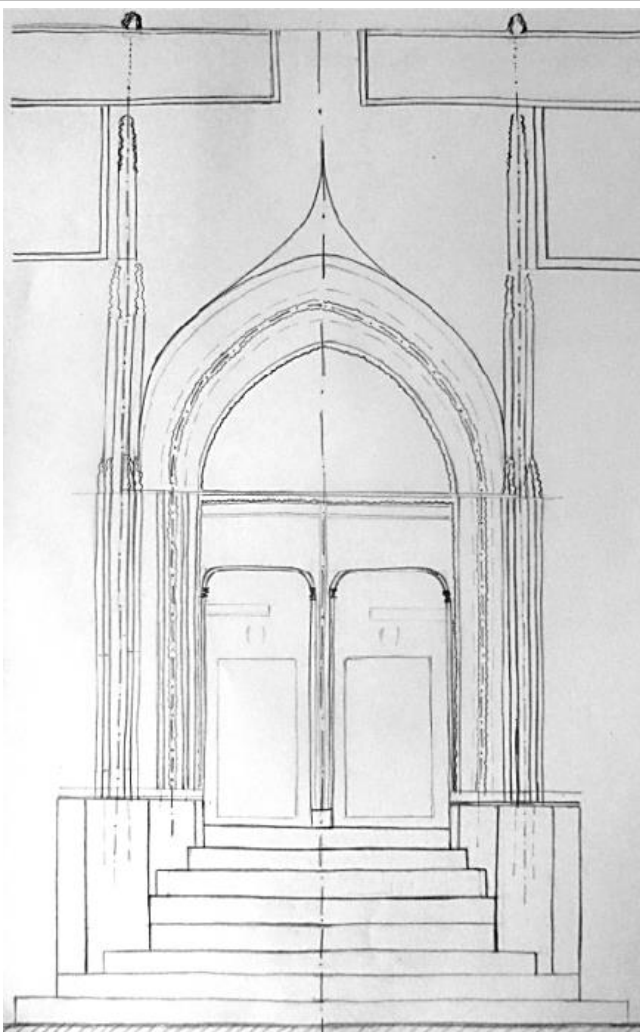


Imagen 99 LEVANTAMIENTO PORTADA. En la basa de la jamba, un nuevo eje de simetría secundario en la mitad del plano es acentuado con otro desarrollo escultórico. Las dos mitades que surgen quedan divididas por un conjunto de cañas cilíndricas, con distinta cota de arranque, de distinto diámetro y manteniendo la simetría entre ellas. Fuente propia

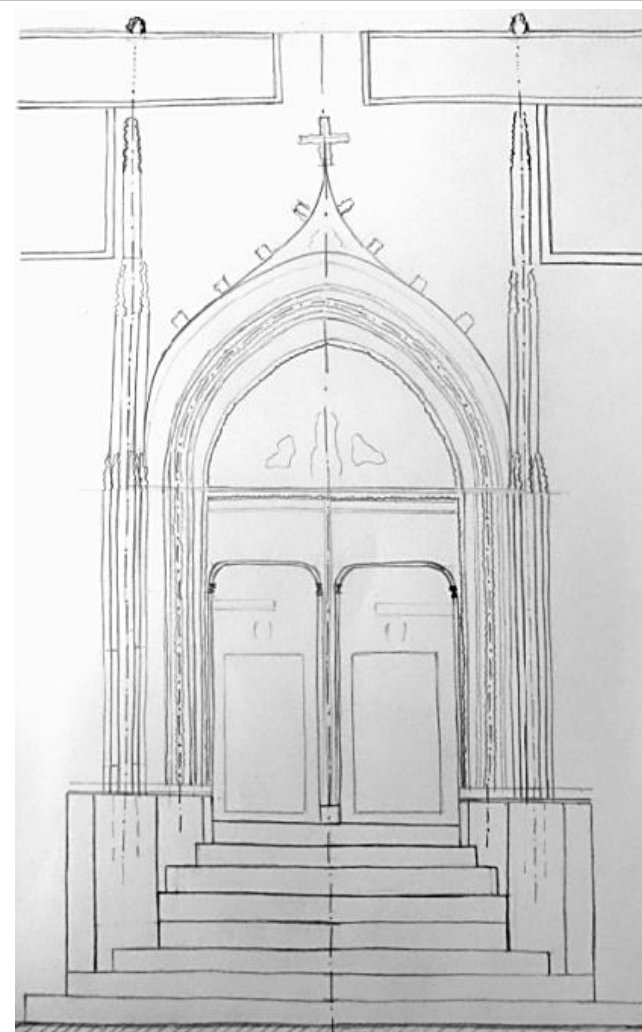


Imagen 98 LEVANTAMIENTO PORTADA. El conjunto de cañas y de esculturas anterior se disponen también en los arcos, uniendo así el conjunto de la portada. Fuente propia.

#### APUNTE SOBRE LA SIMETRÍA.

La supervivencia en la naturaleza depende de formas simétricas que esconden la belleza y de las formas proporcionadas.

También el mundo inanimado está repleto de simetría. Otra cosa que hay que tener clara sobre la simetría es que, para la naturaleza, resulta increíblemente eficaz. Por ejemplo, si soplo para formar una pompa de jabón, ésta tenderá a adquirir una forma esférica que, en cierto sentido, es la más simétrica, porque se trata de un estado de bajo consumo energético.

Por lo general, si le muestras a alguien dos rostros, uno artificialmente más simétrico que el otro, y le preguntas cuál es más hermoso, todo el mundo suele decantarse por el más simétrico<sup>32</sup>. Y esto ocurre porque es muy difícil lograr la simetría. La simetría es muy frágil... Tener un rostro muy simétrico significa contar con un buen ADN y con un buen proceso de desarrollo, lo cual comunica información de que somos una buena pareja.

La simetría es muy eficaz para compactar objetos y darles fuerza. Por ejemplo, los diamantes son tan resistentes porque el carbono está dispuesto en forma de tetraedro. Los virus se aprovechan de que, gracias a la simetría, hay una regla fácil para su replicación, y no algo complicado que se aplica de un modo distinto cada vez. Es la misma norma en todos lados. El virus quiere realizar muchas copias de sí mismo, y la simetría es una manera muy eficaz de lograrlo. En resumidas cuentas, ¡la simetría está por todas partes en la naturaleza!

---

<sup>32</sup> DU SAUTOY, MARCUS. (2011). Entrevista en el programa Redes por Eduardo Punset en TVE. Reino Unido: Universidad de Oxford.

La simetría en las sombras de los marcos, que dan unidad al conjunto a lo largo de todo el año, contrasta con las sombras que se generan a mediodía en la portada, con la iluminación completa en una de las jambas y totalmente sombreada en la otra, por lo que, la simetría buscada en el diseño arquitectónico se rompe para conseguir esa llamada de atención invitando al visitante del urbanismo que envuelve a la Lonja, a que observe la entrada principal.



Imagen 100 PORTADA. Vista general de la portada el 23 de diciembre a las 13.00 horas. Fuente propia.



Imagen 101 PORTADA. Vista general de la portada el 23 de marzo a las 14.00 horas. Fuente propia.



Imagen 101 PORTADA. Vista general de la portada el 23 de junio a las 14.00 horas. Fuente propia.



Imagen 103 PORTADA. Vista general de la portada el 23 de septiembre a las 13.00 horas. Fuente propia.

La asimetría visual también es un atractivo de curiosidad como veremos a continuación.

En las jambas de la portada principal, ¿las distintas orientaciones de las cañas principales respecto de los planos del basamento tienen algún sentido?

Se estudia esta curiosidad a partir de las sombras producidas a lo largo del año. Analizando las jambas de la puerta principal, podemos observar que las sombras que producen todas las cañas que la conforman, la estilizan y la desmaterializan provocando el efecto que produce una cortina al recogerse a los lados de una puerta, invitando otra vez al acceso.



Imagen 102 JAMBA derecha de la puerta principal. Se presentan cuatro imágenes correspondientes a los meses de diciembre, marzo, junio y septiembre. Fuentes propias.

Es por ello que la simetría material de los elementos colabora a la belleza y armonía de la arquitectura de ambas jambas.



Imagen 103 JAMBA izquierda de la puerta principal. Se presentan cuatro imágenes correspondientes a los meses de diciembre, marzo, junio y septiembre. Fuentes propias.

A partir del levantamiento en planta obtenido por el escáner 3D, como veremos más adelante, donde se aprecia la portada entera, con las dos jambas, he solapado sobre la jamba de la izquierda, que la mantengo como original en su levantamiento, la jamba de la derecha, de la que dibujo su simetría respecto a un eje vertical a la misma. El resultado que se observa es asombroso; la desviación entre ellas apenas supera los 14 milímetros lineales en su punto más desfavorable.

Lo mismo sucede en los ángulos que generan las alineaciones principales de la basa de la jamba. Todo ello viene a significar la exquisitez y profesionalidad de los maestros de obra y por supuesto de la exigencia de Pere Compte y Joan Yvarra.

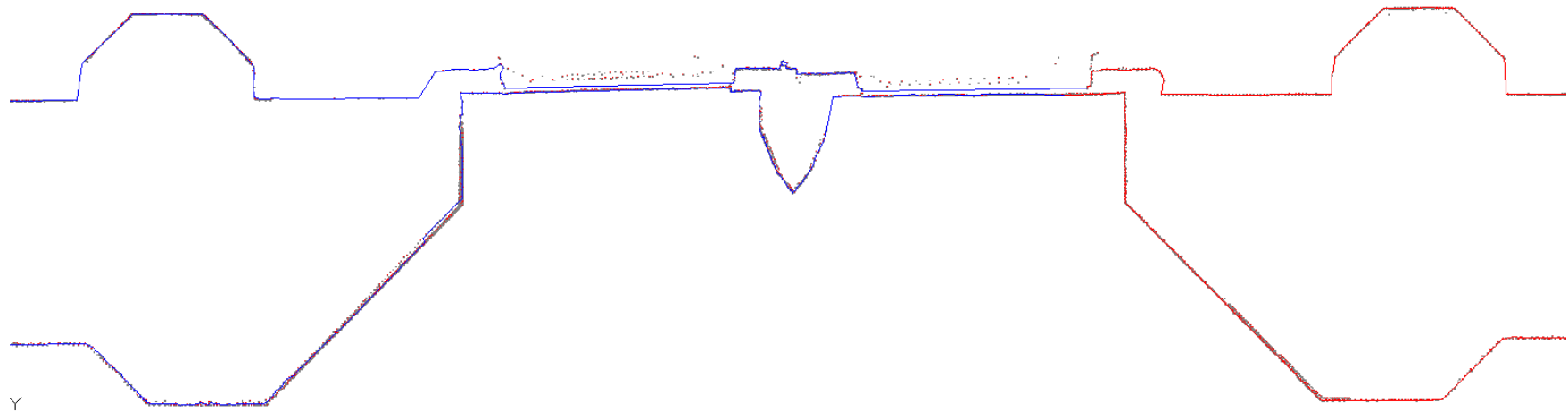


Imagen 104 SECCIÓN DE LA PORTADA por la cota cero. En color azul se grafía la parte izquierda y en color rojo la de la derecha. Se pueden apreciar los puntos obtenidos con el escáner láser 3D.  
Fuente propia.

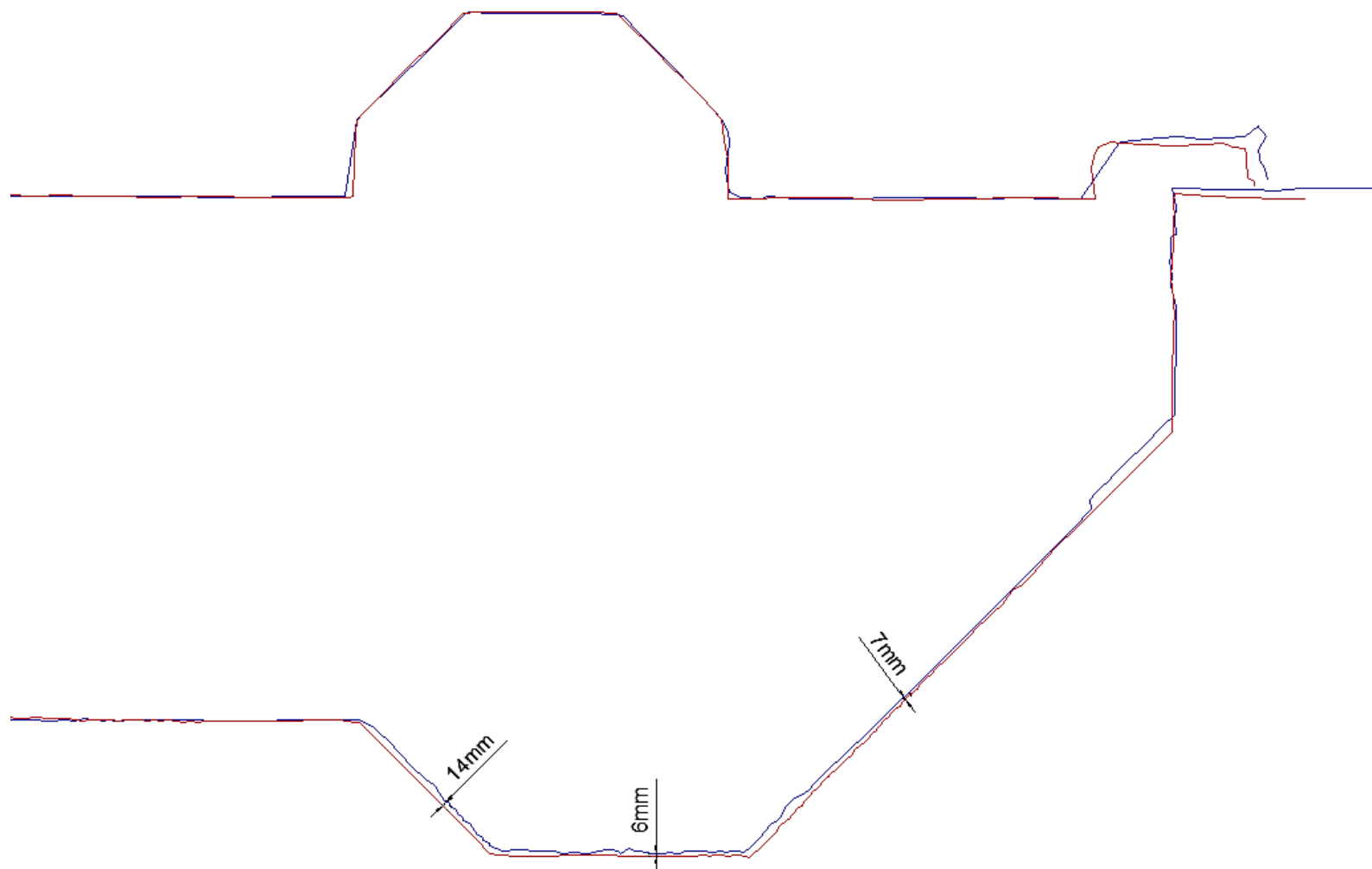


Imagen 105 SUPERPOSICIÓN DE JAMBAS. Se muestran en detalle las secciones en la cota cero de las dos jambas de la puerta principal. En color azul, la jamba de la izquierda, y en color rojo la jamba de la derecha, superpuesta a la anterior y abatida simétricamente, respecto de un eje vertical, y de su posición original. La escasa diferencia entre ambas da idea de la gran exactitud en la ejecución de las mismas y en la simetría de las dos jambas.

Fuente propia.



## 2.4. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO

### 2.4.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO



Imagen 106 GRÚA TORRE. Maqueta de madera a escala reducida utilizada en la ejecución de las columnas y presentada en una de las exposiciones sobre la construcción de la Lonja en la sala de contrataciones. Fuente propia.

En arquitectura, todos los materiales constructivos tienen distintas propiedades de rigidez, dureza y durabilidad, y todos ellos tienen una resistencia final más allá de la cual no pueden estirarse sin fracturarse, romperse o destruirse. Dado que la resistencia de un material, por la fuerza de la gravedad, aumenta con su tamaño, estos también poseen unas dimensiones racionales que no deben superarse y que vienen dictadas por sus propiedades intrínsecas de resistencia y fragilidad.

Las fábricas de piedra tienen una resistencia a compresión, y su masa es la que determina su capacidad total y, en consecuencia, su forma volumétrica. El volumen de las jambas es mayor que en el resto de las fachadas al recibir los empujes horizontales de los arcos de la puerta, además del peso de la fachada que son fuerzas verticales. Por ello, trabaja no solo como cerramiento, sino también estructuralmente como muro de carga que transmite sus cargas directamente a la cimentación del edificio, y su volumetría da idea también de la escala del espacio que cierran puesto que son más gruesas conforme aumentan sus cargas y su altura.

La construcción de La Lonja se estructura cronológicamente en las siguientes etapas y fases.<sup>33</sup>:

---

<sup>33</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Valencia: Generalitat Valenciana.pg 50

**Primera etapa o planificación** 1469-1481:

23 de junio de 1469. Los Jurats obtienen el poder del Consell General de la Ciutat para iniciar las obras de una Lonja nueva y se crea un impuesto especial para sufragarla.

9 de diciembre de 1469. Se dictamina el lugar de emplazamiento del edificio.

12 de enero de 1481. Pere Compte y Joan Yvarra son nombrados maestros de la obra de la Lonja.

**Segunda etapa o construcción** 1482-1548:

*Primera fase* 1482-1498. Pere Compte y Joan Yvarra son los maestros de la obra, se preparan los solares, se levantan la sala de contratación y la torre. La Sala de contratación se ejecuta con cimentación corrida bajo muros estructurales de mampostería y zapatas profundas bajo las columnas, se cubre con bóvedas de arista y se remata con una cubierta a dos aguas utilizando teja árabe y se sustenta mediante cerchas de madera. La torre se resuelve con muros de mampostería y cimentación corrida, se cubre cada estancia con una bóveda y se remata con terraza plana transitable.

*Segunda fase* 1498-1506. Con Yvarra fallecido, es Pere Compte el único maestro de obra, se construyen las dos primeras plantas del consulado. La cimentación y los muros son de iguales características que los de la sala de contratación.

*Tercera fase 1506-1533:* Con Compte fallecido, es Johan Corbera el único maestro de obra y el encargado de terminar la tercera planta del consulado que se remata mediante cubierta a dos aguas similar a la sala de contratación.

*Cuarta fase 1533-1548:* Johan Corbera y Domingo de Urtiaga llevan a cabo el remate final del edificio y de sus elementos complementarios incluidos los medallones.

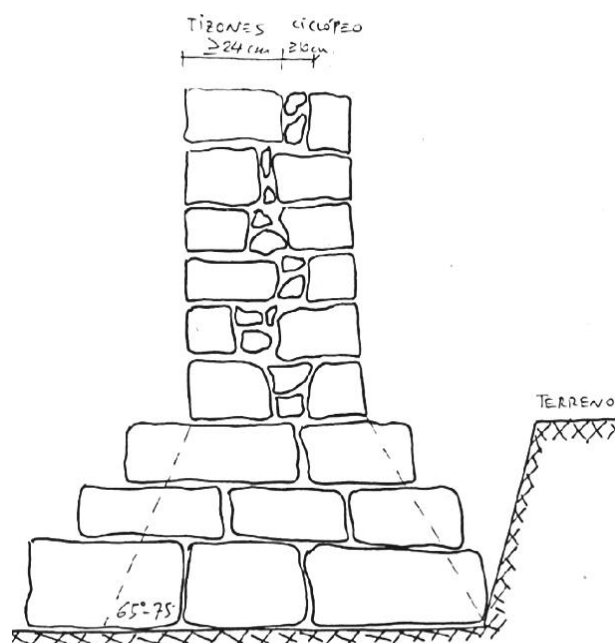


Imagen 107 MURO DE MAMPOSTERÍA. Sección teórica de un muro de mampostería y su encuentro con la cimentación corrida.  
Fuente propia.

Desde entonces, hasta el año 1746, se llevan obras de mantenimiento. En este año se presentó un proyecto militar con el fin de transformar íntegramente la Lonja para convertirla en cuartel militar. No se llevó a cabo, pero si se utilizó como cuartel, llamado “El principal”, porque era considerado el principal Cuartel de la Milizzia según menciona D. Joseph Vicente Ortí.

Con la tropa ocupando el edificio durante una centuria, y a pesar de no materializarse la conversión prevista, el edificio en su conjunto sufrió un gran deterioro, afectando a los elementos ornamentales, a los suelos y a las paredes. Posteriormente se trasladaron a los conventos que, por su estructuración interior, era más sencillo adaptarlos a las necesidades de la tropa.

Excepto en la ventana de la fachada oeste de la capilla, ninguna otra ventana disponía de vidrieras sino que se cubrían con telas enceradas, como era habitual en la época<sup>34</sup>.

En la Edad Media se utilizaban los muros de fábrica mixta. Con el objetivo de economizar la piedra, se empleó el ripio o desperdicio de cantería para el relleno de la parte central de los muros y murallas.

<sup>34</sup> ALDANA, SALVADOR. (1991). La Lonja. Valencia: Generalitat Valenciana.pg 46

Las piedras grandes se disponían en el extradós y el intradós del muro, los carretales de estas piedras se trabajaban en la cantera de forma que sus caras y aristas tuvieran una planeidad y un corte lo más preciso posible, en su cara exterior por la estética y en sus caras superior e inferior por el asentamiento con el resto de piedras.

Sus juntas, tanto llagas como tendeles, eran trabajadas al menos hasta 15 centímetros de profundidad en llagas y toda su profundidad en los tendeles. El mortero utilizado era el llamado de regularización, y tenía la función de conseguir la perfecta unión plana entre las diferentes hiladas, para permitir que la transmisión de las fuerzas fuera vertical.

En una misma hilada, se mantenía la altura de las piedras y el aparejo entre ellas, que debía ser superior a los 10 centímetros. Al menos, el 30% de ellas debería colocarse a tizon con profundidades superiores a 24 centímetros y un mínimo de 10 centímetros de hormigón ciclópeo en la parte central del muro.

Los muros de fachada se esquinaban en sus encuentros, a nivel del zócalo, para evitar las roturas de esquina debidas a los desgastes por el rozamiento y el uso público de la calle. Se ejecutaba mediante hiladas continuas, sin interrupción, sobre una junta no superior a 3 centímetros de espesor. El hormigón ciclópeo se apisonaba cuando la hilada llegaba a su altura correspondiente<sup>35</sup>.

El muro en todo su espesor se enrasaba cada 1,50 metros de altura, aproximadamente, según la regular uniformidad de la altura de las piedras, calificándose como mampostería de hiladas regulares rectificadas, además, con martillo y cincel.

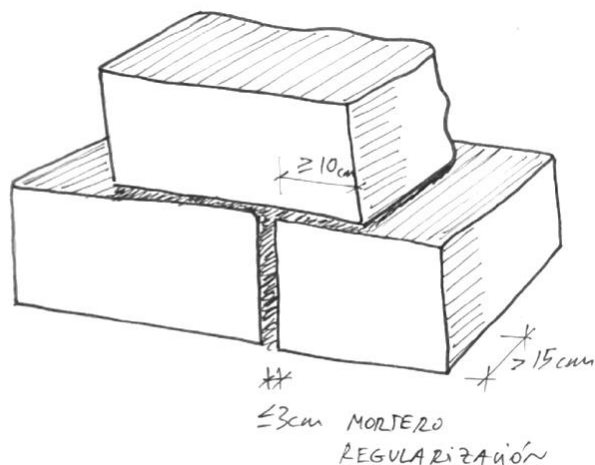


Imagen 108 APAREJO DE BLOQUES DE PIEDRA NATURAL. Ejemplo teórico del aparejo entre distintos bloques de piedra, grafiando las zonas mínimas de trabajo de cantería para facilitar el encuentro entre los bloques. Fuente propia.

---

<sup>35</sup> SCHMITT, HEINRICH. (1998). Tratado de construcción. Barcelona: Gustavo Gili. Pg 167-171

---

## 2.4.2 ESTUDIO DE LA PATOLOGÍA DE LA PIEDRA

### 2.4.2.1 INTRODUCCIÓN

En la Lonja de Valencia intervienen pocos tipos de materiales distintos por estar toda ella construida con piedra.

Los elementos construidos con piedra natural, suelen ser más duraderos que los construidos con materiales artificiales. Los materiales pétreos tienen desgastes naturales, por el paso del tiempo, que se acentúan con la acción del hombre, de sus actividades y su evolución industrial. Actualmente, el deterioro de los mismos es apreciable en lo que fue construido hace más de cinco centenares de años<sup>36</sup>.

Los materiales pétreos se deben estudiar para evaluar los diferentes tipos y grados de deterioro, los procesos que han generado alteraciones en los mismos y los factores que han intervenido. Estos estudios abarcan aspectos cualitativos y cuantitativos basados en observaciones, análisis y ensayos, necesarios para caracterizar de una forma precisa el material pétreo utilizado, su comportamiento frente a los agentes externos, sus alteraciones y el ambiente en que se ubica.

Uno de los objetivos de este estudio es estudiar el desgaste sufrido en la jamba de la puerta de la Lonja de Valencia, por lo que nos planteamos primero el conocer el origen y, las características físicas y químicas de la piedra que la compone.

---

<sup>36</sup> MARTÍN, ANTONIO. (1990). Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés histórico artístico. Madrid: Fundación y centro de estudios Ramón Areces.

Hay que destacar el largo período de construcción del conjunto de la Lonja, las múltiples restauraciones sufridas y los diferentes usos a lo largo de su existencia.

Uno de los usos más agresivos para la piedra fue el que se le dio en el siglo XVIII como cuartel militar, por las tropas de Felipe V establecidas en el edificio durante más de cien años y en los que se intentó adecuar el edificio a la nueva función. Esta intención fue evitada por la presión social y política de la época. Ocupación que se manifiesta en las recientes inscripciones encontradas en el interior del salón columnario.



Imagen 109.FRENTE de la cantera de Godella, con sus diferentes estratos. Fuente propia.

Los mecanismos de alteración de los pétreos son varios y complejos. A lo largo de la historia, la durabilidad de los pétreos ha sido proverbial hasta el punto que los vocablos “piedra” y “roca” se han tomado como sinónimos de resistencia, pero la geología moderna considera que los minerales que componen las rocas están en un continuo proceso evolutivo, tratando en todo momento de adaptarse a las condiciones del medio que les rodea<sup>37</sup>. Es cierto también que los materiales tienen cierta resistencia al cambio de estado y es lógico averiguar primero cual es el límite que puede soportar el mismo ante la agresión que produce la alteración tanto en roca asentada, como en piedra tallada, y puesta en obra

Aunque en la práctica es imposible aislar un agente como único responsable de la alteración de las rocas, las principales causas pueden dividirse para su análisis y estudio en físicas, químicas y biológicas.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> FERNÁNDEZ, JOSÉ MANUEL. (1982). Materiales de construcción N° 185. Barcelona. pág. 44.

<sup>38</sup> LAZZARINI, I y; TABASSO, M. (1986) Il restauro della pietra. Cedam:Padova. pág.13.

Es por este motivo que he realizado un estudio completo en varias muestras de piedra de la misma cantera de la que es originaria la piedra de la Lonja de Valencia.

Sobre la Restauración del conjunto edificado de la Lonja de Valencia existen muchos proyectos: destacan, entre ellos, un Proyecto Final de Carrera, del año 2000, realizado por los alumnos Anna Spotorno y Simone Carinelli, titulado LA RESTAURACIÓN DE LA LONJA DE LOS MERCADERES DE VALENCIA, del Politécnico de Milano codirigido por el profesor D. Manuel Jesús Ramírez Blanco y otras dos importantísimas tesis doctorales, indicadas en la imagen siguiente, con un objetivo común: aumentar el interés político y social por el magnífico legado de nuestros antepasados, que es la Lonja de Valencia, bien a través de los estudios de conservación o restauración del conjunto o a través de recuperar partes importantísimas como es el alfarje del salón dorado del Consulado

Imagen 110 TESIS DOCTORALES relacionadas con la Lonja de Valencia.  
Fuente propia 2015.



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE EDUCACION

Está usted en > [Portada](#) > [Universidades](#) > [Educación superior universitaria](#)

**Tesis doctorales: TESEO**

Resultado de la búsqueda > Ayuda > Salir

<< Anterior Mostrando ficha 2 de 2 fichas de tesis seleccionadas. > Imprimir

- > **Título:** La Lonja de Valencia patrimonio de la humanidad: estudio histórico-técnico y conservativo del alfarje de la sala Dorada
- > **Autor:** MARTINEZ VALENZUELA MARÍA MONTSERRAT
- > **Universidad:** POLITÈCNICA DE VALENCIA
- > **Fecha de Lectura:** 30/01/2008
- > **Dirección:**
  - > VIVANCOS RAMÓN MARÍA VICTORIA (Director)
  - > RAMÍREZ BLANCO, MANUEL JESÚS (Codirector)
- > **Tribunal:**
  - > PEIRO LOPEZ, JUAN BAUTISTA (presidente)
  - > CASTELL AGUSTÍ, MARÍA (secretario)
  - > BENLLOCH MARCO, JAVIER (vocal)
  - > ESCOHOTADO IBOR, MARIA TERESA (vocal)
  - > CARVAJAL SALINAS, ENRIQUE (vocal)



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE EDUCACION

Está usted en > [Portada](#) > [Universidades](#) > [Educación superior universitaria](#)

**Tesis doctorales: TESEO**

Resultado de la búsqueda > Ayuda > Salir

Mostrando ficha 1 de 2 fichas de tesis seleccionadas. Siguiente >>

> Imprimir

- > **Título:** LA LONJA DE VALENCIA Y SU CONJUNTO MONUMENTAL. ORIGEN Y DESARROLLO CONSTRUCTIVO. EVOLUCION DE SUS ESTRUCTURAS: SINOPSIS DE LAS INTERVENCIONES MAS RELEVANTES. SIGLOS XV AL XX.
- > **Autor:** RAMÍREZ BLANCO, MANUEL JESÚS
- > **Universidad:** POLITÈCNICA DE VALENCIA
- > **Departamento:** CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
- > **Fecha de Lectura:** 12/11/1999
- > **Dirección:**
  - > BENLLOCH MARCO, JAVIER (Director)
- > **Tribunal:**
  - > NIETO NIETO, JUSTO (presidente)
  - > FRAN BRETONES JOSE MARIA (secretario)
  - > COLALUCCI, GIANLUIGI (vocal)
  - > RUI DA FONSECA SANTOS PINHEIRO NUNO (vocal)
  - > FERRATER LAMBARRI, CARLOS (vocal)

#### 2.4.2.2 CLASIFICACIÓN DE LA PIEDRA UTILIZADA.

Los documentos del archivo histórico de la ciudad de Valencia constatan que el edificio es construido con la piedra de la cantera de Godella y, según documenta también el arqueólogo Miquel Martí, en su estudio de las Canteras de Godella, en septiembre de 1998, Vinyoles era el responsable de la construcción de la Lonja, de L'Almodí y las Atarazanas, y que para la Lonja, necesitó 11.144 "carretades de Godella".

La piedra arenisca silíceo utilizada en la Lonja de Valencia, de la cantera de Godella, ha sido ampliamente estudiada a lo largo de estos años. Los ensayos de la piedra para justificar algunos de los deterioros que tiene el pétreo se han realizado sobre muestras de la propia cantera.

Las muestras las he recogido teniendo en cuenta las siguientes particularidades:

- 1.- Son de los frentes de cantera más próximos a la ciudad de Valencia, origen natural del avance de extracción de piedra de la cantera. *(en los frentes interiores se observan las marcas de utilización de material explosivo, propio de esta época).*
- 2.- Son resultado del desprendimiento natural de los estratos superiores del frente, con similares fosilizaciones a las existentes en la Jamba.



Imagen 111 LA CANTERA. En el centro se localiza el frente de cantera de la muestra. Fuente google eart.2015.



## LA CANTERA DE PIEDRA EN GODELLA

Los estudios de laboratorio realizados en las piedras de Godella tienen como objetivo el establecer un diagnóstico de las lesiones observadas en la jamba analizada de la Lonja de Valencia.



Imagen 112. CANTERA DE PIEDRA EN GODELLA. Vista panorámica de los frentes de cantera desde el último frente de extracción. Al fondo se aprecian los primeros frentes de cantera abiertos. Fuente propia.

En estas imágenes se pueden apreciar dos tipos de frentes de cantera: la imagen de la izquierda es de los primeros frentes de cantera abiertos, de los que he extraído las dos piedras representativas de la piedra utilizada en la Lonja. Se evidencia una estratificación horizontal de los sedimentos, con diferente coloración debido a una mayor variedad de elementos en la composición de las piedras y, una menor cohesión entre ellas. La mejor piedra de este frente, es la que sin duda, se habrá utilizado en las jambas.

La imagen de la derecha se corresponde con uno de los últimos frentes de extracción. Claramente, se distinguen las marcas verticales que dejan los modernos taladros, así como la estratificación horizontal de los sedimentos. Una mayor disgregación de la zona superior es señal de menor calidad en la piedra.



Imagen 116 CANTERA DE PIEDRA DE GODELLA. Primeros frentes abiertos. Fuente propia.



Imagen 113 CANTERA DE GODELLA. Últimos frentes abiertos. Fuente propia.

Se puede apreciar en la parte inferior de la imagen del centro, una de las dos piedras utilizadas para obtener los testigos.

En la imagen de la derecha se puede observar la porosidad abierta, el color y la textura son similares a las que se observan en la piedra de las Jambas de La Lonja de Valencia. Esta piedra es una arenisca, clasificada por su génesis como una roca sedimentaria al igual que las calizas y las dolomías<sup>39</sup>, que proviene de sedimentos detríticos originados por el material disgregado de rocas preexistentes y fósiles marinos.



Imagen 118. FRENTE DE CANTERA. Elección de las muestras.  
Fuente propia.



Imagen 114 FRENTE DE CANTERA. CARRETALES. Recogida de piedras para obtención de los testigos.  
Fuente propia.



Imagen 120 FRENTE DE CANTERA. Detalle de la piedra existente en el frente de donde se toman los carretales.  
Fuente propia.

<sup>39</sup> CASTRO, A. (1989). Petrografía básica. Texturas, clasificación y nomenclatura de rocas. Madrid: Paraninfo.

La ASTM (American Society for Testing and Materials), define la piedra arenisca como una arena consolidada en la que los granos están compuestos principalmente de cuarzo y feldespato, de textura fragmentaria y con varios materiales cementantes, incluyendo sílice, óxidos de hierro, calcita o arcilla.

Es una roca muy porosa y, por ello, muy permeable. Los poros pueden estar rellenos de detritos más finos como arcillas o limos, o bien cementos minerales precipitados como la calcita, la sílice y los óxidos de hierro entre otros. La clasificación de este tipo de piedra se establece por la cantidad de cuarzo en su composición y por el cemento químico. Así pues, se establecen tres tipos: las grauwacas, las arcosas y las ortocuarcitas.

1.- Las grauwacas se distinguen fácilmente del resto de areniscas por su color oscuro, por la ausencia de estratificación y por su fractura sudconcoidal. Su aspecto es muy parecido a las rocas ígneas.

2.- Las arcosas están formadas, fundamentalmente, por cuarzo y feldespato, son muy bastas, probablemente producto de la disgregación de rocas graníticas con dominio del cuarzo en su composición química. Son de color rosa o rojizo, y algunas de color gris.

3.- Las ortocuarcitas conocidas como areniscas silíceas o cuarcíferas con un alto contenido de cuarzo, superior al 90 %. Por su textura detrítica, este tipo de areniscas son rocas cementadas entre los granos minerales con medios porosos, lo que se corresponde a huecos más o menos equidimensionales comunicados con otros de menor tamaño y con valores de porosidad elevada (>20%)<sup>40</sup>. Estas rocas detríticas suelen ser más alterables que las rocas cristalinas (rocas ígneas o metamórficas...granitos y mármoles), y en sus afloramientos presentan discontinuidades en una

---

<sup>40</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnóstico y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. pg 14

estratificación cruzada según hemos visto en las imágenes de los diferentes frentes de la cantera con los estratos característicos de las rocas sedimentarias.

Las ortocuarcitas calcáreas son las que contienen una gran proporción de cemento calizo y poco contenido en sílice secundaria, la cual puede variar desde la necesaria para mantener cohesionada la roca hasta el llenado de huecos por completo. Son blancas y limpias en los afloramientos y marcas de ondulaciones con granulometría muy redondeada.

Los materiales rocosos presentan diferentes propiedades expresadas mediante parámetros que cuantifican el aspecto y el comportamiento de la piedra estudiada. En las conclusiones que se obtengan de los mismos, se tendrán en cuenta la falta de homogeneidad y las anisotropías que presentan todas las piedras por su carácter natural, dentro de una misma cantera e incluso en el mismo frente de extracción, debidas a su variada composición mineral, a su estructura interna y a su textura lo que hacen que su durabilidad también lo sea.

Las características petrográficas son las propiedades físicas de la piedra utilizada y las que permitirán cuantificar su comportamiento en el tiempo.

El color, la densidad y su porosidad, expresan el aspecto de la misma y su estructura interna.

Sus propiedades hídricas, mecánicas, térmicas y dinámicas nos ayudarán a entender su comportamiento.



Imagen 115. DETALLE DE LA PIEDRA en el frente de cantera.  
Fuente propia.

## OBTENCIÓN DE LAS PROBETAS TESTIGO CILÍNDRICAS A PARTIR DE LAS PIEDRAS 1 y 2.

Para la obtención de las probetas testigo cilíndricas se ha utilizado un taladro de la marca HILTI modelo DD150-U con anillos de brocas de diamante de diámetro 75 mm.

La perforación se hizo húmeda con los objetivos de evitar el desgaste prematuro de la broca y obtener un testigo cohesionado, sin grietas ni roturas, y auxiliándose de una empuñadura lateral que permite controlar manualmente la velocidad de perforación e identificar los diferentes extractos de composición de la piedra, como se aprecian en las imágenes de la página siguiente. De lo que se ha deducido que la parte central de las muestras obtenidas, de color más claro son zonas muy blandas respecto a los extremos de color rojizo.



Imagen 118 PROBETAS. Taladro de la marca Hilti modelo DD150-U ejecutando la primera perforación. Fuente propia.



Imagen 117 PROBETAS. Preparado el taladro para iniciar la tercera perforación en la primera piedra. Fuente propia.



Imagen 116 PROBETAS. Perforación de la segunda de las piedras. Se aprecia el agua de refrigeración utilizada en el corte. Fuente propia.

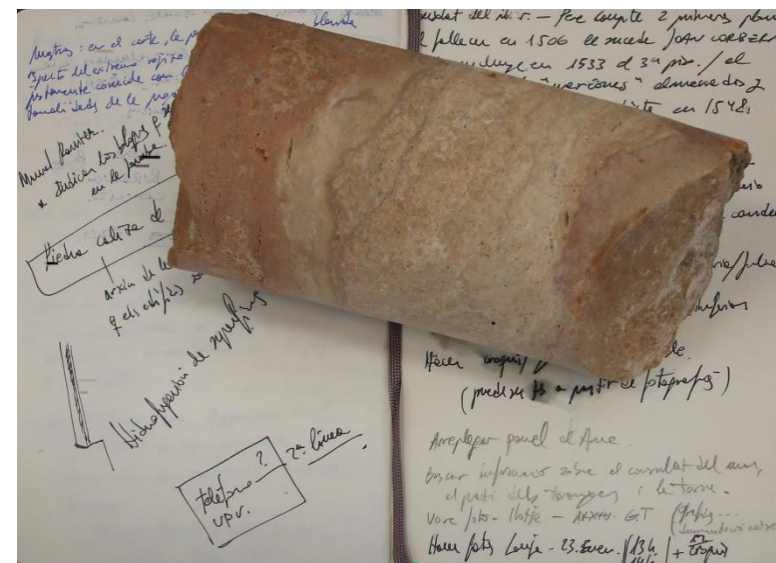


Imagen 119 PROBETAS cilíndricas resultantes de las perforaciones en donde se pueden apreciar las diferentes zonas por el color más o menos rojizo. Fuentes propias.



## HERRAMIENTA DE CORTE CON SIERRA DE DISCOS DE DIAMANTE.

En esta fase, los seis testigos cilíndricos anteriores se han troceado en tres partes con distinta altura, según el ensayo previsto realizar. Se han numerado en función de la piedra de la que proceden. Así pues todas la que se grafían inicialmente con el número 2 pertenecen a la piedra numerada como 2, y se ha procedido de la misma forma con los de la piedra 1.

La máquina de corte utilizada ha sido de la marca HILTI modelo DS TS32 motor hidráulico integrado en el brazo de corte y soporte auto pivotante de protección del disco de 600 mm de diámetro.

Se pueden observar en estas imágenes las muestras resultantes del troceado de los testigos iniciales.



Imagen 122 PROBETAS- Máquina de corte de las probetas en muestras. Fuente propia.



Imagen 121 PROBETAS. Muestras resultantes de la piedra numerada como 1. Fuente propia.



Imagen 120 PROBETAS. Muestras resultantes de la piedra numerada como 2. Fuente propia.



---

### 2.4.2.3 PROPIEDADES DE LA PIEDRA UTILIZADA

#### 2.4.2.2.1 PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA A COMPRESIÓN, DUREZA, RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, RESISTENCIA AL CHOQUE

De entre todas las propiedades mecánicas y térmicas de las piedras, que se especifican en la bibliografía consultada, se analizarán las que considero de aplicación a esta investigación, dejando abierta la posibilidad de incluir nuevas propiedades, si se estima necesario, para determinar la merma de sección de la actual jamba. La altura del edificio de la Lonja no es excesiva para plantear deformaciones debidas a la compresión de las piedras de la basa que soportan el peso del resto que están encima.

Resistencia a la compresión uniaxial. Se entiende que cuanto menor sea el tamaño del grano, mayor resistencia a compresión. Hawkes y Mellor en 1970 establecieron una clasificación de la resistencia de los materiales pétreos sobre la base de resistencia a la compresión. Para las areniscas lo establece entre 70 y 700 Kg/cm<sup>2</sup>.

Dureza. La dureza al rayado de las rocas está en la escala de Mohs. Las areniscas tienen un intervalo de dureza comprendido entre 2 y 7, determinado por el cementante utilizado y el grado de cementación.

Resistencia a la Abrasión. Se le llama ensayo de desgaste por rozamiento al frotar la piedra con un material abrasivo. Está relacionado con la dureza de la roca y es independiente de su resistencia a

compresión. Las areniscas suelen mostrar valores muy variables, comprendidos entre 1 y 35 mm, dependiendo de su mineralogía y cemento<sup>41</sup>.

En el período en el que se utilizaba de cuartel militar, plaza de mercado ambulante y otros usos, es evidente su desgaste por rozamiento, sobre todo en las partes más expuestas.

Módulo de elasticidad. La relación entre la reacción de la piedra a las fuerzas que actúan sobre ella y la deformación de la misma que sufre como consecuencia de estas, determina el módulo de elasticidad. Farmer en 1968 estableció un valor de  $E(\text{kg/cm}^2) \times 10^5$  entre 0,3 y 8.

Veremos a continuación el ensayo a compresión realizado sobre las muestras.

---

<sup>41</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona pg 31

## ENSAYOS MECÁNICOS ESTÁTICOS DE COMPRESIÓN EN LA MÁQUINA DE ENSAYOS UNIVERSAL.

Se ha realizado sobre tres muestras de diferente procedencia. Dos de ellas, se corresponden a las piedras 1 y 2 de la Cantera de Godella, y la tercera, es una piedra que sirve de modelo, de gran compactidad, elevada resistencia y muy utilizada en la actualidad. Es un mármol crema marfil. Las muestras 132 y 231, de mayor altura, se han utilizado para el ensayo de resistencia a compresión, y se han lijado las superficies planas para conseguir una mayor planeidad y, por tanto, mejor ajuste de las planchas metálicas de las prensas de compactación.

La máquina utilizada en este caso es de la marca IBERTEST modelo AUTOTEST/CIB, servo-hidráulica de capacidad hasta 400 kN a compresión.

Resultados:

PIEDRA	132	231	MÁRMOL
$\Phi / mm$	73,8	73,8	----
$H / mm$	73,0	69,5	30,1
KN	106,2	286,1	---
MPa	24,82	66,87	> 100



Imagen 123 ENSAYO COMPRESIÓN. Vemos la máquina servo hidráulica actuando sobre la muestra número 231. Fuente propia.

ESTAS SON LAS TRES MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESIÓN: 231, 132 Y MÁRMOL CREMA MARFIL

En la imagen de la izquierda se aprecia la muestra 231.

En la imagen central podemos ver la muestra 132.

En la imagen de la derecha se ha tenido que suplementar un nuevo elemento para compensar la diferencia de altura respecto a las anteriores muestras. En ella se ha dispuesto la muestra de mármol Crema Marfil.



Imagen 126 PROBETAS. Muestra 231 a punto de iniciar el ensayo a compresión. Fuente propia.



Imagen 125 PROBETAS. Muestra 132 a punto de iniciar el ensayo a compresión. Fuente propia.



Imagen 124 PROBETAS. Muestra de mármol a punto de iniciar el ensayo a compresión. Fuente propia.

## LA ROTURA DE LA MUESTRA 231 y 132.

Los resultados informáticos indican una evolución lineal en la aplicación de la carga y el punto de rotura con una caída brusca de la resistencia.

En estas imágenes apreciamos, en el interior, las exfoliaciones lineales que a modo de fisura se observan en la cara cilíndrica exterior de la muestra.



Imagen 127 PROBETAS. Instante en que se rompe la probeta 231. Fuente propia.



Imagen 129 PROBETAS. La máquina servo hidráulica deja de actuar sobre la probeta 231. Fuente propia.

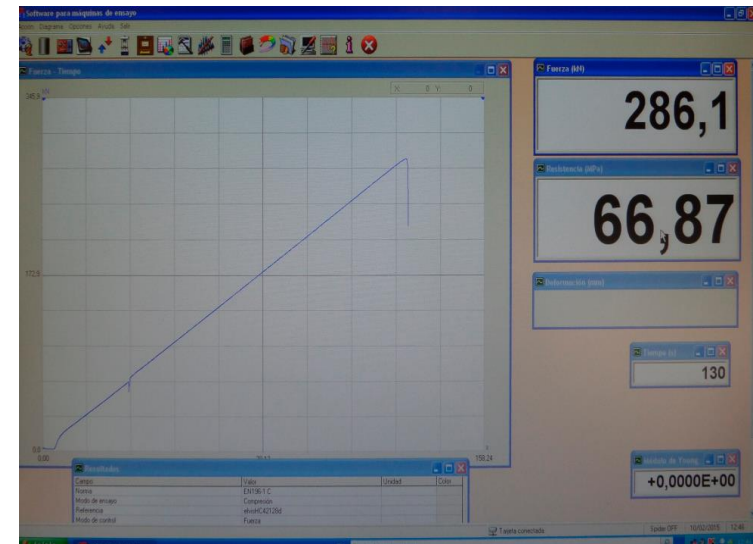
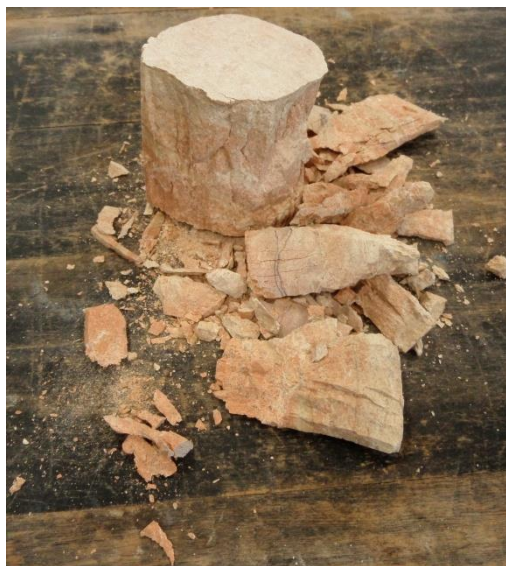


Imagen 128 PROBETAS. Vista del interface del ordenador de la máquina servo hidráulica indicando los resultados obtenidos en la rotura de la muestra 231. Fuente propia.



Imágenes 130 PROBETAS. Vemos los resultados de la rotura de las dos muestras de la piedra 1 y 2. Fuente propia.

## ENSAYO DIFRACCIÓN MEDIANTE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO



Para el cálculo de densidades y la difracción se han preparado dos muestras, la 132 y la 231.

Inicialmente, se han machacado las muestras anteriores de forma manual primero y mecánicamente después, hasta alcanzar un tamizado de 0,003 mm..

El resultado se deposita en una bolsita de plástico que se identifica por el número de la muestra a la que pertenece y se destinará una parte, para el cálculo de las densidades de ambas piedras y la otra, para el microscopio electrónico, y así obtener los componentes mayoritarios de la piedra utilizada en la Lonja de Valencia mediante difracción.



Imágenes 131 MUESTRAS. Proceso de machacado de las muestras. Con maceta, con machacadora eléctrica y embolsado Fuentes propias.





---

#### 2.4.2.2.2 PROPIEDADES HÍDRICAS DE LA PIEDRA

ABSORCIÓN DE AGUA, DESORCIÓN DE AGUA, HIGROSCOPICIDAD, CAPILARIDAD, DIFUSIVIDAD, HINCHAMIENTO

En todos los procesos de deterioro (químico, físico-químico y biológico) el agua es el agente más importante.

La durabilidad de la piedra dependerá de la resistencia que la piedra tenga al agua en sus diferentes estados (líquido, vaporoso, sólido). También su elasticidad depende del contenido de agua. La actual absorción de agua de los paramentos estará regulada por el tratamiento químico aplicado en la última intervención de conservación.

“El estudio del comportamiento hídrico para la diagnosis y alteración de los materiales pétreos, permitirá valorar el grado de deterioro en piedras monumentales así como su alterabilidad potencial”<sup>42</sup>

El comportamiento de las rocas frente al agua se expresa en los siguientes ensayos y parámetros obtenidos de estos, más comunes<sup>43</sup>:

---

<sup>42</sup> HAMMECKER, C. (1992). Geometry modifications of porous network in carbonate rocks by ethyl silicate treatment. 7<sup>th</sup>. Int. Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Lisboa. Vol 1, pp 1053-1062.

<sup>43</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona pg 26

<b>Ensayos</b>	<b>Parámetros obtenidos</b>
Absorción libre de agua: imbibición	Contenido de agua, $W$
Absorción de agua al vacío: saturación	Contenido de agua en saturación, $W_s$
Desorción de agua: evaporación	Contenido de agua en desorción, $W_e$
Absorción de vapor de agua: higroscopicidad	Contenido en agua higroscópica, $W_h$
Absorción de agua por succión capilar: capilaridad	Coefficiente de penetración capilar, $A$  Coefficiente de capilaridad, $C$
Permeabilidad al vapor de agua: difusividad	Coefficiente de permeabilidad al vapor de agua, $K_v$
Expansión hídrica: hinchamiento	Coefficiente de expansión lineal, $\epsilon_s$

Las normas o recomendaciones utilizadas en la medición de estos parámetros son: las ISRM (International Society for Rock Mechanics), las NORMAL del CNR-ICR (Centro Nazionale della Ricerca-Istituto Centrale per il Restauro), las RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais de Matériaux) y las UNE españolas.

Cuando se tengan varias normas que determinen un mismo parámetro, deberá escogerse la más adecuada en función de la aplicación y de los objetivos marcados, y tenerse en cuenta las que son de obligado conocimiento y cumplimiento aplicando una marcada personalidad crítica en las mismas.

---

En la actualidad, están normalizados los métodos de ensayo sobre los materiales pétreos y estudiados, todos ellos, de forma genérica en su composición. Por lo tanto, de la información anteriormente descrita en esta Tesis Doctoral sobre la Lonja de la Seda de Valencia, relativa a la piedra de la cantera de Godella de donde proviene, de la localización geográfica del edificio por sus condiciones atmosféricas, de la orientación geográfica de la jamba de la puerta de estudio por sus condiciones ambientales, de la inspección visual de la misma por su estado de conservación, del uso actual e histórico, y de sus actuaciones posteriores de limpieza y mantenimiento por el desgaste en las técnicas utilizadas, permitirá conocer cuáles son las causas que originan el cambio de estado de los materiales pétreos en este edificio de interés histórico y establecer, con mayor fiabilidad, las actuaciones posteriores de mantenimiento de los mismos y valorar cuantitativamente la erosión sufrida a lo largo de estos 500 años de existencia.

El equilibrio natural entre la humedad ambiental y las rocas, genera que estas absorban el vapor de agua del ambiente húmedo en el que se encuentran (higroscopicidad). A mayor humedad relativa en el ambiente, mayor humedad higroscópica en el interior de las piedras. Asimismo, cuanto menor sea el tamaño de los capilares, mayor facilidad para condensarse el agua en su interior, aunque las presiones de vapor estén muy lejos de las de saturación; es decir, con poros pequeños, existe mayor capacidad higroscópica, por tanto mayor absorción de vapor incluso con humedades bajas. Existen también algunos minerales higroscópicos presentes en la piedra como son algunas arcillas y ciertas sales.

La desorción de agua es debida a la evaporación de la misma. Influye en gran medida porque cuanto más fácil se evapora, menos tiempo permanecerá en el interior de la piedra por lo que los procesos físico-químicos de alteración serán menores.

La absorción de agua es debida a la existencia de volúmenes vacíos en su interior o materiales higroscópicos captadores de humedad.

La tortuosidad de la estructura interna de los poros de la piedra, se aprecia en los parámetros del contenido en agua  $W$  y del contenido en agua de saturación  $W_s$ . Cuanta más comunicación exista entre los distintos poros de la piedra, menor será la diferencia en estos dos parámetros.

Los ensayos hídricos realizados fueron dos:

#### SATURACIÓN DE LAS MUESTRAS POR INUNDACIÓN TOTAL DURANTE 24 H

Imágenes 132 SATURACIÓN. Vemos las muestras en una cubeta cubiertas de agua durante 24 h. Previamente se han pesado en seco cada una de ellas. Fuentes propias.

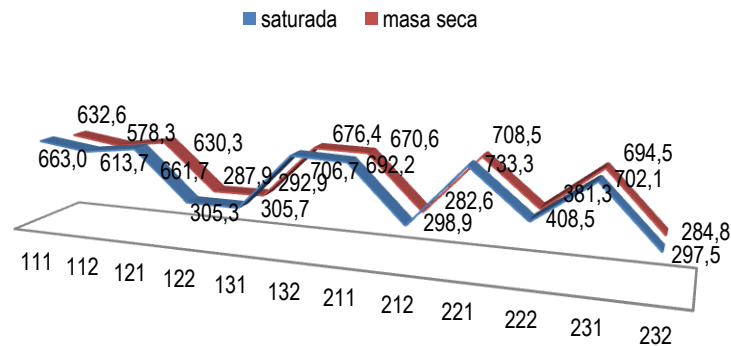


En los resultados obtenidos de este ensayo, se indica: el número de muestra, el peso en gramos de la masa seca (dispuesta 24 horas en estufa a 110°), el peso en gramos después de estar 24 horas sumergidas en agua, y el porcentaje de incremento de peso por el agua.

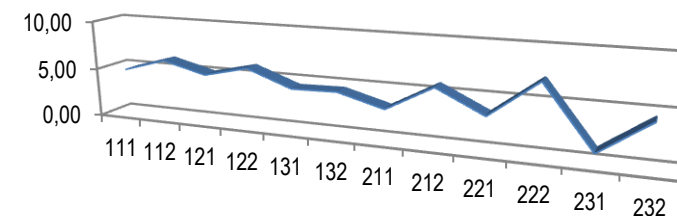
El promedio de absorción de agua de todas las muestras es del 4,66 %.

		masa seca	saturada 24 h	absorción %
Piedra 1	111	632,6	663,0	4,81
	112	578,3	613,7	6,12
	121	630,3	661,7	4,98
	122	287,9	305,3	6,04
	131	292,9	305,7	4,37
	132	676,4	706,7	4,48
Piedra 2	211	670,6	692,2	3,22
	212	282,6	298,9	5,77
	221	708,5	733,3	3,50
	222	381,3	408,5	7,13
	231	694,5	702,1	1,09
	232	284,8	297,5	4,46

absorción por inundación



% absorción agua



## SATURACIÓN DE LAS MUESTRAS POR ABSORCIÓN DE AGUA AL VACÍO CON CÁMARA A PRESIÓN SELLADA DURANTE 24 HORAS

Según los especialistas, este proceso de saturación es muchísimo más completo y realista al acceder el agua a la totalidad de huecos internos de las muestras siguientes: 122, 131, 212, 222, 232.



Imagen 134 MUESTRAS. Imagen de las probetas en el recipiente a presión para generar el vacío. Fuente propia.

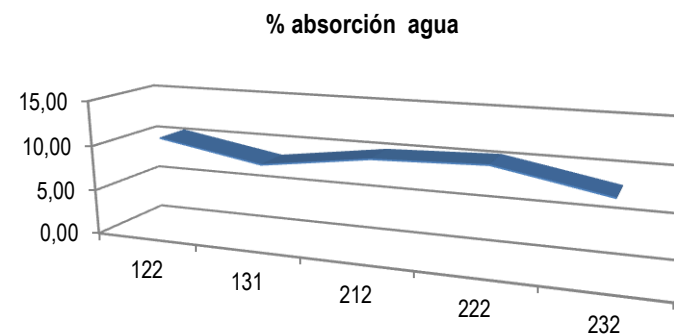
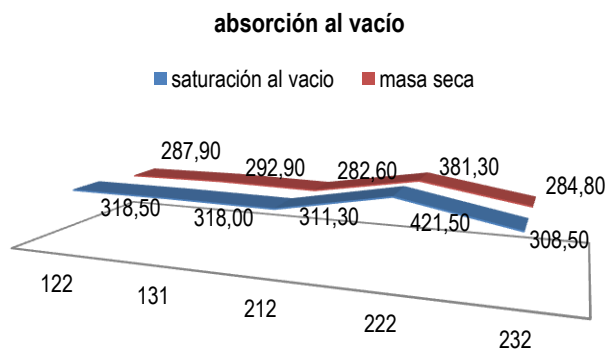


Imagen 133 MUESTRAS. Imagen del recipiente cerrado, los conductos y depósitos para el vaciado mediante una bomba de agua. Fuente propia.

En los resultados obtenidos de este ensayo, se indica: el número de muestra, el peso en gramos de la masa seca (dispuesta 24 horas en estufa a 110°), el peso en gramos después de estar 24 horas en el interior del recipiente al vacío, la diferencia en gramos entre la masa saturada y la seca, y el porcentaje de incremento de peso por el agua.

El promedio de absorción de agua de todas las muestras es del 9,64 %. Un 4,98 % más que con el ensayo anterior por inundación.

Muestra/ día	masa seca	saturación vacío	diferencia	% absorción agua
	04-feb-15	05-feb-15		
122	287,90	318,50	30,60	10,63
131	292,90	318,00	25,10	8,57
212	282,60	311,30	28,70	10,16
222	381,30	421,50	40,20	10,54
232	284,80	308,50	23,70	8,32



### 2.4.2.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS

#### COLOR, DENSIDAD, POROSIDAD

El color de una piedra indicará su estado de alteración y dependerá de los minerales que incluya en su composición, como los óxidos de hierro que le dan valores rojizos. Su color actual estará influenciado por la contaminación ambiental, por los tratamientos de conservación y limpieza aplicados, por la humedad relativa en la atmosfera y por la iluminación solar del momento.

El color puede indicarse cualitativamente, mediante la observación directa, semi\_ cuantitativamente a través de la carta de colores del sistema Munsell<sup>44</sup> (sistema basado en la descomposición del color en tres elementos) o bien cuantitativamente, mediante el uso de calorímetros y espectofotómetros (basados en los tres colores primarios, rojo, verde y azul, y en la luminosidad del color negro al blanco).

Tonalidad del color / intensidad luminosa y reflectancia / intensidad del color

Un ejemplo muy próximo a nuestra piedra es la arenisca de Villamayor, indicada de tres diferentes formas según el criterio elegido<sup>45</sup>:

Cualitativo = color beige, Musell = tonalidad = 0,2Y / luminosidad = 7 / color = 3, Espectómetros = escala: L = 63,3 / a = 2,6 / b = 18,9, La piedra arenisca utilizada en la Lonja de Valencia es de color ocre claro.

---

<sup>44</sup> MUNSELL. (1977). Soil color Charts. Baltimore, Maryland.

<sup>45</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona,pg 23.



## CÁLCULO DE LAS DENSIDADES A PARTIR DE DOS MUESTRAS TAMIZADAS UTILIZANDO EL PICNÓMETRO DE AGUA.

La densidad de una roca depende básicamente de su porosidad, ya que los diferentes materiales que lo constituyen presentan pequeñas diferencias de densidad en comparación con los poros.

El método clásico por excelencia para el cálculo de la densidad de una piedra es el la pesada hidrostática, basado en el principio de Arquímedes: la masa de material seco por unidad de volumen total.

La densidad de un material viene expresada como  $\rho = \frac{M}{V} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = g/cm^3$ .

La determinación de la densidad aparente fue determinada con la balanza hidrostática, obteniendo las siguientes medidas:

- 1.- Peso de la muestra seca, (m) en g.
- 2.- Peso de la balanza hidrostática, ( $P_a$ ) en g.
- 3.- Peso de la muestra en la balanza hidrostática ( $P_{am}$ ) en g.

Los cálculos ofrecen los siguientes valores:



Imagen 135 EL COLOR de la piedra en la jamba de la portada de la Lonja. Fuente propia.

	1	2
M	6,36	5,79
P+A	163,71	148,68
P+A+M	167,71	152,34
$V_R = \frac{M + P_a - P_{am}}{\rho_l}$	2,36	2,13
$D_R = \frac{m_s}{V_R}$	2,695	2,71

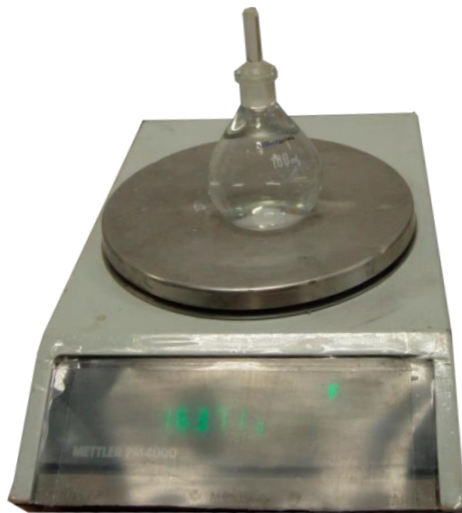
Inicialmente según los expertos, para este tipo de piedras se espera una densidad en torno a los 2,7 g/cm<sup>3</sup>. A una temperatura en el ambiente y en los componentes de 20°C.

$$V_{R1} = \frac{m + P_a - P_{am}}{D_{H2O}} = 2,36 \text{ cm}^3 \quad V_{R2} = \frac{m + P_a - P_{am}}{D_{H2O}} = 2,13 \text{ cm}^3$$

$$D_{R1} = \frac{m_s}{V_{R1}} = 2,695 \text{ g/cm}^3 \quad D_{R2} = \frac{m_s}{V_{R2}} = 2,710 \text{ g/cm}^3$$

El V<sub>R</sub> medio obtenido es de 2,245 cm<sup>3</sup>. Y la D<sub>R</sub> media obtenida a partir del V<sub>R</sub> es de 2,702 g/cm<sup>3</sup>.

Vemos en las imágenes la pesada del picnómetro con agua, la de la muestra seca y la del picnómetro con la muestra en su interior.



## CÁLCULO DE LA POROSIDAD A PARTIR DE DOS MUESTRAS.

Las areniscas se caracterizan por una elevada porosidad abierta, que suele ser más del 10%, que comparada con los valores habituales en otros tipos de roca, el 4% de las calizas y el 2% de los granitos, influirá de manera importante sobre la resistencia, la conductividad térmica, pero sobre todo sobre la absorción de agua.

La porosidad de un material viene expresada como  $n = \frac{Vv}{V} = \frac{\text{Volumen espacios vacios}}{\text{Volumen total}} = \%$



Imagen 136 POROSIDAD. Vista en detalle de la piedra de la jamba de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.

El tamaño del poro de una piedra es lo que permite almacenar líquidos o hacerlos circular, lo que condicionará la estabilidad física de la piedra frente a la agresión exterior, repercutiendo en la durabilidad de la misma. Sus valores medios de tamaño y su distribución interna se expresa mediante histogramas o curvas de distribución.

El tamaño y la forma de los poros están en función del origen de la piedra. La porosidad establecida por Farmer en 1968, para las rocas sedimentarias areniscas está entre el 5,0 y 25,0%. Esta característica ayuda a su pronta degradación, como veremos más adelante en los ensayos de apoyo a la diagnosis. Destacar que de entre los 10 tipos de piedra que analiza el autor<sup>46</sup> en su tabla 8, la arenisca de Villamayor es la de mayor porosidad y menor densidad con un 33 % y un 1,76 g/cm<sup>3</sup>, y la que más se aproxima a nuestros valores en porosidad es la arenisca de Montjuic con un 24%.

<sup>46</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona pg 24

Muestra	Huecos accesibles	Huecos inaccesibles	Huecos Totales	Porosidad accesible%	Porosidad inaccesible%	Porosidad total%
122	17,40	13,97	31,37	12,59	10,11	22,70
131	12,70	13,28	25,98	9,43	9,86	19,28
212	16,30	14,64	30,94	12,08	10,85	22,93
222	27,20	17,33	44,53	14,72	9,38	24,10
232	12,70	14,13	26,83	9,65	10,74	20,39

La porosidad inaccesible es la que permite juzgar la capacidad de penetración de agua. El promedio de poros inaccesibles de las cinco muestras es del 10,19 %

$$P_{inaccesibles} = \frac{H_{inaccesibles}}{V_{aparente}} \times 100 = \%$$

La porosidad accesible se calcula. El promedio de los poros accesibles de las cinco muestras es del 11,69 %

$$P_{accesibles} = \frac{H_{accesibles}}{V_{aparente}} \times 100 = \%$$

La porosidad de la roca se obtiene a partir de los datos de volumen aparente y de los huecos de la muestra sometida a los ensayos:

$$V_{aparente} = \frac{M_{sat} - M_{bh}}{D_{H_2O}} = cm^3 \quad V_{relativo} = \frac{M_s - M_{bh}}{D_{H_2O}} = cm^3 \quad V_{Real} = \frac{M_s}{D_R} = cm^3$$



Imagen 137 POROSIDAD. Vista en detalle de la piedra de la jamba de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.

La porosidad total es la suma algebraica de la porosidad inaccesible y la porosidad accesible.

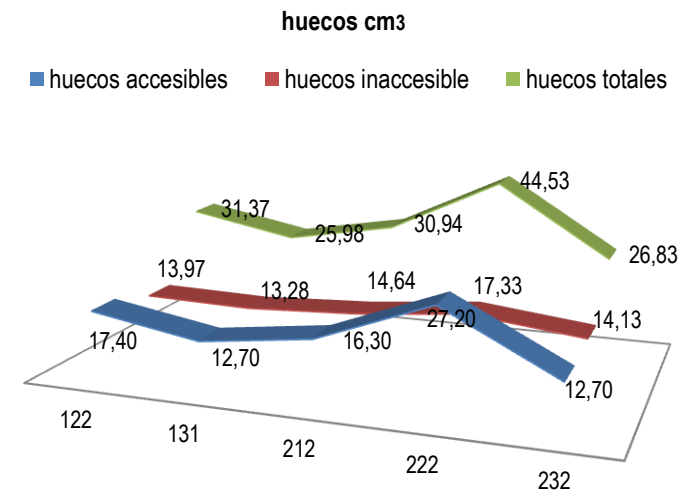
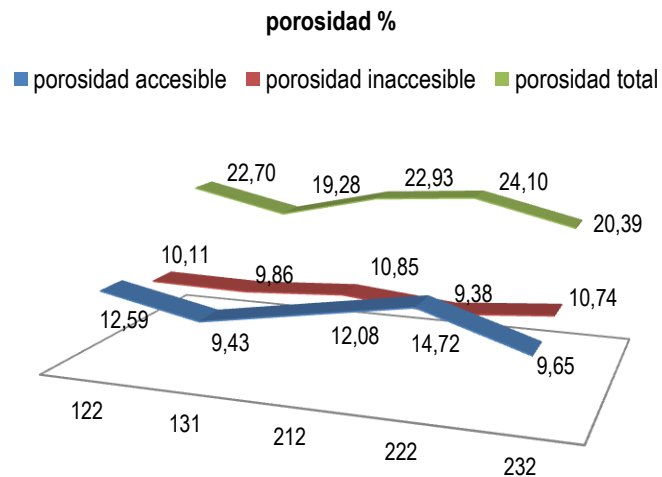
La porosidad total media de todas las porosidades totales obtenida en las cinco muestras es 21,88 %.

promedio de porosidad total de todas las muestras	21,88
promedio de porosidad inaccesible de todas las muestras	10,19
promedio de porosidad accesible de todas las muestras	11,69

Los huecos se obtienen a partir de los volúmenes relativos, aparentes y reales de la siguiente forma:

$$H_{accesibles} = V_{aparente} - V_{Real} = cm^3 \quad H_{inaccesibles} = V_{relativo} - V_{Real} = cm^3$$

promedio de huecos totales de todas las muestras	31,93
promedio de huecos accesibles de todas las muestras	17,26
promedio de huecos inaccesibles de todas las muestras	14,67



Lo que nos permite calcular el coeficiente de absorción como:

$$C.A. = \frac{M_{sat} - M_s}{M_s} \times 100 = \%$$

promedio de absorción de todas las muestras	5,55
---------------------------------------------	------

A medida que aumenta la facilidad de comunicación entre los poros, disminuye la diferencia entre las masas saturadas libremente y las saturadas al vacío<sup>47</sup>.

Muestra	Masa seca/horno 24 h	Masa saturada	Masa BH	Absorción %
122	287,9	305,3	167,1	6,04
131	293,0	305,7	171,0	4,33
212	282,6	298,9	164,0	5,77
222	381,3	408,5	223,7	7,13
232	284,8	297,5	165,9	4,46

El movimiento vertical ascendente del agua a través de un material de gran porosidad, está basado en la presión por succión capilar de sus poros, inversamente proporcional a su tamaño (a menor tamaño de poros, mayor presión, luego mayor altura alcanza el agua succionada). Aparecen en las piedras del basamento del edificio, ya que la humedad del terreno pasa a los elementos más próximos, lo que favorece aún más la degradación y el debilitamiento de sus propiedades físico-mecánicas.

---

<sup>47</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnóstico y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona, pg 27

---

#### 2.4.2.2.4 PROPIEDADES TÉRMICAS

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, EXPANSIÓN TÉRMICA, CALOR ESPECÍFICO.

Estas propiedades permiten conocer el comportamiento de las piedras frente a las solicitaciones térmicas a las que se puedan ver sometidas, y están relacionadas con la absorción y el transporte de la energía calorífica a través de los cuerpos.

La Conductividad Térmica es la medida de la capacidad aislante o conductora de la energía calorífica que atraviesa un material. En las rocas es relativamente baja (entre 2 y 6 W/m<sup>o</sup>K), siendo más baja cuanto mayor sea la porosidad de las mismas.

Por tanto, al tener una elevada porosidad las areniscas, concretamente la que se utiliza en la Lonja, la expansión térmica que veremos a continuación, no se produce en el seno de las piedras sino en su superficie, por lo que no afecta a sus propiedades mecánicas de compresión tracción o flexión, sino a las de abrasión.

Las rocas también se dilatan cuando se calientan. Los valores del coeficiente de expansión térmica de las rocas, están alrededor de 10<sup>-5</sup> °C.

La expansión térmica diferencial de los diversos minerales que constituyen las rocas, genera tensiones en las interfases, lo que puede producir la apertura de bordes de grano, dando lugar a un aumento de la microfisuración y en consecuencia, de la porosidad.

La dilatabilidad térmica depende de tres factores<sup>48</sup>:

1.-Temperatura. Al aumentar la temperatura, aumenta el coeficiente de expansión, independientemente del tipo de roca.

2.- Porosidad. Cuanto mayor es la porosidad inicial, menor es la dilatación térmica.

3.- Mineralogía. La expansión térmica de una roca será mayor cuanto mayor sea la de sus minerales constituyentes.

La ciudad de Valencia posee uno de los climas más benignos de toda Europa. Se caracteriza por un clima suave, típicamente mediterráneo, con una temperatura media anual superior a los 17°C. Los veranos son cálidos y los inviernos muy moderados<sup>49</sup>.

Durante los meses invernales la temperatura no suele bajar de los 10° C. Las precipitaciones son discretas y presentan el clásico mínimo estival mediterráneo, con dos máximos, uno en otoño y otro a finales de invierno y principios de primavera.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la jamba estudiada se encuentra orientada hacia el Oeste, por lo que diariamente la variación de temperatura entre el día y la noche es notable y mucho más acentuada que el resto de portadas de la Lonja.

---

<sup>48</sup> CALLEJA, L. (1985). Variación de las propiedades físicas en rocas cristalinas sometidas a gradientes térmicos. Oviedo: Tesis doctoral, Departamento de Geología.

<sup>49</sup> AA.VV. (2014). Atlas climático de España y Portugal. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, Agencia Estatal de Meteorología.



---

### 2.4.2.3 AGENTES Y MECANISMOS DE ALTERACIÓN.

Hay que entender que son higroscópicos todos los compuestos que atraen agua en forma de vapor o de líquido de su ambiente, por eso a menudo son utilizados como desecantes.

Algunos de los compuestos higroscópicos reaccionan químicamente con el agua como los hidruros o los metales alcalinos. Otros la atrapan como agua de hidratación en su estructura cristalina como es el caso del sulfato de sodio. El agua también puede adsorberse físicamente. En estos dos últimos casos, la retención es reversible y el agua puede ser desorbida. Algunos ejemplos de los compuestos higroscópicos más conocidos son:

Cloruro cálcico ( $\text{CaCl}_2$ ) / Cloruro de Sodio (Halita)( $\text{NaCl}$ ) / Hidróxido de Sodio ( $\text{NaOH}$ ) / Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) / Sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) / Pentóxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) / Silice gel / Miel.

Para cada sustancia existe una humedad que se llama “*humedad de equilibrio*”, es decir, un contenido de humedad en la atmósfera, que permite que, el material capte humedad del ambiente a la misma velocidad que la libera. Si la humedad en el ambiente es menor que este valor de equilibrio, el material se secará, si la humedad en el ambiente es mayor, el material se humedecerá. Por este motivo, ciertos minerales como el cloruro de calcio son capaces de captar agua de la atmósfera en casi cualquier condición, porque su humedad de equilibrio es muy alta. Sustancias como estas son usadas como desecadores.

El modo en el que el Mar Mediterráneo actúa como una fuente de calor y de humedad para las regiones circundantes, es diferente, respecto otros mares y océanos no sólo porque es un mar cerrado y cálido, sino porque además la cuenca mediterránea se encuentra en latitudes medias, con una elevada radiación solar y está, prácticamente en su totalidad, rodeada de montañas. La combinación de todas estas características favorece una fuerte evapotranspiración con condiciones de ventilación mucho más débiles en el lado occidental que en otras zonas geográficas del mundo como, por ejemplo, las áreas bajo la influencia directa de los grandes océanos<sup>50</sup>.

Para estudiar las manifestaciones patológicas de la piedra y su degradación, es necesario además conocer las formas y mecanismos de deterioro que, según Rosa María Esbert, Jorge Ordaz, Fco. Javier Alonso, Modesto Montoso y Antonio Martín Pérez, expertos en la materia, consideran que se producen en las obras de piedra de interés histórico artístico.

### **2.4.2.3.1 FORMAS DE ALTERACIÓN**

Las rocas expuestas a la intemperie son susceptibles de alterarse, ya que las condiciones ambientales de la superficie terrestre en las que se encuentran distan mucho, por lo general, de las condiciones termodinámicas en las que originalmente se formaron.

Así pues, en contacto con la atmósfera, los materiales rocosos tienden a un nuevo equilibrio, desarrollando para ello, en mayor o menor grado y de acuerdo con sus características litológicas, una serie de reajustes o cambios estructurales y de composición.

---

<sup>50</sup> AA.VV. (2014). Temperaturas extremas en la Comunidad Valenciana. Verano 2014. Valencia: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.

---

El factor de alteración puede definirse como la causa o influencia que contribuye a un determinado grado de alteración<sup>51</sup>.

La alteración meteórica es un proceso natural, lento y complejo, que implica reacciones irreversibles, a menudo incompletas, consecuencia de distintos procesos y mecanismos físicos, químicos y biológicos, que conducen a la progresiva descomposición química y desagregación mecánica del material.

En las piedras de construcción, a los efectos de la meteorización a largo plazo (escala geológica) se superponen otros derivados de su ubicación en el edificio y, en consecuencia, de las condiciones ambientales que contribuyen a la alteración a corto plazo (escala histórica o humana) y que aceleran su deterioro<sup>52</sup>.

Las lesiones en la piedra son muy variadas y pueden considerarse como indicadores de la interacción piedra-ambiente que aunque comporten daños físicos irreparables o no a la piedra, sí introducen modificaciones externas con respecto al material original<sup>53</sup>.

Según ORDAZ Y ESBERT<sup>54</sup>, las formas de deterioro más frecuentes o significativas en los materiales pétreos de los monumentos son las que se describen brevemente a continuación:

---

<sup>51</sup> MARTÍN, ANTONIO. (1990). Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés histórico artístico. Madrid:Centro de Estudios Fundación Ramón Areces. Pág 43.

<sup>52</sup> ESBERT, ROSA M<sup>a</sup>. (1997). Manual de diagnóstico y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

<sup>53</sup> AA.VV. (1988).Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico. CNR-ICR. Roma: NORMAL-I/88.

<sup>54</sup> ORDAZ, J. y ESBERT, R.M. (1988). Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción. Materiales de Construcción. Vol.38, 209, pp. 39-45

## Pátina

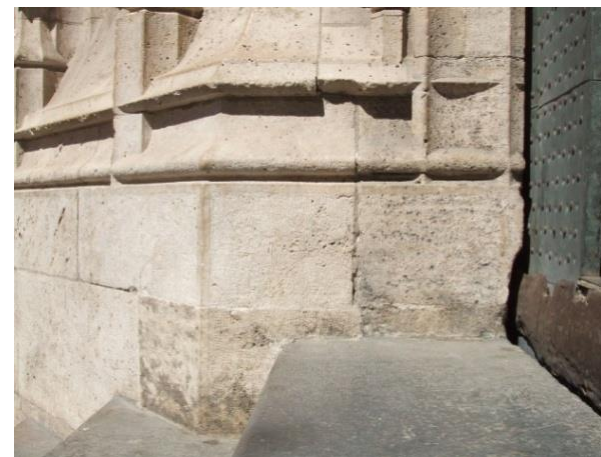
Es una capa o película delgada que se forma en la superficie y que no, necesariamente, implica procesos de degradación o deterioro. Dentro del término genérico de “pátina” caben varias acepciones:

- Tonalidad o aspecto externo que cualquier piedra adquiere con el paso del tiempo y bajo los efectos de la intemperie (pátina de envejecimiento).
- Decoloración debida a causas naturales o artificiales. Ensuciamiento superficial (pátina de suciedad o ennegrecimiento: pátinas negras)
- Película coloreada natural o artificial (pátina cromática: patina dura, policromía)
- Recubrimiento de carácter orgánico (por ejemplo líquenes) de tonalidad variable (pátina biogénica).
- Teñido superficial debido a diversas sustancias: orín, verdín (pátina de tinción).

Imagen 139 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Fósiles en la jamba de estudio.  
Fuente propia 2015.



Imagen 138 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Pátina de suciedad en las piedras inferiores.  
Fuente propia 2015.



---

## Depósito superficial

Acumulación de material de origen diverso (polvo, humo, hollín, guano, organismos, etc.) en la superficie de la piedra. Normalmente presenta escasa cohesión, espesor variable y baja adherencia al soporte lapídeo sobre el que se asienta. De todos los depósitos, los de naturaleza orgánica (especialmente excrementos de paloma y otras aves) adquieren especial relevancia, debido a que, por su carácter ácido, son nocivos para la piedra subyacente.

## Eflorescencia

Es una capa o agregado cristalino de sales solubles, de color blanquecino, no muy consistente, que se forma en la superficie de una piedra porosa, debido a fenómenos de migración y evaporación de agua conteniendo sales solubles. Si se forma debajo de la superficie, pero muy cerca de ella, se denomina “sub florescencia”. Cuando se sitúa más internamente se habla de “cripto florescencia”.

## Escama

Es la lámina o película superficial, de poco espesor (alrededor de un milímetro), que se desprende con relativa facilidad del sustrato pétreo “descamación”. Con el tiempo las escamas pueden evolucionar a costras.

## Ampolla

En ocasiones las costras y escamas se abomban y ahuecan para, acabar al final eclosionando y despegándose del sustrato. Esto hace que queden al descubierto pequeñas porciones del material pétreo, por donde suelen penetrar con facilidad los agentes de alteración.

## Costra

Es la lámina o corteza de material coherente, que se forma 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 sustrato pétreo sobre el que se asienta. Las costras generalmente se desarrollan en capas, pudiendo alcanzar varios milímetros de espesor. Se distinguen por sus rasgos morfológicos (a veces en forma de caparazón o incrustaciones), dureza (se hallan relativamente endurecidas con respecto al material rocoso alterado) y color oscuro (costras grises o negras). Suelen contener yeso de neo formación.

Imagen 140 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Alveolización en la jamba de estudio. Fuente propia 2015.

Imagen 141 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Costras en la jamba de estudio. Fuente propia 2015.



---

## Alveolización

Alteración de origen físico-químico, en forma de alvéolos, característica de ciertos materiales rocosos granulados y porosos que se producen especialmente en las areniscas. Se llama también erosión alveolar, tafonización o meteorización en panal (“honeycomb weathering”). Suele estar relacionada con la presencia de sales solubles.

La morfología de la alteración provocada por las sales solubles puede ser muy variada, en función de las condiciones en las que sucede preferentemente la cristalización, y de las características estructurales y texturales del material pétreo. *“En concreto, la alveolización, que se manifiesta con la formación de alvéolos, frecuentemente incluso muy profundos, acompañada por abundante disgregación de material, es una forma de alteración que se encuentra con bastante frecuencia, sobre todo en el caso de piedras de elevada porosidad y es tal, a veces, que anula cualquier relieve esculpido o que comporta la pérdida de bloques completos de piedra”.*

Según la interpretación dada por Pauly, esta particular forma de alteración se presenta cuando existe la concomitancia de los siguientes factores: 1.- elevada porosidad. 2.- elevado contenido de sales muy solubles e higroscópicas. 3.- fuerte turbulencia del aire en contacto con la superficie pétreo.

En estas condiciones, los intercambios de vapor de agua entre la piedra y el aire son muy rápidos y repetidos y, por consiguiente, pueden ser frecuentes los ciclos de disolución-cristalización de las sales y los de hidratación-deshidratación. *“Además, los movimientos turbulentos del aire podrán poner en movimiento el material incoherente producido a causa de los esfuerzos mecánicos que acompañan a estos ciclos, y esto provocará una acción abrasiva de tal material en los límites de la superficie de la*

*cual se ha desprendido*<sup>55</sup>. La acción del viento es puramente mecánica sirviendo como medio de transporte de partículas sólidas que impactan sobre las superficies, erosionándolas. Su acción es más peligrosa combinada con lluvia y con la escasa dureza de la piedra lo que, sumado a la presencia de las sales y la humedad, produce daños en la piedra como la alveolización y la pulverización.

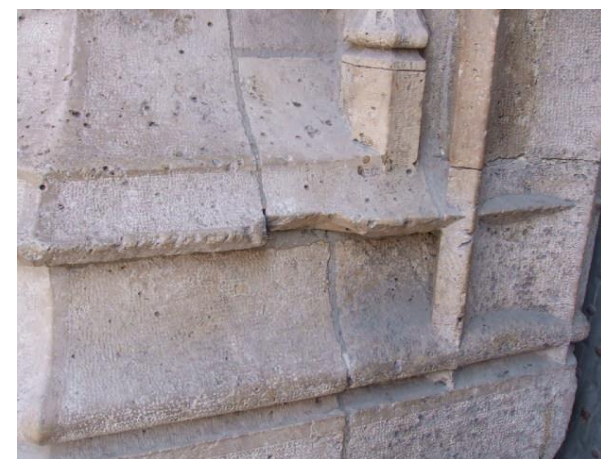
## Desagregación

También llamada “disgregación”. Es una alteración física que comporta una descohesión debida a la pérdida de unión y caída, espontánea o inducida, de los componentes de la piedra. Si los granos son de tamaño arena se habla de “desagregación arenosa” o “arenización”. Si el tamaño de grano es más fino se denomina “disgregación pulverulenta” o “pulverización”. La “sacarificación” se refiere a la desagregación de pétreos de textura sacaroidea (por ejemplo los mármoles).

Imagen 142 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Erosión alveolar en la jamba de estudio. Fuente propia 2015.



Imagen 143 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Pérdida por descohesión de parte de la arista en la jamba de estudio. Fuente propia 2015.



---

<sup>55</sup> LAZZARINI, L; TABASSO, M. (1986). Il Restauro della Pietra. Pavoda: Cedam. pág.52-54.



## Placa

Laja o capa compacta, alterada o no, de cierta extensión y espesor uniforme aunque variable (de milímetros a centímetros). El levantamiento o separación de las placas, llamada “desplacación”, se realiza paralelamente a los planos estructurales o de debilidad mecánica de la piedra. La desplazación, así como otros tipos de exfoliación, obedecen a diversos motivos: cambios de temperatura o humedad, acción mecánica del hielo o de las sales, etc.

## Acanaladura

Excavación que proporciona a la piedra un aspecto ondulado o acanalado. Las acanaladuras vienen favorecidas por la presencia de heterogeneidades en la roca (por ejemplo estratificación, bandeados, etc.), ahondadas por la acción de las aguas de lluvia. Cuando las excavaciones son largas y delgadas, en forma de estrías o rasgaduras, se habla de “estriaduras”; si son finas y sinuosas, semejantes a pistas de gusanos, reciben el nombre de “vermiculaduras”.

Imagen 144 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Exfoliación por desplazación en la jamba de estudio.  
Fuente propia 2015.



Imagen 145 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Acanaladuras en la jamba de estudio.  
Fuente propia 2015.



## Picadura

Erosión o corrosión puntiforme caracterizada por la formación de pequeños orificios o cavidades en la piedra. También llamado 'picoteado'. Suele formarse a partir de núcleos o nódulos más alterables que el resto del material. Si se forman por disolución cárstica en materiales calcáreos: "microkarst".

## Fisura

Fractura o hendidura de dimensiones variables (de "micro fisura" a "grieta"). Algunas son originarias de la roca ("pelos", en cantería); otras son inducidas por esfuerzos mecánicos de diverso origen: características de la fábrica (por ejemplo, asentamientos defectuosos de sillares, sobrecargas); corrosión de elementos metálicos en contacto con la piedra; ciclos termohigrícos, etc.

Existen otras formas de alteración en las piedras de los monumentos. Entre ellas podemos mencionar: abrasiones, excoriaciones, burilado, desconchados, manchas o moteados, zonas de lavado etc...

Imagen 147 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Picaduras en la jamba de estudio.  
Fuente propia 2015.



Imagen 146 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Picaduras en la jamba de estudio.  
Fuente propia 2015.



---

### 2.4.2.3.2 AGENTES DE ALTERACIÓN

Los que contribuyen en mayor medida a la alteración de las piedras de los monumentos, y a la aparición de las formas de deterioro previamente mencionadas, son: el agua, los contaminantes atmosféricos, las sales solubles y los organismos vivos.

#### Agua

La alteración de la piedra natural utilizada en los monumentos es consecuencia principalmente del agua, de los contaminantes atmosféricos, de las sales solubles y de los organismos vivos.

El agua es el principal agente en la alteración de las piedras naturales, por ser polivalente por las formas en las que se puede encontrar, líquida, vaporosa y congelada, por ser el vehículo de transporte al interior de las piedras de las sales solubles, los contaminantes atmosféricos y los organismos vivos, y por intervenir en la mayoría de los procesos de alteración físicos, químicos y biológicos de la piedra.

La humedad de las piedras en los edificios tiene tres posibles orígenes: de la atmósfera por condensación, de la lluvia por absorción y del suelo por ascensión capilar.

La capacidad de absorción y evaporación de una piedra determina el contenido de humedad de la misma.

Algunas de las reacciones químicas que el agua produce en la piedra son: disolución, hidrólisis, hidratación y oxidación-reducción. En el seno de las piedras porosas el agua se distribuye en función de distintos niveles de imbibición, los cuales están estrechamente relacionados con la tortuosidad del sistema poroso.

El agua natural lleva habitualmente dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  en disolución, lo que es básico para que se produzca el desplazamiento de la reacción:

La cantidad de dióxido de carbono influye favorablemente en la capacidad de disolución del agua aumentando la acidez de la misma o su equivalente en la disminución de su pH.

En ambientes contaminados, el incremento de gases como el óxido de azufre y de nitrógeno, tienden a disminuir el pH de la lluvia convirtiéndola en lluvia ácida, lo que provoca agresividad de la misma sobre la piedra.

Un aumento de la temperatura produce una disminución de la capacidad de disolución del  $\text{CO}_2$  contenido en el agua natural.

Una humedad relativa elevada en el ambiente provoca que se condense agua en la capa superficial de la piedra lo que favorece las reacciones de descomposición del mineral al disolver los carbonatos.

Actúa también como vehículo de transporte de otras sustancias tales como las sales solubles, los contaminantes atmosféricos y los organismos vivos, lo que eleva significativamente su papel en los procesos de degradación.

Atendiendo a su comportamiento, pueden diferenciarse diversos tipos de agua en las piedras: agua de constitución o hidratación, agua de absorción, agua capilar, etc. Su acción se manifiesta a través de diversas reacciones químicas con el sustrato pétreo (disolución, hidrólisis, hidratación, oxidación-reducción, etc.).

---

La humedad ambiental contribuye asimismo a la disolución de los carbonatos, ya que la acumulación de pequeñas gotitas de agua en la superficie de la piedra, por condensación del vapor de agua circundante, favorece las reacciones de descomposición mineral.

La hidratación consiste en la incorporación de moléculas de agua por parte de un mineral. Este sería el caso de la anhidrita (sulfato cálcico) cuando se transforma en yeso (sulfato cálcico dihidratado). Las reacciones de oxidación y reducción afectan, sobre todo, a componentes férricos. El hierro es oxidado por el oxígeno libre del aire, dando lugar a óxido de hierro. El azufre (en los sulfuros) se oxida generalmente a sulfato. En ambos casos el agua acelera los procesos de oxidación.

La acción mecánica de la erosión de los violentos chubascos sobre la superficie de las piedras causa pérdidas de material en las zonas no reparadas o hidrofugadas, donde el fenómeno puede repetirse cada vez que llueve. La agresión química por parte de las sustancias contaminantes transportadas por el agua también debilita la piedra.

La acción del hielo no es relevante en la Lonja, por el clima de su ubicación, sin embargo, en lugares fríos, existe el peligro de congelación del agua que satura los poros de la piedra, siendo una causa muy importante de alteración.

## Contaminantes atmosféricos

En áreas urbanas y zonas industrializadas, los efectos de la contaminación atmosférica sobre el deterioro de la piedra es particularmente evidente. Los contaminantes atmosféricos (sólidos, líquidos y gaseosos) reaccionan con los componentes de la piedra, dando lugar a las formas de alteración estudiadas anteriormente y a la degradación del material.

La mayoría de contaminantes presentes en el aire provienen de fuentes antropogénicas, concretamente de la combustión de combustibles fósiles petróleo, carbón y gas natural, sin olvidar la parte correspondiente a causas naturales (emanaciones volcánicas, incendios forestales, putrefacción de la materia orgánica, aerosoles marinos...), más importantes en otros casos.

Uno de los efectos que tiene la contaminación atmosférica es la acidificación del medio ambiente. Esta podría definirse como "la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera".

Las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, que se emiten a la atmósfera mediante fuentes naturales y antropogénicas, reaccionan con radicales hidroxilos y vapor de agua de la atmósfera para convertirse en ácido sulfúrico y nítrico respectivamente, los cuales disueltos en las gotas de agua existentes en la atmósfera pueden volver a la superficie terrestre mediante precipitaciones, originando la lluvia ácida.

También existe una fracción de dichos óxidos que retornan a la superficie terrestre en forma de gases o aerosoles, fenómeno denominado deposición seca. Este fenómeno es predominante cerca de las fuentes de deposición, llegando a darse a algunos cientos de kilómetros del foco, en función de las condiciones de dispersión.

El término lluvia ácida tiene su origen en unos estudios atmosféricos realizados en Inglaterra en el siglo XIX, pero actualmente cabría denominarla deposición ácida, ya que la precipitación de dichos ácidos disueltos puede presentarse en forma líquida (agua), sólida (nieve), o incluso como niebla, ésta última tan efectiva en su capacidad de destrucción como lo es la deposición líquida.

---

El agua de lluvia en condiciones normales presenta un pH de 5,6. Su carácter ligeramente ácido es debido a la combinación del agua con el dióxido de carbono presente en el aire.

La lluvia que presenta en disolución los iones provenientes de los ácidos tendrá un pH inferior a 5,6 y allí donde se deposite dará lugar a una serie de cambios que alterarán las características químicas del medio, rebajando el pH de suelos y aguas superficiales con diversas consecuencias para los ecosistemas<sup>56</sup>.

Otro de los efectos importantes de la acidificación de los suelos es la pérdida por lixiviación de ciertos cationes metálicos de carácter básico, tales como el calcio, magnesio y potasio. En el caso de la lluvia ácida, el mayor efecto lo tiene el ataque ácido sobre construcciones calcáreas. La deposición de estos ácidos a lo largo del tiempo y la acción combinada con el agua que precipita provoca la disolución en el agua de los carbonatos de dichas construcciones calcáreas como veremos a continuación.

Entre los principales tipos de contaminantes que influyen, directa o indirectamente, en el deterioro de los materiales pétreos se encuentran los compuestos de azufre y de nitrógeno, óxidos de carbono, cloruros y fluoruros, compuestos orgánicos volátiles y partículas sólidas.

## Compuestos de azufre

Las cantidades relativamente elevadas de dióxido de azufre en el aire de núcleos urbanos e industriales, procedentes en su mayoría de la ignición de combustibles fósiles, es uno de los factores más negativos respecto a la alteración de las piedras de los monumentos.

---

<sup>56</sup> www. Generalitat Valenciana 2013. Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente

Una vez en el aire, el  $\text{SO}_2$  se oxida rápidamente a  $\text{SO}_3$  y, en combinación con la humedad del ambiente, da lugar a la aparición de sulfatos dañinos para la piedra, como por ejemplo el yeso, lo que comporta un notable incremento de volumen, creando costras sulfatadas y favoreciendo las descamaciones, desplazaciones y otras formas de deterioro.

La acción del  $\text{SO}_2$  en la piedra se puede realizar a través de dos vías principales: seca y húmeda<sup>57</sup>. En el primer caso (deposición seca) el  $\text{SO}_2$  alcanza la superficie de la piedra en forma gaseosa. En contacto con el carbonato cálcico de la piedra, reacciona dando lugar a sulfito cálcico ( $\text{CaSO}_3$ ), que en presencia de agua y catalizadores, se convierte en sulfato. En la deposición húmeda, la más habitual, la oxidación del  $\text{SO}_2$  tiene lugar bien en la atmósfera (disolviéndose en las gotas de agua de nubes y nieblas); o bien, en la misma superficie de la piedra durante la condensación de vapor de agua y, en ambos casos, el ataque a la piedra se realiza a través del ácido sulfúrico diluido.

## Compuestos de nitrógeno

Los principales son los óxidos, procedentes en su mayoría de los fertilizantes nitrogenados, de los combustibles de los automóviles y de ciertos procesos bioquímicos. El mayor peligro para las piedras reside en la conversión fotoquímica de los  $\text{NO}_2$  en ácido nítrico, sobre todo en los «smogs». Las piedras carbonatadas son especialmente sensibles a la acción de los contaminantes nitrogenados.

Un efecto adicional de los óxidos de nitrógeno es su papel como catalizadores de la reacción:  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ .

---

<sup>57</sup> FASSINA, V.(1986). Air pollution in relation to stone decay. the deterioration and conservation of stone. studies and documents on the cultural heritage, unesco. Ed. Lorenzo Lazzarini y Richard Pieper, pp.111-118.



---

Otro contaminante nitrogenado, el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , no ejerce directamente una gran acción destructiva sobre las piedras, pero sí al favorecer la oxidación del  $\text{SO}_2$ .

## Óxidos de carbono

El dióxido de carbono es un componente natural de la atmósfera cuantitativamente variable. Su concentración media normal (alrededor de 0,038%) ha crecido sensiblemente en los últimos decenios, sobre todo en las áreas urbanas (hasta un 0,3%), debido principalmente a la quema de combustibles fósiles.

Sus efectos negativos se concentran en los materiales calcáreos al disolver, en presencia de agua, los carbonatos constituyentes de dichas rocas. El  $\text{CO}$  no supone, en principio, un grave problema para las piedras, pero se oxida convirtiéndose en  $\text{CO}_2$ . También puede actuar como catalizador en las reacciones de oxidación del  $\text{SO}_2$ .

## Cloruros

Los productos clorurados de la atmósfera proceden, principalmente en la Lonja, de fuentes naturales como el mar Mediterráneo.

Su acción se materializa, por lo general, a través del ácido clorhídrico, al atacar calizas, mármoles y areniscas con cemento calcáreo y de ese modo acelerar la alveolización y la desagregación arenosa, entre otros.

## **Compuestos orgánicos volátiles**

Se encuentran los hidrocarburos de diferentes tipos: alcanos, alquenos, aromáticos..., provenientes, mayoritariamente, de combustibles de automoción. Los mayores niveles de inmisión se alcanzan, pues, en las áreas urbanas. Los COV contribuyen al ennegrecimiento de las fachadas y de sus costuras y pátinas negras.

## **Partículas sólidas**

Existen diferentes partículas sólidas (polvo, hollín, cenizas volantes, aerosoles salinos, etc.) en diferentes concentraciones. Su tamaño oscila por lo general entre 0,001 y 100 micras de diámetro. Su composición es muy variable (metálicas, carbonosas, sulfuradas, carbonatadas), al igual que sus formas (esféricas, irregulares, huecas, macizas,...).

La sedimentación de material en la superficie de las piedras colabora al ensuciamiento de las mismas. Además, debido a su gran superficie específica, tienden a aumentar la humedad de las piedras, absorbiendo vapor de agua de la atmósfera y facilitando las reacciones piedra-contaminantes.

Los productos secundarios más frecuentes, generados en los pétreos por la acción de la contaminación, suelen ser sales solubles.

## **Sales solubles**

Las sales solubles ocasionan daños físicos y químicos en las piedras cuando cristalizan en su interior o en la superficie de las mismas. Su grado de nocividad es variable y depende no sólo de las

---

características de la sal, sino también de las condiciones ambientales (variaciones de humedad y temperatura), las cuales controlan los mecanismos de disolución y precipitación.

La procedencia de las sales solubles en las piedras es diversa. Lo más frecuente es que provengan de fuentes externas: suelo, materiales de construcción como morteros y cementos de unión, aerosoles atmosféricos o marinos, metabolismo de organismos o antiguos tratamientos de conservación. Más raramente son inherentes al propio material rocoso como el yeso en algunas calizas o margas.

Las sales solubles más frecuentes en las piedras de los monumentos son los sulfatos<sup>58</sup>, seguidos de los cloruros, carbonatos, nitratos y, más raramente, nitritos. En cuanto a los cationes, los más abundantes son los de calcio, magnesio, sodio y potasio.

El deterioro producido por las sales solubles puede llevarse a cabo a través de varios mecanismos, siendo los más generalizados la cristalización y la hidratación<sup>59</sup>. En el primer caso los daños se producen por las tensiones locales generadas por el empuje del cristal al crecer en el interior de un poro o micro fisura y sobrepasar la resistencia a la tracción de la roca. En el segundo caso, el paso de la sal anhidra a la hidratada comporta asimismo presiones en las paredes de los poros, las cuales pueden provocar fenómenos disruptivos. Otros mecanismos, como los cambios estructurales en la sal, contribuyen también, aunque en menor medida, al deterioro de la piedra como por ejemplo las que provienen de los abonos o del propio terreno.

---

<sup>58</sup>ARNOLD, A. Y ZEHNDER, K. (1989). Salt weathering in monuments. The Conservation of Monuments. In the Mediterranean Basin, Bari, pg. 31-58.

<sup>59</sup>SMITH, B.S. y MCGREEVY, J.P. (1988). Contour scanning of a sandstone by salts weathering under simulated or desert conditions. Earth Surface Processes and Landforms, Vol.13, pg. 697-705.

## Organismos vivos

Determinados organismos vivos que se asientan sobre las piedras participan de la alteración química y física de la mismas (biodeterioro). No siempre, sin embargo, la presencia de organismos supone necesariamente un daño para la piedra, al margen de apreciaciones estéticas<sup>60</sup>. Entre los agentes bióticos de mayor incidencia destacan: bacterias, hongos, algas, líquenes, briofitas, plantas superiores y animales. Las bacterias atacan los soportes lapídeos mediante procesos químicos.

De las numerosas especies de bacterias, las que ejercen mayor influencia en el deterioro de las piedras son las sulfúreas, las nitrificantes y las ferrobacterias. Las sulfobacterias oxidan el azufre a sulfato. El azufre, al combinarse con el calcio de la piedra, en presencia de agua, origina yeso.

Las nitrificantes producen nitritos y nitratos que, ocasionalmente, pueden formar nitrato cálcico. Las bacterias del hierro participan en los fenómenos de oxidación-reducción de este metal.

La presencia de algas, al igual que la de briofitas (hepáticas y musgos), es un indicador de zonas húmedas. Sus efectos sobre la piedra lo son principalmente por vía indirecta, al favorecer la colonización por otros organismos (bacterias, hongos, líquenes, plantas superiores). Algas y musgos producen agentes quelantes que se combinan con metales y ácidos orgánicos e inorgánicos que, a su vez, reaccionan con los minerales formando sales solubles. Por otro lado, los excrementos de animales (principalmente aves) contribuyen a degradar químicamente a la piedra, debido a las sustancias que contienen (especialmente ácido fosfórico). No hay que olvidar, finalmente, las lesiones de carácter antrópico.

---

<sup>60</sup>KRUMBEIN, WE. (1988). Biotransformations in monuments. A sociobiological study. *Durability of Building Materials*, Vol. 5, pp. 359-382.

---

#### 2.4.2.4 METODOLOGÍA DE DIAGNOSIS.

Los estudios relativos a las patologías y lesiones desarrolladas en las piedras de edificación, así como su evolución en el tiempo, se apoyan en una serie de observaciones, análisis y pruebas, realizadas tanto en el monumento como en el laboratorio.

Los ensayos de envejecimiento artificial acelerado a los que hemos sometido las probetas son los llamados básicos, y se refieren a ciclos de humedad-sequedad y ciclos de cristalización de sales, estandarizados por organismos tales como RILEM, ASTM, DIN, NORMAL, UNE.

Al tratarse de ensayos que provocan cambios irreversibles en la naturaleza de la piedra se trata de “análisis destructivos”, por lo que al formar parte de un elemento arquitectónico de gran interés se ha recurrido a la toma de muestras de la cantera origen de la misma.

El interés de estos ensayos se basa en obtener la predicción del comportamiento de la piedra en obra comparando las formas y el deterioro observado “in situ” y en el laboratorio.

El número de muestras depende de la heterogeneidad de la piedra. Los técnicos del laboratorio de materiales, expertos en el tema, recomiendan 3 unidades por cada piedra.

Se han pesado, medido, numerado y fotografiado todas las muestras antes del inicio de los ensayos. La precisión en las pesadas es de 0.01 g.

El ensayo de los ciclos de cristalización de sales sobre las piedras está ampliamente normalizado (UNE 7136), y consiste en introducir una sal lentamente en los poros interiores de las muestras.

Los ciclos suelen ser de 24 horas con tres etapas muy concretas: inmersión para que se impregne la sal, secado en estufa y posterior enfriamiento.

La sal utilizada es el sulfato sódico  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  en una solución acuosa al 10%. Aunque algunas fuentes bibliográficas recomiendan un 14% y consideran que este porcentaje no influye significativamente en la severidad del ensayo, aunque sí lo sea la temperatura de la solución, al desintegrar las probetas más rápidamente a bajas temperaturas, los técnicos del laboratorio consultados me sugieren el 10% al considerar el 14% demasiado agresivo.

La elección de la sal se justifica por ser este es un compuesto frecuente en la atmósfera, y permite comprobar simultáneamente los efectos de la cristalización y del ataque químico por ácido. El sulfato sódico decahidratado presenta un aumento de volumen del 308% con respecto a la sal anhidra, por lo que es indicado para crear en el interior de la piedra la simulación de tensiones por las cristalizaciones provocadas.

Se han efectuado dos ciclos diferentes en su ejecución, pero utilizando la misma solución acuosa aplicada a muestras diferentes de las dos piedras de la cantera de Godella. También se ha utilizado una piedra de referencia como es el mármol crema marfil, actualmente muy utilizada.

---

## A.- CICLOS DE ENVEJECIMIENTO ACCELERADO DE LAS MUESTRAS.

El procedimiento ha consistido en sumergir totalmente las probetas en la solución, a temperatura ambiente durante 4 horas hasta lograr la saturación, disponerlas en horno a 100° durante 16 horas y, posteriormente, dejarlas enfriar a temperatura ambiente durante 4 horas antes de pesarlas y reproducir el ciclo. El ciclo completo tiene una duración de 24 horas. Los antecedentes son:

1.- La duración de la inmersión no afecta a los resultados relativos, aunque algunos estudios previos aconsejan que esta fase tenga una duración superior a las cinco horas. Lo que sí es relevante es el valor de la temperatura en los primeros instantes de la inmersión.

2.- Los expertos recomiendan alrededor de 10 ciclos hasta observar los efectos sobre la piedra tales como fisuras y ruptura final.

3.- Los daños producidos por los ensayos se van a observar en la superficie de las muestras, y se han tenido en cuenta las pérdidas de material por disgregación o disolución, la aparición de fisuras, manchas, cambios de color, comparándolas mediante las imágenes tomadas antes y después.

4.- La pérdida de peso se establecerá en términos relativos como porcentaje respecto al peso inicial, como criterio más usado para evaluar los ensayos.

5.- Un ejemplo de las pérdidas de peso a lo largo del ensayo de cristalización de sales se indica en el MANUAL DE DIAGNOSIS Y TRATAMIENTO DE MATERIALES PÉTREOS Y CERÁMICOS. Editado por el Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona. Barcelona 1997, en su pg 65.



Imagen 148 HORNO utilizado en el secado de las muestras a temperatura 100° durante 16 horas en cada ciclo.  
Fuente propia.



Imagen 149 HORNO detalle del interior con las muestras dispuestas en la bandeja superior.  
Fuente propia.

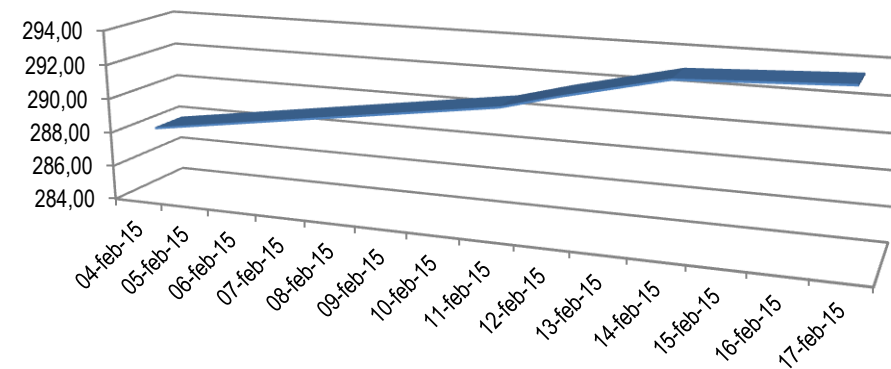




PROBETA 122. Evolución del envejecimiento acelerado.

11/02/2015. Después de 5 ciclos se aprecian grumos en sus caras expuestas, existe pérdida de masa en sus caras exteriores y sin embargo aumenta de peso. Adquiere una tonalidad más acentuada.

**ciclos de absorción - secado de la muestra 122**



14/02/2015. Los grumos han cristalizado después de 8 ciclos. Se pueden apreciar desprendimientos de piedra en las aristas y fisuras en los encuentros de distinta composición material. Aun así, aumenta de peso por la acumulación de agua en su interior y la cristalización de sales.

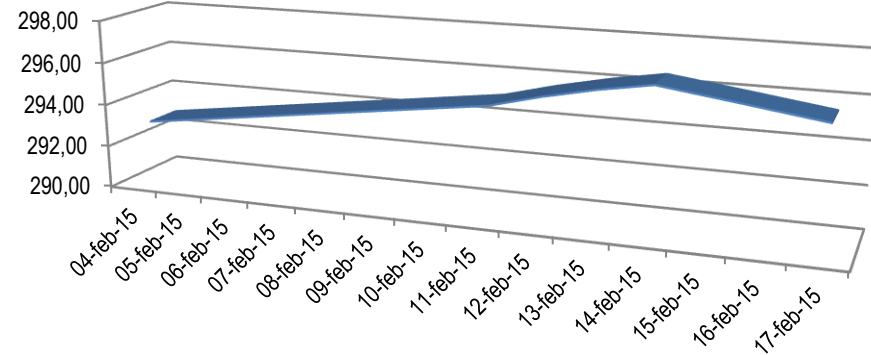


PROBETA 131. Evolución del envejecimiento acelerado.

11/02/2015. Después de 5 ciclos empiezan a observarse grumos en sus caras expuestas, existe pérdida de material en sus caras sobre todo en las zonas más débiles como son las aristas y sin embargo, aumenta de peso. Tonalidades más intensas, destacando el color rojizo



ciclos de absorción secado en la muestra 131



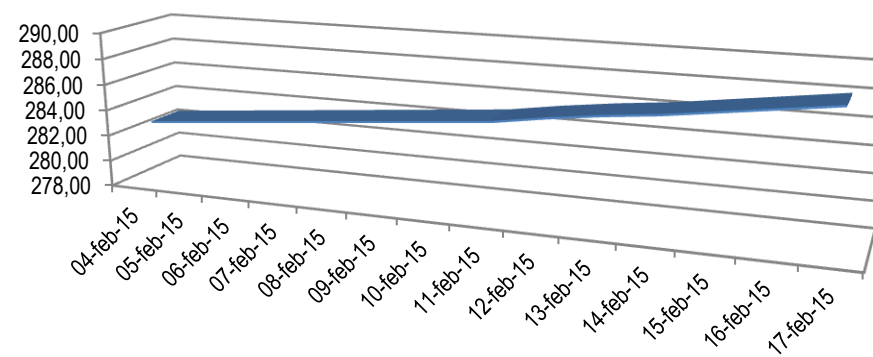
14/02/2015. Después de 8 ciclos, se aprecian ya algunas fisuras importantes en el extradós de la muestra. Siendo la muestra de la misma piedra número 1 que la anterior, se aprecia un color rojizo más intenso por la heterogeneidad del material. En este caso a partir de este ciclo la pérdida de material es importante por los grandes desprendimientos, lo que se refleja en la gráfica. .



#### PROBETA 212. Evolución del envejecimiento acelerado

11/02/2015 Después de 5 ciclos, solo se observa decoloración en sus caras expuestas, no hay pérdida de material en sus caras por lo que se aprecia mayor compacidad y resistencia. El aumento de peso es muy lineal y constante. En las zonas rojizas se aprecia una capa blanca resultado de las precipitaciones de las sales.

**ciclos de absorción secado en la muestra 212**



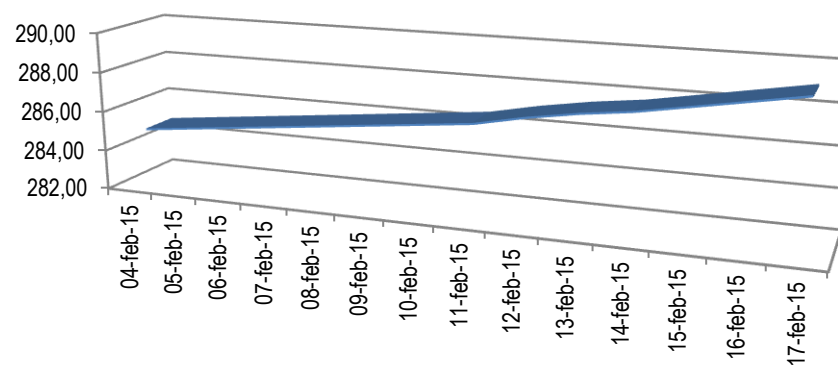
14/02/2015. Se aprecian menos daños que en las muestras de la primera piedra. El incremento es lineal de medio gramo en cada ciclo. Después de 8 ciclos, no se aprecian fisuras importantes pero si algún desconchamiento en la cara exterior de la muestra. Se aprecia un color rojizo más intenso por la heterogeneidad del material y la existencia de compuestos de hierro.



PROBETA 232. Evolución del envejecimiento acelerado.

11/02/2015. Después de 5 ciclos, le sucede lo mismo que en la muestra anterior de la misma piedra solo se observa decoloración en sus caras por la precipitación de las sales; no hay pérdida de material en sus caras, por lo que se aprecia mayor compacidad y resistencia. El aumento de peso es también muy lineal y constante.

ciclos de absorción secado en la muestra 232



14/02/2015. Después de 8 ciclos, no se observan fisuras importantes en la cara exterior de la muestra. Se aprecia un color rojizo más intenso con el paso del tiempo. El incremento es lineal de medio gramo diario, incrementándose en la última etapa antes de romper definitivamente.



Esta muestra tipo es mármol crema marfil, de la empresa LEVANTINA, y me ha servido de referencia para compararla con los resultados de las anteriores piedras de Godella. Se ha mantenido inalterable en su aspecto exterior, tanto en su color como en su textura.

Su denominación petrográfica es Caliza fosilífera, con una porosidad abierta del 1%  $\pm$  0,3 muy baja respecto al 21,91% de la piedra de la cantera de Godella.

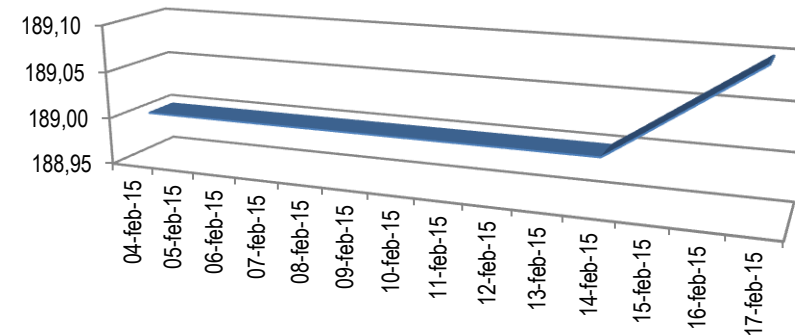
La absorción de agua a presión atmosférica del 0,3% frente al 5,55% de media de las probetas de la piedra de la cantera de Godella. El incremento de masa observado en la gráfica no es significativo pues supone una décima de grado.

Resistencia a compresión de  $165 \pm 26,5$  MPa

Por todo ello se deduce que se trata de una piedra de gran calidad, comparándola con la piedra de Godella utilizada en la Lonja de Valencia.



**ciclos de absorción secado en la muestra crema marfil**



Una vez se ha observado que se han roto completamente las muestras, el agua de la solución se deja evaporar, ya que no se podrán extraer para su pesado sin evitar su actual cohesión y se toman las imágenes siguientes, donde se aprecia claramente la rotura que sufren de forma continua y las posteriores precipitaciones de sales en contacto con el oxígeno de la atmósfera:



Imagen 151 CUBETA con las cuatro muestras con importantes grietas y desprendimientos. Fuente propia tomada el 21 de febrero de 2015.



Imagen 150 CUBETA con las cuatro muestras con importantes desprendimientos. Se empiezan a ver las primeras precipitaciones sobre las caras superiores expuestas al aire. Fuente propia tomada el 2 de marzo de 2015.



Imagen 153 CUBETA con las cuatro muestras con importantes desprendimientos y muy troceadas. Se ven las precipitaciones sobre las caras superiores y sobre los bordes de la cubeta. Fuente propia tomada el 4 de marzo de 2015



Imagen 152 CUBETA con las cuatro muestras. El nivel de la solución salina ha descendido de forma importante. La disgregación de las muestras ya no es tan significativo. Fuente propia tomada el 6 de marzo de 2015

Como continuación de la serie de imágenes anteriores, se observa que las eflorescencias afloran a medida que se evapora la solución:



Imagen 154 CUBETA con las cuatro muestras. El nivel de la solución salina sigue descendiendo. Y la disgregación de las muestras parece ya definitivo. Fuente propia tomada el 9 de marzo de 2015



Imagen 155 CUBETA con las cuatro muestras. La solución salina ha desaparecido y las eflorescencias aparecen por todas las partes. Fuente propia tomada el 11 de marzo de 2015



En estas imágenes, se muestra en detalle las eflorescencias de las sales en las caras superiores de las muestras y se contrasta con imágenes de perfil de las mismas en el recipiente, deduciendo que la parte de la piedra sumergida en la solución salina se mantiene libre de las mismas.



## **B.- CICLO ÚNICO DE SIMULACIÓN DE LA PIEDRA.**

Esta segunda simulación de envejecimiento acelerado no está normalizado y para su ejecución se ha utilizado la misma solución salina en las muestras de ambas piedras de Godella y la del mármol crema marfil de referencia.

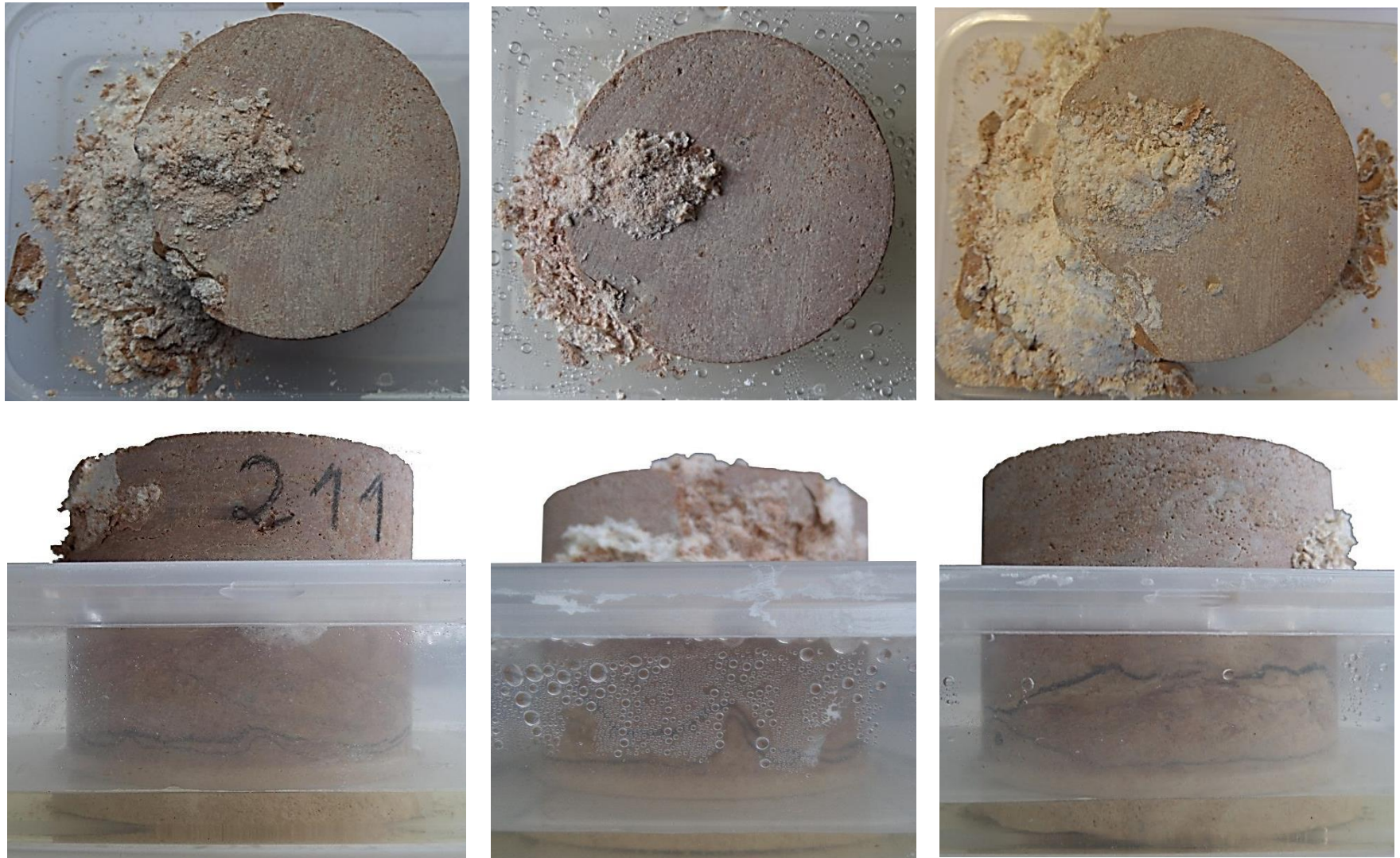
En general, se ha pretendido que se asemejara a una cimentación donde hay una parte anclada al terreno, sin contacto con el oxígeno del aire exterior, sumergiendo las muestras en la solución salina y aislándola mediante un recipiente de plástico, manteniendo el nivel de solución salina al introducir periódicamente líquido.

## MUESTRA NÚMERO 211

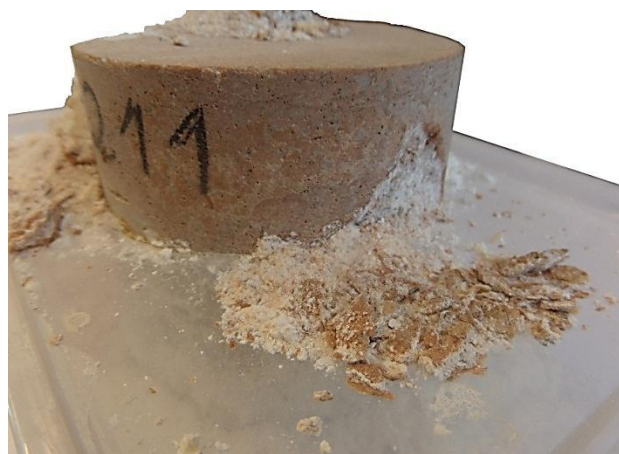
Se presentan a continuación, las imágenes de la evolución cronológica desde dos puntos de vista del efecto de la solución sobre la muestra número 211, obtenida de la piedra 2.







Imágenes 156 MUESTRA 211. En estas tres imágenes se pueden observar los dibujos de las líneas de absorción por capilaridad a los 30 minutos y a los 60 minutos. Fuentes propias.



Imágenes 157 MUESTRA 211. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias.

## MUESTRA NÚMERO 221

Se presentan a continuación, las imágenes de la evolución cronológica desde dos puntos de vista del efecto de la solución sobre la muestra número 221, obtenida de la piedra 2.









Imàgenes 158 MUESTRA 221. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias.

## MUESTRA NÚMERO 111

Se presentan a continuación, las imágenes de la evolución cronológica desde dos puntos de vista del efecto de la solución sobre la muestra número 111, obtenida de la piedra 1.







Imágenes 159 MUESTRA 111. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias.

## MUESTRA NÚMERO 121

Se presentan a continuación, las imágenes de la evolución cronológica desde dos puntos de vista del efecto de la solución sobre la muestra número 121, obtenida de la piedra 1.







Imágenes 160 MUESTRA 121. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias.

## MUESTRA MÁRMOL MACAEL.

Se presentan a continuación, las imágenes de la evolución del efecto de la solución sobre la muestra mármol macael, obtenida de la piedra de referencia. Imágenes desde la izquierda hacia la derecha.





## CAPÍTULO 3 EL ESTUDIO GRÁFICO

### 3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL LEVANTAMIENTO TÉCNICO.



Imagen 161 FRAGMENTO DEL PAPIRO DE TURIN  
Fuentes [www.egiptoantiguo.org](http://www.egiptoantiguo.org) / [www.solociencia.com](http://www.solociencia.com)

La evolución de las diferentes formas de medir que ha tenido el hombre nos lleva a la admirar a aquellos que las utilizaron y un estremecimiento al pensar poder conseguir semejantes resultados sin los actuales equipos topográficos

El origen de la representación gráfica puede encontrarse desde los comienzos de la civilización. El hombre siempre ha sentido la necesidad de expresar gráficamente su entorno, mediante los dibujos y pinturas que se conservan en las cuevas que habitó y que representan el nacimiento de las artes visuales.

El origen de la Geometría, base de la Topografía, que etimológicamente proviene del griego como palabra compuesta de “geo” (tierra) y “metron” (medida), es posterior al de la representación gráfica y fue motivado por necesidades catastrales al tener el hombre que medir los terrenos. Inicialmente, no tiene ningún carácter científico al estar compuesta por un simple conjunto de reglas totalmente intuitivas. Su evolución histórica no fue homogénea, ocurrió mediante avances puntuales de conocimientos, que tuvieron lugar en diferentes épocas y en distintos ambientes culturales y profesionales.

La aparición de la Topografía, como tal, en el campo de la Historia es difícil de encuadrar; sin embargo la Agrimensura, una parte de la Topografía, nace de la necesidad del hombre de saber el terreno que posee y, para ello, calcula su superficie.

Los primeros dibujos realizados por el hombre, hace aproximadamente veinte mil años, son simples proyecciones verticales de figuras humanas y de animales con los que quiere representar el espacio que le rodea, intentando configurar un lenguaje, muy tosco e impreciso al principio, que le permita plasmar ese espacio tridimensional en la realidad bidimensional del plano.

### 3.1.1 MESOPOTAMIA



Imagen 162 CUERDA CON NUDOS. Fuente [www.3.bp.blogspot.com](http://www.3.bp.blogspot.com)

Algunos historiadores señalan que el origen de la Geometría se remonta al III milenio a. C. Los orígenes de la Cartografía Catastral no están tampoco claros, pero se admite que el mapa más antiguo conocido se descubrió al norte de Babilonia hacia el 2500 a.C. Allí los investigadores encontraron una placa de barro cocido de 7 cm, que representaba el valle de un río, seguramente el Éufrates, con montañas a cada lado indicadas en forma de escamas de pescado. El Norte, el Este y el Oeste están indicados por círculos con descripciones. Esto quiere decir que al igual que aquellos mapas, los actuales también están referidos a los puntos cardinales.

En Mesopotamia hacia el 3000 a.C. se hacen los primeros replanteos de la historia a escala real utilizando cuerdas con nudos, porque el avance en la ingeniería hidráulica propició la formación de los primeros asentamientos, ciudades-estado, junto a los ríos Tigris y Éufrates

### 3.1.2 EGIPTO

El estudio de distintos documentos como el papiro de Rhind, escrito hacia el año 1700 a.C., donde se desarrollaban métodos geométricos que iban dirigidos a la agrimensura y a la estereometría, los

egipcios descubrieron un conjunto de propiedades geométricas que llegaron a conformar un rudimentario cuerpo doctrinal

Se puede considerar que las primeras mediciones realizadas de una forma sistemática y ordenada se hicieron en el Antiguo Egipto hacia el 1300 a.C., en época de Ramsés II (1330 a.C.), en la que se establecieron unos impuestos sobre la tierra parcelaria. Quedan planos de estos hechos como el mapa de Nubia realizado por Sestrosio, que se conserva en el Museo de Turín.

Su objetivo era determinar con precisión el perímetro de los terrenos después de las inundaciones periódicas del Nilo. Desarrollaron métodos para medir distancias con precisión y crearon la primera unidad de medida de la que se tiene constancia, el nilómetro, utilizado desde el 2000 a.C. para medir el nivel de las crecidas del Nilo<sup>61</sup>.

Los egipcios utilizaron las aplicaciones de la geometría para desarrollar sistemas de medición y replanteo con objeto de determinar con precisión la superficie de los terrenos que anualmente deberían verificar después de las inundaciones periódicas del Nilo.

Los primeros replanteos gráficos son pintados o grabados sobre las losas y sillares del pavimento, realizados también a escala real. Los planos y croquis encontrados están dibujados en diversos soportes como maderas, tablillas, papiros o piedras. En estos planos se intenta captar la vista más representativa de cada elemento reflejado en el dibujo: un edificio se representa mediante su planta y las ventanas por su alzado. En la representación gráfica de los jardines, el terreno se dibuja en planta y la vegetación en alzado abatido sobre la planta, adaptándose su distribución al espacio disponible.



Imagen 163 PAPIRO DE RHIND. Fuentes [www.revista.unam.mx](http://www.revista.unam.mx)  
[www.matematicasmodernas.com](http://www.matematicasmodernas.com)

<sup>61</sup> AA.VV. (2006). Historia visual del mundo. Edita Parragón books Ltd, 42

Los egipcios emplearon de forma habitual la escala y las cotas, así como la cuadrícula para facilitar el cambio de escala y para repetir en serie determinados elementos. Desarrollaron métodos para medir distancias con precisión y crearon la primera unidad de medida de la que se tiene constancia, el nilómetro.

Aunque en aquella época la noción de ángulo no estaba clara, los escribas sabían construir ángulos rectos partiendo del triángulo rectángulo con lados de 3, 4 y 5 unidades y también sabían calcular con precisión el talud o la pendiente de los terrenos y las caras de una pirámide, a partir de su altura y de uno de los lados de su base, analizando las relaciones geométricas que ligan dichos elementos y sin utilizar relaciones aritméticas.

### **3.1.3 GRECIA**

Hacia el siglo VI a.C., la geometría basada en la abstracción y la demostración deductiva adquiere en Grecia un importante auge que la eleva al rango de ciencia racional y le imprime la huella que todavía perdura actualmente<sup>62</sup>.

Fue Tales de Mileto (624-546 a.C.), creador de la Escuela Jónica, el primero que estableció que las leyes geométricas derivadas de los procedimientos empíricos egipcios, podían ser de aplicación general con la introducción del concepto básico de la abstracción. Es muy conocida su medición de la altura de una de las pirámides a partir de su sombra, procedimiento que fundamentó el teorema que lleva su nombre.

---

<sup>62</sup> AA.VV. (2003). Levantamientos planimétricos en edificación. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.pg 11-22

Su discípulo, Anaximandro de Mileto (610-547 a.C.), recoge en sus escritos las nociones abstractas de punto, recta, superficie, ángulo y círculo y a él se atribuye el descubrimiento de la esfera y de las cartas geográficas.

Pitágoras (580-500 a.C.) está considerado uno de los fundadores de la geometría. Su aportación más importante fue la “teoría de la ideas” cuyo ejemplo más claro se encuentra en su famoso teorema, imposible de demostrar con una simple medición.

Platón (428-347 a.C.) basa su filosofía en un modelo geométrico del Universo. Fundó la primera institución que puede considerarse precursora de las futuras Universidades la “Academia”, en cuya entrada podía leerse la inscripción «No entre aquí quien no guste de la geometría» y donde la aritmética, la astronomía, la armonía y la propia geometría constituían la parte fundamental de las enseñanzas impartidas.

Para Aristóteles (384-322 a.C.), discípulo de Platón, la geometría es una ciencia deductiva o racional, que puede considerarse como un sistema de conclusiones obtenidas a partir de premisas fundamentales por medio de sucesivos silogismos.

Es Euclides (primera mitad del siglo III a.C.) quien en su obra cumbre los “Elementos”, recoge, coordina y sistematiza todos los conocimientos geométricos de la época, con un rigor que los ha convertido en el fundamento de la geometría y la matemática clásicas. Sienta las bases, no sólo de la geometría clásica, sino también de los posteriores desarrollos de las matemáticas modernas. Con Euclides la geometría se convirtió en una teoría matemática tan correctamente realizada que no fue corregida sustancialmente hasta el siglo XX en que se desarrolla la geometría “no euclidiana”.



Imagen 164 TABLILLA BABILÓNICA. 700-550 a.C.  
Fuente [www.valdeperrillos.com](http://www.valdeperrillos.com)



Imagen 165 PALIMPSESTS AND ERASURE. ARQUÍMEDES PALIMPSESTO. Fuente [www.comppile.org](http://www.comppile.org)

En el siglo II a.C., los estudios de geometría métrica recogidos en los “*Elementos*” de Euclides, alcanzarán en Grecia su máximo esplendor con Arquímedes y Apolonio.

A raíz de la investigación geométrica llevada a cabo por Arquímedes (287-212 a.C.), para determinar la superficie del círculo mediante una aproximación al número “ $\pi$ ”, los conceptos abstractos de la geometría adquirieron un carácter más práctico y de aplicación inmediata. Sus aportaciones son “*La esfera y el cilindro*” y “*Los conoides y los esferoides*”.

En la representación gráfica de la Arquitectura Griega son escasos los ejemplos encontrados, no conociéndose planos, solo algunos croquis y dibujos bastante precisos de la época helenística. Al parecer, esta falta de ejemplos se debe a que los dibujos eran realizados a escala real sobre los pavimentos y sobre las fábricas, valiéndose de reglas largas y compases que quedaban ocultos bajo la propia construcción o desaparecían al pulir los paramentos.

Son muchos los autores que entienden que el origen del catastro se sitúa en la antigua Grecia, donde por primera vez, se establece un impuesto sobre las tierras del Ática para costear los gastos de la República Ateniense.

### 3.1.4 ROMA

Durante la época romana no se produce ninguna aportación importante en el campo de la Geometría o la Topografía. Sin embargo, se conservan numerosos testimonios de dibujos de replanteos y montañas que, continuando la tradición helenística, casi siempre eran realizados a escala real y grabados sobre la propia fábrica, quedando posteriormente ocultos o revestidos.

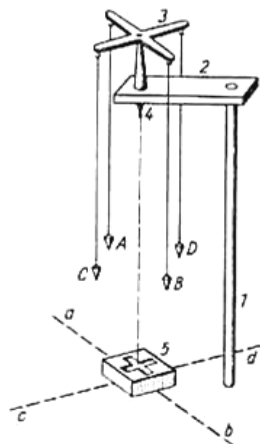


Imagen 166 GROMA ROMANA.

Fuente [www.imperioromano.com](http://www.imperioromano.com)

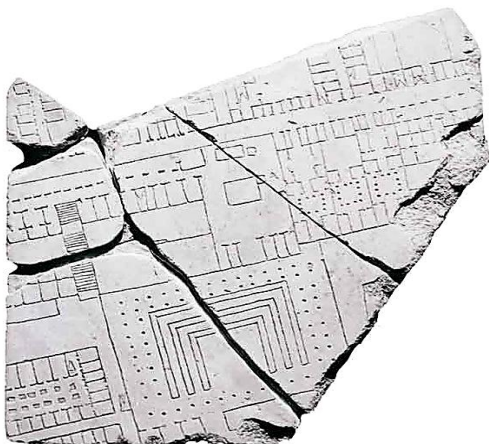


Imagen 167 FORMA URBIS ROMAE. s.III d.C. Roma. Fuente Museo della civiltà romana. [www.awmc.unc.edu.com](http://www.awmc.unc.edu.com) / [www.archeo.it](http://www.archeo.it)

Arqueólogos e historiadores han discutido durante largo tiempo sobre los instrumentos topográficos utilizados por los romanos, basándose en el hallazgo de varios trozos de metal en las ruinas de la antigua Pompeya y otras zonas del Imperio Romano.

En una excavación en Bavaria se encontró una cruz de hierro perforada por el centro en cuyos extremos había restos de unos ganchos de hierro: era la groma romana. Actualmente se sabe que la groma era el instrumento topográfico más utilizado por los romanos. La groma se utilizaba para observar y establecer líneas directas y ángulos rectos.

Servio Tulio estableció un catastro renovable cada 5 años y, posteriormente, Augusto hizo realizar un catastro general del Imperio Romano. La confección se encargaba a especialistas en las técnicas de medición y valoración que, a su vez, eran supervisadas por inspectores y comprobadores. Los planos eran elaborados de forma imperfecta pero complementados con otros índices tales como cantidades de simiente necesaria para la siembra, el tiempo de labranza, etc.

En las representaciones gráficas arquitectónicas romanas que se han encontrado, se pueden observar vestigios de una rudimentaria normativa, como ocurre en la porción del plano de Roma realizado sobre mármol en tiempos del emperador Septimio Severo y denominado "*Forma Urbis Romae*". Existen algunas representaciones gráficas de tipo ortogonal con plantas y alzados, pero sin la coordinación entre ambas propia del sistema diédrico.

### 3.1.5 EDAD MEDIA

La Edad Media constituye un periodo de estancamiento en la evolución de estas ciencias y se limita a la conservación y aplicación práctica de los conocimientos desarrollados por los griegos. La enseñanza de la geometría se basa en la obra de Euclides.

A partir del siglo XII, cuando la tecnología permite alejarse de la costa, una de las mejores formas de hacerse rico el capitán es la confección de planos de la costa que se recorriera. Tras la vuelta de los viajes los navegantes vendían sus planos confeccionados durante el viaje, a los mercators para actualizar los planos que vendían .O sea que a partir del siglo XII hay miles y miles de personas confeccionando cartografía mediante radiación gráfica o intersección<sup>63</sup>.



Imagen 168 MAPAMUNDI DE PTOLOMEO EN EL LIBER CHRONICARUM. 1493 Fuente [www.valdeperrillos.com](http://www.valdeperrillos.com)

A partir del siglo XIII, empieza a redactarse información gráfica sobre la arquitectura de la época. Y en el siglo XIV, los gremios de cantería elaboran reglas y artificios para el trazado de sus dibujos, que conservaban en celoso secreto. Sin embargo, cuando aparece la figura del “*arquitecto proyectista*” independiente de los gremios, el proceso proyecto-ejecución de la obra se desglosa en dos partes independientes realizadas por distintas personas.

El atlas de Ptolomeo (muy antiguo como su autor indica) se “redescubrió” después de 1200 años y es conocido en la cultura musulmana como Almagesto, desde entonces, fue el libro más publicado por la imprenta después de la Biblia.

---

<sup>63</sup> Doctor D. José Herráez. Universitat Politècnica de València



En el atlas de Ptolomeo ya se advierte que la tierra es redonda (meridianos y paralelos y lo sabían todos los navegantes que lo tuvieran) y sobre este, se basó Colón para "adivinar" donde debían encontrarse las Indias Orientales, "no se lo sacó de la manga" y además se equivocó en los cálculos por mucho<sup>64</sup>.

Juan de la Cosa, piloto de Colón, confeccionó el primer mapa de la América conocida, tras el segundo viaje de Colón en 1499. Era un mapa destinado a describir los descubrimientos de Colón y se conocía con el nombre de Portulano, pues en él en lugar de los paralelos y los meridianos, las líneas estaban orientadas según orientaciones con brújula.

A finales de la Edad Media la labor cartográfica seguía estando en manos de marinos que por su trabajo tenían un gran sentido de la orientación y de la proporción. Uno de estos mapas portulanos fue el "Atlas Catalán", elaborado en 1375.



Imagen 169 3ª HOJA DEL ATLAS CATALÁN DE 1375. Biblioteca nacional de Francia.  
Fuente [www.expositions.bnf.fr](http://www.expositions.bnf.fr)

---

<sup>64</sup> Doctor D. José Herráez. Universitat Politècnica de València

### 3.1.6 RENACIMIENTO

Los avances logrados en la Italia del Renacimiento en Geometría, Trigonometría, Mecánica, Óptica, y Sistemas de Representación, permiten que la Topografía pueda llevar a cabo un desarrollo importante.

La Agrimensura, como parte de la Topografía, es usada desde la antigüedad. La Topografía por sus métodos es más moderna.

Aunque el sistema cónico es el que mayor desarrollo tiene en esta época, paralelamente va evolucionando otro sistema de representación gráfica utilizado desde la Edad Media por los gremios de cantería, que utiliza proyecciones ortogonales más adecuadas para la representación exacta que requiere la realización de las dovelas de los edificios. Este sistema gráfico será el precursor del actual sistema diédrico.

Mercator era un apodo muy común en Flandes (mercader = marcator probablemente de planos, seguramente sería un impresor). Probablemente compraba cartografía a todo el que se la vendiera para añadirla en los planos que publicaba. Cuando vivía mercator no se sabía nada de proyecciones conformes (que conservan ángulos en la representación). Mercator no sabía que la tierra se parece a un elipsoide de revolución, ni soñaba plantear matemáticamente la deformación de un elipsoide de revolución sobre un plano conservando ángulos<sup>65</sup>.

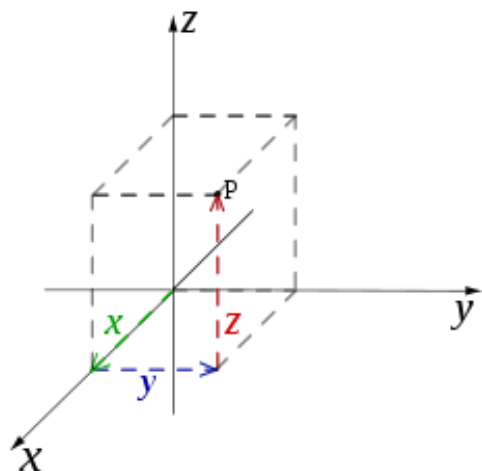


Imagen 171 POSICIÓN POLAR Y CARTESIANA DE UN PUNTO EN EL ESPACIO. Fuente [www.wikimedia.org](http://www.wikimedia.org)

---

<sup>65</sup> Dr D. José Herráez. Universitat Politècnica de València

La UTM no es una proyección cilíndrica (que alguna gente cree) sino una transformación conforme de un elipsoide de revolución sobre un plano (no hay cilindros en ningún sitio ni los puede haber).

La Universal Transversal de Mercator no la pudo definir Mercator. No se sabe el nombre real de Mercator (El. Juan García Lahiguera), de hecho parece que hay muchos Mercators.

El mapa del mundo que publicó Mercator en 1569 ofrecía por su proyección UTM, una serie importante de ventajas entre las que destacaba la de su Universalidad. Estaba confeccionado con los datos proporcionados por el veneciano Marco Polo sobre Asia.

### 3.1.7 SIGLOS XVII a XIX

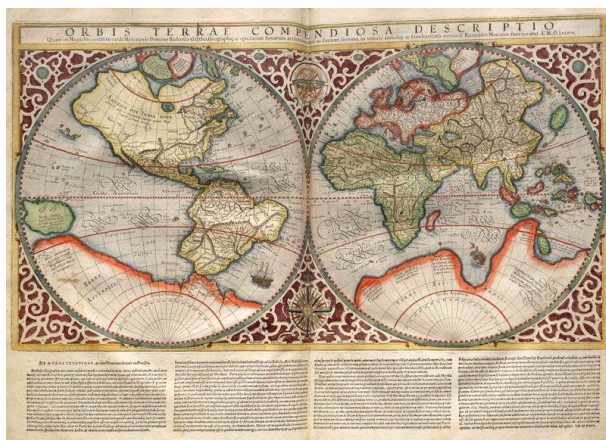


Imagen 172 PRIMER MAPAMUNDI ELABORADO CON LA PROYECCIÓN MERCATOR (1569). Fuente [www.valdeperrillos.com](http://www.valdeperrillos.com)

Tres personajes importantísimos por sus aportaciones darán pie a la Topografía que actualmente conocemos: Galileo, Ignacio Porro y Reichenbach, que veremos en el apartado siguiente. Galileo, con sus aportaciones en la mejora del telescopio es considerado como el “padre de la astronomía moderna”. En 1609 difunde el anteojo, componente principal en los aparatos topográficos y alineador por excelencia.

El sistema diédrico se incorporó a todos los centros de enseñanzas técnicas de Europa, siendo fundamental su empleo y difusión para el desarrollo industrial del siglo XIX, al utilizarse como el lenguaje gráfico que facilitó la construcción de las máquinas proyectadas en esa época.

Reichenbach, que idea el anteojo estadimétrico que lleva su nombre. Consiste en intercalar un retículo con dos hilos y establecer la relación entre la proporción de los segmentos entre ellos para obtener la distancia indirectamente, es decir, sin necesidad de recorrerla..

Ignacio Porro, ingeniero del Instituto Politécnico de Milán (1809-1875) revoluciona metodológicamente la Topografía, al utilizar las coordenadas cartesianas para la determinación de puntos del terreno.

Además, ayudó a diseñar aparatos y a perfeccionar los existentes. Fue el inventor del anteojo, llamado de analatismo central al introducir en el sistema óptico del instrumento una lente colectora o analítica que llevó el punto analítico al centro del instrumento, lo que anulaba la constante del aparato de Reichenbach, agilizando los trabajos.

Porro ideó el método taquimétrico, que fue ampliamente difundido por Moinot en la segunda mitad del siglo XIX. Inventó una máquina con la cual un círculo de 58 mm. de diámetro se podía dividir en 400 trazos equidistantes, creando así un limbo de medición angular.

Dicho aparato se conserva en la casa Salmoiragh de Milán.

Los avances y perfeccionamientos en los instrumentos son constantes. El francés Laussedat, a mediados del siglo XIX, utilizando técnicas fotográficas, inicia una técnica denominada Fotogrametría Terrestre.

El paso de una proyección cónica representada por la fotografía a una proyección ortogonal cilíndrica que es la forma de obtención del plano por medios conocidos, permite el levantamiento de una zona extensa.



Imagen 173 PANTÓMETRA TAQUIMÉTRICA DE DOBLE LECTURA. Fuente [www.topografia.upm.es](http://www.topografia.upm.es)

### 3.1.8 SIGLO XX y XXI



Imagen 174 TEODOLITO ANALÓGICO WILD de 1923.

Fuente propia.

Las guerras mundiales aceleran la investigación en el campo de la medición indirecta consiguiendo avances importantísimos en muy poco tiempo. El objetivo era disponer de levantamientos topográficos precisos que facilitaran las actuaciones militares. Nace así el teodolito analógico tal como lo conocemos hoy en día.

El que vemos en la imagen es de la marca WILD, creador de la actual marca Leica y antecesor del primer Escáner Láser 3D. Heinrich Wild lo construye en agosto del año 1923 con tecnología LEITR, aparece en el mercado en 1932 y se le llamó THEODOLIT T1A. Hasta 1968 no aparecerán los distanciómetros electro-ópticos de láser, que montados sobre el teodolito darán paso a las semi-estaciones<sup>66</sup>

Desde entonces, su evolución ha sido rapidísima, en paralelo al desarrollo de las nuevas tecnologías y la electrónica, reduciendo el tamaño y el peso de los instrumentos, obteniendo resultados más exactos, de forma más rápida, efectiva y reduciendo costes de producción.

En la actualidad, el diseño asistido por ordenador y la tecnología G.P.S., son dos grandes avances tecnológicos que por sí mismos o en su conjunto, han revolucionado el concepto de la Topografía.

A mediados del siglo XX aparece el ordenador. Actualmente, es un instrumento básico y necesario en todos los campos técnicos y culturales, especialmente en el de la representación gráfica.

<sup>66</sup> [www.leica.com](http://www.leica.com).



Imagen 175 TEODOLITO DIGITAL MARCA TOPCON  
Fuente propia.

Tanto desde el punto de vista conceptual como operativo, el diseño asistido por ordenador ha supuesto el comienzo de una nueva era.

A finales de los años 60 se inicia la realización de programas de diseño gráfico, que se desarrolla intensamente en la siguiente década. A mediados de los años 80 se inicia la comercialización a gran escala de los ordenadores personales que, gracias a sus potentes procesadores asumen funciones que estaban reservadas a equipos menos accesibles. Actualmente, como consecuencia de la utilización de los programas de CAD (Computer Aided Desing), se han incorporado plenamente a la práctica profesional de la arquitectura y la ingeniería.

Los equipos topográficos utilizados a día de hoy se pueden dividir por la forma de tomar los datos en tres tipos.

- 1.- Levantamientos clásicos.
- 2.- Levantamientos convencionales.
- 3.- Levantamientos con escáner láser y otros con receptor por satélites.

#### **1.- Los levantamientos clásicos. El Teodolito digital.**

El Teodolito es un instrumento de última generación que permite obtener ángulos electrónicamente y distancias indirectamente al utilizar la mira parlante.

Los puntos son tratados uno a uno y sus datos, tomados con teodolitos son desarrollados posteriormente mediante cálculos realizados externamente y de forma manual, plasmando los resultados en un Estadillo.

## **2.- Los levantamientos convencionales. La Estación Total**

La Estación Total es un instrumento de última generación, que permite obtener distancias y ángulos electrónicamente, con un software interno capaz de hacer los cálculos necesarios para obtener en tiempo real resultados técnicos como distancias geométricas, coordenadas, alturas, superficies,..., con una memoria interna capaz de almacenar grandes cantidades de datos y transferirlos a cualquier periférico externo: ordenador, pda,...

Los componentes óptico y mecánico no difieren de los que llevan los Teodolitos Digitales. La diferencia y gran ventaja de la Estación Total es el componente electrónico en cuanto a la memoria interna que dispone para almacenar datos de campo, que la hace más versátil y rápida que los instrumentos clásicos. Vemos en la imagen una Estación Total con/sin prisma de última tecnología que prácticamente no se distingue del Teodolito por su imagen externa, su carcasa, sus dimensiones, su peso, su estacionamiento sobre el trípode,...



Imagen 176 ESTACIÓN TOTAL MARCA TOPCON.  
Fuente propia.

### **Características generales de las Estaciones Totales**

Todas ellas se presentan de forma compacta y ligera, por tanto, fácil de transportar. Más o menos resistentes al polvo que generan las obras, a pequeños golpes,..., a las inclemencias del tiempo (frío, calor y lluvia débil aunque nunca se aconseja por la elevada humedad ambiental). Su uso se facilita con el idioma del software y con el teclado ya que se asemeja al de un móvil convencional.

De entre los valores que ofrece la casa fabricante, destacar el de la precisión con la que trabaja la Estación y ciertas características técnicas que resultan de interés.

No todos los trabajos topográficos exigen el mismo grado de precisión, de manera que debemos hacer un análisis de nuestras necesidades de precisión y elegir una Estación en consecuencia.

Las Estaciones Totales pueden clasificarse en tres gamas o categorías. Cada una de ellas con unas prestaciones y precios in crescendo:

	Gama baja	Gama media	Gama alta
Medición de distancias	900-1500m.	1500-2500m	2500-4000m
Precisión métrica	+/- (3mm+3ppm)	+/- (2mm+2ppm)	+/- (2mm+2ppm)
Medición de ángulos	20 <sup>cc</sup> -20 <sup>cc</sup>	15 <sup>cc</sup> -10 <sup>cc</sup>	5 <sup>cc</sup> -1 <sup>cc</sup>
Anteojos (aumentos)	27x	28x-30x	30x



Imagen 177 ESTACIÓN ROBOTIZADA. Fuente [www.inland.com](http://www.inland.com)

Los trabajos destinados a Edificación requieren de una Estación de gama Media o Baja, en función de las prestaciones requeridas.

#### ***El levantamiento robotizado con Estación Total.***

El levantamiento robotizado permite la búsqueda y el seguimiento del prisma, así como la toma de datos sin operador que manipule la Estación Total. La propia persona que lleva el reflector está en contacto con la Estación mediante una Controladora de Campo a la que le da cuantas órdenes precise la misma. El Replanteo de puntos mediante la introducción de las coordenadas permite que la Estación se oriente automáticamente y se quede marcando la dirección del punto a falta de leer la distancia.



La precisión angular de 1, 3 y 5 segundos sexagesimales en la puntería robotizada es lo que distinguirá a las diferentes gamas de estaciones. El Interface gráfico suele ser de Windows, a color, tanto en la Estación Total como en la Controladora, lo que facilita su utilización<sup>67</sup>.



Imagen 178 ESCANER LÁSER 3D

Fuente [www.leica.com](http://www.leica.com)

**El levantamiento robotizado y con imagen en Estación Total** añade a la anterior Estación Robotizada dos cámaras de imagen digital, rutinas de medición automática rápida mediante la tecnología SCAN, de cuadrícula regular a más de 20 puntos por segundo, control del instrumento con la pantalla táctil y conexión remota vía WIFI, además del Bluetooth integrado de tecnología sin cables para la controladora de campo.

### **3.- Los levantamientos con Escáner Láser 3D y con el Receptor GPS + GLONASS + GALILEO**

#### **EL ESCÁNER LÁSER 3D**

Los puntos son tratados de forma automática y sus datos tomados a gran velocidad.

Es un instrumento compacto de características físicas externas similares a una Estación Total. Externamente, en el lugar del anteojo destaca una gran ventana protegida por un cristal simple que permite el paso del láser de longitud de onda de color verde, que manteniéndose fijo es reflejado sobre un espejo rotativo. Tiene una rotación automática sobre su eje vertical de 360 grados sexagesimales (no utiliza el sistema centesimal). El estacionamiento es más sencillo al disponer de elementos internos de auto nivelación.

<sup>67</sup> [www.inland.com](http://www.inland.com)

El almacenamiento de los datos se realiza a través de un ordenador exterior de apoyo que se comunica mediante enlace físico cableado y que se encarga de su total funcionamiento; además permite ver en tiempo real los resultados que se obtienen.

A nivel internacional se han publicado numerosas aplicaciones del escáner láser 3D. Algunos de los más interesantes por las peculiares características del edificio que escanean y sus protocolos de actuación son:

1.- Chen-Yan Lin, Naai-Jung Shigh y otros. **3D SCAN FOR THE DIGITAL PRESERVATION OF A HISTORICAL TEMPLE IN TAIWAN**. Journal: Science Direct. Advances in Engineering Software 38 (2007) 501-512. National Taiwan University of Science and Technology.

2.- X J Cheng and W Jin, **STUDY ON RESERVE ENGINEERING OF HISTORICAL ARCHITECTURE BASED ON 3D LASER SCANNER**. Journal: IOPscience. Conferences Series 48 (2006) 843-849. Department of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China.

3.- Jie Che, **ARCHITECTURAL MODELING FROM SPARSELY SCANNED RANGE DATA**. Journal: Int J Comput Vis (2008) 78:223-236. Department of Computer Science and Engineering, University of Minnesota at Twin Cities, Minneapolis, USA.

Brevemente, comentaré lo que considero más interesante sobre el primero de los ejemplos internacionales, el del Temple en Taiwan.

Este artículo manifiesta el gran esfuerzo que se está haciendo para preservar digitalmente la arquitectura China utilizando un escáner láser 3D, de similares características al utilizado en la Lonja de Valencia.



Imagen 179 El Templo Pao-an Taiwan. Fuente Chen-Yan

El uso del escáner permitió identificar la mayoría de errores en la toma de datos de anteriores levantamientos gráficos, realizados con dibujos tradicionales datados en 1958. Se trata de una construcción muy libre, con grandes curvas lo que generan grandes dificultades sobre todo para enlazar el levantamiento exterior y el interior. Fueron solucionadas a través de las secciones.

Los templos se han levantado siempre a partir de planos y dibujos en dos dimensiones, limitadas para describir las superficies geométricas precisas, lo que obliga a un análisis de levantamientos en tres dimensiones para posteriores intervenciones de mantenimiento debido sobre todo, a la rápida degradación y aflojamientos en las uniones de los diferentes listones de madera empleados como material de construcción hace 170 años.

Los modelos en 3D realizados en 1994 estaban basados en la utilización de técnicas activas de medición mediante mallas de polígonos, lo que comportaba una gran exactitud en el levantamiento. Los últimos avances tecnológicos han permitido conseguir escáneres capaces de digitalizar grandes elementos, en este caso arquitectónicos, desde la utilización del escáner por la Stanford Computer Graphics Laboratory en la digitalización del proyecto de Michelangelo, la estatua del David.

La conservación presenta un modelo inverso del proceso constructivo al de la construcción con el objeto de preservar y recuperar de forma individual cualquier parte de las piezas de la construcción.

En este estudio se establecen las siguientes limitaciones al uso del escáner 3D: las interferencias y los obstáculos que impiden que la onda que proyecta el escáner sobre el elemento arquitectónico no llegue al punto deseado. Aunque especifica que este problema se puede solucionar disponiendo el escáner en otro punto de estacionamiento que cubra la zona de sombra dejada por la anterior estación. El excesivo peso y tamaño del equipo utilizado también es considerado por Chen-Yan como inconveniente, sobre todo para desplazarlo por lugares de gran dificultad.



Imagen 180 ESCÁNER trabajando en una de las esquinas exteriores del Templo Pao-an Taiwan Fuente Chen-Yan

La elevada inversión económica inicial en el software, hardware y la posterior manipulación de datos con potentes ordenadores.

En la Lonja de Valencia, estas dificultades se encontraron en el intradós de las cúpulas del Salón Columnario (este aspecto está superado con los actuales escáneres), y en las jambas de todas las portadas.

**EL SISTEMA G.P.S.** o Sistema de Posicionamiento Global, nació en Estados Unidos con el objetivo de mejorar su anterior sistema militar de satélites de navegación, denominado TRANSIT disponible desde 1967 y muy usado en técnicas geodésicas en todo el mundo.

Se pretendía conseguir una navegación en tiempo real, precisa y de forma continua en tierra, mar o aire, sin importar las condiciones meteorológicas y bajo un sistema unificado de cobertura global con precisiones de unos pocos metros en coordenadas. Una vez consolidado militarmente dicho sistema, sus enormes aplicaciones no pasaron desapercibidas al sector comercial que, rápidamente y aprovechando que se obtiene un posicionamiento en tiempo real muy aceptable, inició su uso y divulgación entre la comunidad científica.

El receptor consta de una serie de elementos que se encargan de recibir las radiofrecuencias enviadas por los satélites. Además, suelen poseer diferentes canales para seguir simultáneamente a varios satélites, un procesador interno con su correspondiente soporte lógico, una unidad de memoria para el almacenamiento de la información, teclado de control, pantalla de comunicación con el usuario, diferentes conectores para funciones varias y una fuente de alimentación interna o externa.

La utilización de los satélites de la constelación Navstar, con técnicas G.P.S, ha abierto en las Ciencias Geográficas un inmenso abanico de posibilidades al permitir situar puntos con grandes



Imagen 181 PORTADA DE LOS CARTELES ANUNCIANDO  
EL AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA. Fuente  
[www.universo.iaa.es](http://www.universo.iaa.es)

precisiones en aplicaciones geodésicas, topográficas y precisiones ampliamente satisfactorias para navegación en tiempo real por tierra, mar y aire. Esta capacidad de situar puntos se realiza en el marco de un sistema de referencia global extraordinariamente homogéneo y garantiza una coherencia y uniformidad de escala y orientación hasta ahora sin precedentes.

El receptor y un grupo de satélites como los Estadounidenses GPS, o los Europeos Galileo, o los Rusos Glonass, utiliza Tecnología de Posicionamiento Universal por Satélites G3 es la que combina los tres sistemas de emisión de señales que disponemos a nuestro alcance actualmente.

Tecnologías Bluetooth para funcionar sin cables de conexión entre la Controladora de Campo y los Receptores. Memoria de almacenamiento de los datos interna,..., autonomía de funcionamiento de hasta 11 horas, y lo más importante su precisión en tiempo real: Horizontal +/- 10 mm + 1 ppm y Vertical +/- 15 mm + 1 ppm.



### 3.2 LEVANTAMIENTO CON EL ESCÁNER LÁSER 3D.

*La precisión reina. La economía manda... ha empezado otra época... Un siglo de ciencia ha conquistado medios poderosos y desconocidos hasta hoy. La materia está en nuestras manos... El espíritu se comunica de pueblo en pueblo y el progreso precipita sus consecuencias... por todas partes surgen interrogantes. Signos de inquietud. Testigos del deseo de conocer. Presagios de actos que quieren ser concisos y claros.<sup>68</sup>*

El Escáner Láser utilizado en un primer levantamiento de la Jamba de la puerta principal de la Lonja de Valencia en el año 2011, es este que vemos en la imagen, de la marca Leyca, capaz de levantar más de 4.000 puntos por segundo, lo que supone aproximadamente 10 Mb por minuto de trabajo.



Imagen 182 EL ESCANER LÁSER 3D TRABAJANDO EN LA LONJA DE VALENCIA. Segunda planta del consulado del mar. Fuente propia.

<sup>68</sup> Le Corbusier. Conferencia dada en La Sorbona el 12 de Junio de 1924

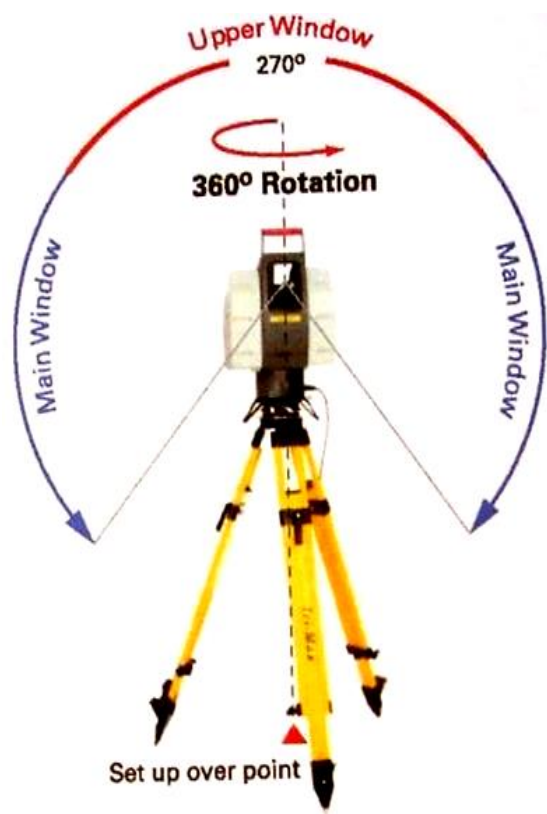


Imagen 183 ÁMBITO DE ESCANEEO. Fuente de la tesis doctoral de José Antonio Barrera 2006

Sobre el Escáner Láser 3D de este modelo y de otros, sus características técnicas, sus aplicaciones, los protocolos de actuación, la comparación con otras tecnologías innovadoras aplicadas a un mismo proyecto a partir de un amplio catálogo, ya lo describe ampliamente el Doctor D. José Antonio Barrera Vera en su Tesis Doctoral en 2006, titulada “Aplicación de tecnologías innovadoras en la documentación geométrica del Patrimonio Arquitectónico y Arqueológico” en la Universidad de Sevilla. De esta Tesis se ha extraído la información necesaria para entender el trabajo de investigación desarrollado.

El levantamiento de la portada principal de la Lonja se realizó de forma estimada en escasamente 50 minutos, en cuatro puntos de estación, (dos interiores y dos exteriores), y generó un archivo de 211 Mb de extensión PTS.

El archivo que genera este escáner son PTS para gestionarlos con el programa específico de la marca Leyca, llamado Ciclón o archivos SCR para trabajarlos con el programa AutoCAD y que se cargan con el comando SCRIPT.

El mismo programa ciclón puede crear los archivos PTS en dirección perpendicular al eje X y también en dirección perpendicular al eje Y o al eje Z, con el objeto de crear tantos archivos como planos de sección se programen.

*La división de un archivo de puntos generados con el programa ciclón en un grupo de archivos mas pequeños es necesario para utilizarlos en el programa de dibujo informatizado AutoCAD, ya que archivos de más de 200 Mb ralentizan el proceso informático cuando se carga sin referenciar el archivo de trabajo las últimas versiones del programa AutoCAD (2014 y 2015), no permiten cargar el archivo y solo lo referencia como nube de puntos.*



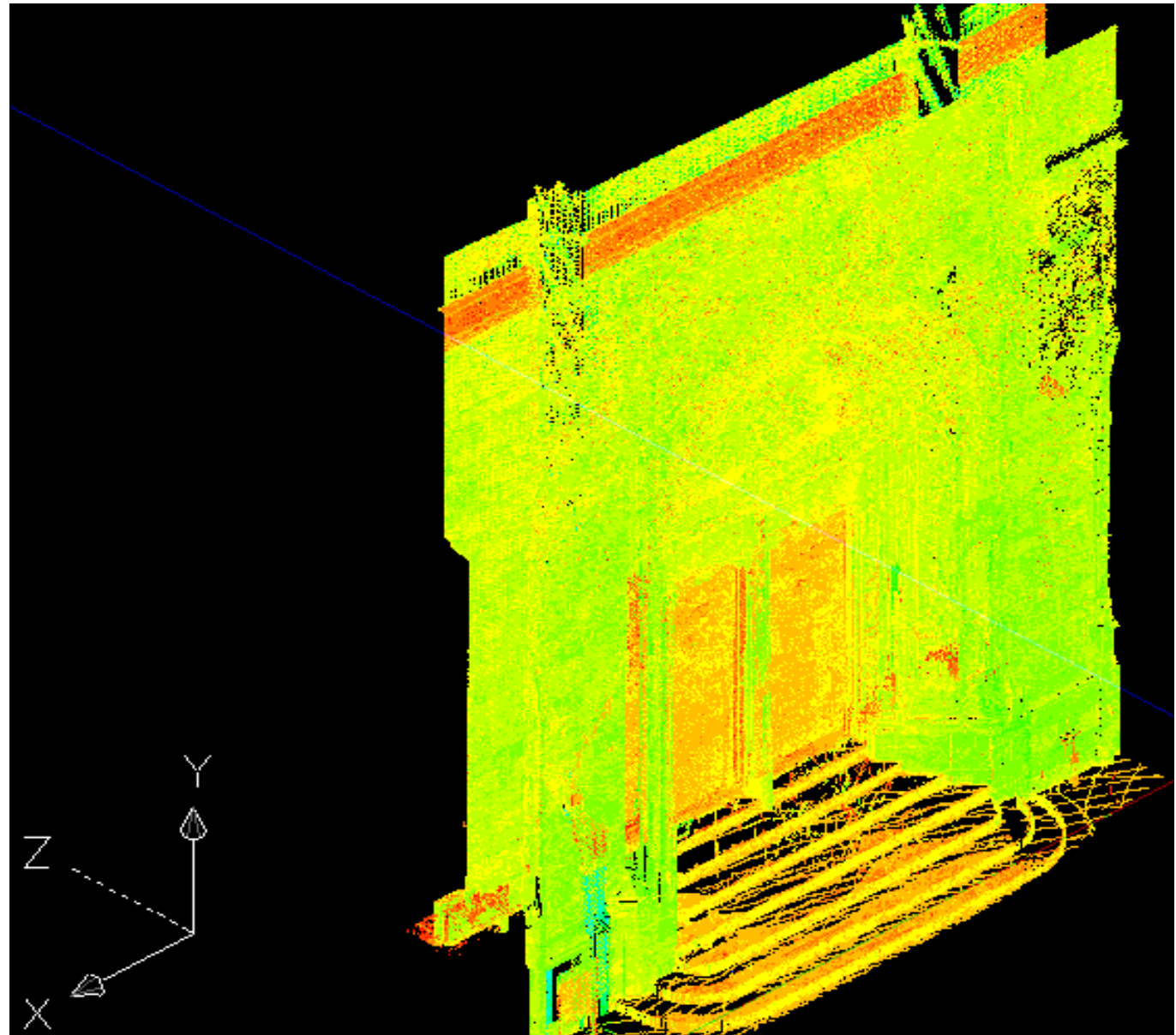
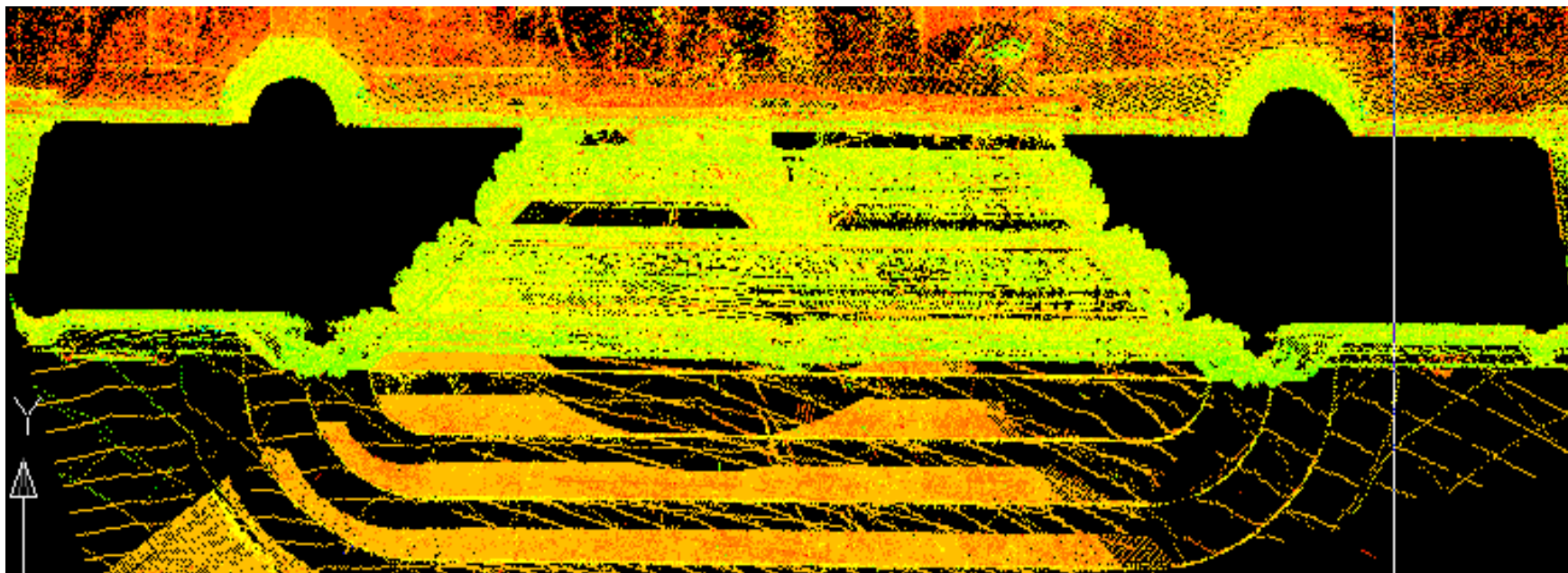


Imagen 184 NUBE DE PUNTOS DE LA PORTADA DE LA LONJA DE VALENCIA. Obtenida con el escáner de la marca Leyca en el año 2004. Fuente propia.

Desde el programa CAD podemos también ver el mismo archivo desde otros puntos de vista.

La siguiente imagen se corresponde con la nube de puntos del levantamiento anterior visto en planta como sección horizontal.



La diferencia de color que podemos apreciar en estas imágenes, son dispuestos por el propio escáner para indicarnos la mayor o menor reflexión que la onda ha sufrido en el levantamiento, lo que nos da idea de la precisión en la toma de datos. La gama de colores verdes nos informa de una buena reflexión. La gama de colores anaranjados, de lo contrario.

Los resultados que se obtienen automáticamente son un conjunto de puntos, dados en coordenadas cartesianas X,Y,Z, con un origen de coordenadas relativo establecido por el punto de estacionamiento. A este conjunto de puntos se le llama **NUBE DE PUNTOS**.

Su nombre se debe a la gran cantidad de puntos que es capaz de obtener en cada uno de sus barridos y depende de la resolución gráfica que le exijamos al escáner sobre el elemento que vayamos a escanear.

La nube de puntos se ha podido observar en la anterior imagen en tres dimensiones, mostrando no sólo la fachada al exterior con todo tipo de detalle sino también la interior.

Se volvió a escanear la Jamba por segunda vez en febrero de 2015, utilizando el nuevo modelo de escáner láser 3D de la marca Topcon, llamado **FARO Laser Scanner Focus3D**. Esta vez el número de estacionamientos exteriores fueron cinco con el objeto de minimizar las sombras de los elementos sobresalientes de las dos jambas de la portada obtenidas en el primer escaneo.

El Focus3D es un escáner 3D de alta velocidad, que la marca TOPCON lanza al mercado en el año 2014. Es utilizado en los levantamientos que requieren gran detalle y precisión geométrica. El escáner utiliza la tecnología láser para generar imágenes tridimensionales de geometrías y entornos complejos a partir de una densa nube de puntos, que se aprecia como una fotografía de alta resolución.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

La longitud máxima de alcance es de 330 m, según indican las características del modelo utilizado y dispone de un sensor de horizontalidad, de altitud y de un compensador de eje dual para facilitar su estacionamiento. Su forma es compacta, sus dimensiones reducidas ( 24 x 20 x 10 cm) y su peso de



Imagen 185 ESCANER 3D FARO. Fuente [www.topcon.com](http://www.topcon.com)



Imagen 186. FARO 3D. En la primera de las 5 estaciones previstas en el levantamiento de la portada. Fuente propia 2015.

5,0 kg, sin dispositivos externos como baterías y ordenador portátil. Es el más pequeño fabricado hasta el momento y esto permitirá estacionarlo con mayor facilidad que el anterior de la marca Leyca.

Dispone de un software de fácil uso, intuitivo y con control a través de una pantalla táctil. El registro de puntos es automático y se hace sobre una micro tarjeta extraíble y no sobre un ordenador externo de apoyo. Su exactitud milimétrica, similar al de Leyca. La velocidad máxima de escaneado es de 976.000 puntos de medición por segundo.

Otras características son:

**WLAN (WiFi):** El control remoto WLAN le permite iniciar, detener, ver o descargar escaneos de forma remota.

**Cámara a color integrada:** Escaneo 3D con realismo fotográfico gracias a la cámara a color integrada con superposición de color, sin paralelaje, de 70 megapíxeles y automática.

**Batería de alta capacidad:** La batería integrada de iones de litio proporciona hasta cinco horas de funcionamiento y puede cargarse durante el servicio.

**Dispone de GPS** integrado y permite la realización de escaneos a plena luz del día.

**Precisión** de distancias de hasta  $\pm 2$  mm.

**Rango** de 0,6 m a 130 m y hasta 330 m, según modelo. Gran rango incluso bajo luz solar directa y fácil posicionamiento con su GPS integrado.

**Velocidad de medición:** hasta 976,000 puntos/segundo.

La nube de puntos generada por el escàner se ha gestionado desde el programa específico SCENE 5.3 que la marca Topcon dispone para ello.

Se presenta, a continuaci3n, la nube de puntos obtenida y una secuencia de imàgenes que nos acercan al pixelado de la imagen que representa cada uno de los puntos tomados por el escàner.

En estas tres primeras imàgenes podemos apreciar lo siguiente:

Aparecen zonas sin puntos en el tímpano de la portada debido a la sombra de proyecci3n que generan los remates que sobresalen del dintel de la puerta.

En la parte superior del contorneado de la puerta en la fachada hay tambi3n sombras de proyecci3n que producen los remates que sobresalen en este caso de los arcos apuntados de la puerta.

Se aprecia en la parte central de la base, el vaci3o de puntos que dejan cada uno de los puntos de estaci3n elegidos, y el propio programa introduce una imagen esquemàtica del escàner en cada una de sus posiciones.

Asi mismo, se aprecian cuatro esferas blancas que son las referencias milim3tricas que le indicamos al programa para superponer las diferentes estaci3nes, a partir de cada uno de sus centros geom3tricos. En el levantamiento con el escàner de Leyca se utilizaron tres pequeñas dianas dispuestas en puntos singulares de la portada.

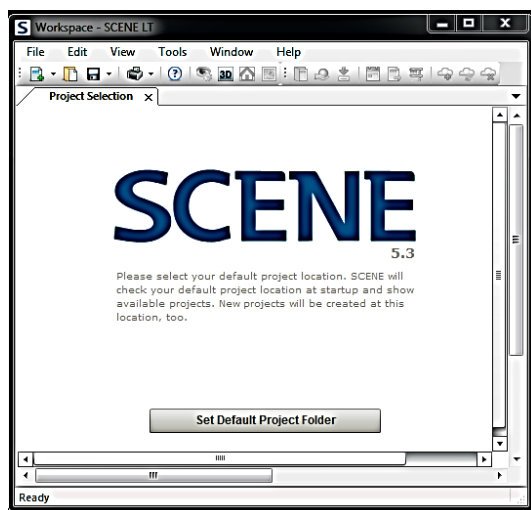


Imagen 187 SCENE. Display del programa utilizado en la gesti3n de puntos del escàner Faro.

Fuente propia.



Imagen 188 PORTADA. Se presenta la portada con todos los elementos que la enmarcan, representando la imagen más alejada. Fuente propia.

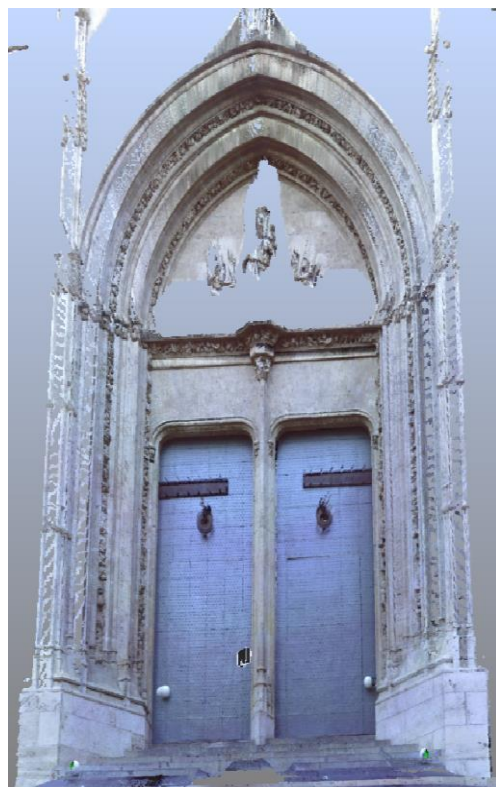


Imagen 189 PORTADA. Se dispone la portada completa, más cercana que la anterior y con una vista frontal. Fuente propia.



Imagen 190 PORTADA. Ahora con más detalle que las anteriores, se centra en la base de la jamba de estudio. Todavía a esta distancia se aprecia como una imagen de alta resolución. Fuente propia.



Imagen 191 PORTADA. Ahora se aprecia el pixelado de puntos que conforman las imágenes anteriores desde un zoom de detalle. Cada uno de estos puntos está definido por sus coordenadas X,Y,Z y con las características geométricas de exactitud que presenta el equipo y que anteriormente he indicado. Fuente propia.

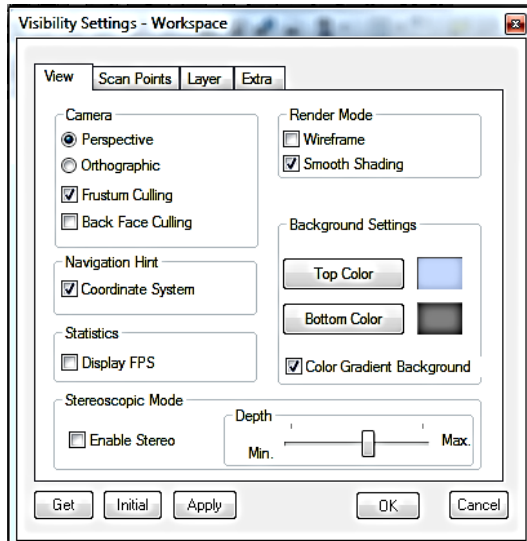


Imagen 192 SCENE. Esta es la primera de las cuatro sub ventanas que permite el programa. En ella se establecen los parámetros visuales de posicionamiento de la cámara, colores y suavizado de líneas entre otros. Fuente propia.

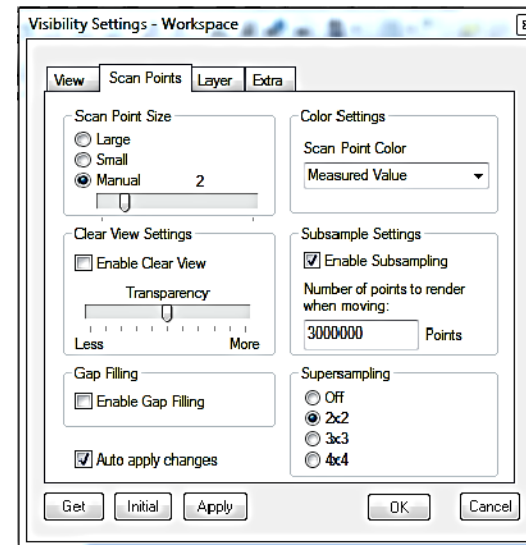


Imagen 193 SCENE. Esta segunda sub ventana controla la visión de los puntos escaneados. Fuente propia.

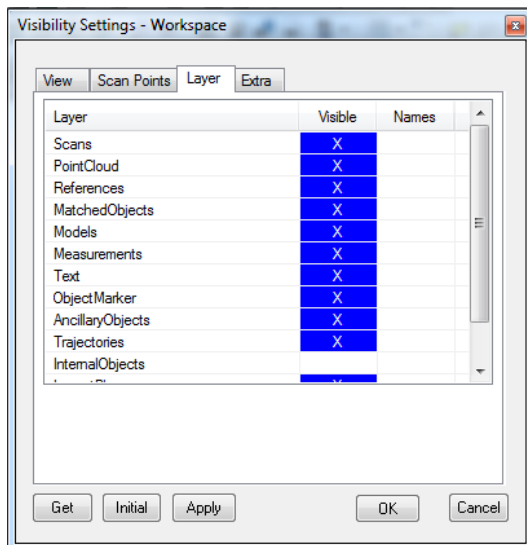


Imagen 195 SCENE. Esta tercera sub ventana permite gestionar la visión de las capas. Fuente propia.

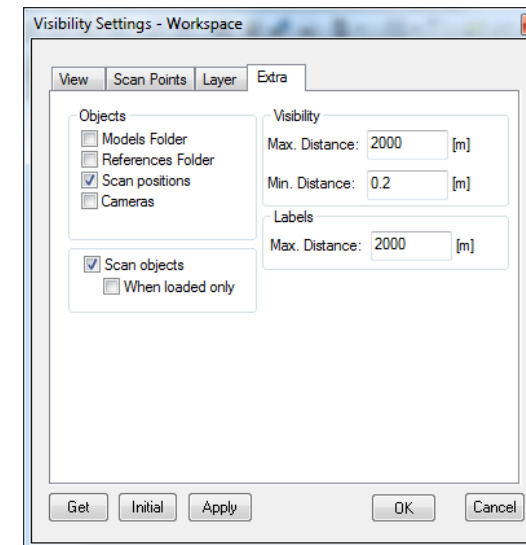


Imagen 194 SCENE. Esta cuarta sub ventana controla otros parámetros relacionados con la visibilidad de los elementos. Fuente propia.



### 3.2.1 LA NUBE DE PUNTOS.

El levantamiento de la puerta principal de la Lonja de Valencia se ha llevado a cabo, como hemos visto, a partir de dos levantamientos con dos equipos topográficos diferentes. La necesidad del segundo levantamiento se debe a la multitud de sombras que en toda la portada han generado las molduras existentes tanto en las jambas como en los arcos en el primer escaneado.

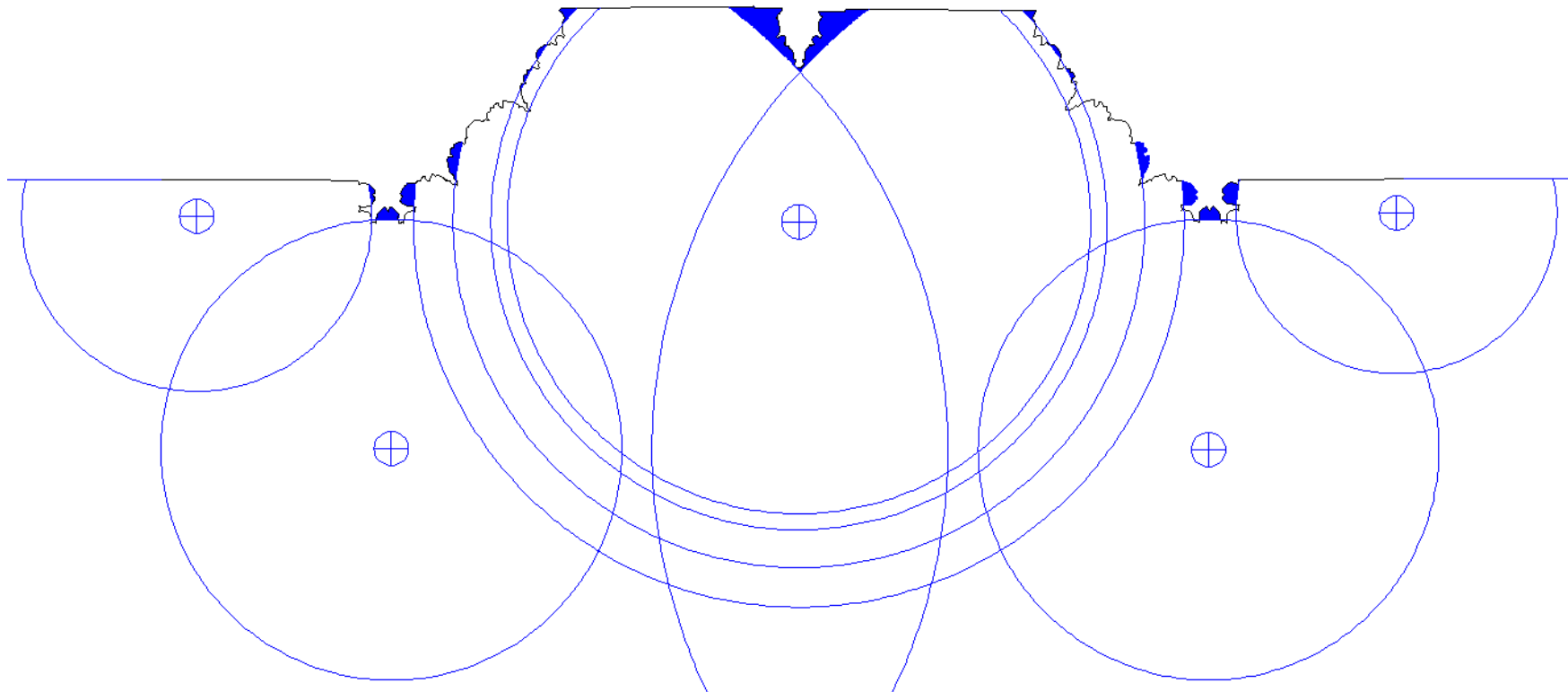


Imagen 196 PUNTOS DE ESTACIÓN. Se aprecia la localización de los cinco puntos de estación del escáner FARO y se grafican las circunferencias que representan el barrido de la toma de datos. Sombreadas aparecen las áreas recovecos que generan las diferentes cañas prismáticas en una cota concreta y que son levantadas por el escáner en el punto de estación previsto. Fuente propia.

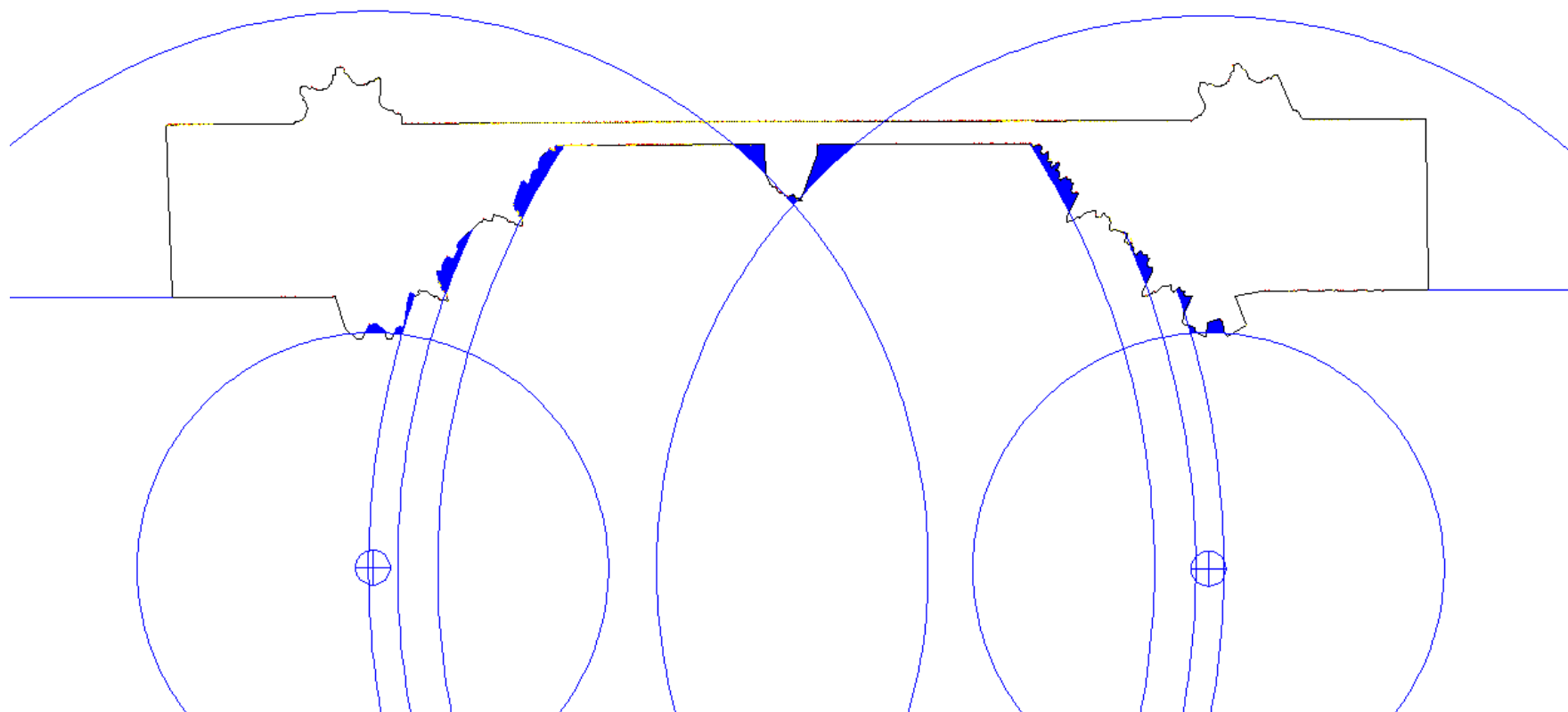


Imagen 197 PUNTOS DE ESTACIÓN. Se aprecia la localización de los dos puntos de estación del escáner LEYCA y se grafian las circunferencias que representan el barrido de la toma de datos. Sombreadas aparecen las áreas que son levantadas por el escáner en el punto de estación previsto y que el resultado general de la sección está menos definido que la conseguida con el escáner Faro. Podemos observar que la jamba de la derecha está más definida porque la densidad de puntos en una cota determinada es diferente para cada punto de estación y claramente insuficiente para definir el contorno existente, quedándose gran cantidad de huecos sin grafiar. Fuente propia.

### LIMPIEZA DE LA NUBE DE PUNTOS.

A partir de la nube de puntos general de la portada, se fraccionan en partes más reducidas para facilitar el manejo del archivo.

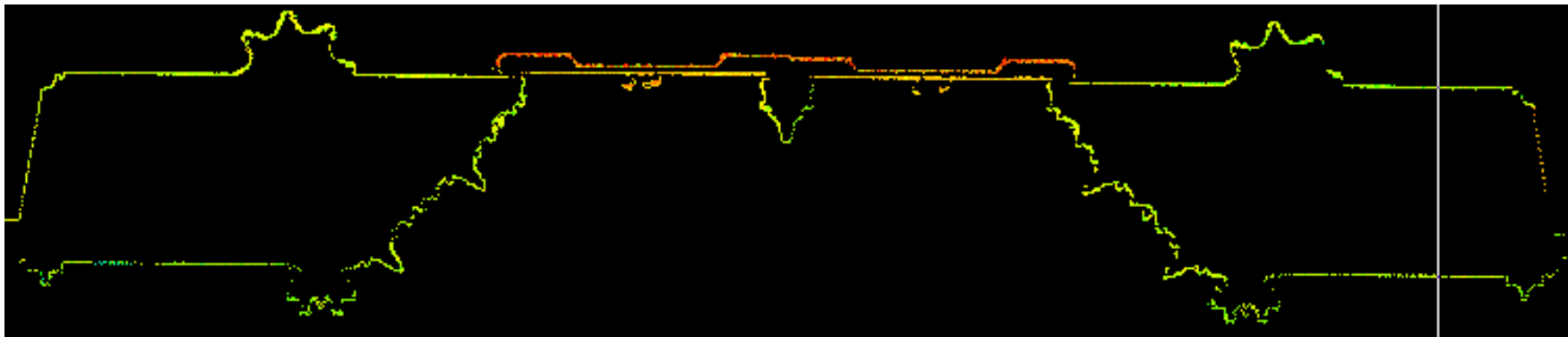


Imagen 198 SECCIÓN HORIZONTAL de 100 milímetros de espesor , compuesta por 15.932 puntos. Genera un archivo de extensión dwg del programa de AutoCAD de 609 KB, muy manejable en cualquier ordenador actual de uso doméstico. Fuente propia.

Todos los escáneres 3D suelen llevar una cámara fotográfica incorporada. Si se configura para que, además de obtener el levantamiento de los puntos, obtenga imágenes del área levantada, este lo hace con 64 fotografías conservando el punto de estación y el azimut de referencia topográfico.

Así pues, el escáner tiene la opción de pintar los puntos como en la imagen anterior de la puerta y o pintar la superficie con las imágenes tomadas.

Cuando se utiliza una cámara externa al escáner, los pasos a tener en cuenta son los siguientes: situar el trípode de la cámara utilizado en el mismo punto de estación que tenía el escáner, tomar las

imágenes desde el mismo ángulo de referencia y, con el programa 3Dstudio, adaptar las imágenes al levantamiento anterior en 3D mediante puntos.

El inconveniente de este último procedimiento se encuentra en que, primero hay que triangular los puntos y pintarlos con las imágenes en el 3Dstudio, y después hay que tener en cuenta que las partes en sombra del objeto levantado también las tienen las imágenes<sup>69</sup>.

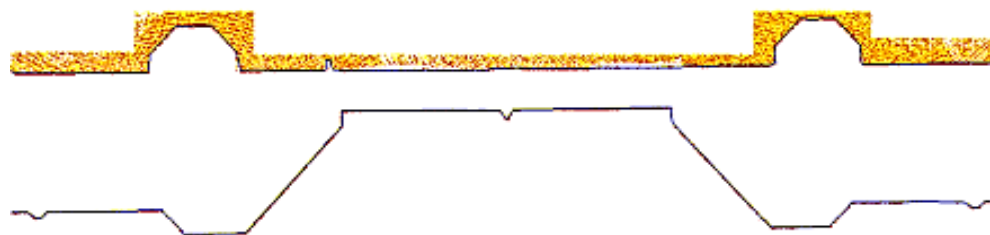


Imagen 199 SECCIÓN HORIZONTAL a nivel de cota del pavimento interior de la sala principal de la Lonja. Inicialmente se ha tomado como plano horizontal de cota CERO y, posteriormente se ha modificado este plano de referencia por otro más preciso y visible también desde el exterior. Esta imagen está formada por todos los puntos que el Escáner levanta en un intervalo de 40 milímetros de espesor. Se aprecia la definición del contorno de la sección del muro y destaca en la parte superior de la misma, una nube de puntos más tupida que nos advierte de la horizontalidad del elemento y que se corresponde con el pavimento de la sala principal. Fuente propia.

---

<sup>69</sup> Aclaraciones del tutor D. José Herráez Boquera



El problema de la elección de los puntos que definan el contorno exactamente fiel reflejo de la realidad sin depender del técnico delineante debería hacerse por correspondencia con el modelado de elementos geométricos utilizados en la época gótica y otras molduras ejemplo empleadas en la Lonja de Valencia y en otros edificios atribuidos a los mismos autores en la ciudad de Valencia, o en otras lonjas como la de Barcelona o Palma, anteriores o posteriores a la construcción de la Lonja de Valencia.

En nuestro caso se ha buscado la ASIMILACIÓN DE SECCIONES HORIZONTALES EN 2D (**DESCRIPTORES BÁSICOS**) conjugando el levantamiento con el escáner Láser y el peine de arqueólogo para que, a partir de ellas, se pueda generar el volumen por extrusión.

Existen algunos estudios sobre el trabajo en las nubes de puntos para la obtención de ecuaciones matemáticas de limpieza. Se ha considerado interesante indicar dos de ellos aquí, de la Universidad de Cantabria y de Valladolid respectivamente obtenidos en la página web del Ministerio de Educación.

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Está usted en: [Portada](#) > [Universidades](#) > [Educación superior universitaria](#)

## Tesis doctorales: TESEO

[Ayuda](#)

### Consulta de la Base de datos de Tesis Doctorales (TESEO)

Rellene los campos del siguiente formulario con las palabras o frases que conozca de los documentos que desea localizar.

[Búsqueda Avanzada](#) [Entrar como usuario registrado](#) [Registrarme como Doctorando](#)

#### Buscar en TESEO

Titulo:

Autor:

NIF/NIE/Pasaporte:

Universidad:

Curso académico: Desde:  /  Hasta:  /

> **Título:** CONTRIBUCIONES AL ALINEAMIENTO DE NUBES DE PUNTOS 3D PARA SU USO EN APLICACIONES DE CAPTURA ROBOTIZADA DE OBJETOS  
> **Autor:** Torre Ferrero, Carlos  
> **Universidad:** CANTABRIA  
> **Departamento:** TECNOLOGIA ELECTRONICA E INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA  
> **Fecha de Lectura:** 08/11/2010  
> **Dirección:**  
> LLATA GARCIA , JOSE RAMÓN (Director)  
> **Tribunal:**  
> DE LA CRUZ GARCÍA, JESÚS MANUEL (presidente)  
> Velasco González, Francisco Jesús (secretario)  
> Becerra, Victor Manuel (vocal)  
> PEREZ ORIA, JUAN MARIA (vocal)  
> Martínez Lastra, José Luis (vocal)

*La alineación de dos nubes de puntos de manera automatizada es una tarea muy frecuente, tanto en el modelado 3D como en el reconocimiento de objetos.*

*Encontrar la transformación euclídea que produzca una alineación adecuada de las nubes de puntos resultantes, sin disponer de una estimación previa, es un problema que se ha abordado siguiendo diversas estrategias. Aunque ninguna solución se ha logrado imponer, los algoritmos basados en propiedades intrínsecas se han aplicado de forma más amplia debido a su generalidad. Estos algoritmos extraen descriptores de forma, curvas, estructuras o grafos de las nubes de puntos (a veces se utilizan mallas en su lugar) con el fin de poder compararlas. Cuando se ha logrado obtener un conjunto suficiente de puntos correspondientes se calcula una matriz de transformación que permite alinear las nubes de puntos de forma aproximada.*

*El algoritmo realiza una búsqueda iterativa de correspondencias mediante la comparación de descriptores 2D en varios niveles de resolución utilizando, para ello, una medida de similitud específicamente diseñada. Con tan sólo una correspondencia es posible obtener una estimación inicial de la transformación euclídea, que luego será refinada por medio de una estrategia multi-resolución.*

> **Título:** APROXIMACION DE GRANDES NUBES DE PUNTOS TRIDIMENSIONALES MEDIANTE CURVAS Y SUPERFICIES BSPLINES NO UNIFORMES.  
> **Autor:** DELGADO URRECHO, JAVIER  
> **Universidad:** VALLADOLID  
> **Fecha de Lectura:** 01/01/1998  
> **Dirección:**  
    > ZATARAIN DE DIOS ISIDRO (Director)  
> **Tribunal:**  
    > BERMEJO HERRERO, MIGUEL (presidente)  
    > RIVAS SANZ, JUAN LUIS DE LAS (secretario)  
    > MONTES SERRANO, CARLOS (vocal)  
    > HERNÁNDEZ ABAD, FRANCISCO (vocal)  
    > LARRACOECHEA MADARIAGA, ISABEL (vocal)

*La tesis se estructura en tres partes:*

*En la primera parte, el problema del diseño inverso asistido por ordenador, analizando los diferentes tipos de formulaciones matemáticas de los elementos geométricos presentes en los paquetes del CAD, desde los básicos hasta las curvas y superficies de forma libre como son las de bezier, bsplines, nurbs, formulaciones jerárquicas, superficies regladas, coons, grodons, etc., así como las diferentes estructuras de los sensores tridimensionales que permiten realizar la digitalización de las geometrías.*

*En la segunda parte se introducen los problemas relacionados con la aproximación de grandes conjuntos de puntos tridimensionales, centrando el estudio en el algoritmo de aproximación por mínimos cuadrados mediante bsplines no uniformes.*

*En la tercera parte completa el estudio de la aproximación mediante la elaboración de un algoritmo que pondera las distintas zonas de error, de tal forma que permite reducir substancialmente el número de parámetros necesarios en la definición de las curvas y superficies splines aproximantes así como el tiempo de computación requerido.*



### 3.2.2 LA ORGANIZACIÓN EN SECCIONES. DIVISIÓN DE LAS SECCIONES EN PLANTA Y EN ALZADO.

#### ORGANIZACIÓN DE LOS PLANOS: DIVISIÓN DE LAS SECCIONES EN PLANTA

Aconsejado por los Directores de esta Tesis, se ha utilizado otro plano horizontal de comparación diferente al del pavimento de la Sala principal con dos ventajas importantes: es un plano mucho más definido y es un plano que además pertenece al propio objeto del levantamiento, por lo que confiere mayor precisión y una referencia más clara: se trata de la arista horizontal que se aprecia claramente en las jambas de la puerta principal de estudio y que se muestra en las imágenes siguientes grafiadas con líneas de color rojo.



Imagen 201 DETALLE de la jamba de estudio en donde destaca la alineación horizontal cota cero resaltada con una línea de color rojo. Esta línea no se aprecia horizontal por la inclinación en la toma de la fotografía. Fuente propia.



El grafiado definitivo de los planos de sección horizontal están, por ello, referenciados a esta línea horizontal a la que se le asigna como cota +/- 0, definiendo valores de cota positivos para las secciones que están por encima y de valor negativo para las que se encuentran por debajo. Esta referencia horizontal se justifica también por ser una arista que se define muy claramente en la moldura, que ofrece además unidad al conjunto de la portada al abrazar las dos jambas y al parteluz, y que dispone en todo el desarrollo de cada jamba de una única arista con tres partes.

Así pues, la nueva ordenación permite utilizar archivos como los de la imagen siguiente de 5,5 MB, y estos sí permiten gran movilidad informática.

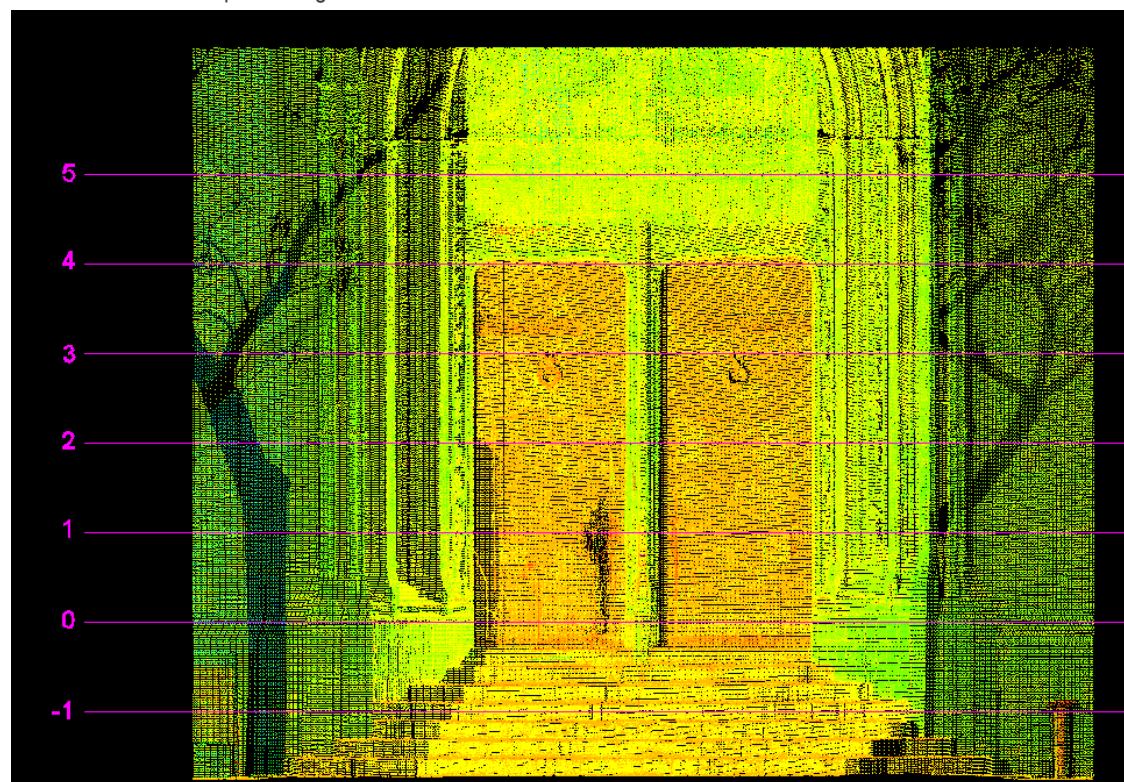


Imagen 205 ALZADO DE LA PORTADA. NUBE DE PUNTOS. Como hemos visto anteriormente, el archivo con todos los puntos de la puerta en 3D ocupa en el ordenador un volumen de 73,3 MB, lo que precisa dividirlo en otros archivos de menor tamaño para facilitar el trabajo. Los nuevos archivos se dividen en función de la posición respecto al origen en franjas de 1000 milímetros y a su vez, cada franja, se subdivide en otras de 100 milímetros para ambos tipos de secciones. Fuente propia.

### ORGANIZACIÓN DE LOS PLANOS: DIVISIÓN DE LAS SECCIONES EN ALZADO

La referencia vertical también es muy concreta y definida y, con ello, fácilmente verificable mediante otras formas de medición, tanto directamente de forma manual como indirectamente utilizando la Estación Total.

Se sitúa el origen en el centro del parteluz que es, además, eje de la simetría de la portada que se aprecia también en el trabajo con el programa de AutoCAD y que se pretende hacerla existir entre las secciones del mismo nombre distanciadas exactamente 1000 milímetros.

La organización de las secciones en alzado mantiene el mismo criterio que para las secciones horizontales.



Imagen 206 PARTELUZ de la puerta principal. Se dibuja mediante una línea vertical el origen de la numeración de los planos de sección vertical.  
Fuente propia

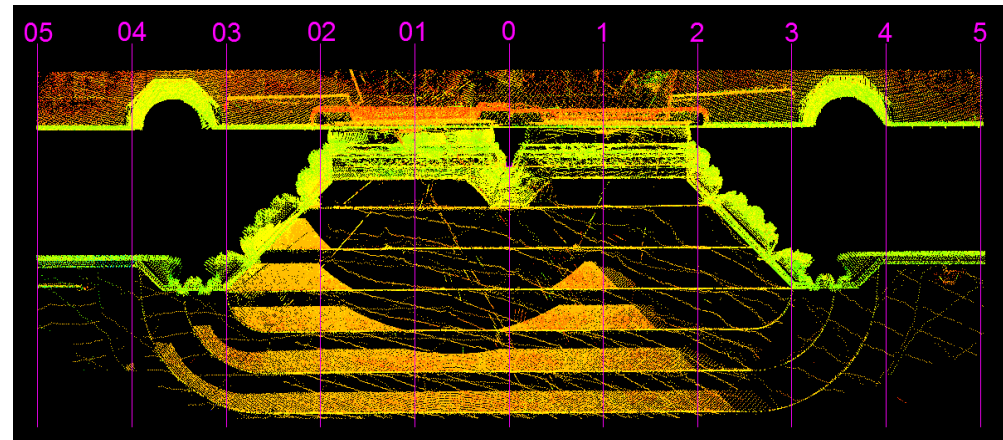


Imagen 207 PUERTA PRINCIPAL. Vista en planta de la nube de puntos en el levantamiento de la puerta. Destaca la división creada para identificar las secciones verticales. Fuente propia.

A su vez, se subdivide en secciones de 100 mm tanto en los planos de sección en planta como en alzado y se aumenta la subdivisión en las zonas donde se requiere un refuerzo gráfico descriptivo.

La nomenclatura de estas subdivisiones está en función de las divisiones principales, de esta forma se describen como 2.0 / 2.1 / 2.2 / ...2.8 / 2.9 / 3.0, los planos comprendidos entre las divisiones 2 y 3.

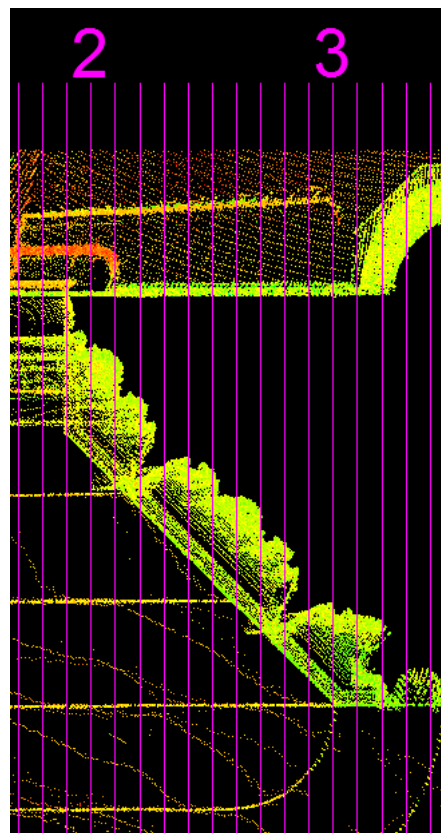


Imagen 210 PLANO SECCIÓN en planta entre las divisiones 2 y 3 y las subdivisiones de 100 mm. .  
Fuente propia.

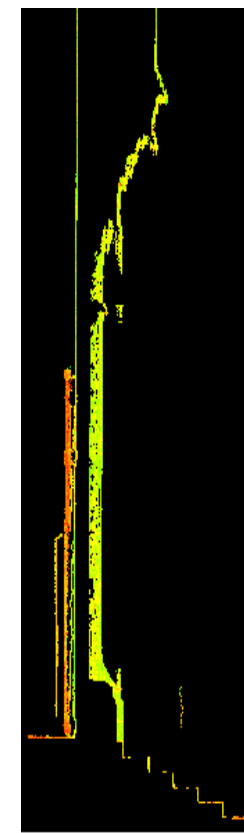


Imagen 209 PLANO SECCIÓN en alzado.  
Fuente propia.

### 3.3 LEVANTAMIENTO MANUAL TRADICIONAL COMO SOPORTE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

#### 3.3.1 EL CROQUIS.

*“Lo primero es percibir la esencia de las cosas, su verdad. Después debe emprenderse la realización mostrando respeto hacia los materiales”.<sup>70</sup>*

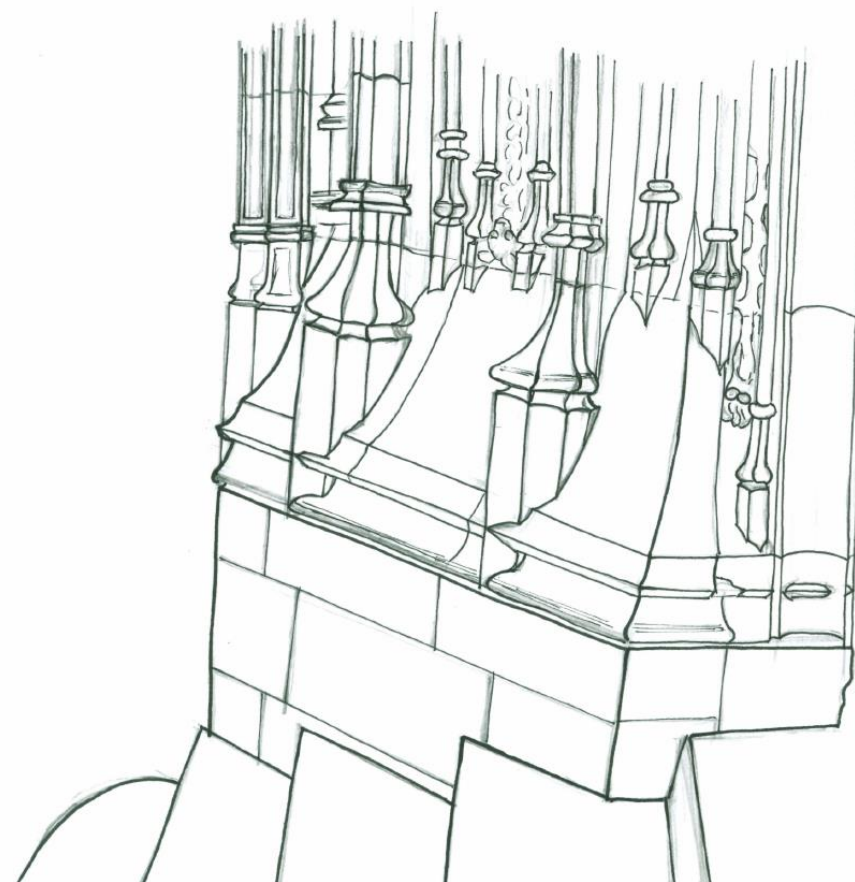


Imagen 211 JAMBA IZQUIERDA de la portada principal de la Lonja de Valencia.  
Fuente propia.

<sup>70</sup> Mies Van der Rohe

*“Los dibujos y grabados tienen una validez relativa a la hora de llegar a conclusiones ya que dependen de la fantasía del dibujante de turno que falsea una realidad sólo detectable con la inspección ocular, sobre todo si copia descaradamente los datos sin la previa comprobación.”<sup>71</sup>*

El levantamiento manual que se ha llevado a cabo mediante la técnica del croquis, tanto del conjunto como del detalle permite entender la geometría de cada elemento y la complejidad de la jamba. La utilización de fotografías digitales ha facilitado aclarar las dudas planteadas posteriormente. Con la cinta métrica se han tomado las longitudes entre 1 y 200 mm que, posteriormente se han contrastado con el resto del levantamiento. El peine de arqueólogo, de un milímetro de precisión, ha ofrecido la realidad de las complejas molduras a una escala real y asegurar la calidad del levantamiento. Con el pié de rey se han acotado las zonas de difícil acceso.

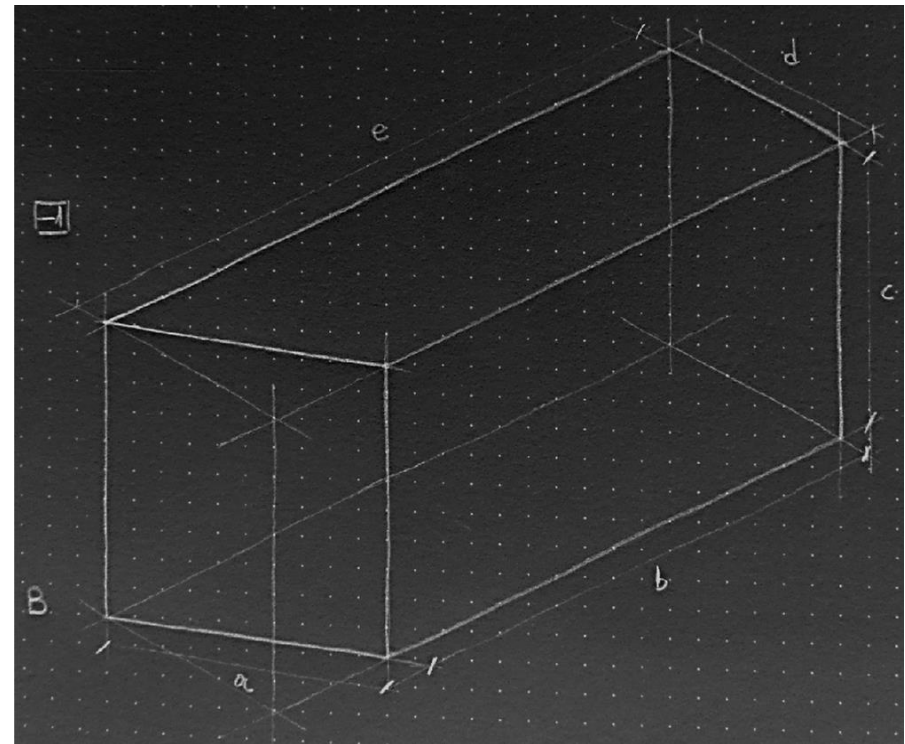
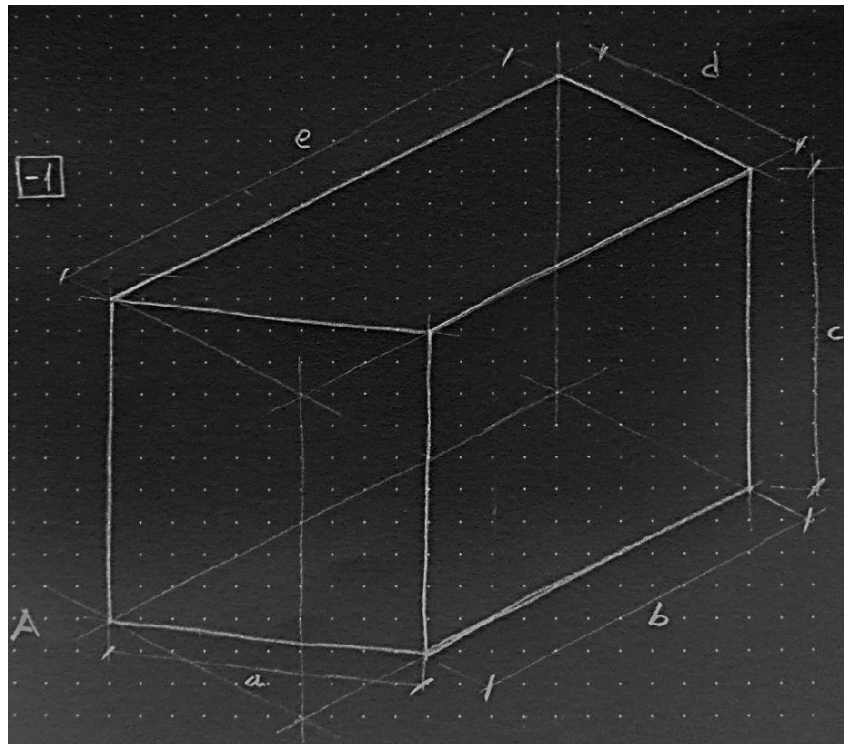
En las siguientes páginas se presentan los croquis utilizados para realizar cada una de las piezas que componen la jamba de estudio, a partir de los carretales que se requieren en la cantera.

La organización ha sido por hiladas, a partir de la cota cero de referencia, coincidente con la de las secciones horizontales anteriores. Se disponen primero las hiladas inferiores a partir de las cuales el desarrollo volumétrico ya es por extrusión y, se llega hasta las hiladas del zócalo. Se numeran de la siguiente forma: +2 (dos hiladas por encima de la cota cero) +1 (una hilada por encima de la cota cero), 0 (el plano de cota cero se encuentra en esta hilada), -1 (hilada que está inmediatamente por debajo de la de la cota cero).

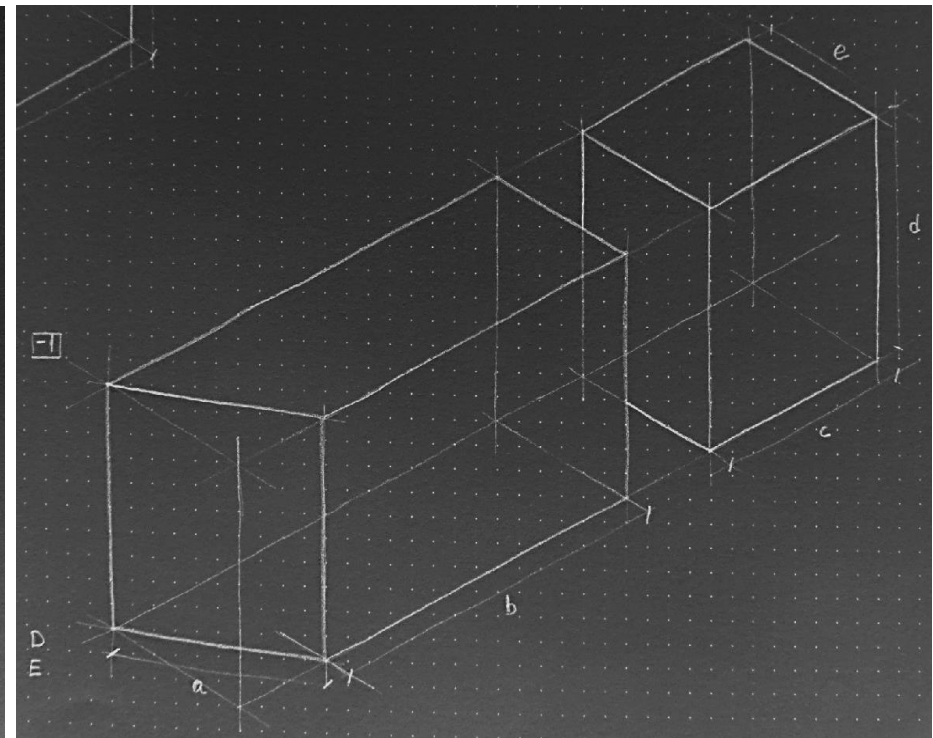
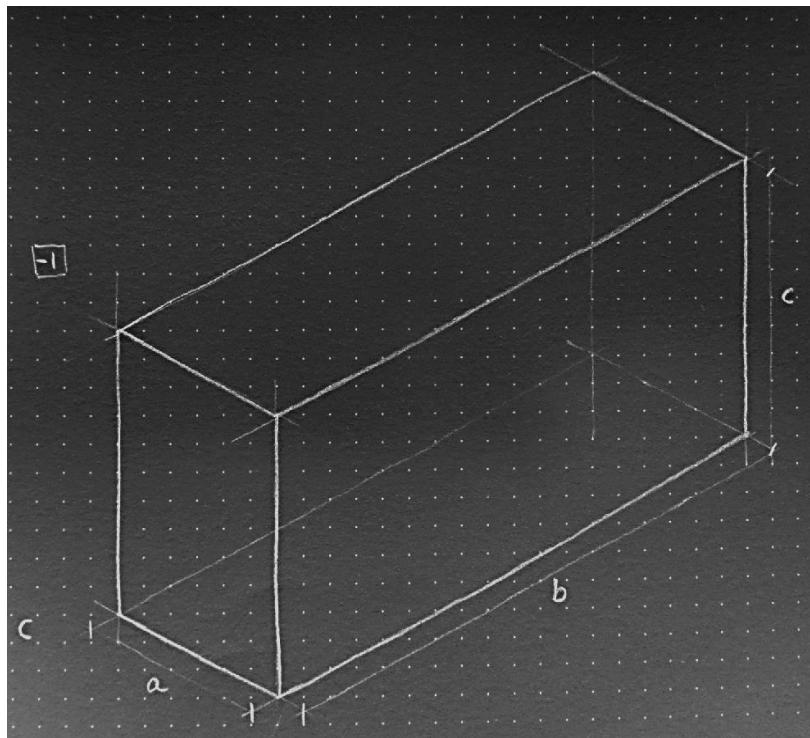
---

<sup>71</sup> GALARZA, MANUEL. (1984). La Lonja de Valencia. Errores de transcripción en sus dimensiones. Valencia: Revista del Consejo de Colegios de la Comunidad Valenciana. Semestre 1. Páginas 24-28

CARRETALES HILADA -1. Piezas A, B

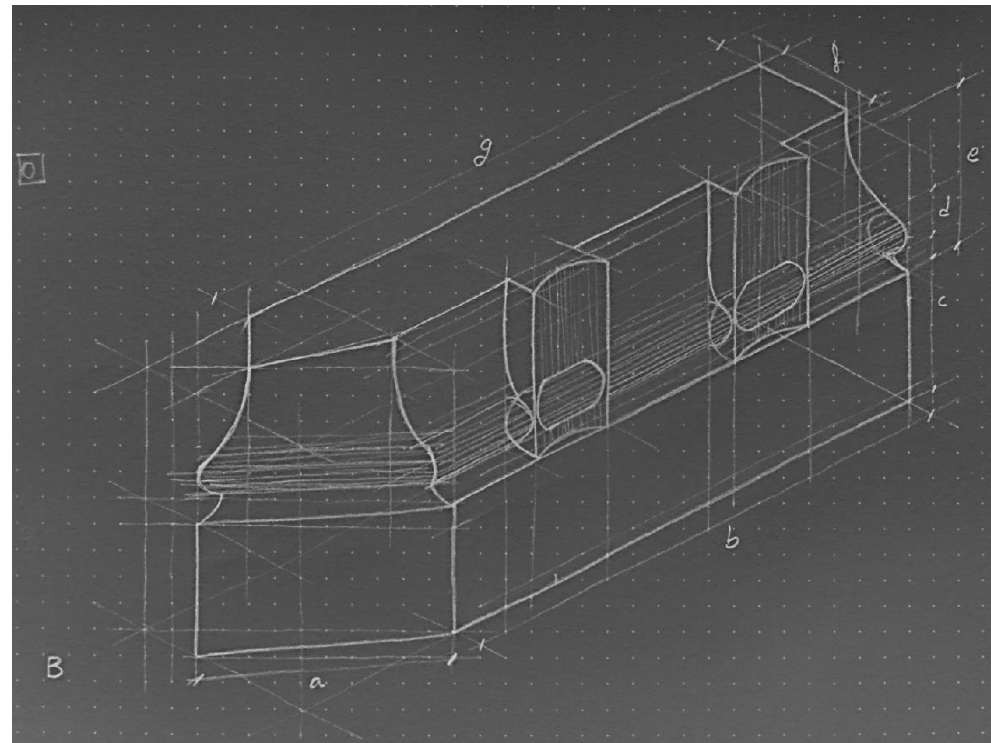
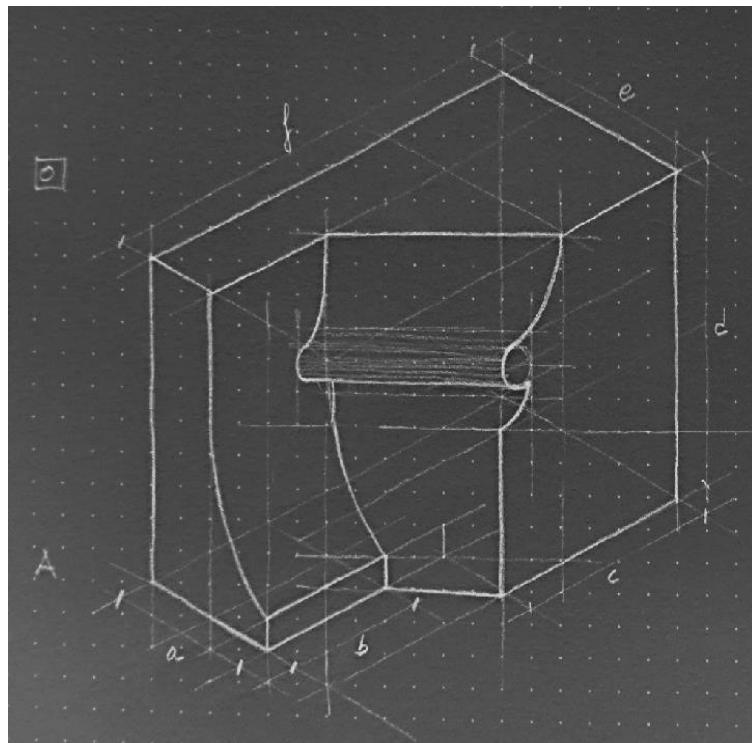


CARRETALES HILADA -1. Piezas C, D, E

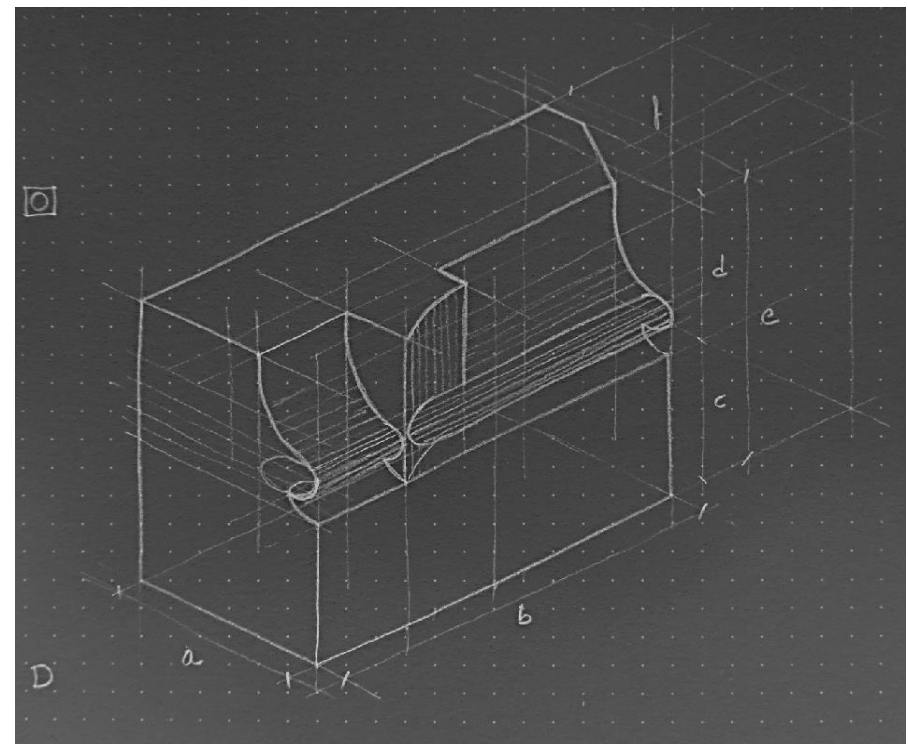
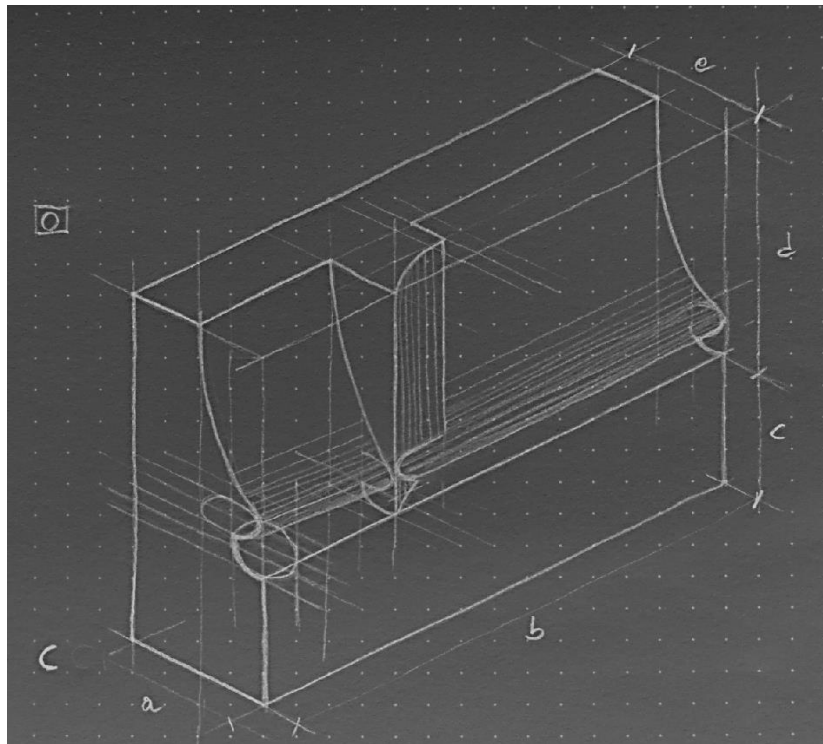




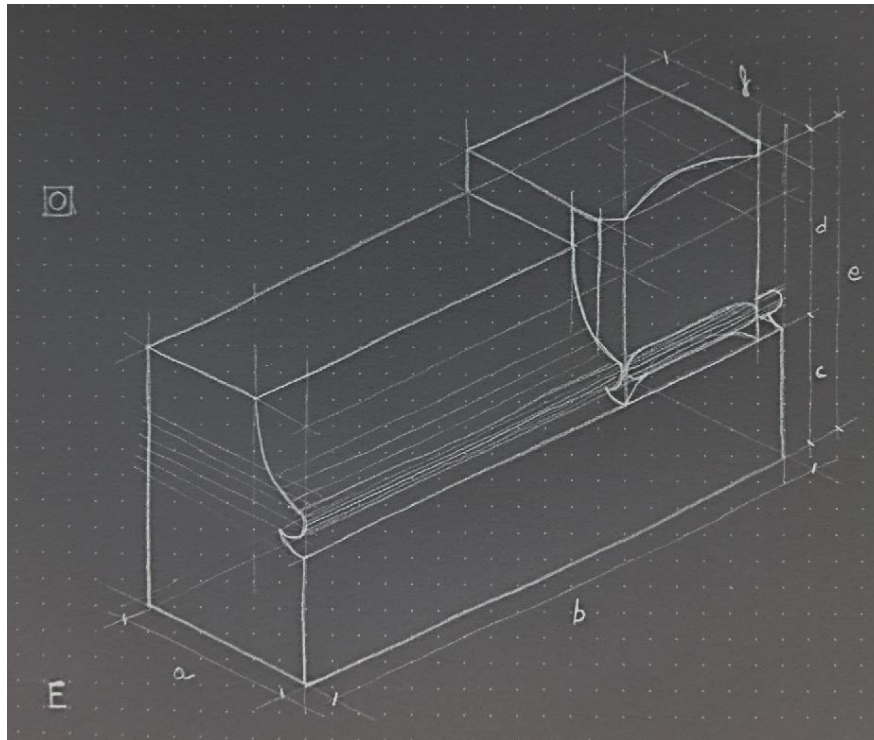
CARRETALES HILADA 0. Piezas A, B



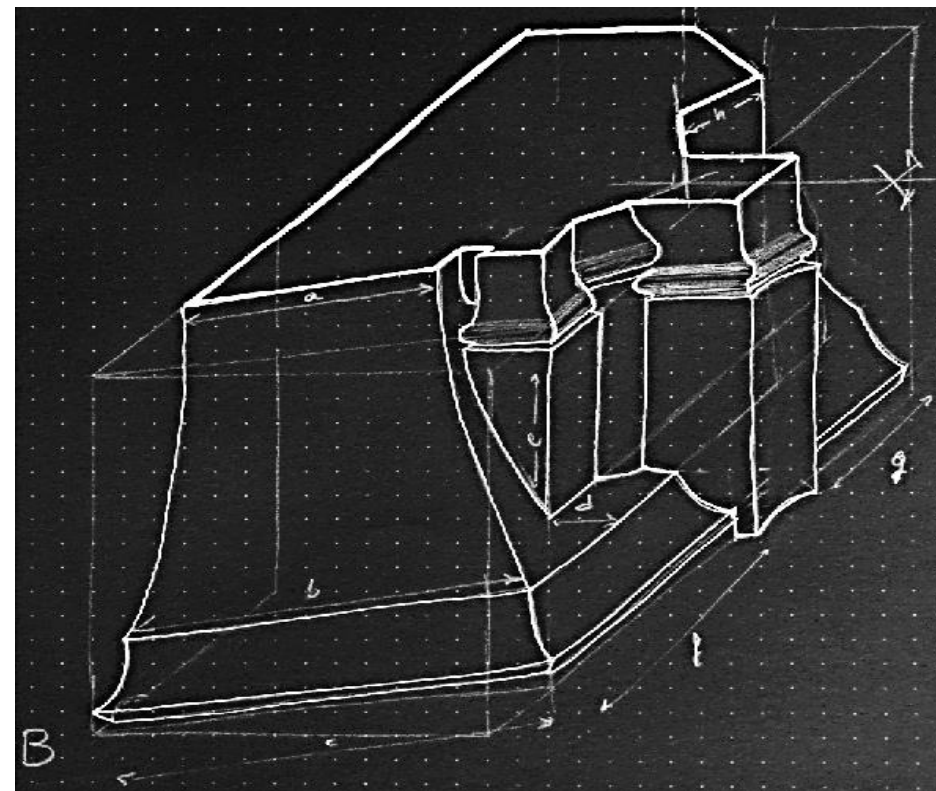
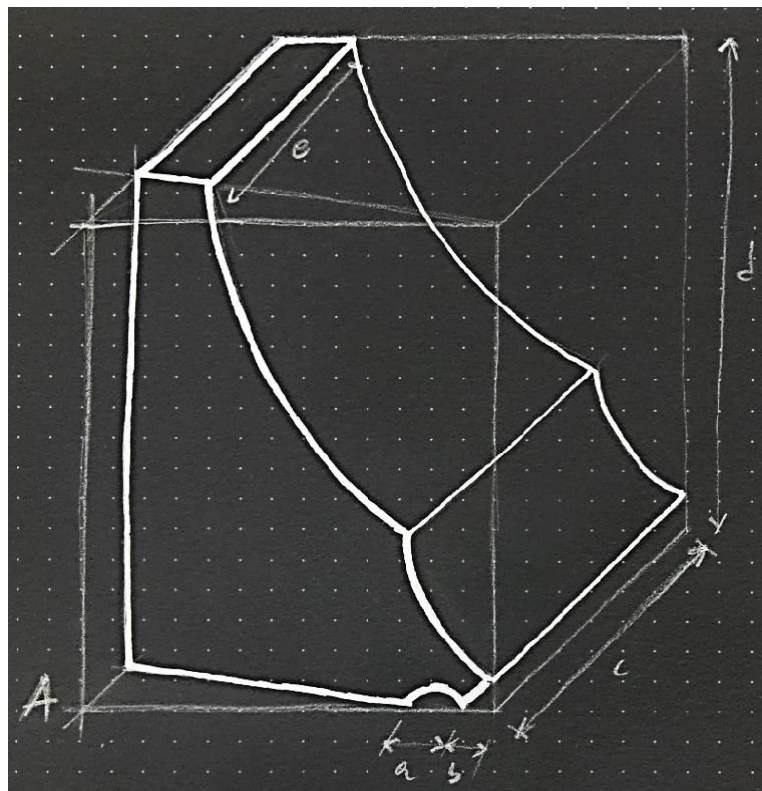
CARRETALES HILADA 0. Piezas C,D



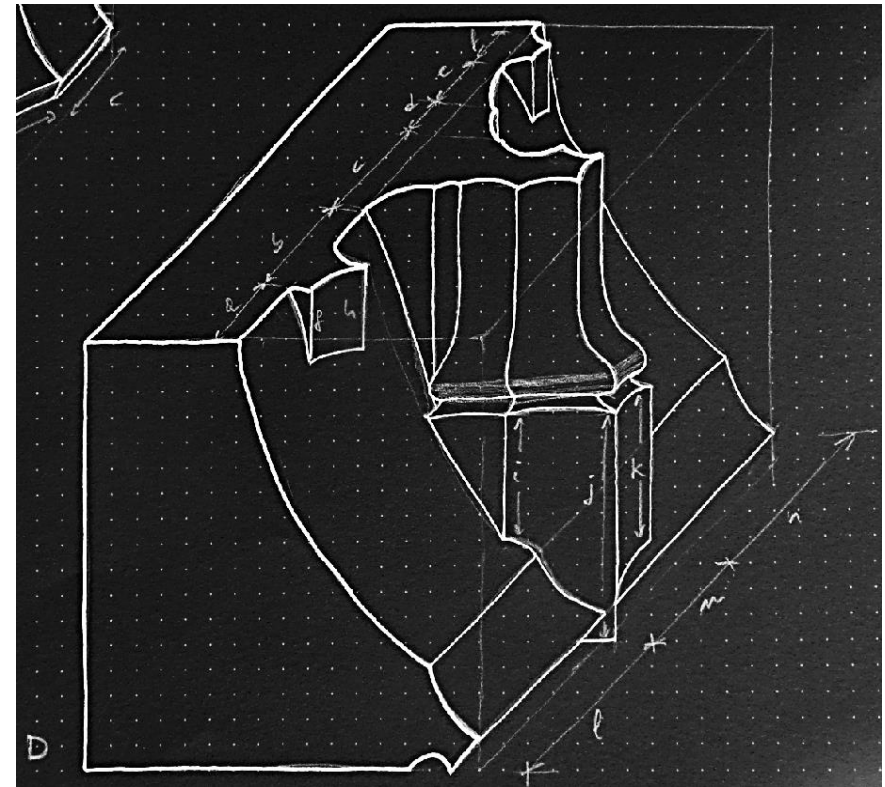
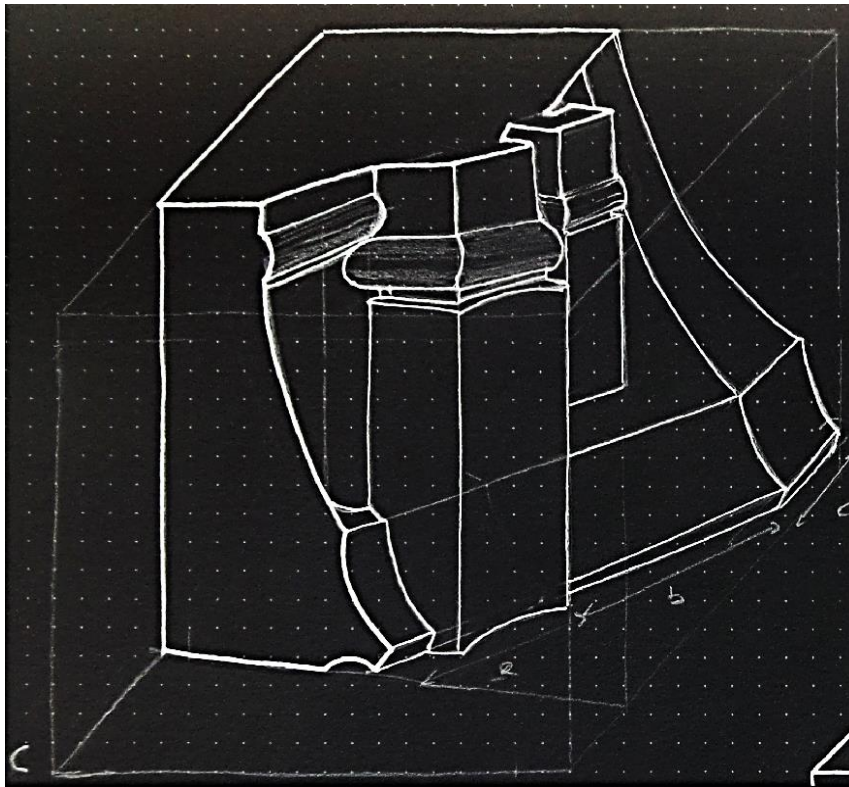
CARRETALES HILADA 0. Pieza E



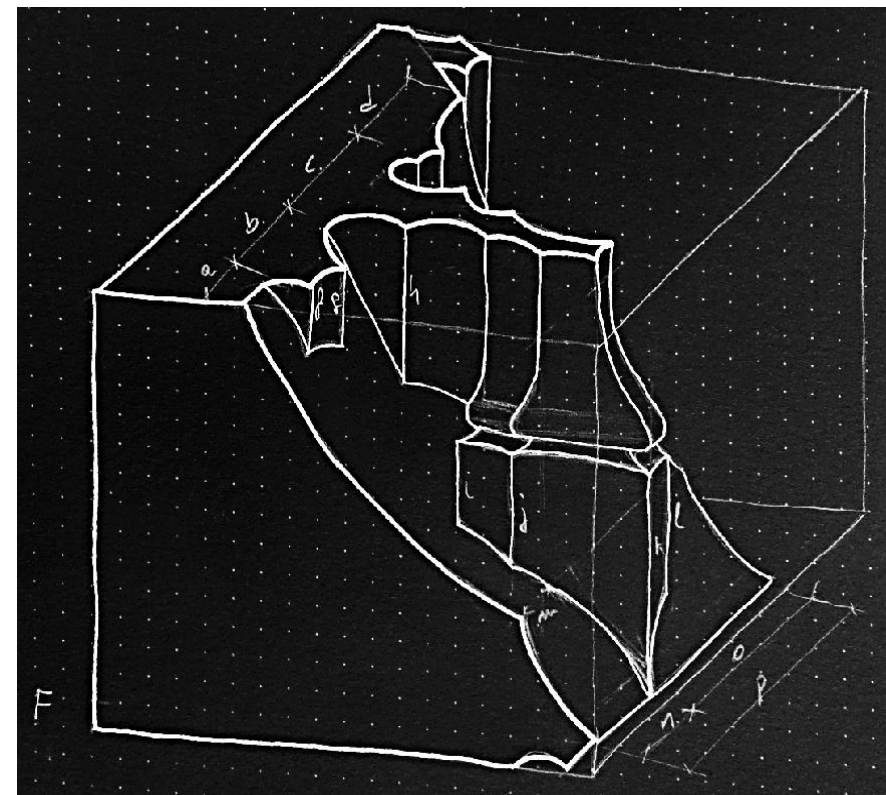
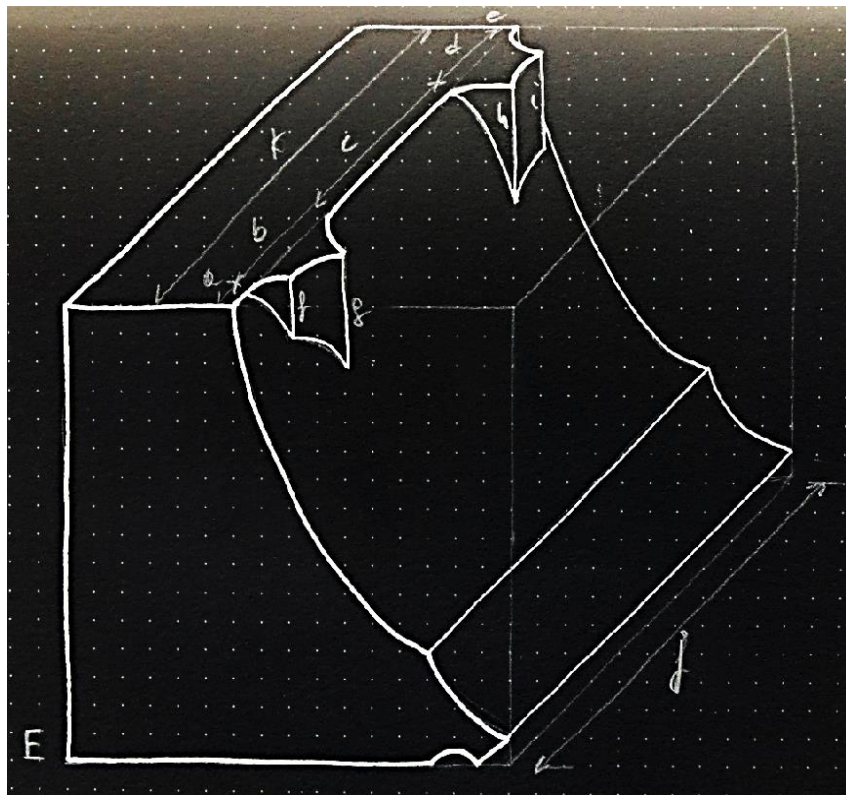
CARRETALES HILADA +1. Piezas A, B



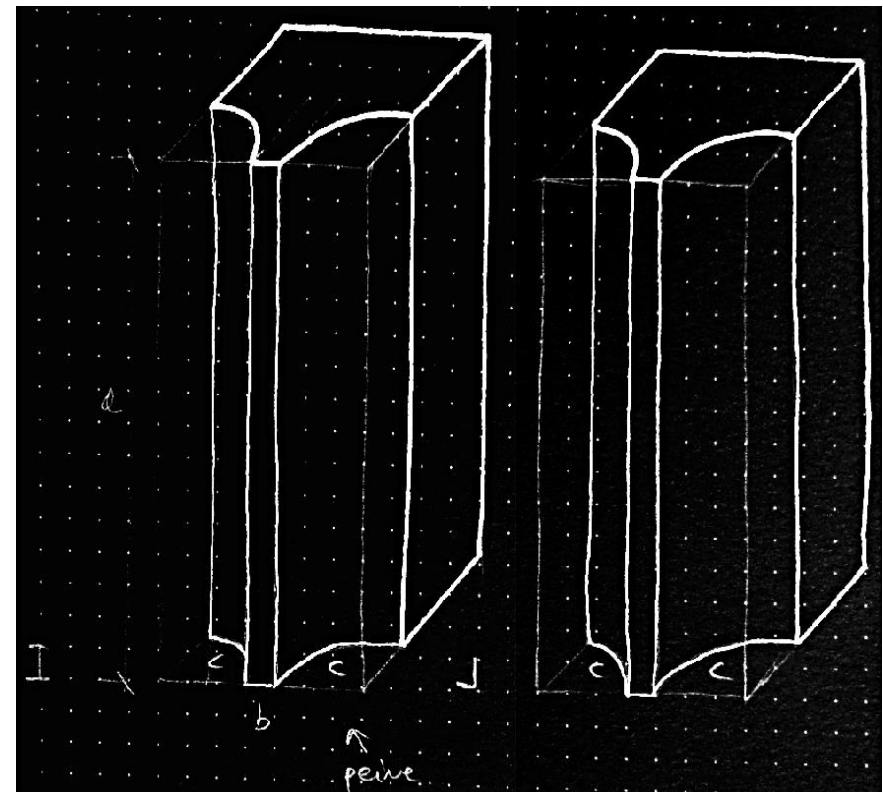
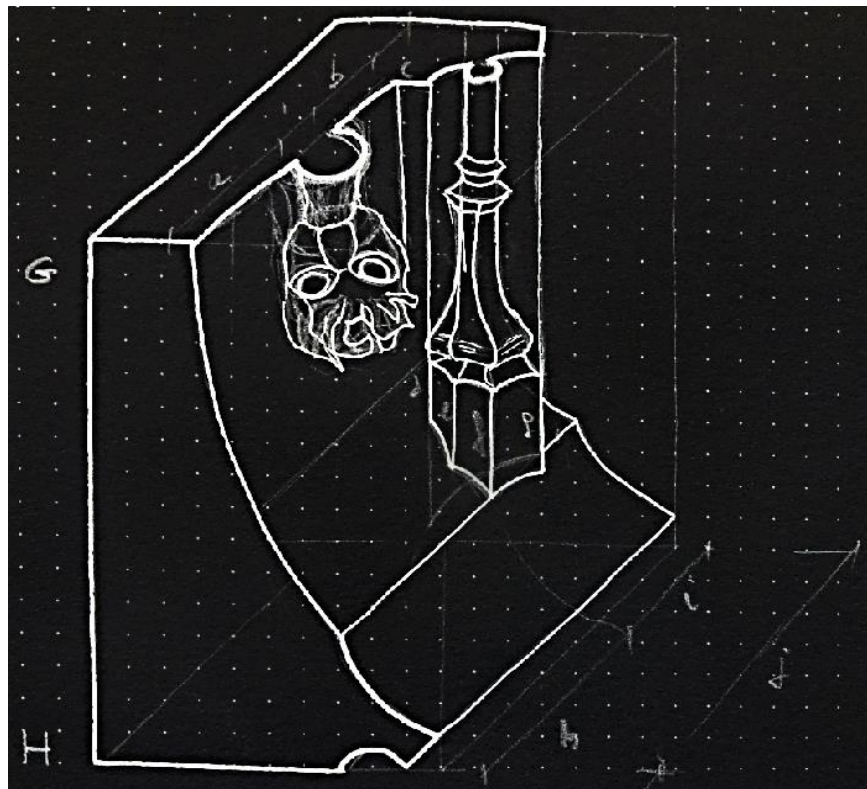
CARRETALES HILADA +1. Piezas C, D



CARRETALES HILADA +1. Piezas E, F



CARRETALES HILADA +1. Piezas G, H, I, J







---

### 3.3.2 LA ESCALA 1:1. EL PEINE DE ARQUEÓLOGO.

El Peine de Arqueólogo utilizado en el levantamiento manual está hecho de varillas metálicas de 1 mm de diámetro, lo que se corresponde con la precisión del levantamiento. El objeto de conseguir el estado actual con el peine permitirá compararlo fielmente con los resultados de los levantamientos gráficos conseguidos con los escáneres 3D.

La precisión milimétrica del peine utilizado permite establecer comparaciones con el resultado del escáner láser 3D y asegurar la calidad del levantamiento del mismo (*ha sido especialmente útil en los diferentes tramos estudiados en la portada*).

En las siguientes imágenes veremos la toma de datos in situ de los diferentes puntos singulares considerados en el levantamiento.

Los datos obtenidos con el peine de arqueólogo tienen escala real 1:1 y se dibujan sobre láminas milimetradas, subdividida en milímetros, centímetros y cuadrados de 5 centímetros, con la finalidad de verificar la escala cuando se trabajen posteriormente en el programa de CAD.

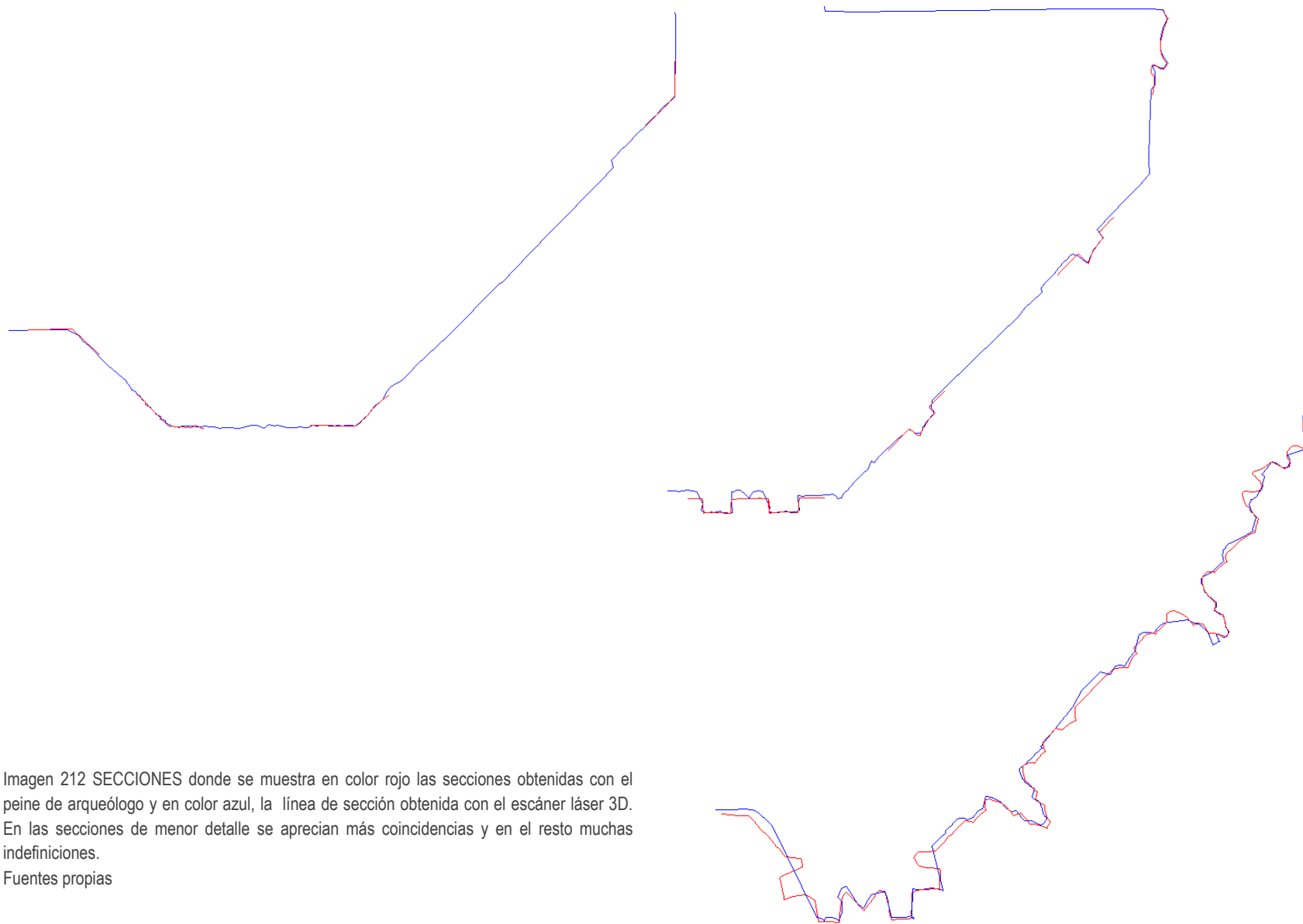


Imagen 212 SECCIONES donde se muestra en color rojo las secciones obtenidas con el peine de arqueólogo y en color azul, la línea de sección obtenida con el escáner láser 3D. En las secciones de menor detalle se aprecian más coincidencias y en el resto muchas indefiniciones.

Fuentes propias

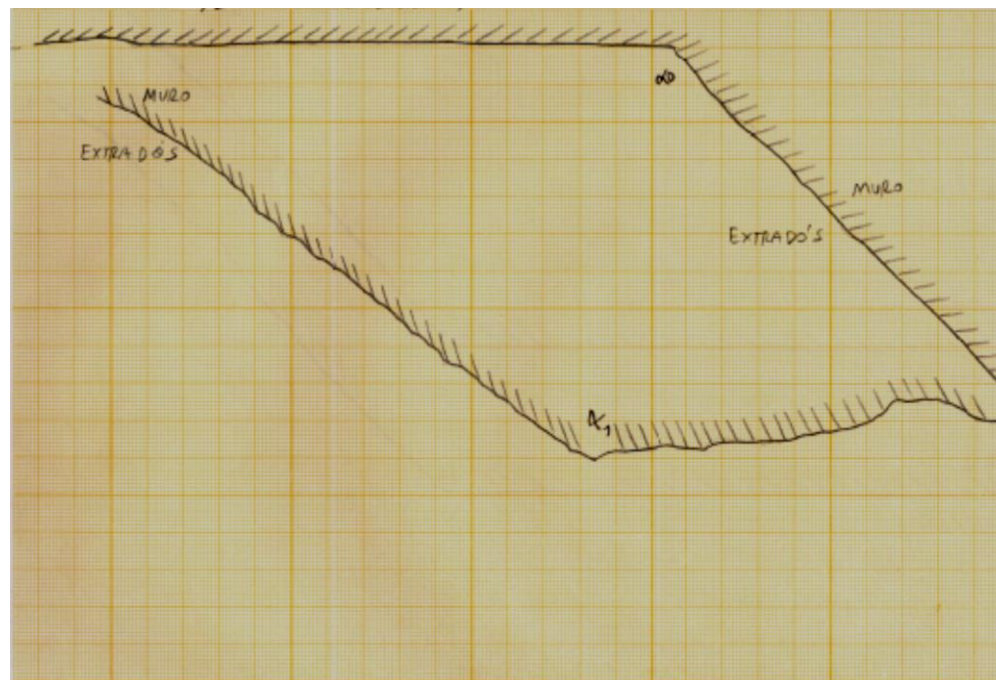
## LA COTA CERO

Estos ángulos corresponden a la cota cero, tomadas in situ desde la izquierda hacia la derecha de la jamba, identificados como ángulo  $\alpha 0$  y  $\alpha 1$ .

Es la primera hoja de dos.



Imagen 213 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del ángulo 1. Fuente propia

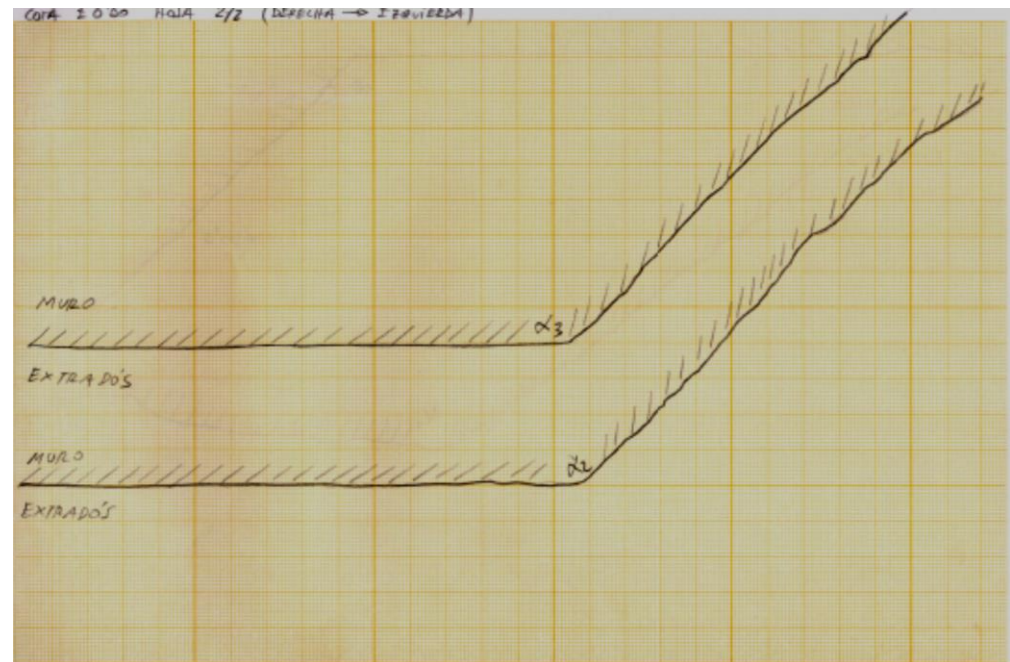


Estos ángulos corresponden a la cota cero, tomada in situ desde la izquierda hacia la derecha de la jamba, identificada como ángulo  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$ .

Es la segunda hoja de dos.



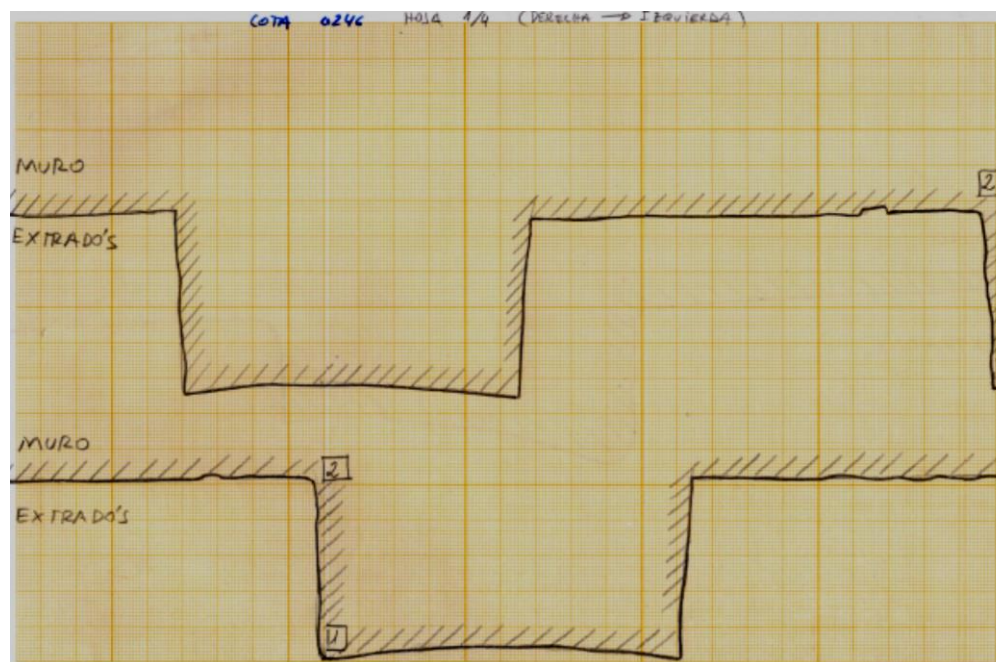
Imagen 214 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del ángulo 0. Fuente propia



## LA COTA DOSCIENTOS CUARENTA Y SEIS

Esta imagen se corresponde a la cota 246, lo que indica que la sección horizontal sobre la jamba se encuentra a 246 mm de la cota cero, tomada in situ desde la derecha hacia la izquierda de la jamba, identificada como alineación común a ambas tomas, los puntos 1, 2.

Es la primera hoja de cuatro.

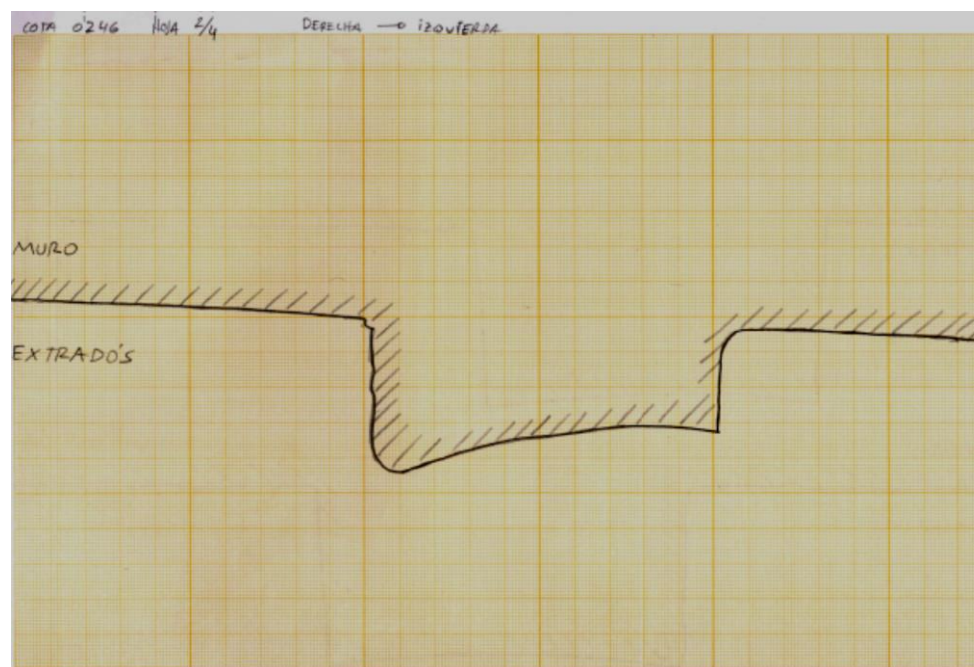


Esta imagen corresponde a la cota 246

Es la segunda hoja de cuatro.



Imagen 215 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha.  
Fuente propia.



Esta imagen corresponde a la cota 246

Es la tercera hoja de cuatro.

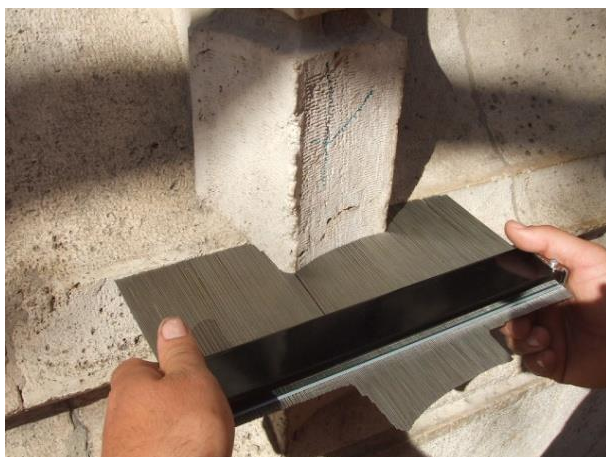
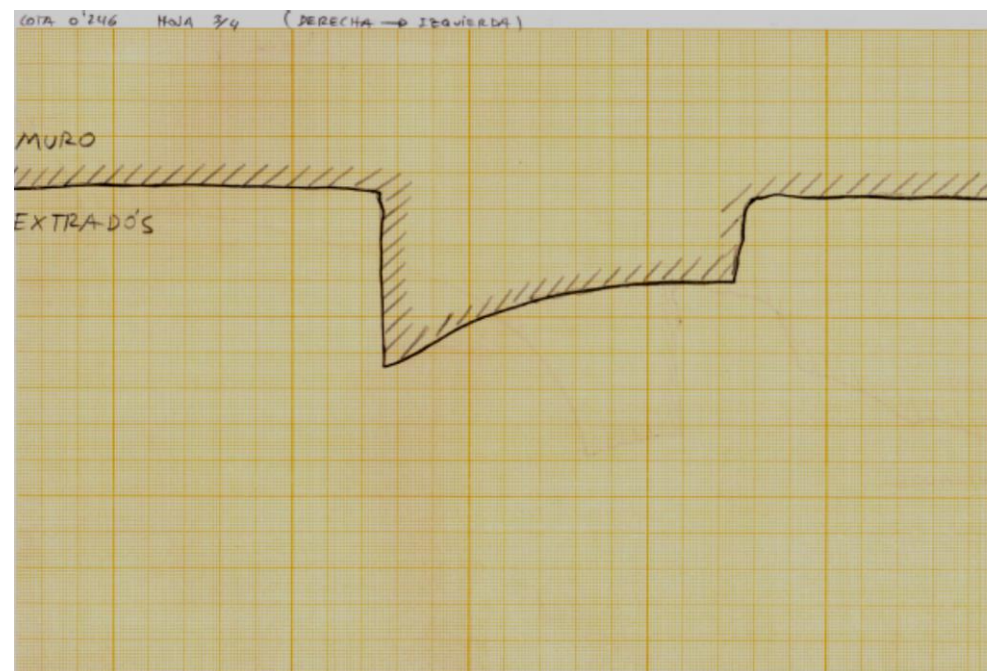


Imagen 216 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha.  
Fuente propia.



Esta imagen corresponde a la cota 246

Es la cuarta hoja de cuatro.

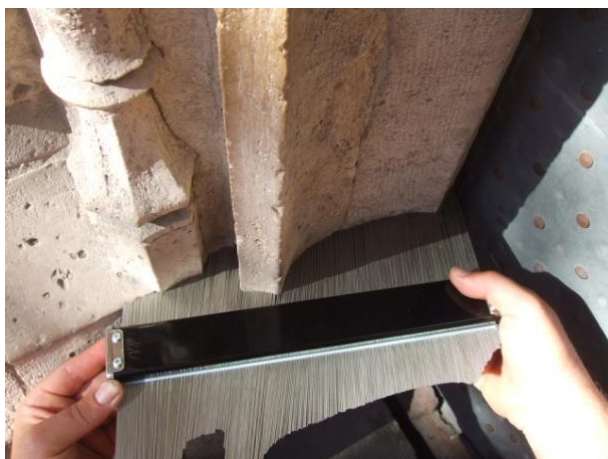
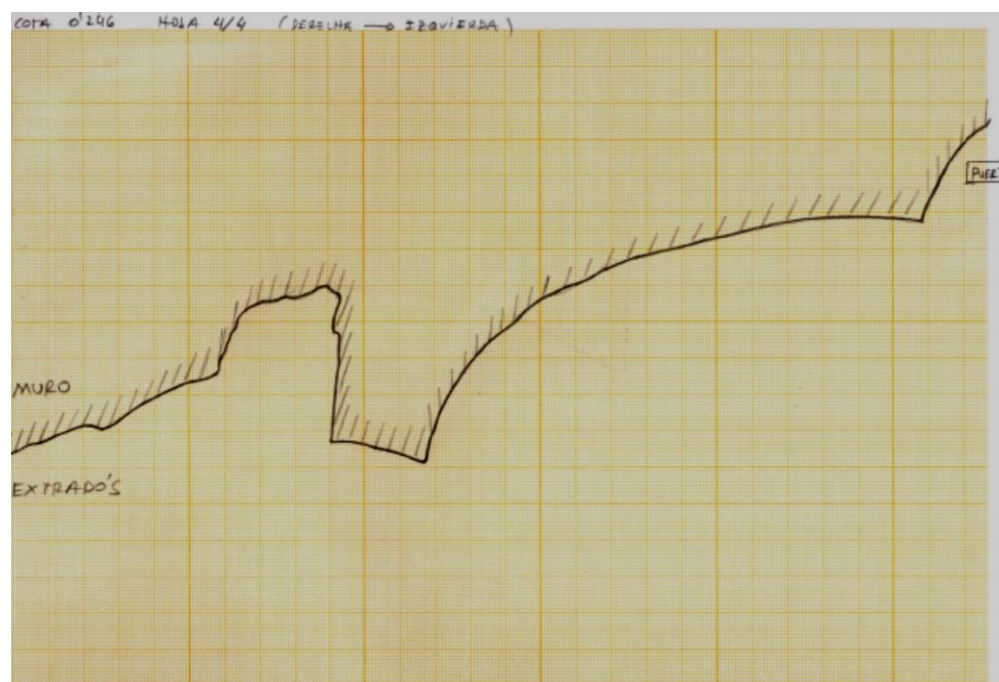


Imagen 217 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la moldura que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia





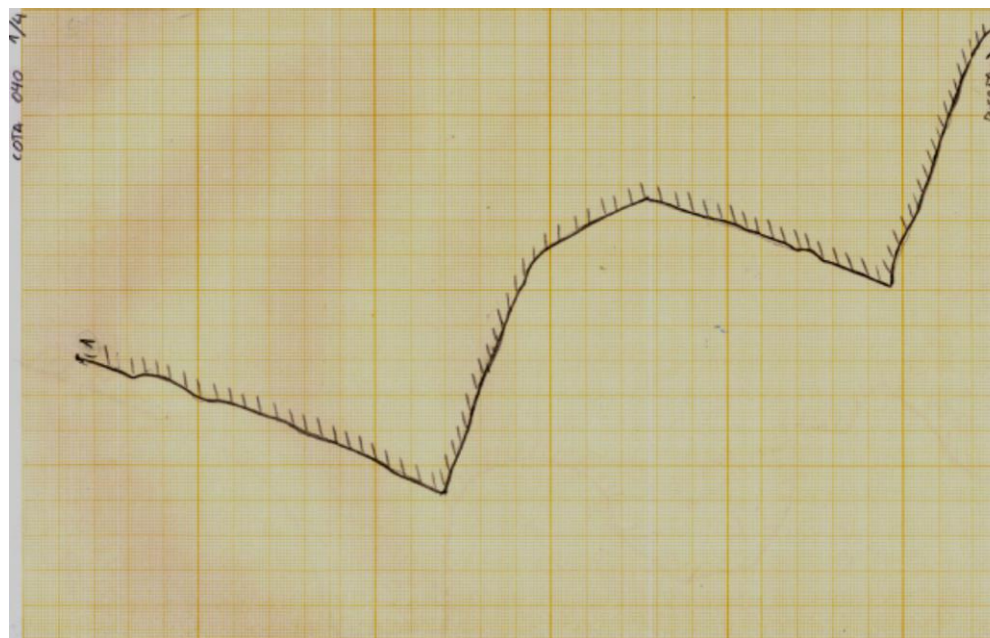
## LA COTA CUATROCIENTOS

Esta imagen corresponde a la cota 400, lo que indica que la sección horizontal sobre la jamba se encuentra a 400 mm de la cota cero, tomada in situ desde la derecha hacia la izquierda de la jamba, identifica como alineaciones comunes a ambas tomas los encuentros en el punto 2.

Es la primera hoja de cuatro.



Imagen 218 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de las cañas que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia.

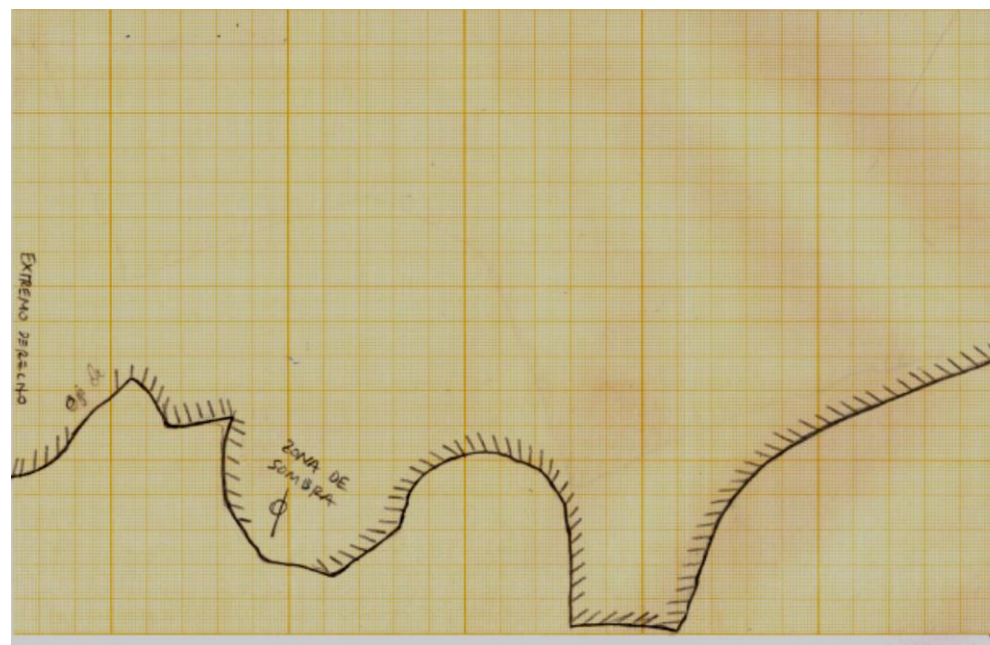


Esta imagen corresponde a la cota 400

Es la segunda hoja de cuatro.

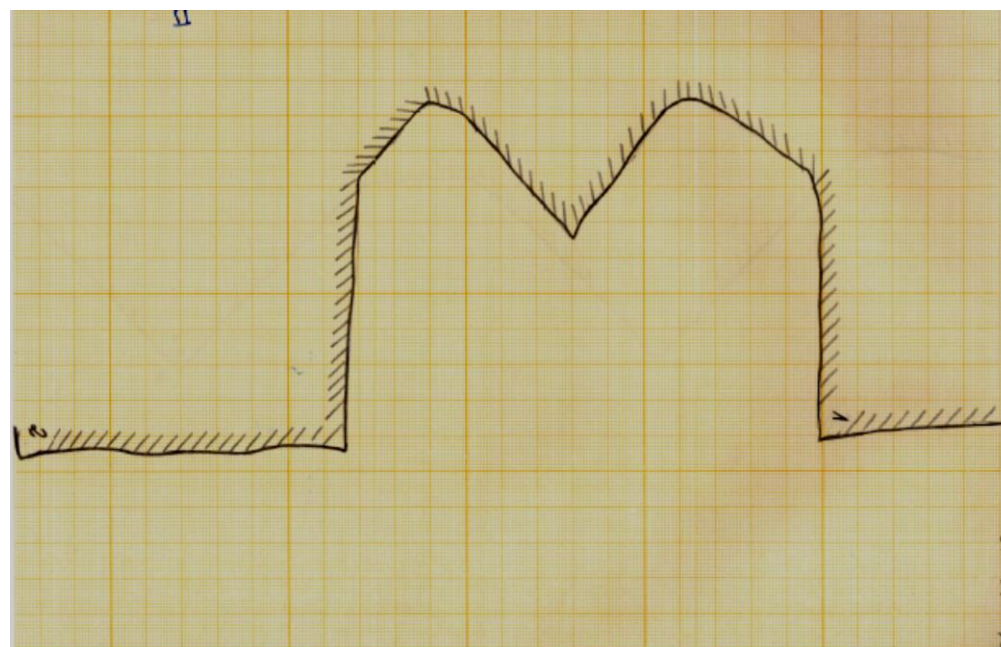


Imagen 219 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña y moldura que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia.



Esta imagen corresponde a la cota 400

Es la tercera hoja de cuatro.

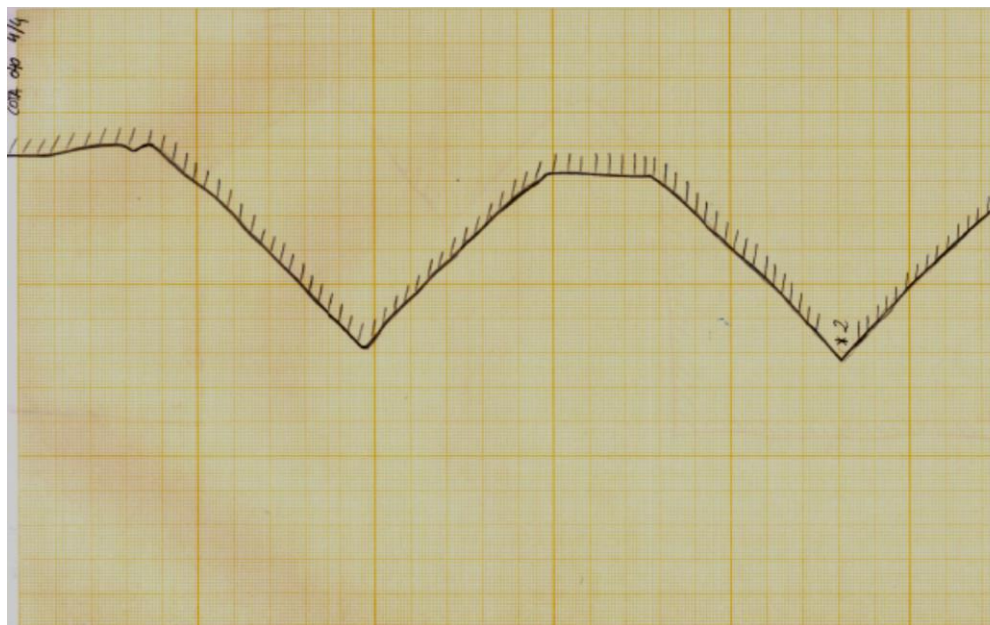


Esta imagen corresponde a la cota 400

Es la cuarta hoja de cuatro.



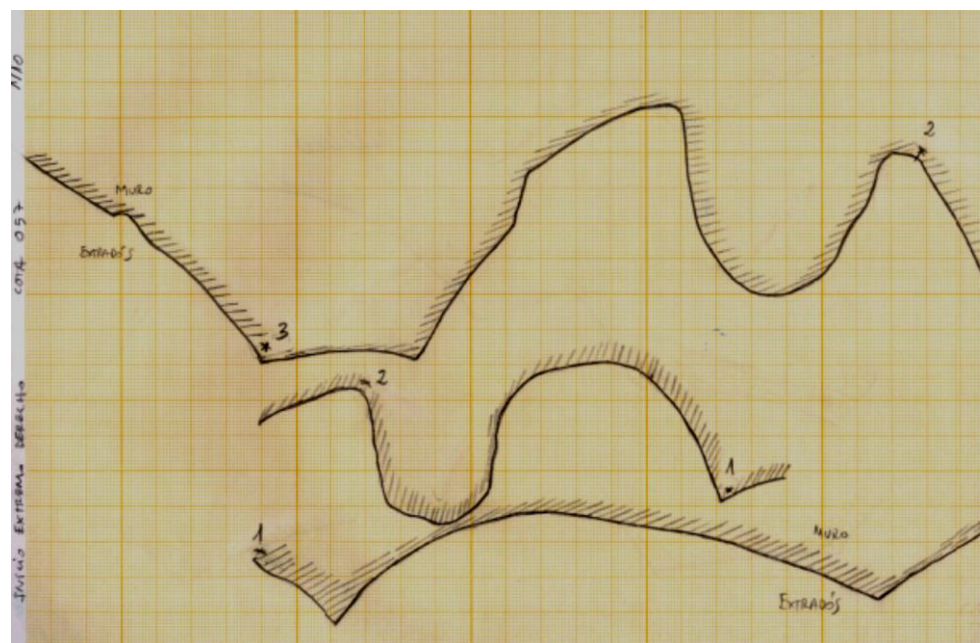
Imagen 220 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de las cañas que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia.



## LA COTA QUINIENTOS SETENTA

Esta imagen corresponde a la cota 570, lo que indica que la sección horizontal sobre la jamba se encuentra a 570 mm de la cota cero, tomada in situ desde la derecha hacia la izquierda de la jamba, identifica como alineaciones comunes a ambas tomas los encuentros en los puntos 1, 2 y 3.

Es la primera hoja de diez

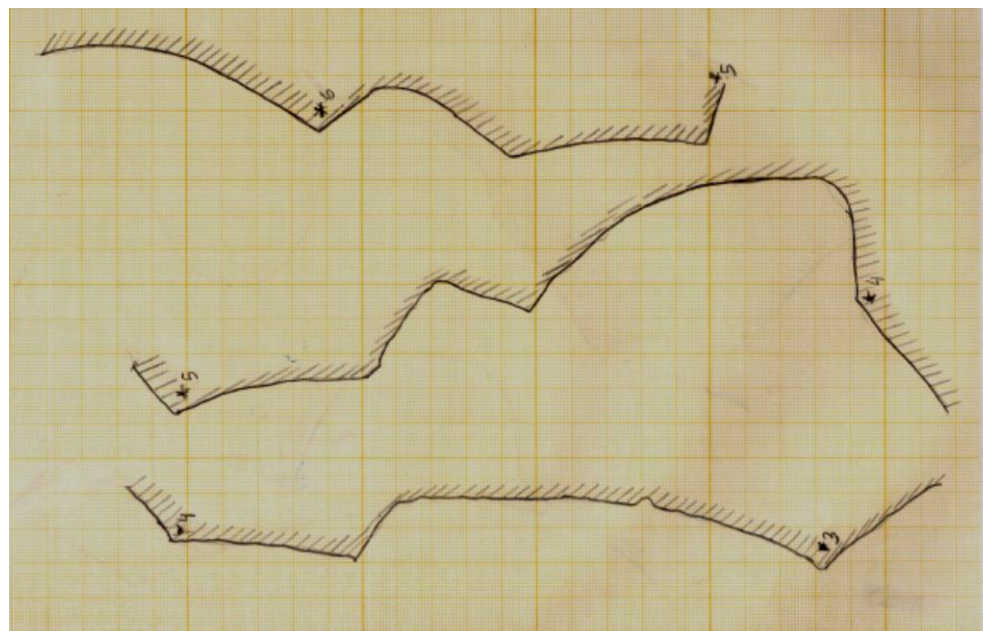


Esta imagen corresponde a la cota 570

Es la segunda hoja de diez.

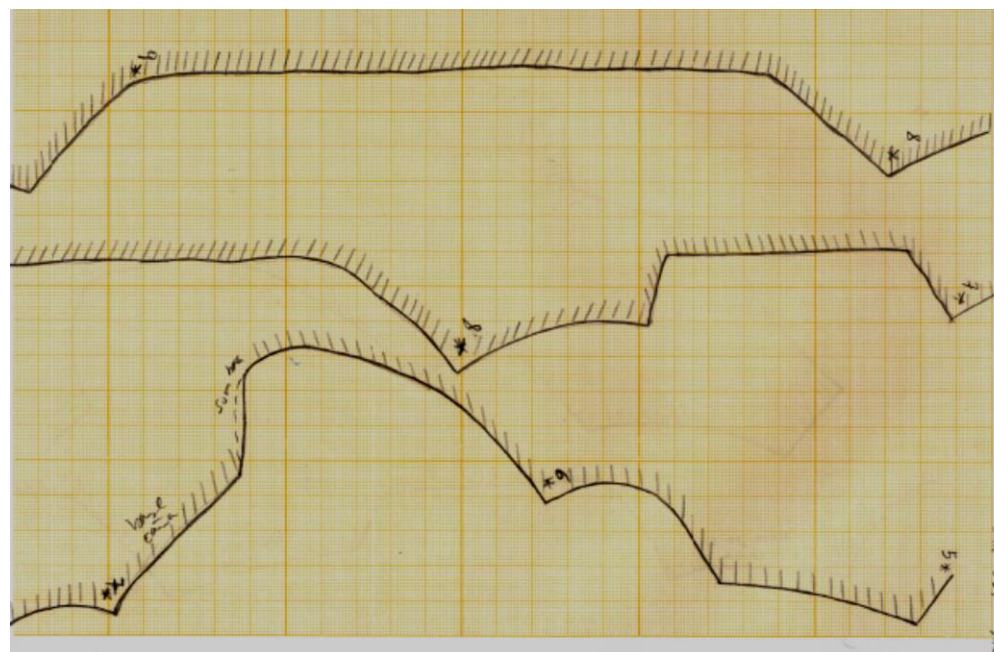


Imagen 221 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha entre los puntos 4 y 5. Fuente propia.



Esta imagen corresponde a la cota 570

Es la tercera hoja de diez.

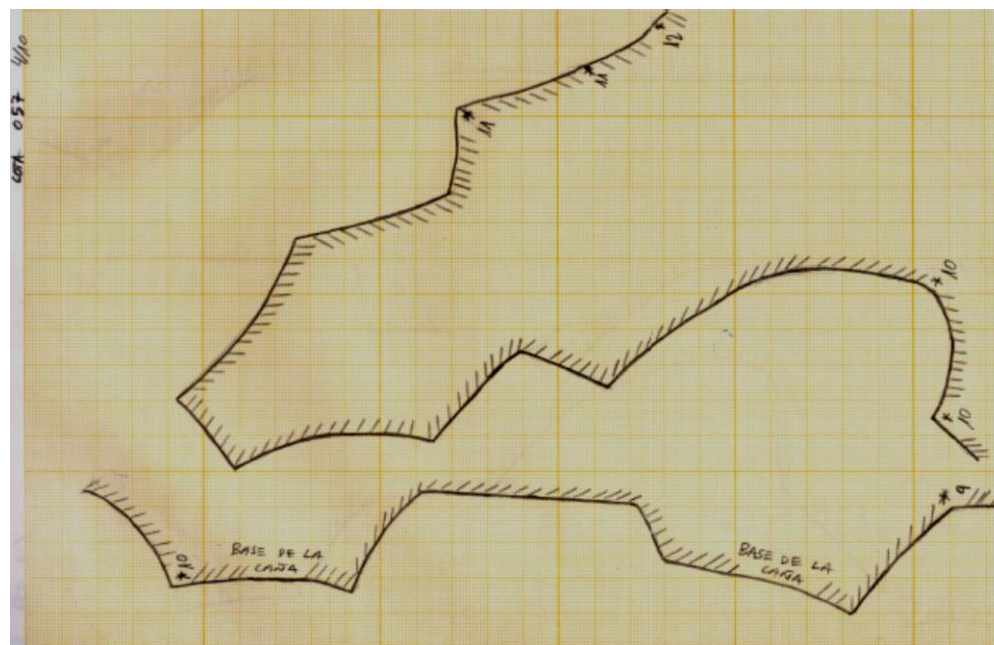


Esta imagen corresponde a la cota 570

Es la cuarta hoja de diez.



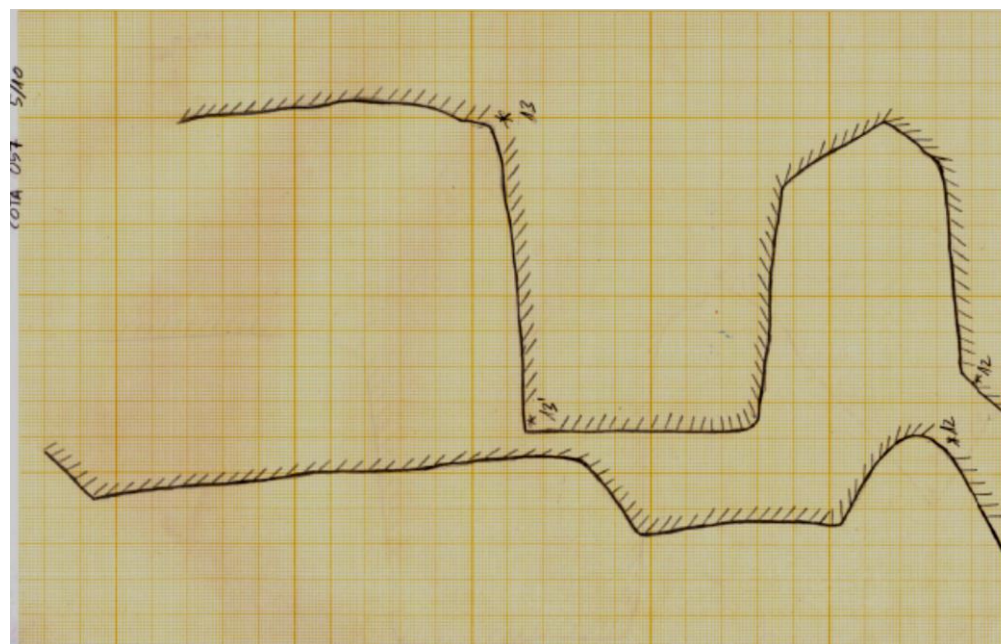
Imagen 222 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha.  
Fuente propia.





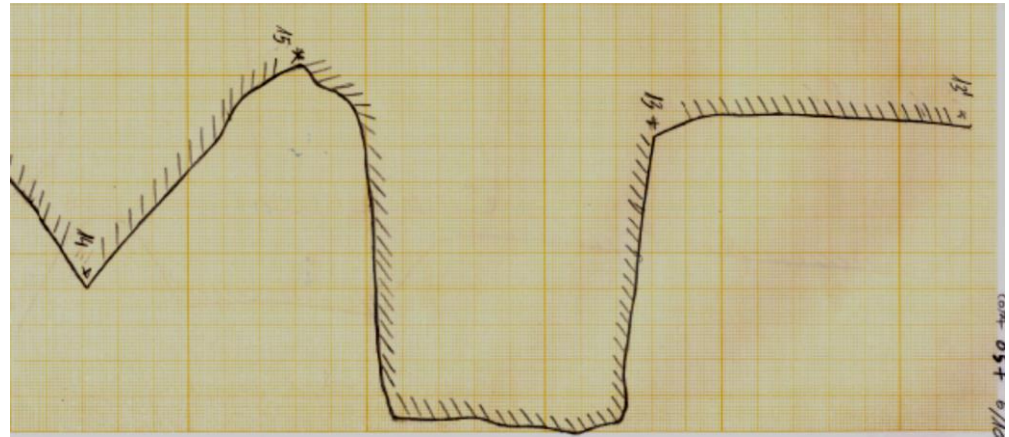
Esta imagen corresponde a la cota 570

Es la quinta hoja de diez.

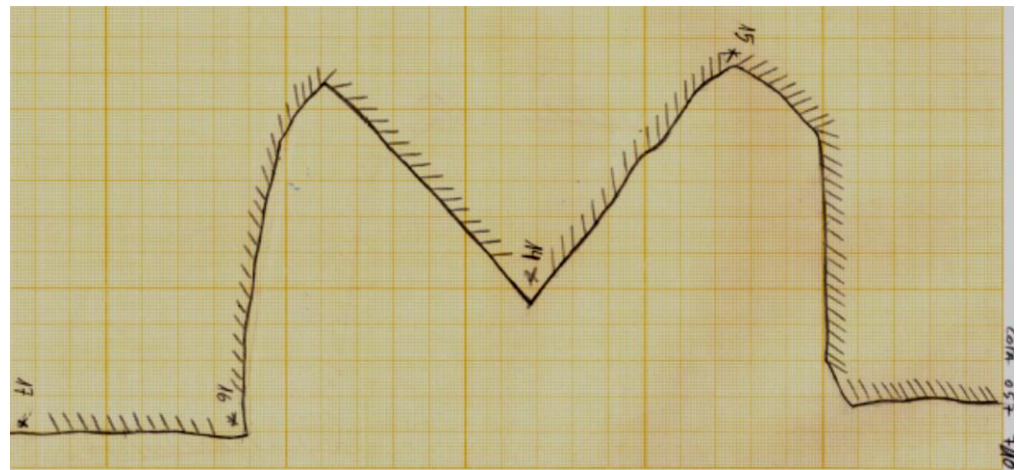


Estas imágenes corresponden a la cota 570

Es la sexta hoja de diez.

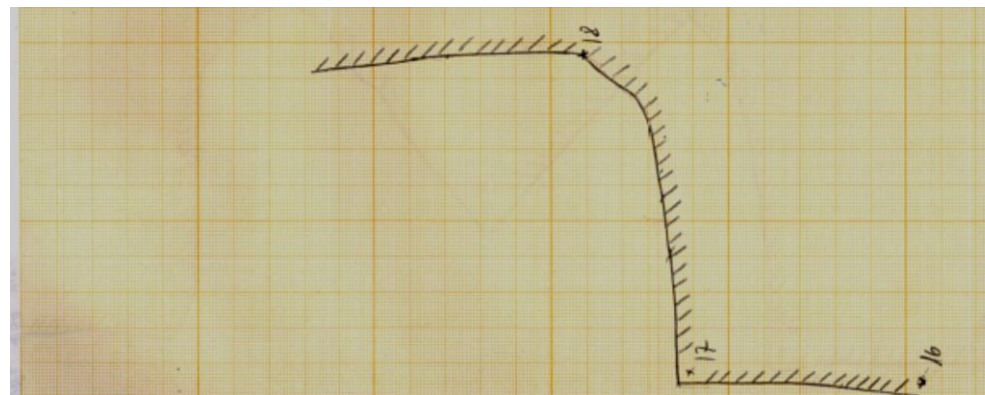


Es la séptima hoja de diez.

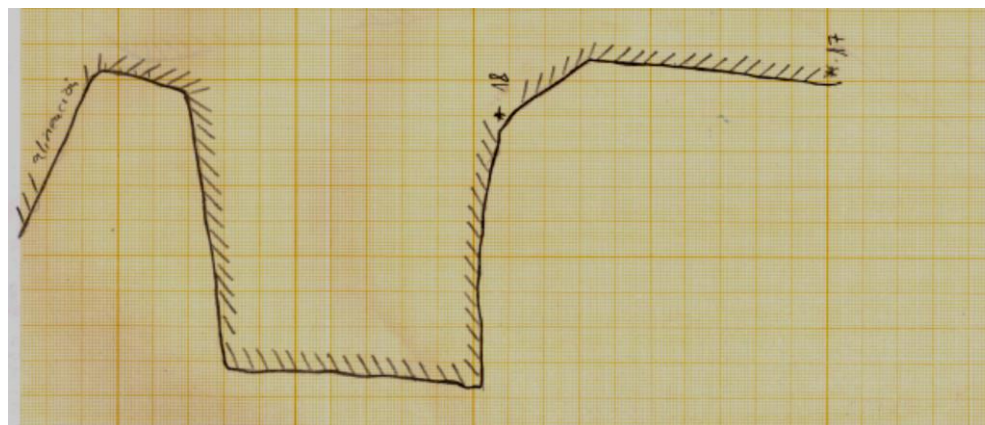


Estas imágenes corresponden a la cota 570

Es la octava hoja de diez.



Es la novena hoja de diez.

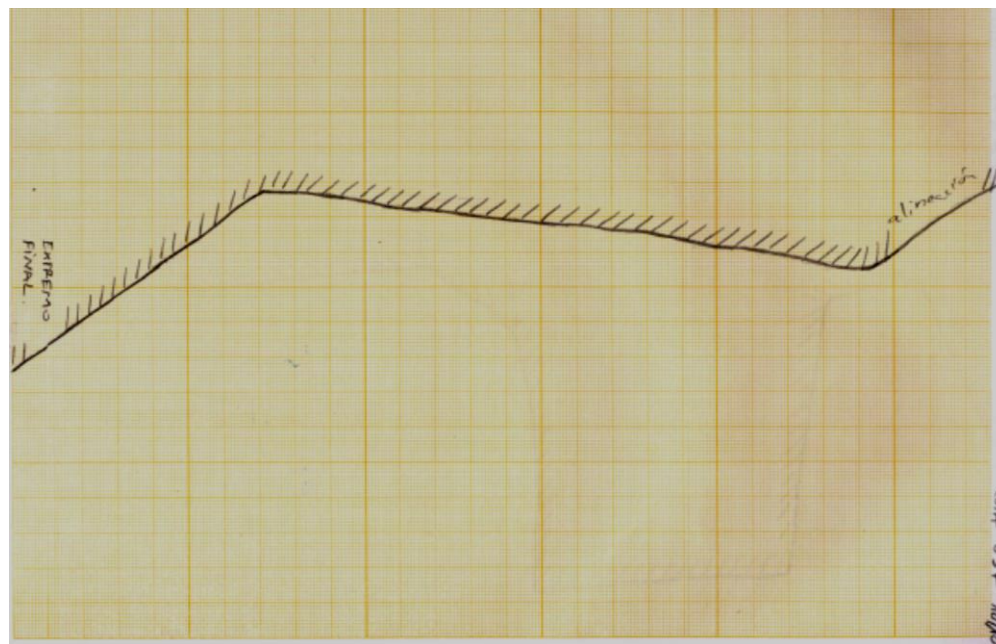


Esta imagen corresponde a la cota 570

Es la décima hoja de diez.

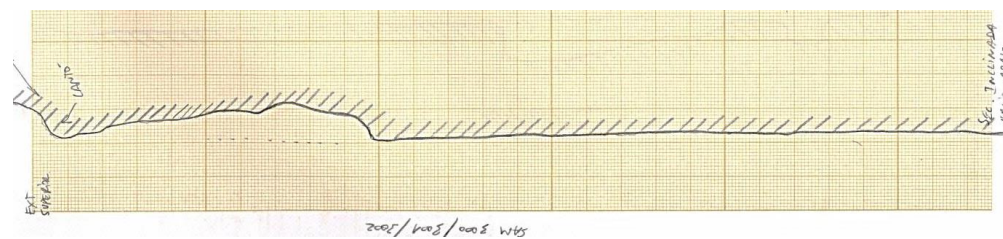
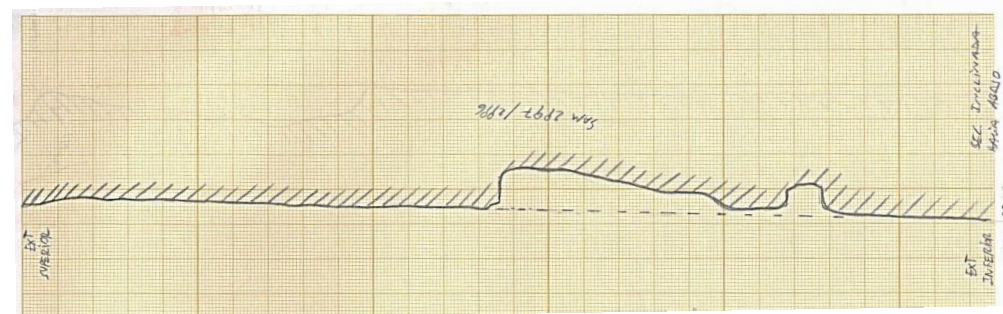


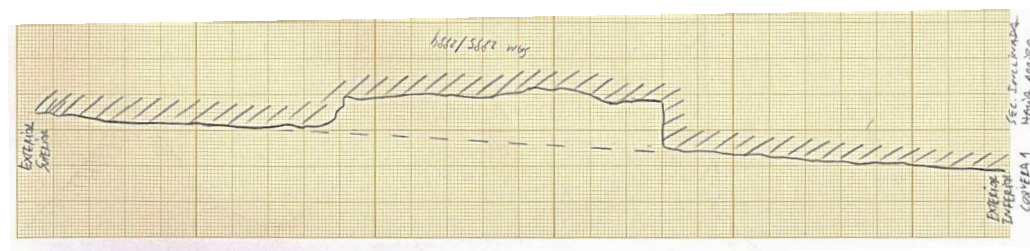
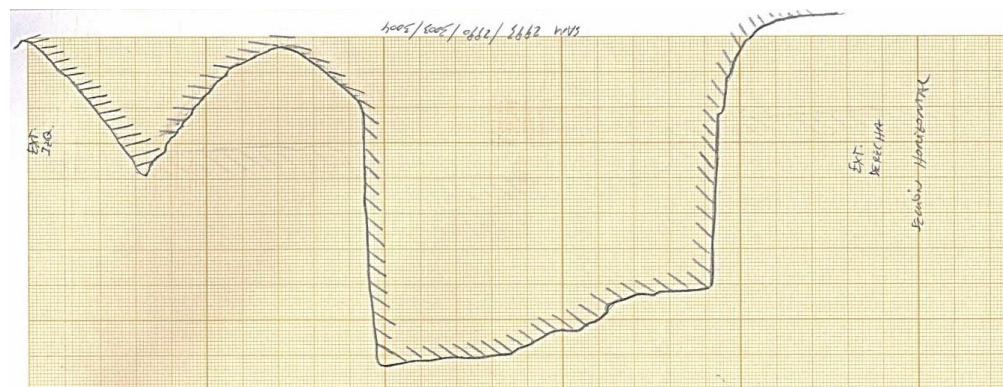
Imagen 223 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha.  
Fuente propia.



## LAS COQUERAS DE LA PIEDRA

Estas imágenes se corresponden a las grandes coqueras encontradas en la superficie de la de la jamba.





### 3.3.1 LA PUESTA A ESCALA. DIFICULTADES EN LA PRECISI3N.

Los planos con mayor definici3n gr3fica que se han encontrado de la portada, son los que elabor3 manualmente el profesor D. Juan G3mis G3mez-Ygual en el a3o 1985, a escala 1:50, a propuesta de la Generalitat Valenciana, en donde se levanta todo el sal3n columnario, con un refinamiento exquisito en todos los detalles del levantamiento y en el dibujo de los planos.

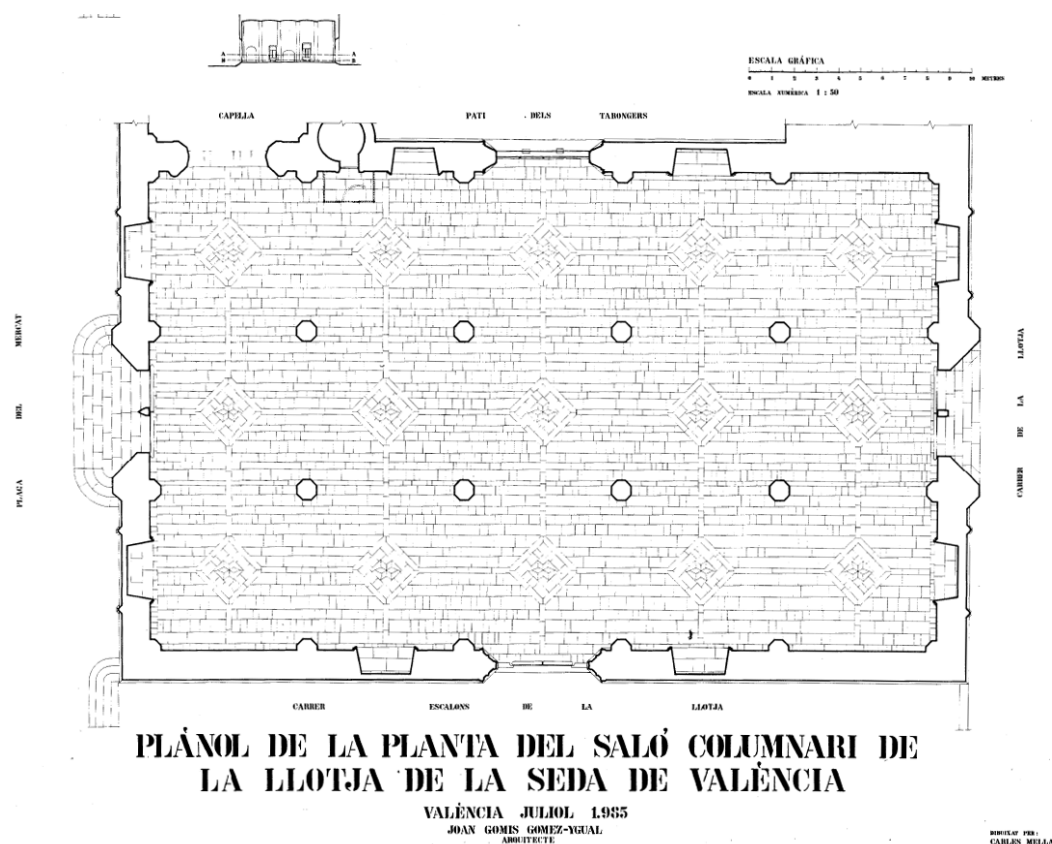
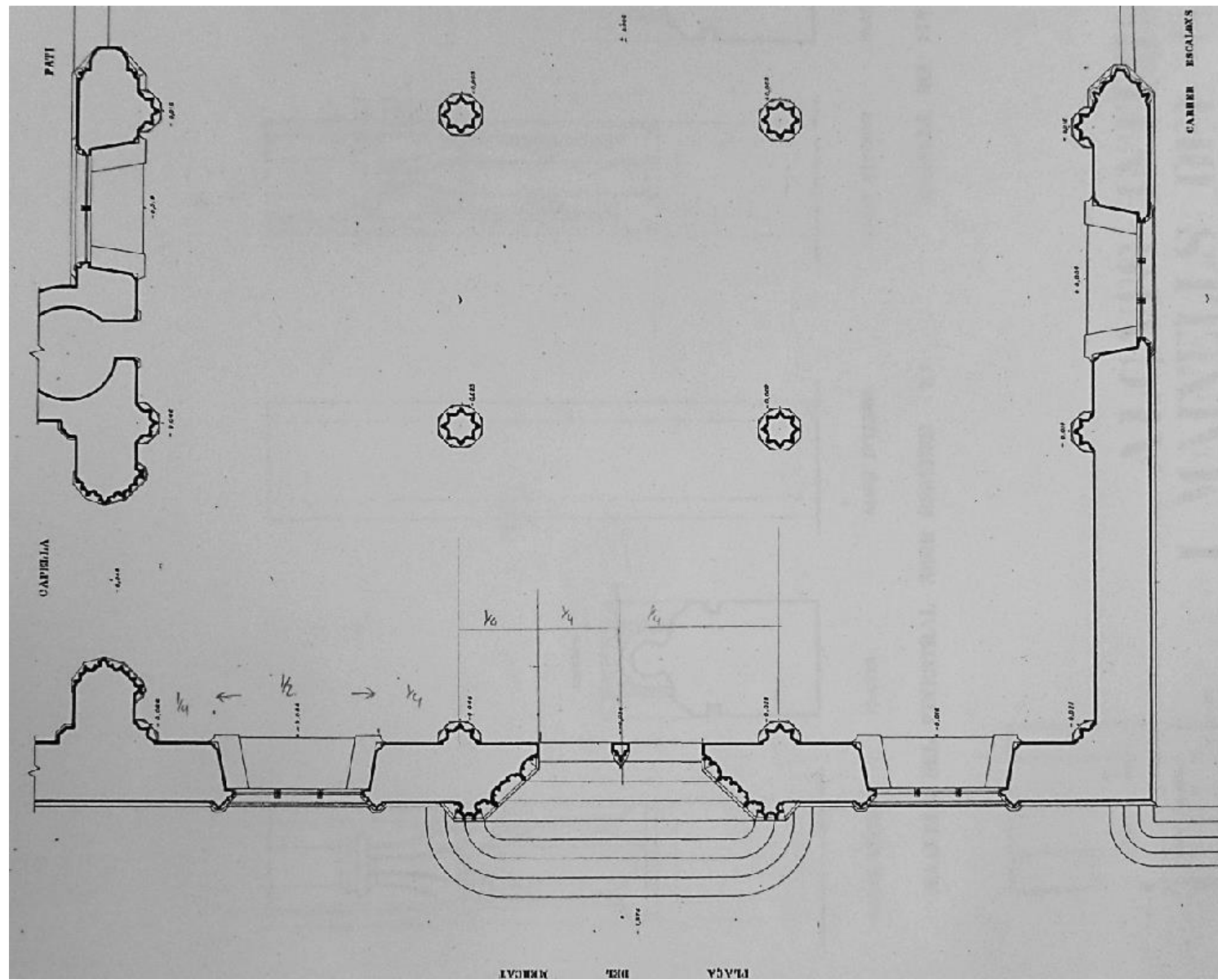
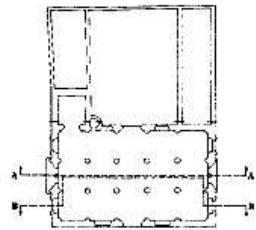


Imagen 224 PLANO EN PLANTA del Sal3n columnario. En 3l se grafian todas las baldosas del pavimento existente, en forma y posici3n, dentro de la sala. Se puede apreciar tambi3n que las l3neas que definen el resto de la construcci3n no entran en detalle, como veremos en el siguiente plano.

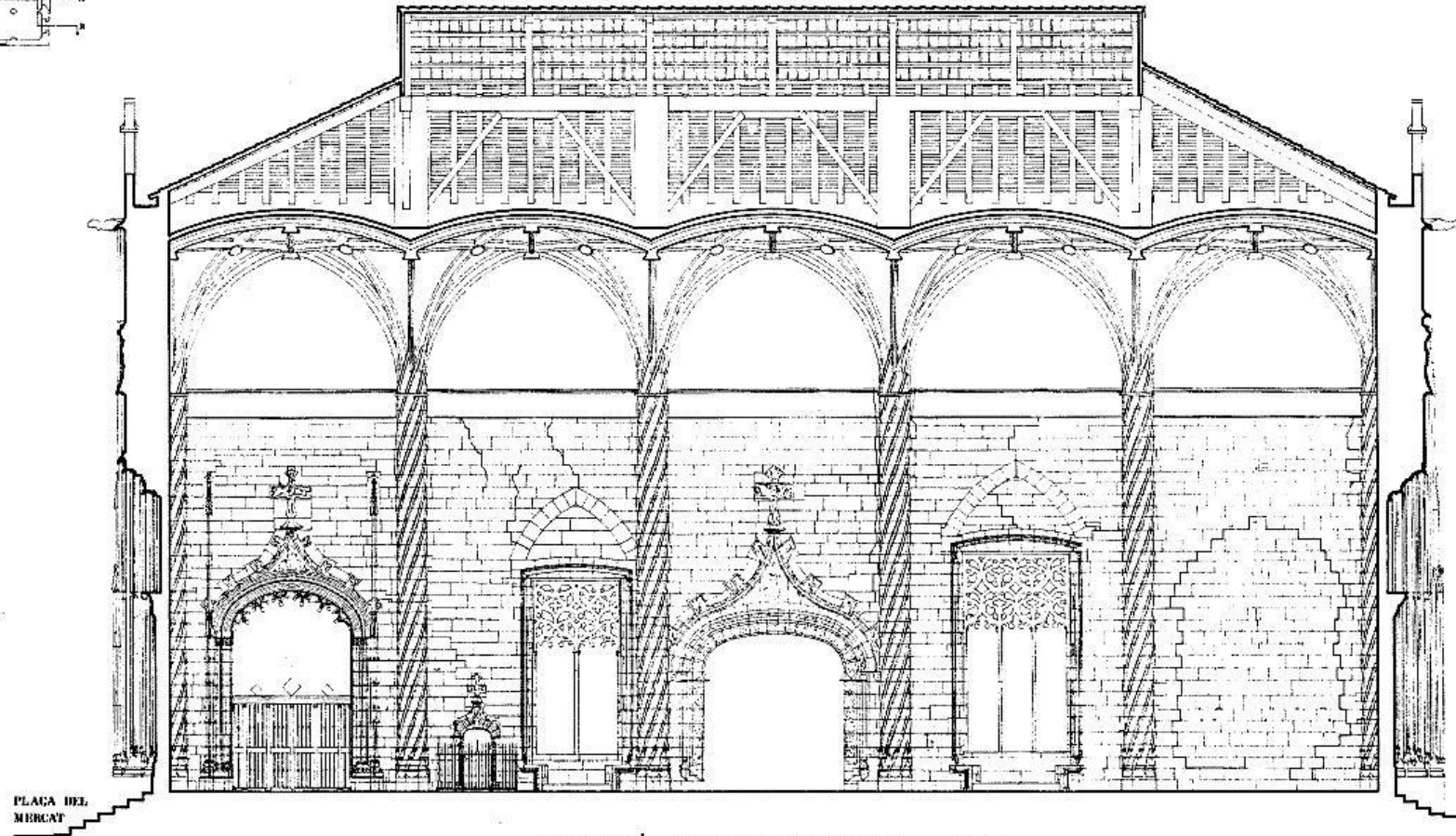
Fuente profesor D. Juan G3mis.



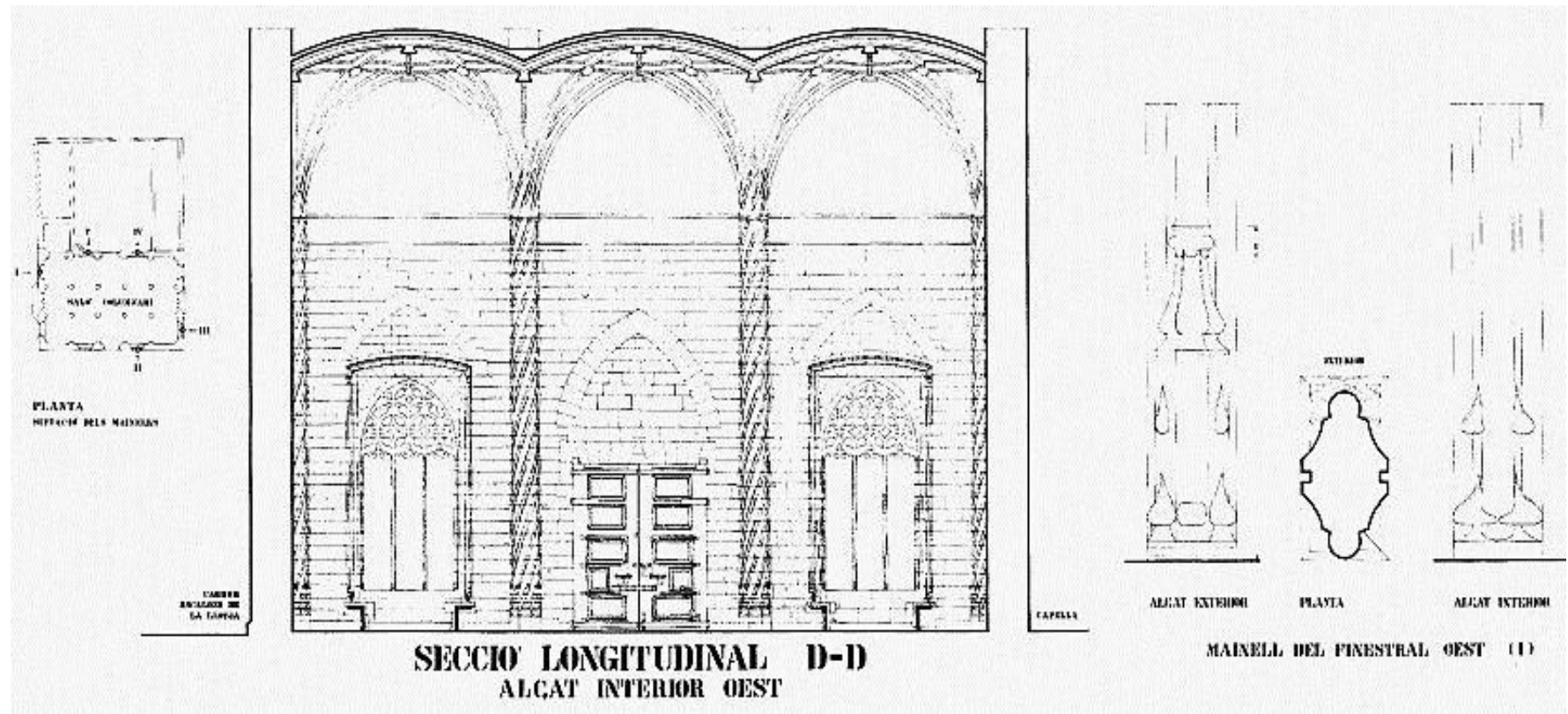


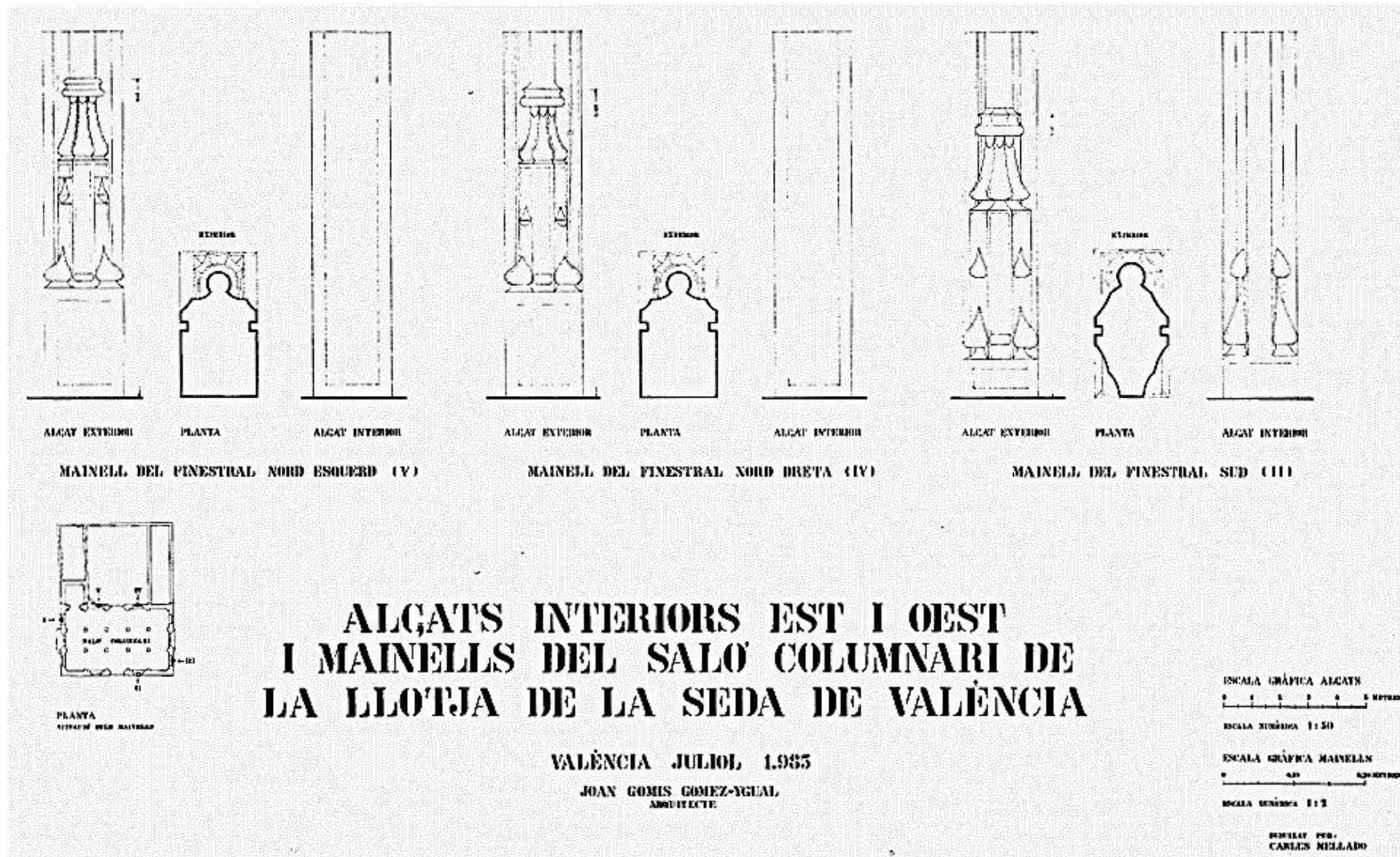


PLANTA



SECCIÓ LONGITUDINAL A-A  
ALÇAT INTERIOR NORD





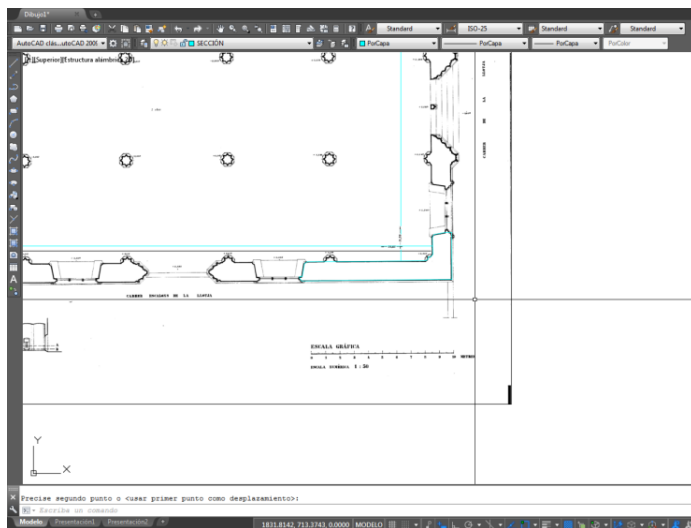


Imagen 225 LEVANTAMIENTO MANUAL. Vista general de la esquina sureste del salón columnario, de los planos facilitados por el profesor D. Juan Gómis Gómez-Ygual.

Imagen propia.

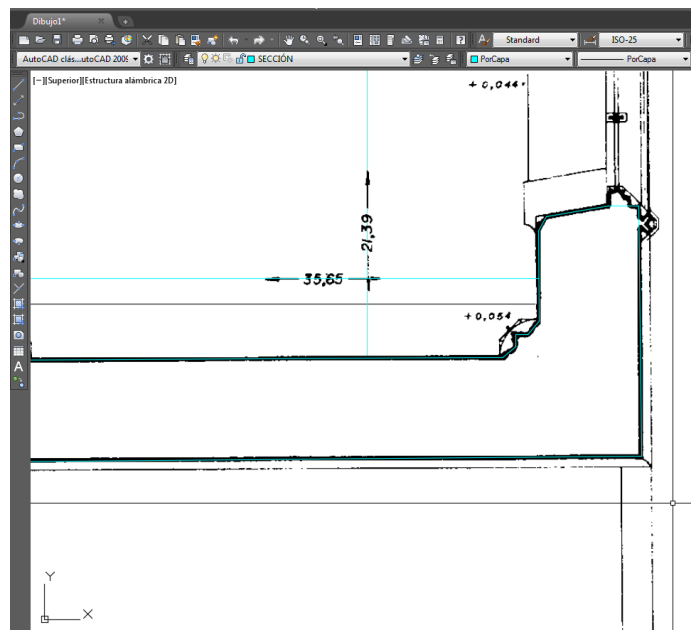


Imagen 227 LEVANTAMIENTO MANUAL. Vista en detalle de la esquina sureste del salón columnario, de los planos facilitados por el profesor D. Juan Gómis Gómez-Ygual.

Imagen propia.

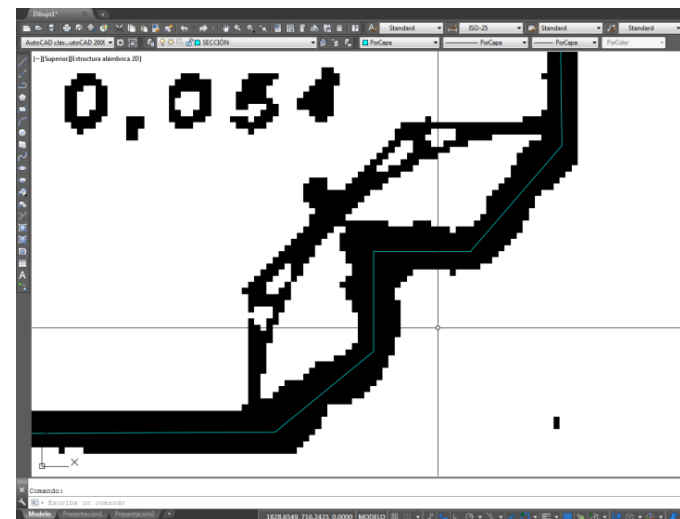
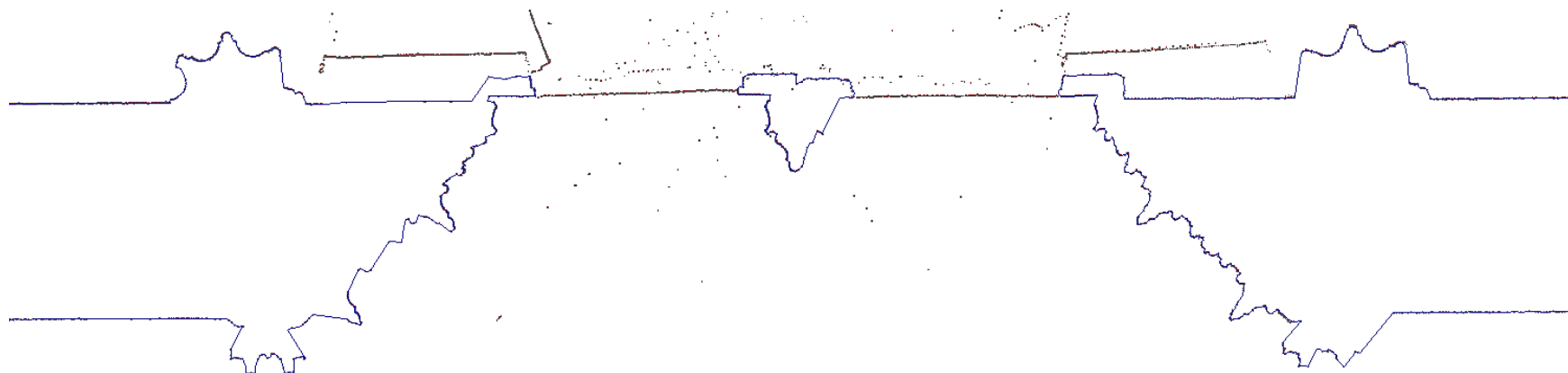


Imagen 226 COLUMNA EN ESQUINA. Zoom detalle de escanear el levantamiento manual de D. Juan Gómis Gómez-Ygual. Se puede apreciar que la precisión que facilita el programa informático de dibujo es el mismo con o sin detalle; se reduce a una misma línea fina, mientras que el trazado del lápiz ya no se define claramente, y se elige el eje del mismo para dibujar el plano por lo que los planos dibujados manualmente suponen mayores errores de medición en función de la escalas a la que se plantee.

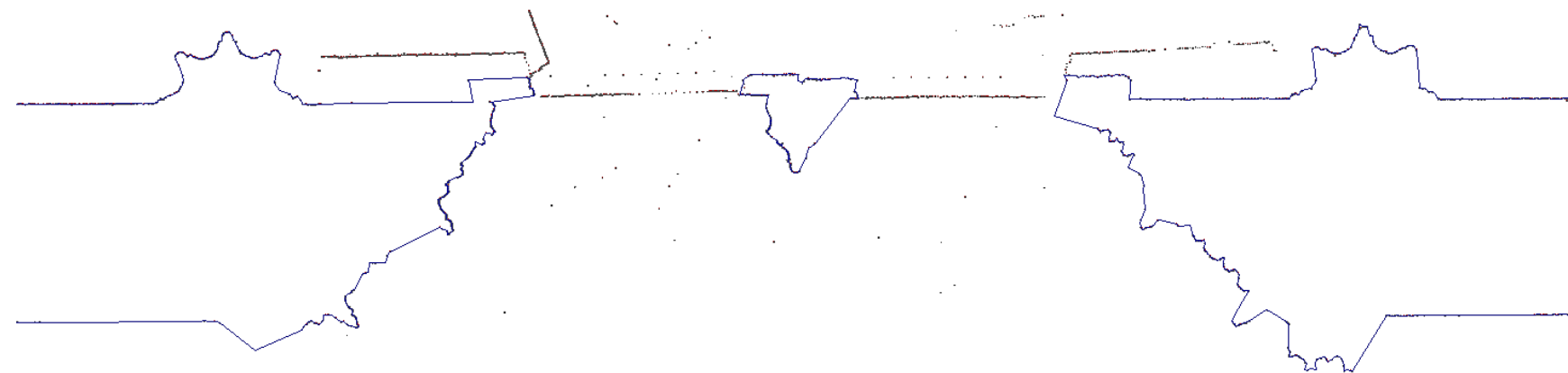
Imagen propia

### 3.4 RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LOS LEVANTAMIENTOS ANTERIORES.

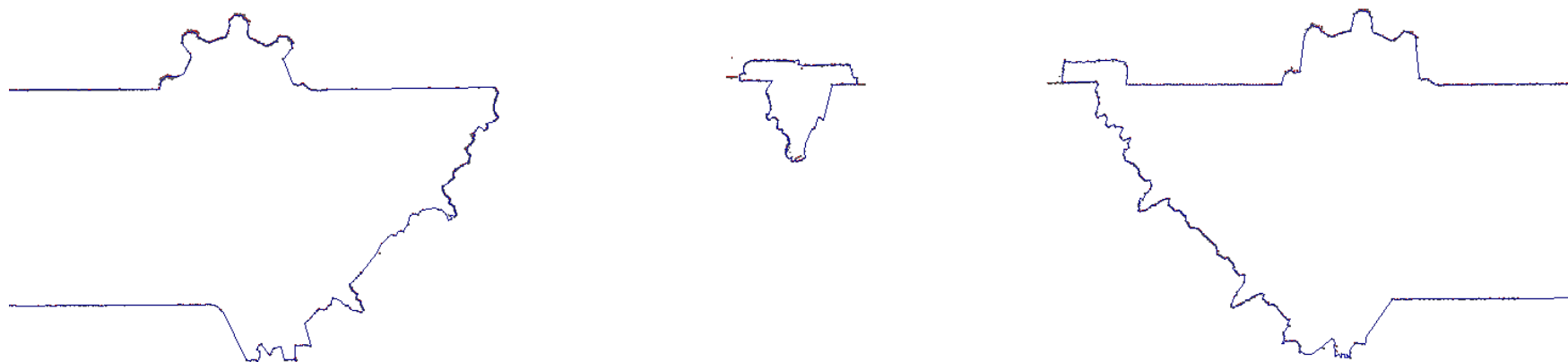
Sección de cota 80



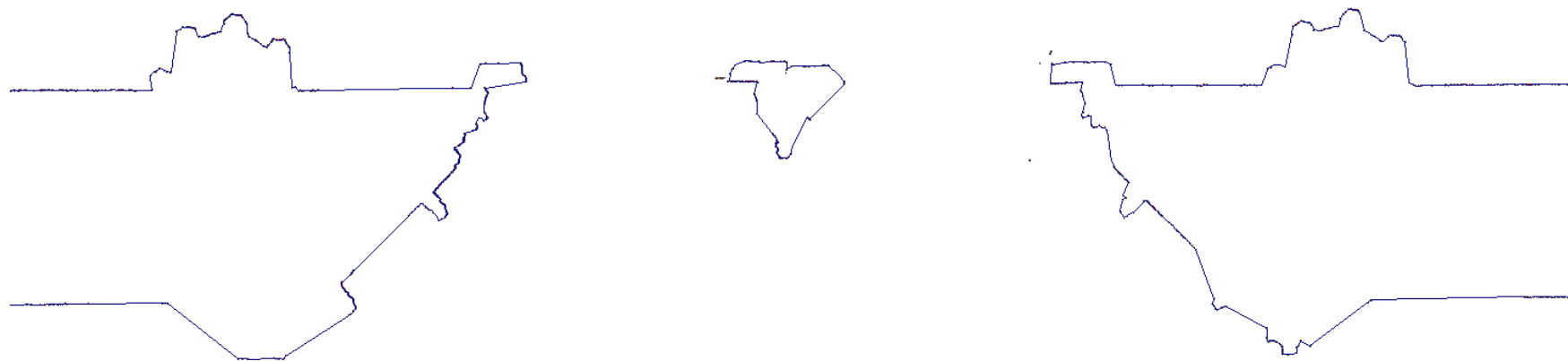
Sección de cota 70



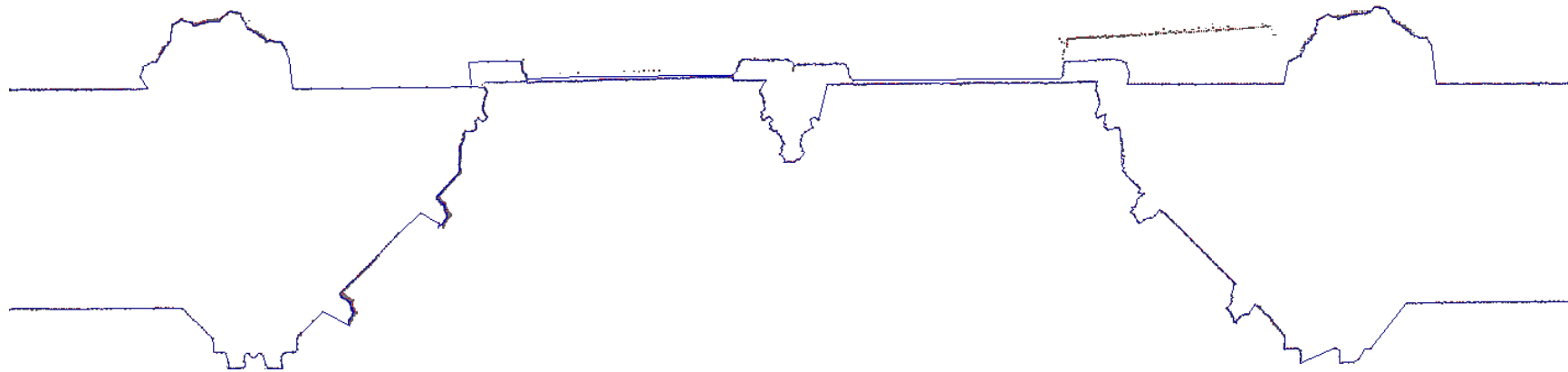
Sección de cota 60



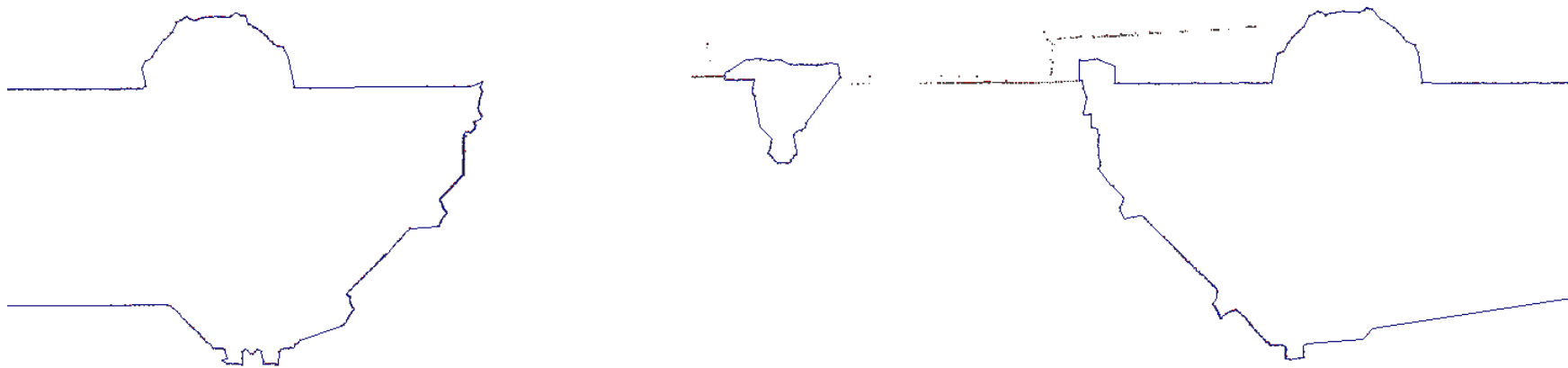
Sección de cota 50



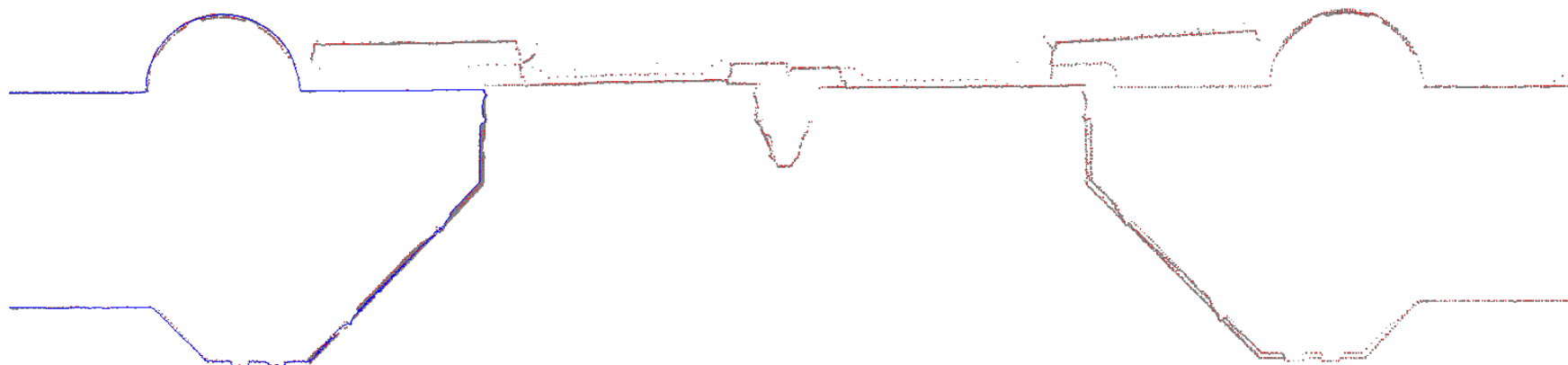
Sección de cota 40



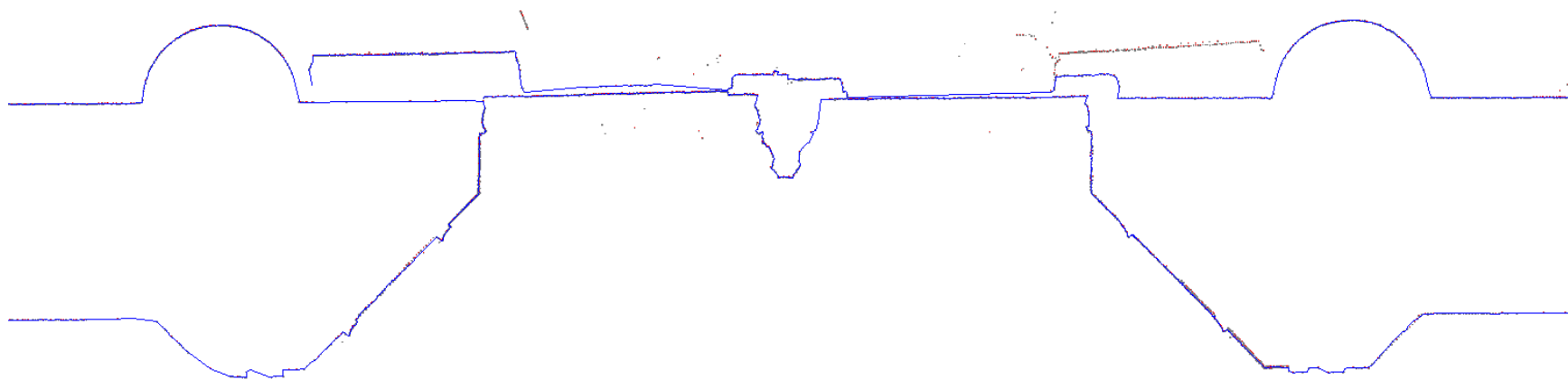
Sección de cota 30



Sección de cota 20

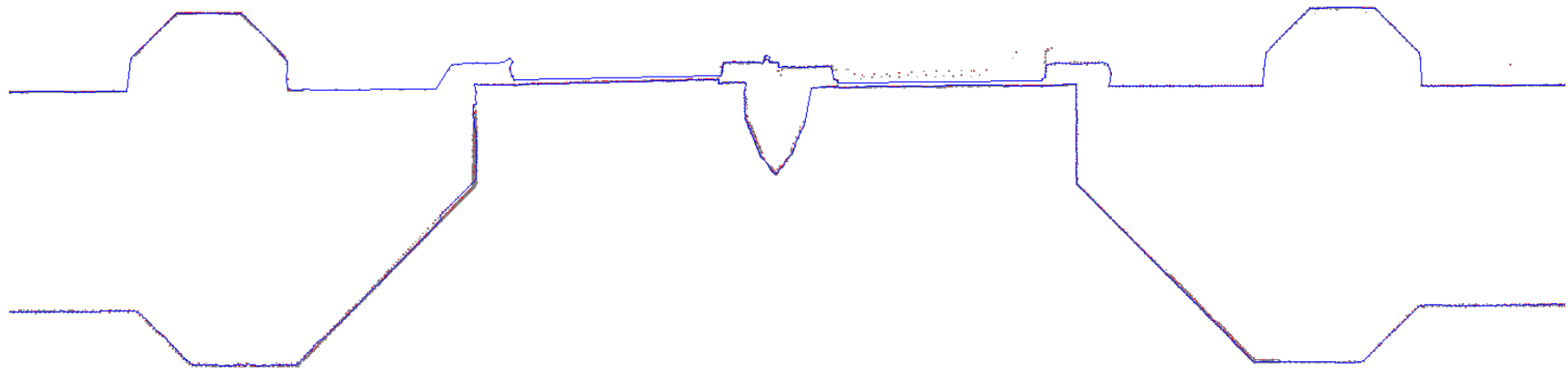


Sección de cota 10





Sección de cota 00





### 3.5 ESTUDIO DE LA MÉTRICA DE PERE COMPTE EN LA PORTADA DE LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA. 1483

#### 3.5.1 EL SISTEMA DE MEDICIÓN UTILIZADO

La justificación del uso de otros sistemas de medición es clara si analizamos dos obras de obligada referencia en la arquitectura: El Panteón de Roma y la Mezquita de Córdoba.

En el Panteón, el diámetro del círculo en que se apoyan los ejes de las columnas de la cúpula edificada por Adriano mide 44,35 metros, lo que se corresponde exactamente a 150 pies capitulinos, lo que significa que no es una dimensión caprichosa o imprecisa la unidad de medida en que fue construido el templo, sino establecida según un número exacto, fácil de medir y de relacionar.

La Mezquita de Córdoba, del mundo islámico y catalizadora de nuestra arquitectura, tiene unas medidas interiores, en la planta del edificio de la primitiva construcción de Abd al-Rahaman I, de 73,62 x 73,70 metros (casi un cuadrado perfecto).

Estos valores expresados en nuestro sistema métrico actual no nos provocan ningún interés especial, pero si los convertimos en CODOS obtenemos 125 x 125, al equivaler un codo rassari a 58,9296 centímetros. Valores enteros que, como sucedía en el Panteón, nos lleva a valorar la importancia del sistema métrico utilizado en su construcción.

Muchos autores y editores de manuales de arquitectura utilizan el sistema métrico decimal actual para acotar la geometría de los edificios en sus planos. La cotidianeidad en su uso nos permite comprender de forma inmediata la proporcionalidad de los mismos.

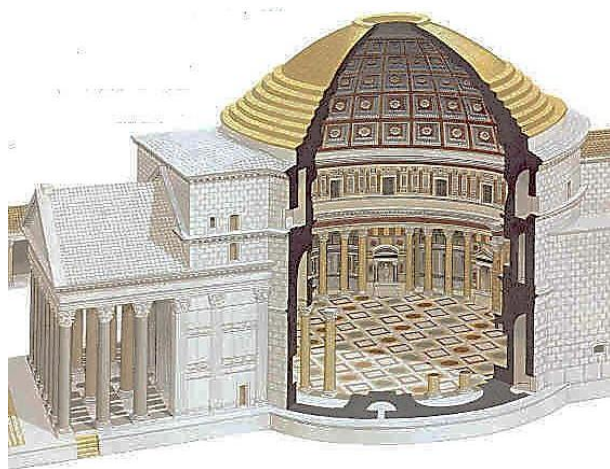


Imagen 228 Panteón de Roma.

Fuente [www.educastur.es](http://www.educastur.es) (2011)

Resulta, pues, útil utilizarlos en la arquitectura de reciente construcción pero inapropiada para analizar la que se construyó con anterioridad a la adopción generalizada de este sistema métrico decimal con algo más de 150 años de vigencia<sup>72</sup>.

Recordemos cómo se establece: A la unidad fundamental del sistema métrico decimal se denominó metro. Se definía por la diezmillonésima parte de la longitud del cuadrante del meridiano que pasa por París.

La unidad de longitud arbitraria, base del sistema métrico decimal, fue creada con el fin de unificar las distintas unidades de longitud empleadas en diferentes países hasta el siglo XVIII, cuyas equivalencias entre sí constituían una gran dificultad. En el Congreso Internacional celebrado en Francia en 1799, se estableció que se tomaría como base del sistema métrico una unidad derivada de las dimensiones de nuestro planeta, lo que impulsó la necesidad de la medición de la Tierra. Con el objeto de determinar con la mayor exactitud posible la longitud de un meridiano terrestre, el Gobierno francés envió al desierto de Sechura (Perú) a un grupo de científicos entre ellos a Delambre y a los españoles Juan y Antonio Ulloa. El resultado de su labor fue la creación del Sistema métrico decimal<sup>73</sup>. En España fue obligatorio por ley en 1849, sus tipos y equivalencias fueron publicadas por la Gaceta de Madrid. (unos 351 años después de terminar la construcción del Salón columnario de la Lonja de Valencia). Los diversos sistemas de medidas utilizados tradicionalmente en España tienen sus orígenes en el sistema metrológico romano, instaurado en la península a partir del año 197 antes de Cristo, al culminar el proceso de colonización del territorio español.



Imagen 229 Mezquita de Córdoba. Interior de la Catedral.

Fuente [www.cordobapedia.es](http://www.cordobapedia.es) (2011)

---

<sup>72</sup> MERINO, JOSÉ. (1999). Metodología de la restauración y de la rehabilitación. (Tomo 2). Edita Munilla-Iería. pg 33-39 y 54.

<sup>73</sup> AA.VV. (1986). Diccionario Enciclopédico Sopena Color. Edita Ramón Sopena S.A..

---

Roma impulsó en todo su imperio un sistema único de pesas, medidas y monedas, que venía a reemplazar a los anteriores de carácter local.

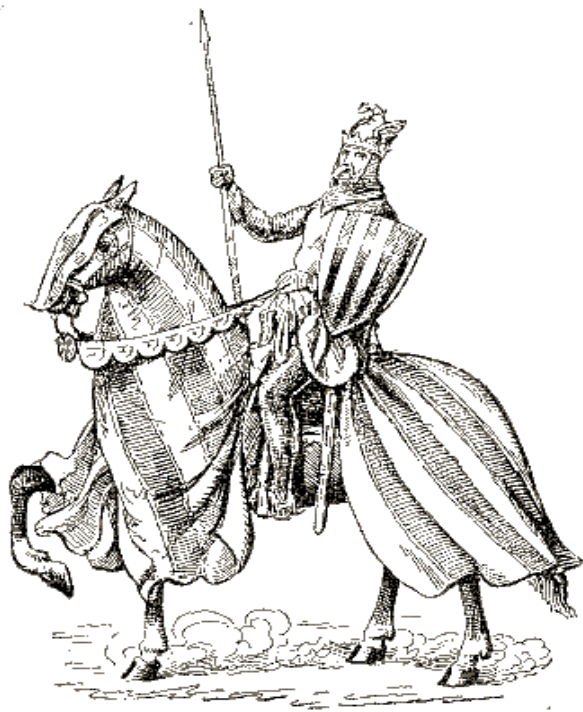
El sistema metrológico romano tiene carácter antropométrico de gran sencillez y con una perfecta relación sexagesimal entre los múltiplos y divisores del módulo que se identifica con el pie o pex. El pie es la sexta parte del cuerpo humano (brazo o estado) y, a su vez, se divide en doce partes dando lugar a la pulgada. Un Paso equivale a 5 pies.

En el sistema métrico actual, un pie equivale a 295,7 milímetros, con algunas desviaciones que pueden llegar hasta los 296,3 mm.

Tras la disgregación del Imperio Romano, la unicidad metrológica europea se resquebraja, apareciendo variantes regionales y aún locales hasta el siglo XVIII. Lo más significativo fue el protagonismo tan importante que tomó la VARA (yarda, ana, cana, etc...) como patrón de medida, suplantando al anterior el PIE, por su comodidad dimensional para el uso de comerciantes y maestros.

La construcción de la Lonja de Valencia se inicia en 1483 y se finaliza en 1548. En 1484 los Reyes Católicos promulgan las Ordenanzas de Castilla que establecía la obligatoriedad de usar la Vara castellana en todos los reinos. Fracasado este primer intento, será el rey Felipe II el que lo vuelva a intentar al promulgar el código de La Nueva Recopilación en 1568.

Así pues los valores legales son para la Vara de Burgos, conocida como Vara castellana de 835,905 milímetros, y se divide en tres Pies de 278,635 milímetros y cada Pie en doce Pulgadas de 23,21 milímetros, utilizada en muchas provincias de España en el siglo XVI. En Valencia su Vara equivale a 906 milímetros lineales y su Pie a 302 milímetros.



JAIME I EL CONQUISTADOR.

Imagen 230 Jaime I el Conquistador. Fuente [www.pasapues.es](http://www.pasapues.es)

Sin embargo, otros estudiosos de la instauración del sistema metrológico valenciano como la Doctora D<sup>a</sup> Concepción López González y el Doctor D. Jorge García Valldecabres, de la Universidad Politécnica de Valencia, justifican en un extenso artículo propio la equivalencia de la vara valenciana respecto a la unidad métrica actual de la siguiente forma:

En el siglo XIII, Jaime I el Conquistador y su yerno D. Alfonso X el Sabio, con el objeto de acabar con las confusiones en sus reinos de Castilla y Aragón, instauran un sistema metrológico propio: la Vara de III Pies romanos e introducen mecanismos para su control instaurando el nuevo oficio de Mustacaf (funcionario municipal que supervisa pesos y medidas). Y sólo Valencia conservará este sistema hasta la instauración del sistema métrico actual después que el Rey Alfonso XI y Enrique II, sucesores de D. Alfonso X el Sabio dieron preferencia a la Vara de Burgos llamada Vara Castellana<sup>74</sup>, con tal imperfección que de una a otra longitud hay más de  $\frac{1}{4}$  de línea de diferencia según Ciscar.

El Reino de Valencia es un territorio conquistado que se incorpora a la Corona de Aragón y aún así, mantiene su estructura política y jurídica. Según escribe Beuter en el libro segundo de su tratado escrito en 1604, “el origen del sistema metrológico valenciano es leridano”. A diferencia de otros, este sistema instaurado por Jaime I llega al detalle en sus medidas. Sus unidades están redactadas en el libro IX Rub XXIII dels “Furs”: “ Las anas sean cuatro palmos y todos los paños de lino y de lana, y cualesquiera otros paños, sean recibidos y sen dados con tal ana más dos dedos de la ana y que los cabos de la ana sean de hierro”.

---

<sup>74</sup> GALARZA, MANUEL. (1984). La Lonja de Valencia. Errores de transcripción en sus dimensiones. Valencia: Revista del Consejo de Colegios de Aparejadores de la Comunidad Valenciana. Semestre I. Páginas 24-28.

---

El 16 de Diciembre de 1249 en el “Aureum Opus” se cita: “Sepan todos que Nos, Jaime I, rey por la gracia de Dios de Aragón, Valencia,... Como quiera que según las leyes dadas por Nos a la Ciudad y Reino de Valencia, deben existir uno e igual peso y medida en la Ciudad y en todas las Villas, Castillos y demás lugares del reino, determinamos y ordenamos Nos y nuestros para siempre.”

La relación del Pie Valenciano con el Pie Toledano instaurado por Alfonso X y, a su vez, con el Romano lo describe el padre Tosca con gran determinación a igualar la Vara Valenciana con la Romana, pues ambos describen los mismos módulos de pie. (Tosca 1707 Tomo, pg 143).

Ello conlleva a que se la considere un canon de guía universal justificado por la perfección considerada a las unidades de medición romanas<sup>75</sup>.

Vemos pues, que el origen de los PATRONES de medición longitudinal es antropomórfico, no solo en sus módulos, sino también en sus proporciones. De ahí que la notación de las mismas se refieran a elementos del cuerpo humano como pie, palmo, pulgada, dedo,... y todos ellos relacionados y proporcionando una importante característica: la lógica subdivisión y submúltiplos del PATRÓN empleado en 2, 3 o 4 unidades, lo que facilitará el cálculo y, así, la sencillez de aplicación y verificación. Así pues, no son una simple sucesión de números sino un sistema lógico de medida en el proceso constructivo.

“No sólo en la misma comarca sino también en un mismo pueblo se utilizaban patrones distintos según los géneros mensurables, por lo que se estableció desde la antigüedad una norma para

---

<sup>75</sup> LÓPEZ, CONCEPCIÓN y GARCÍA, JORGE. (2009). 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.

conservar los patrones-tipo con el mayor de los cuidados. Los hebreos los guardaban en el templo, los romanos en el Capitolio, en Grecia se instituyó una guardia para su custodia, en Valencia se guardaban en el Almudín, e incluso se dibujaban sobre piedras o barras de hierro, que se exhibían públicamente, en forma de lápidas como se pueden ver en la calle de la Barchilla o fijando los hierros en las arcadas de la plaza mayor para su comprobación”<sup>76</sup>

#### TABLAS DE EQUIVALENCIAS CON LAS MÉTRICAS DE VALENCIA

Medidas lineales	Subdivisiones
La vara 906 mm.....	3 pies o 4 palmos
El pie 302 mm.....	12 pulgadas o 16 dedos
El palmo 230 mm.....	9 pulgadas o 12 dedos
La pulgada 25 mm.....	16 líneas
El dedo, 20 mm.....	12 líneas

Los palmos, los pies o los dedos respondían a su pequeña dimensión respecto al metro, abarcable por un operario, más que por su relación con alguna parte del cuerpo humano. Las medidas aplicables principales siempre son números enteros.

En la tabla siguiente se indican las dimensiones de los mismos elementos en las unidades de referencia de la época de medición o transcripción.

---

<sup>76</sup> GALARZA, MANUEL. (1984). La Lonja de Valencia. Errores de transcripción en sus dimensiones. Valencia: Revista del Consejo de Colegios de Aparejadores de la Comunidad Valenciana. Semestre I. Páginas 24-28.



LAS DIMENSIONES INTERIORES DEL SALÓN COLUMNARIO DE LA LONJA DE VALENCIA FACILITADAS POR DIFERENTES FUENTES<sup>77</sup>.

	<i>Marqués Cruilles</i>	<i>Espasa en la voz Valencia</i>	<i>Espasa en la voz Lonja</i>	<i>Amador de los Ríos</i>	<i>Luís Ferreres</i>	<i>Sánchis Guarner</i>	<i>España Artística</i>	<i>Manuel Galarza</i>	<i>Juan Gómis</i>
<b>Longitud</b>	131 pies burgaleses	120 pies	36,50 metros	35,60 metros	35,60 m.	35 metros	56,60 m.	35,60 metros	35,67 m
<b>Anchura</b>	75 pies	80 pies	20,90 metros	21,39 metros	21,39 m.	21 metros	21,40 m.	21,39 metros	21,41 m
<b>Altura columna</b>	57 pies	-----	-----	11,17 metros	11 metros	11 metros	-----	-----	
<b>Altura clave</b>	-----	60 pies	16,75 metros	17,04 metros	17,40 m.	17 metros	-----	-----	
<b>Diámetro columna</b>	9 pies	-----	-----	0,90 metros	0,90 m.	-----	Más de un m.	0,89 metros	
<b>Diámetro base</b>	-----	-----	-----	0,98 metros	-----	-----	-----	0,97 metros	

Conseguir la métrica utilizada en la Lonja en la época de su construcción obedece a los siguientes pasos:

<sup>77</sup> GALARZA, MANUEL. (1984). La Lonja de Valencia. Errores de transcripción en sus dimensiones. Valencia: Revista del Consejo de Colegios de Aparejadores de la Comunidad Valenciana. Semestre I.. Páginas 24-28.

1.- Se ha partido de la métrica valenciana y he utilizado el programa CAD para acotar los planos de sección con una precisión de tres decimales y sin redondear.

Las secciones utilizadas son las que en la jamba presentan los elementos con las aristas mejor definidas, es decir la cota cero y la 246.

El resultado de la acotación se ofrece en varas, pies, palmos, pulgadas y dedos.

3.- Al observar las cotas que más se aproximan en su conjunto a valores enteros, se ha observado que los palmos cumple esta condición y se ha optado por utilizarlo. En el caso de la primera lámina, la correspondiente a la cota cero, los valores son: 2,204 / 2,891 / 7,051 / 2,870.

Vemos que entre las cuatro cotas, la primera no se acerca a su valor entero que sería 3,000, pero sí al cuarto de este, es decir se aproxima a 2,250.

4.- Puesto que estamos analizando un elemento de piedra natural calizo, muy poroso y con una puesta en obra superior a los 500 años, es de suponer que este ha sufrido un desgaste en su cara más expuesta al exterior, su extradós.

Por ello he trazado las líneas que envuelven exteriormente al elemento construido y el resultado lo vemos grafiado claramente en los planos. Observamos las acotaciones anteriores pero ahora con un valor entero de 2,250 / 3,000 / 7,000. Esto conlleva un desfase con la sección original que va desde los 4 mm a los 15 mm y su justificación de esta pérdida de sección está muy razonada en el último punto estudiado en este tema.

5.- La utilización del valor del palmo teórico valenciano no es posible porque es inferior al utilizado por Pere Compte y que equivale en milímetros a 226,5.

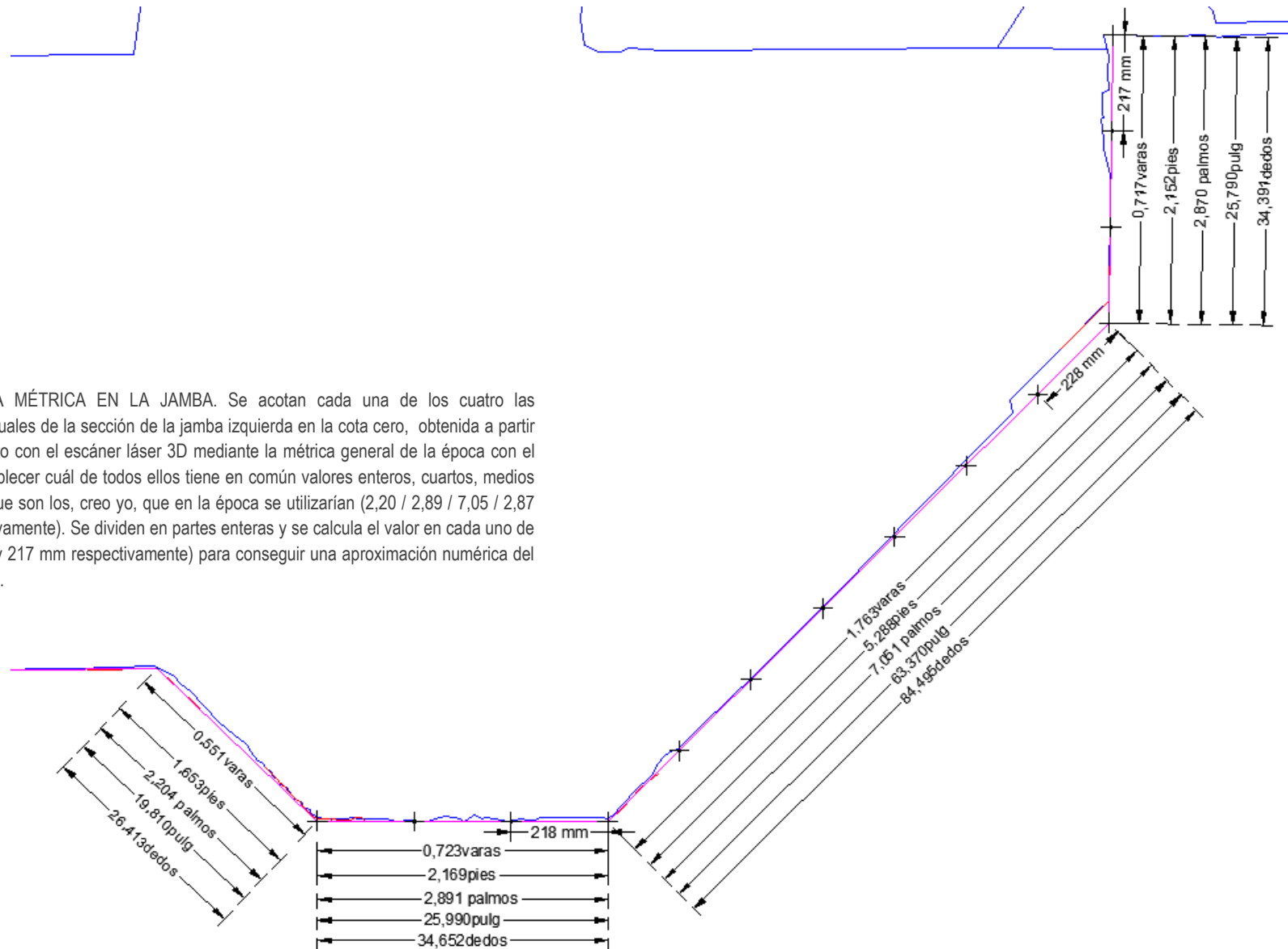


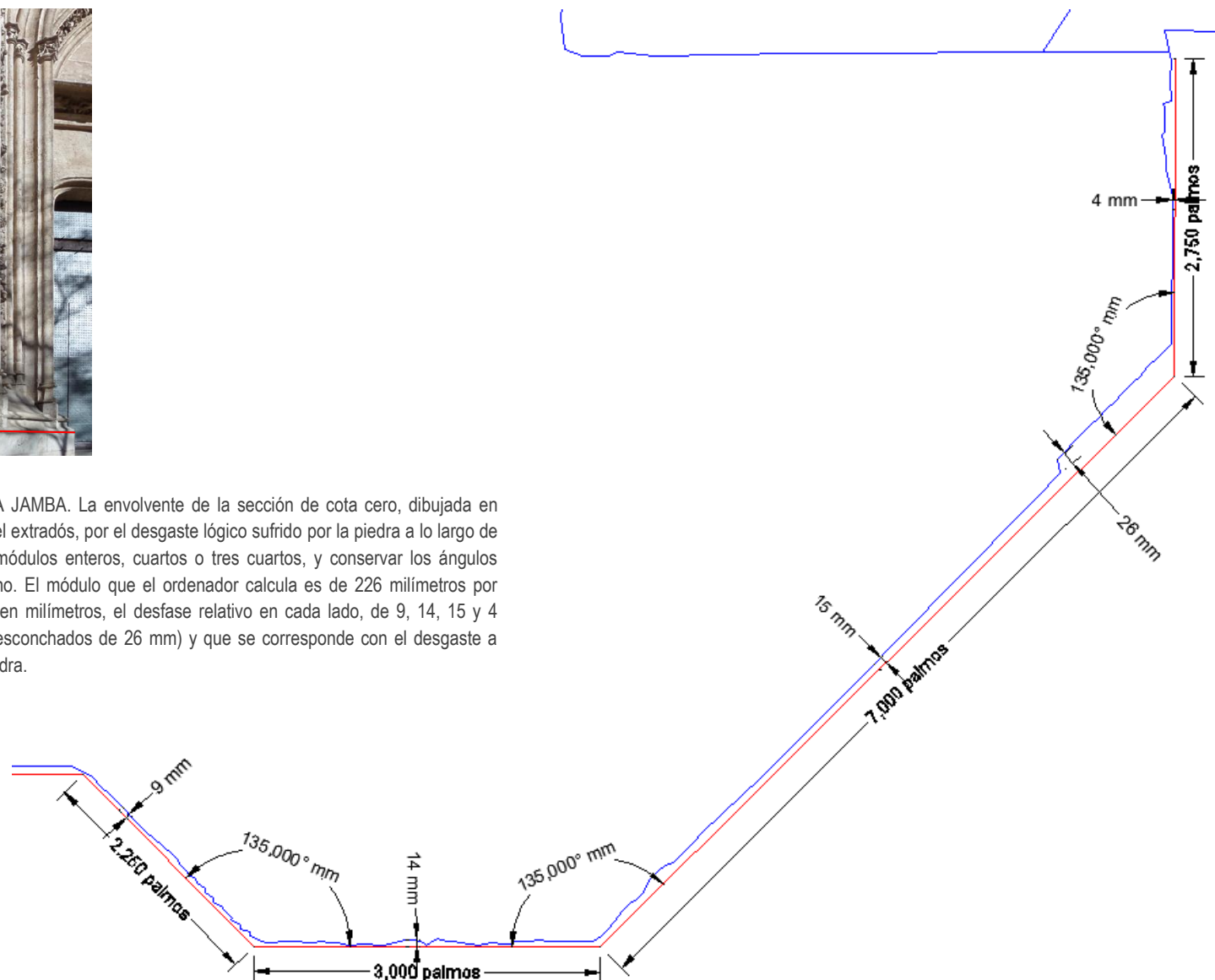
Imagen 231 LA MÉTRICA EN LA JAMBA. Se acotan cada una de los cuatro las alineaciones actuales de la sección de la jamba izquierda en la cota cero, obtenida a partir del levantamiento con el escáner láser 3D mediante la métrica general de la época con el objetivo de establecer cuál de todos ellos tiene en común valores enteros, cuartos, medios o tres cuartos que son los, creo yo, que en la época se utilizarían (2,20 / 2,89 / 7,05 / 2,87 palmos respectivamente). Se dividen en partes enteras y se calcula el valor en cada uno de ellos (218, 228 y 217 mm respectivamente) para conseguir una aproximación numérica del módulo buscado.

Fuente propia.



Imagen 232 LA MÉTRICA EN LA JAMBA. La envolvente de la sección de cota cero, dibujada en color rojo, se ha adecuado hacia el extradós, por el desgaste lógico sufrido por la piedra a lo largo de los años, hasta adaptarlo a los módulos enteros, cuartos o tres cuartos, y conservar los ángulos interiores de  $135^\circ$ , de un octógono. El módulo que el ordenador calcula es de 226 milímetros por cada palmo. Se indican también en milímetros, el desfase relativo en cada lado, de 9, 14, 15 y 4 milímetros (a excepción de los desconchados de 26 mm) y que se corresponde con el desgaste a justificar con los ensayos de la piedra.

Fuente propia.



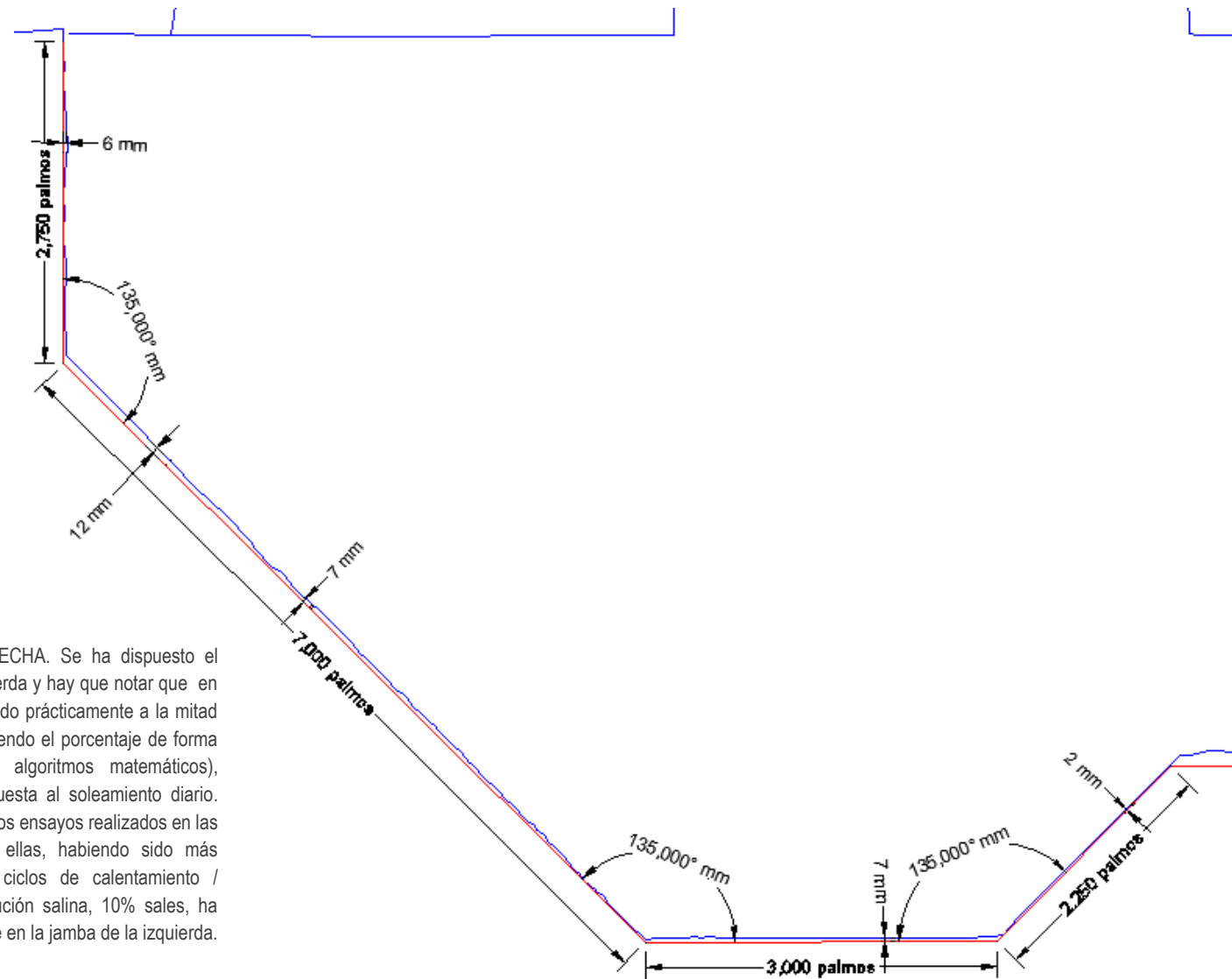


Imagen 233 SECCIÓN JAMBA DERECHA. Se ha dispuesto el mismo contorno que en la jamba izquierda y hay que notar que en cada uno de los laterales se ha reducido prácticamente a la mitad de la erosión de las paredes, manteniendo el porcentaje de forma respectiva (lo que puede suponer algoritmos matemáticos), coincide que es la parte menos expuesta al soleamiento diario. Sucede lo mismo en cada uno de los dos ensayos realizados en las probetas de la piedra. En una de ellas, habiendo sido más agresiva, por la actuación de los ciclos de calentamiento / enfriamiento, utilizando la misma solución salina, 10% sales, ha intervenido el calor, al igual que sucede en la jamba de la izquierda. Fuente propia.

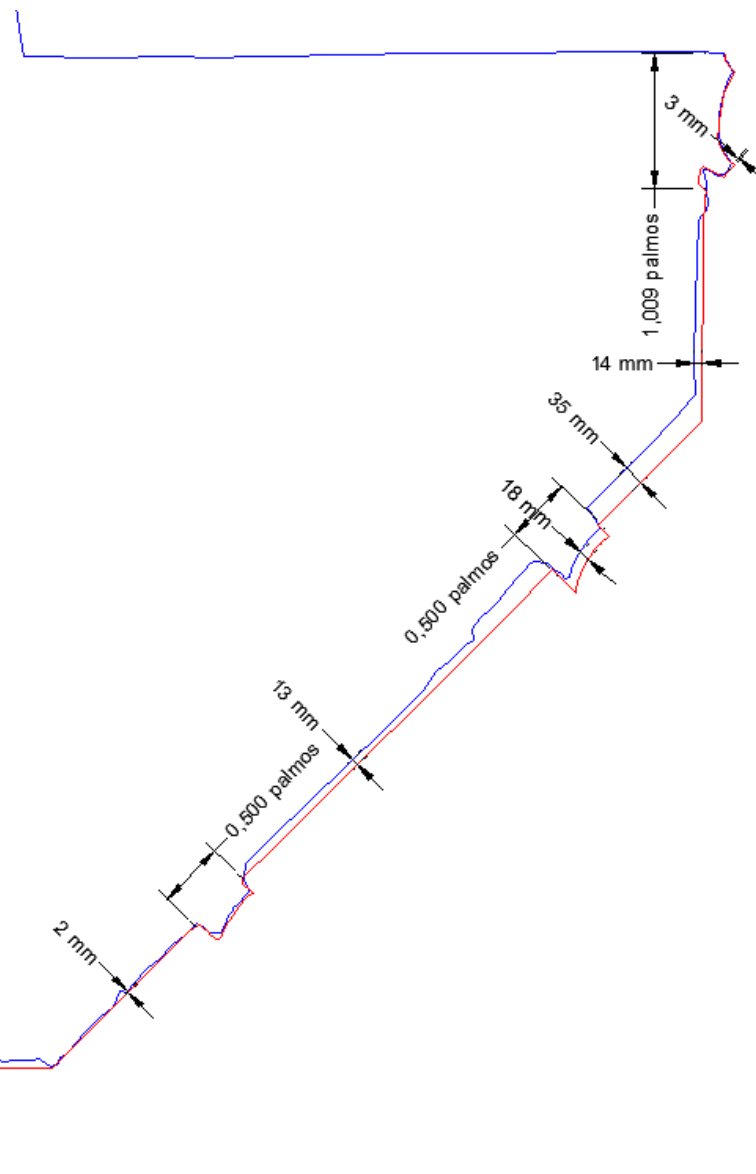


Imagen 234 LA MÉTRICA EN LA JAMBA. La envolvente de la sección de cota 246, dibujada en color rojo. Siguiendo con el módulo anteriormente calculado de 226 mm, destacan las molduras en las que utilizan medios palmos y palmo y medio. Excepto en los desconchados, y por encontrarse en una cota más elevada entre otros factores, sufren menos desgaste que los visto anteriormente en la cota cero. Fuente propia.

---

### 3.5.2 LA COMPOSICIÓN DE LA PORTADA: LA GEOMETRÍA Y LA PROPORCIÓN.

Los trazados reguladores de la arquitectura gótica son enormemente sutiles y complejos en el periodo clásico con el uso del pentágono y la sección áurea. Luego, las composiciones geométricas se simplifican al tener de nuevo al sistema románico ad quadratum de referencia, prelude de los esquemas renacentistas que se basarán, fundamentalmente, en relaciones numéricas o aritméticas sobre la base del cuadrado.

“Las matemáticas nos ayudan a descubrir la lógica que subyace al mundo tan complejo y caótico en el que vivimos”. Marcus du Sautoy<sup>78</sup>

Griegos y Romanos ya estudiaron las proporciones armoniosas de la naturaleza, sin embargo, es en 1509 cuando Luca Pacioli edita el libro “La Divina Proporción”. En su ilustración, aparece el dibujo en el que Leonardo da Vinci dibujó el cuerpo humano con unas proporciones armoniosas.

En este libro se detallan cuáles han de ser las proporciones de las construcciones artísticas.

Pacioli propone un hombre de dimensiones perfectas en el que las relaciones entre las distintas partes de su cuerpo son proporciones áureas. Estirando manos y pies y haciendo centro en el ombligo se dibuja la circunferencia. El cuadrado tiene por lado la altura del cuerpo, que coincide en un cuerpo armonioso, con la longitud entre los extremos de los dedos de ambas manos cuando los brazos están extendidos y formando un ángulo de 90° con el tronco. Resulta que, el cociente entre la altura del hombre (lado del cuadrado) y la distancia del ombligo a la punta de la mano (radio de la

---

<sup>78</sup> Marcus du Sautoy, matemático de la Universidad de Oxford, Reino Unido. Entrevista en el programa Redes por Eduardo Punset en TVE el 06-02-2011

circunferencia) es el número áureo. En la naturaleza, aparece la proporción áurea también en el crecimiento de las plantas, las piñas, la distribución de las hojas en un tallo, dimensiones de insectos y pájaros y la formación de caracolas.

La espiral logarítmica vinculada a los rectángulos áureos gobierna el crecimiento armónico de muchas formas vegetales (flores y frutos) y animales (conchas de moluscos), aquellas en las que la forma se mantiene invariable. El ejemplo más visualmente representativo es la concha del *nautilus*.

Un rectángulo obtenido a partir de un cuadrado de lado 2. El lado mayor conseguido al abatir la arista que une el punto medio de este lado del cuadrado con el vértice opuesto. Sus proporciones llamadas áureas se han aplicado a lo largo de la historia en arquitectura desde los egipcios en sus pirámides, los griegos en el Partenón y también en el diseño actual de muchos de los objetos cotidianos de uso habitual como son las tarjetas de crédito, las cajas de tabaco, el carnet de identidad,... A este rectángulo se le llama rectángulo áureo.

Cuando un rectángulo áureo se coloca apaisado junto a otro en posición vertical, la recta que une la diagonal del que está en posición apaisada une el vértice opuesto del cuadrado que está en posición vertical.

## LA GEOMETRÍA.

Con la observación del aspecto general de los planos en planta que genera el levantamiento con el escáner láser 3D y, por en el propio edificio, vemos que destaca la utilización de octógonos. Muy importantes en la composición que Pere Compte planteó para la Lonja de Valencia.



---

Este aspecto me provocó la necesidad de buscar hasta qué punto este polígono relaciona el la métrica utilizada, planteada en el tema anterior, con el de la composición genérica del propio edificio. Es por ello que introduzco este nuevo apartado que, definitivamente, me conduce a descubrir la composición geométrica de la portada basada principalmente en el octógono en muchos de los elementos principales de grandes edificios emblemáticos como catedrales, torres, mezquitas y construcciones de menor importancia y elementos decorativos<sup>79</sup>.

El estudio inicial de los edificios octogonales lo realiza ECOCHARD, a partir de dos cuadrados inscritos dentro de una circunferencia, y establece unas constantes que permiten llegar a conclusiones válidas y a confirmar las hipótesis de composición.

José María Gentil, en el prólogo del libro de Felipe Soler, indica que los planteamientos sencillos en la arquitectura suponen eficacia en el trabajo.

Esta sencillez permanente y común de las aplicaciones prácticas no quiere decir sencillez de las ideas.

Por otra parte hay que pensar que han tenido que existir siempre un orden previo y una pauta, un guión. Así pues, el soporte gráfico de la geometría en el replanteo de la planta, siempre anterior y necesario a la ejecución material del edificio, es por instinto la utilización de formas geométricas sencillas en cuanto a su dibujo utilizando una regla y un compás. Estas son el círculo, el cuadrado, el rectángulo y el triángulo. Por bisección de sus ángulos aparecen el hexágono y el octógono (el pentágono se consideró una figura complicada).

---

<sup>79</sup> SOLER, FELIPE. (2008). Trazados reguladores octogonales en la Arquitectura Clásica. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura. pg 1-36.

Los trazados geométricos, por tanto, son generadores de proporciones. Tan sólo existen dos tramas geométricas sencillas de polígonos regulares capaces de llenar el plano: la red de cuadrados de 90° y la red de triángulos equiláteros de 60°.

A partir de su geometría y conociendo las dimensiones, podremos discernir en las posteriores modificaciones que alteraron la forma original y que se han estudiado a lo largo del capítulo anterior y en este.

Hay que tener en cuenta, según nos cuenta Felipe Soler en su libro<sup>80</sup>, que no siempre se ha utilizado un trazado geométrico como norma de composición y que cuando se analiza un edificio (que no es nuestro caso) a partir de unos planos y documentos gráficos facilitados, se tienen que tener en cuenta además, la imprecisión de escalas por las reducciones y la manipulación del mismo como documento gráfico digital.

La correspondencia de las partes con el todo permite entender la proporción arquitectónica. Por otra parte, no hay que olvidar la ordenación, la disposición, la eurytmia, la simetría, el decoro y la distribución como las partes que definen a la misma.

---

<sup>80</sup> SOLER, FELIPE. (2008). Trazados reguladores octogonales en la Arquitectura Clásica. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura. Pg 41.

---

LA COMPOSICIÓN DE LA PORTADA A PARTIR DEL REPLANTEO HORIZONTAL.

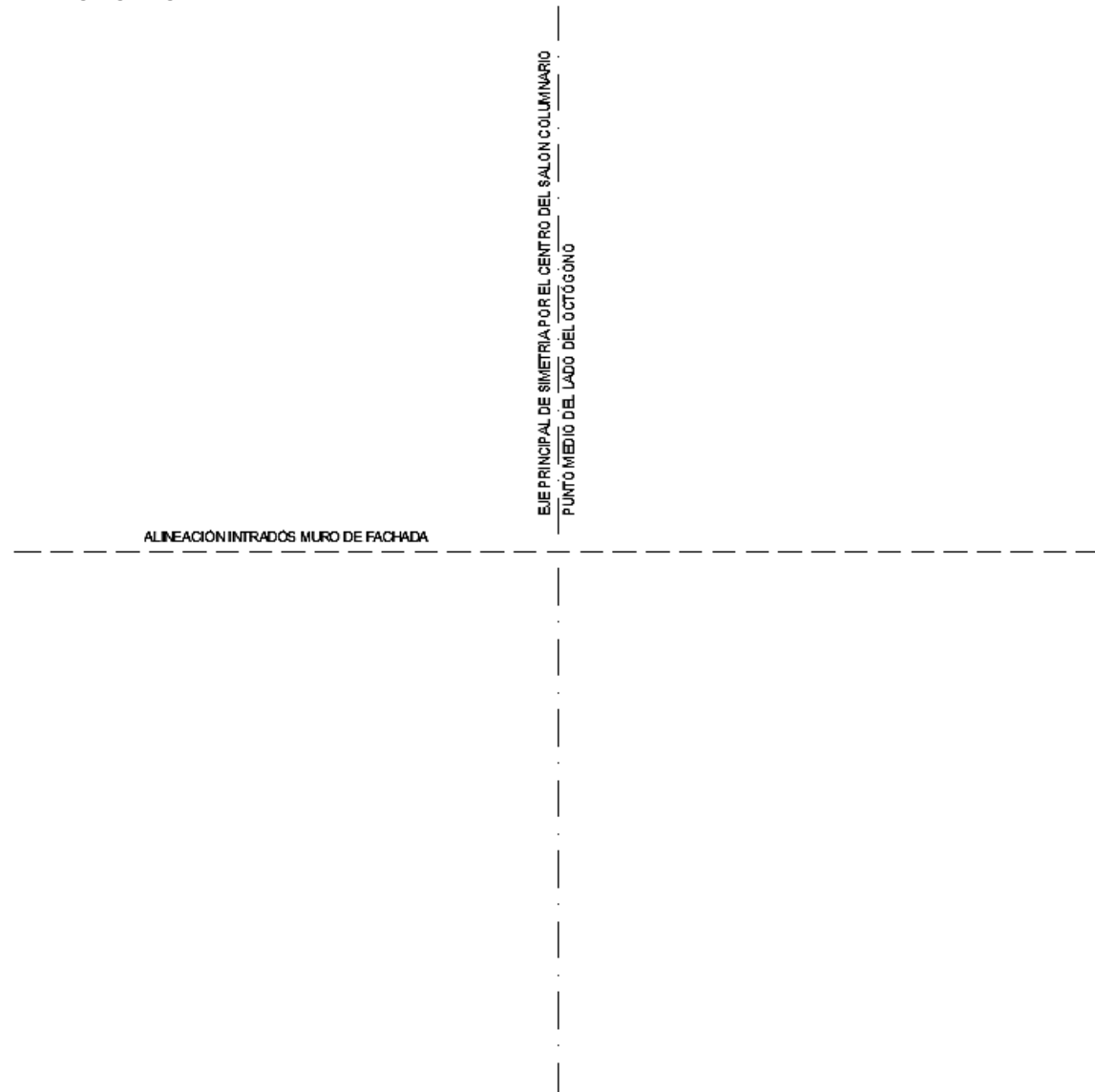


Imagen 235 REPLANTEO 01. Se inicia el replanteo con dos ejes directores. El eje vertical se corresponde con el eje de simetría longitudinal del salón columnario, y el eje horizontal con la alineación interior del muro de fachada oeste.

Imagen propia.

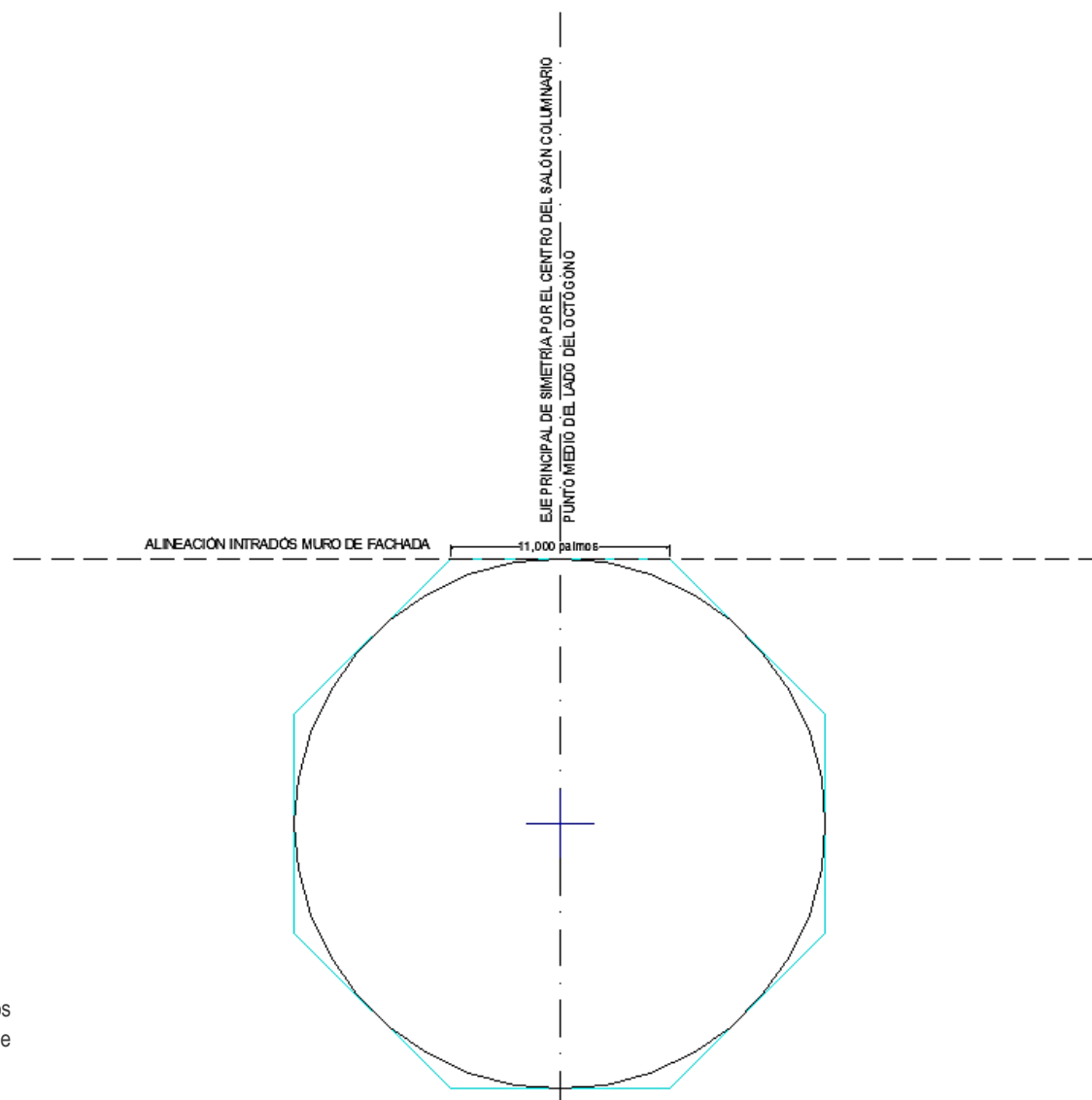


Imagen 236 REPLANTEO 02. Se dibuja un octógono de 11 palmos de lado, con el centro sobre la alineación vertical y alineando uno de sus lados con el interior de la fachada.  
Fuente propia.

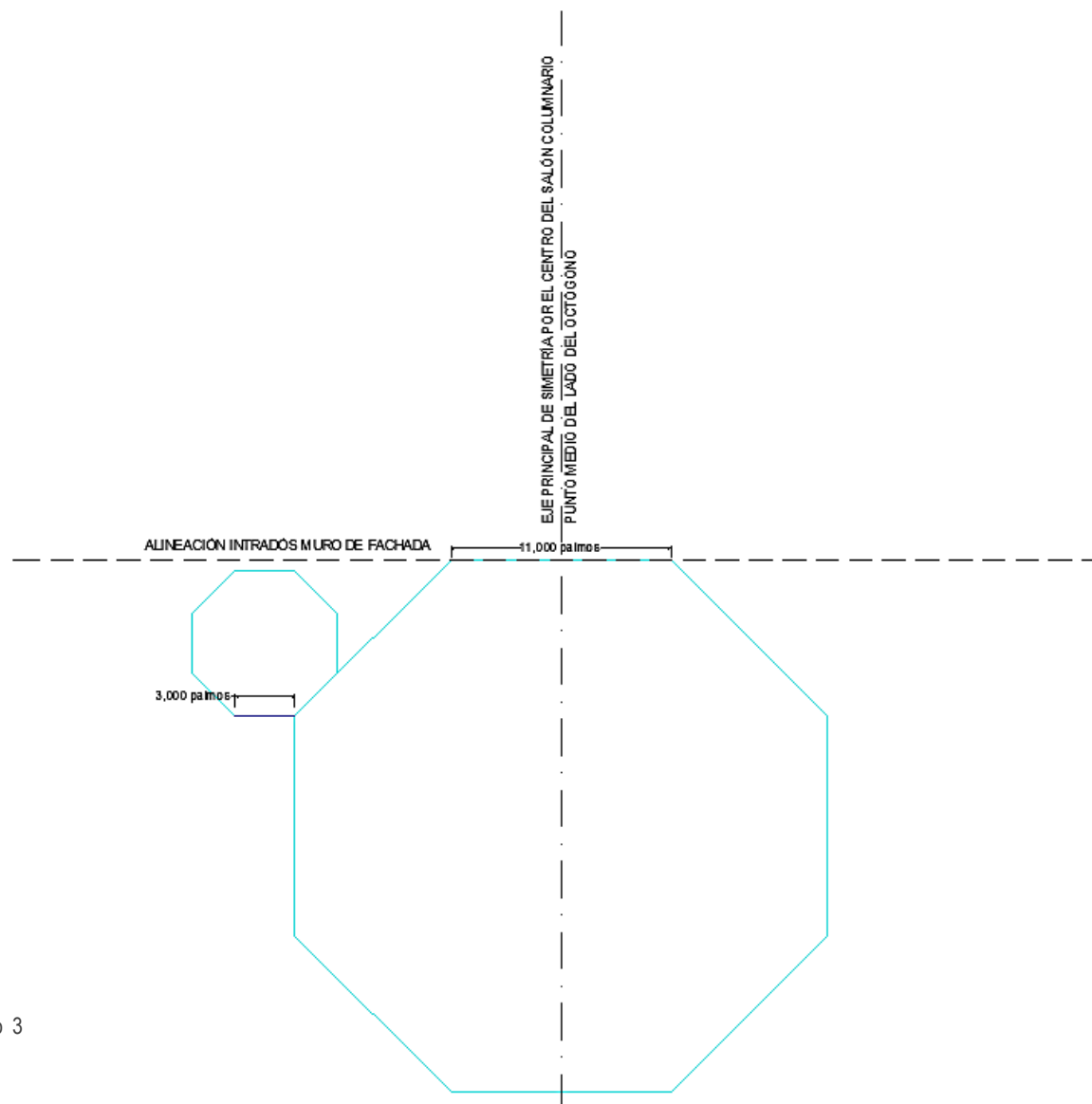


Imagen 237 REPLANTEO 03. Se añade un octógono de lado 3 palmos, haciéndolos coincidir dos vértices y dos lados. Fuente propia.

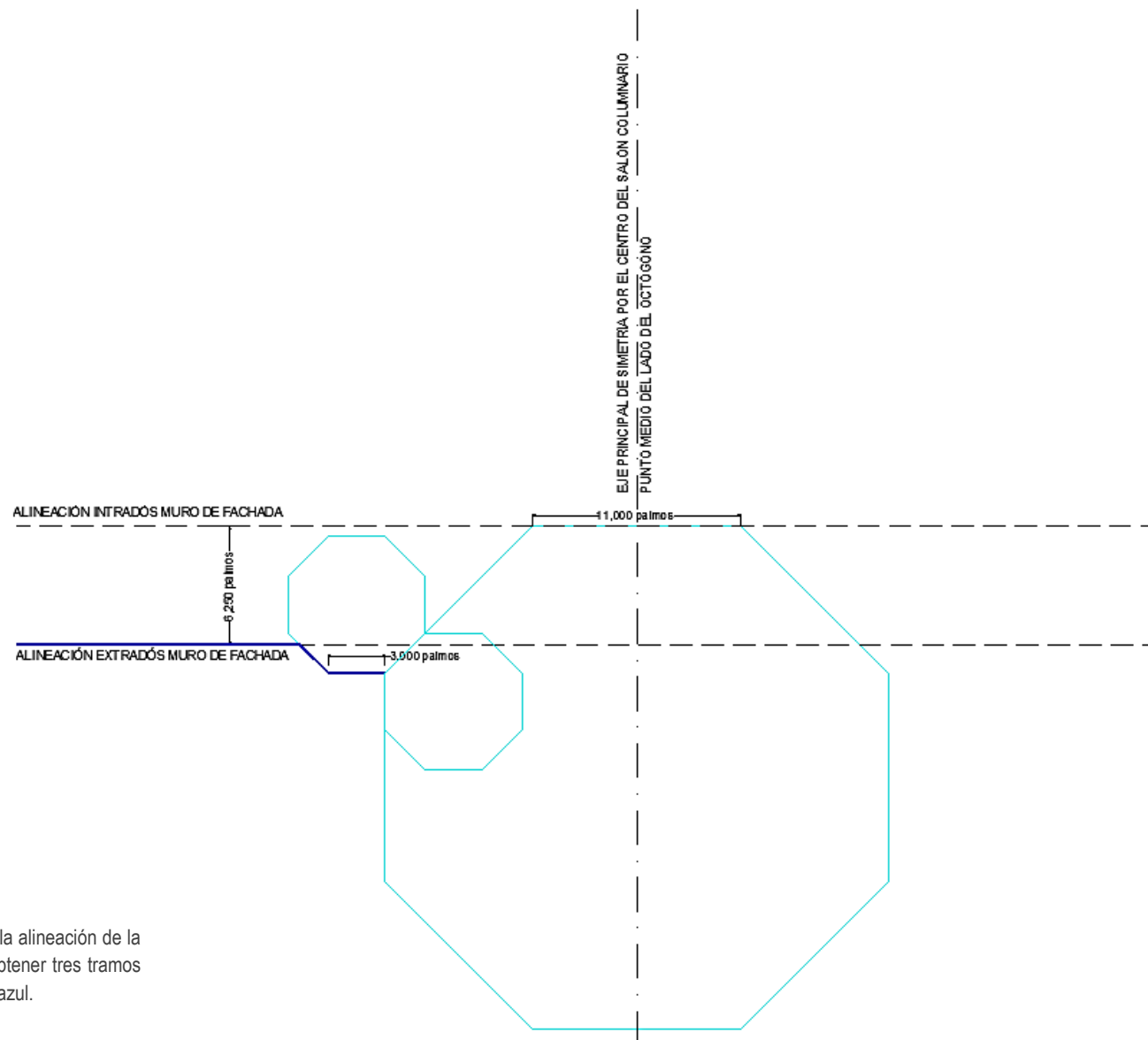


Imagen 238 REPLANTEO 04. Con el grafiado de la alineación de la fachada oeste en su cara exterior, nos permite obtener tres tramos definitivos de la sección y que se grafían en color azul. Fuente propia.

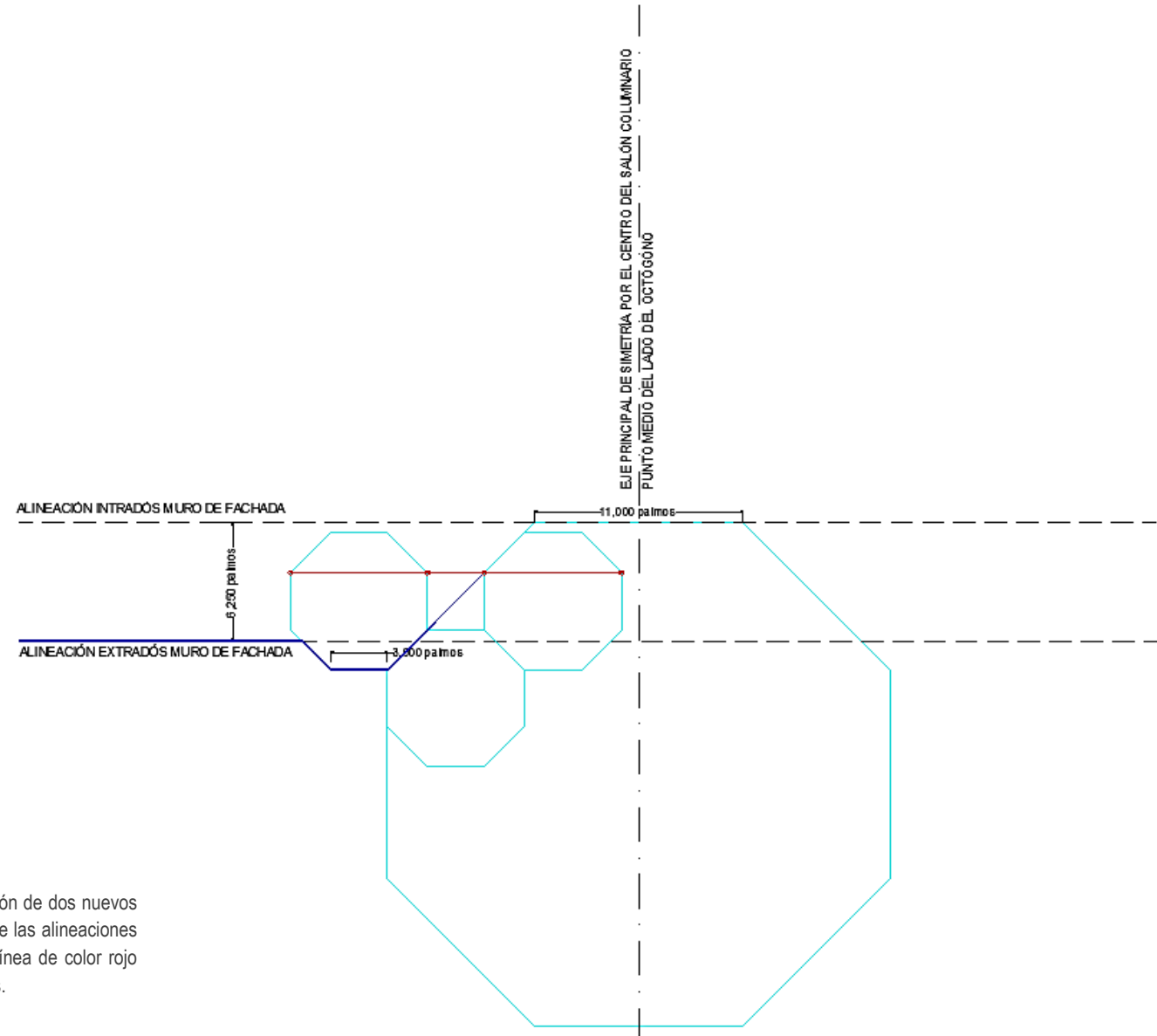


Imagen 239 REPLANTEO 05. Con la incorporación de dos nuevos octógonos de 3 palmos de lado, definimos otra de las alineaciones de la sección que dibujamos en color azul. En línea de color rojo indico el límite y la justificación por cuatro vértices.  
Fuente propia.

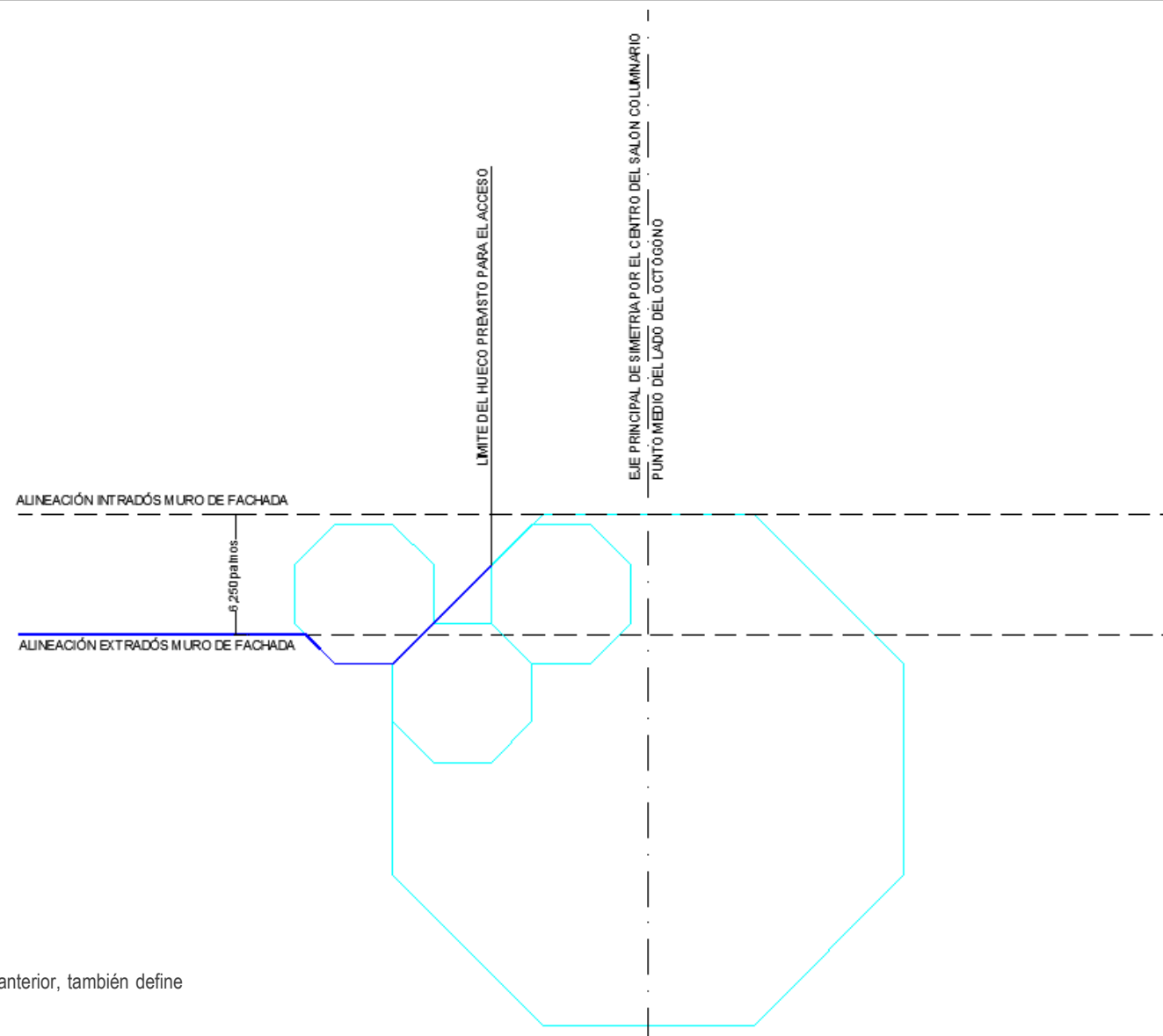


Imagen 240 REPLANTEO 06. El octógono anterior, también define el límite del hueco.  
Fuente propia.



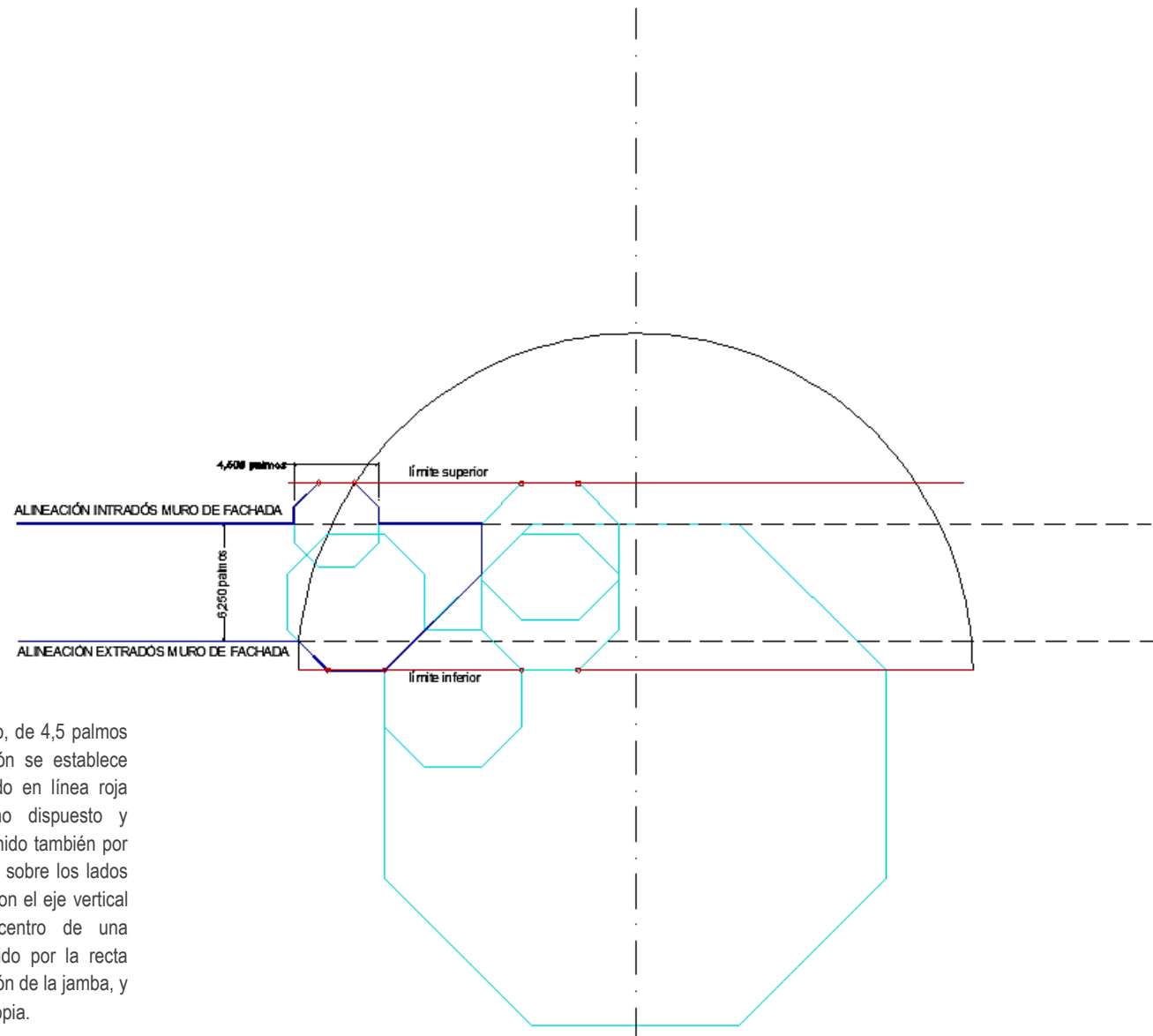


Imagen 241 REPLANTEO 07. Un nuevo octógono, de 4,5 palmos de ancho, define la semi-columna, y su posición se establece partiendo inicialmente del límite superior dibujado en línea roja sobre el lado horizontal del último octógono dispuesto y posteriormente del límite inferior de la jamba definido también por una alineación horizontal de color rojo, dispuesta sobre los lados de los anteriores octógonos y que al intersectar con el eje vertical de simetría, define un punto que es el centro de una semicircunferencia que pasa por el punto definido por la recta alineación extradós del muro y el inicio de la sección de la jamba, y uno de los vértices del nuevo octógono. Fuente propia.

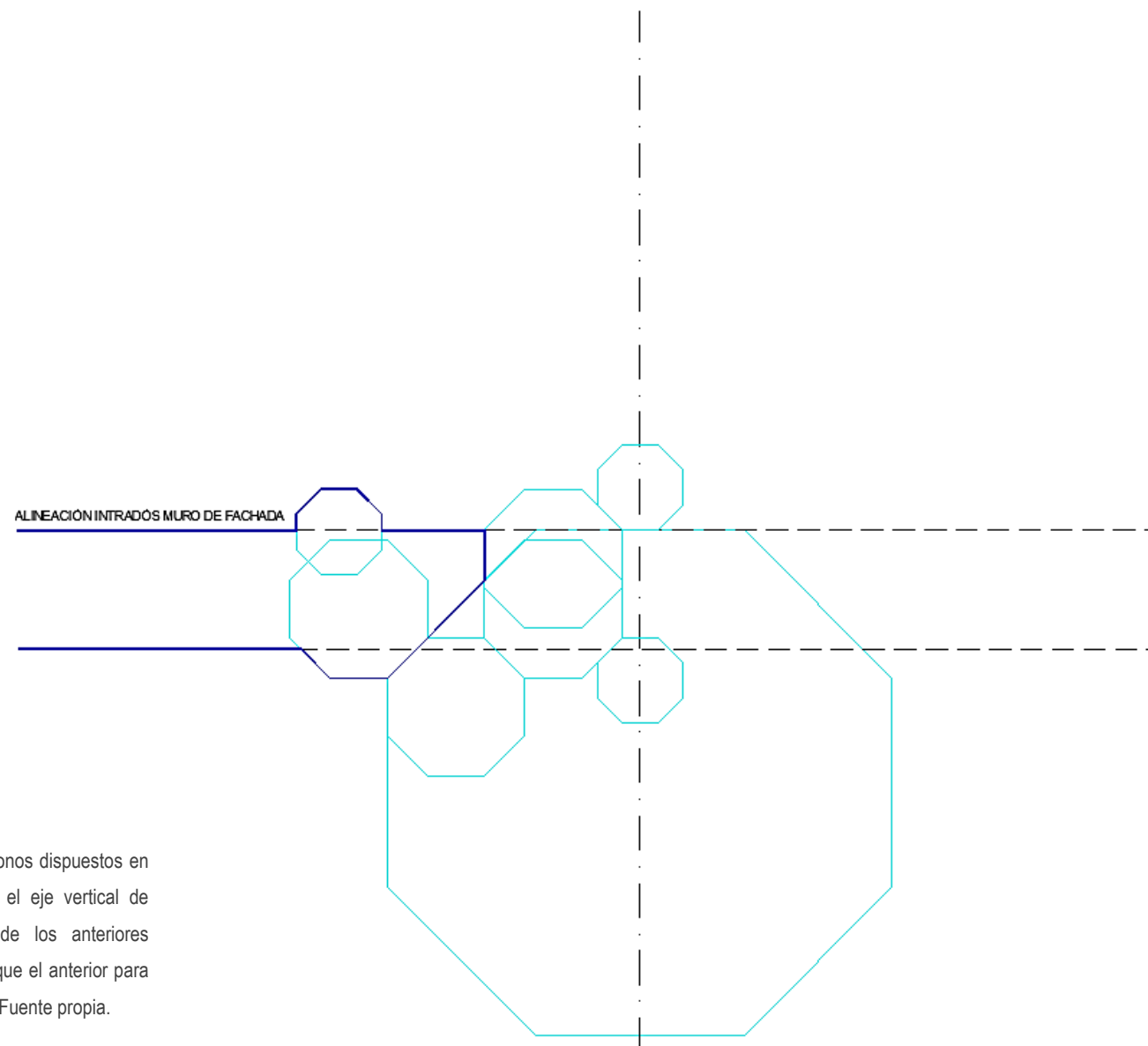


Imagen 242 REPLANTEO 08. Dos nuevos octógonos dispuestos en el punto medio de sus aristas horizontales en el eje vertical de simetría, haciendo coincidentes los vértices de los anteriores octógonos y uno de los lados, del mismo ancho que el anterior para la semicolumna, definen el parteluz de la portada. Fuente propia.

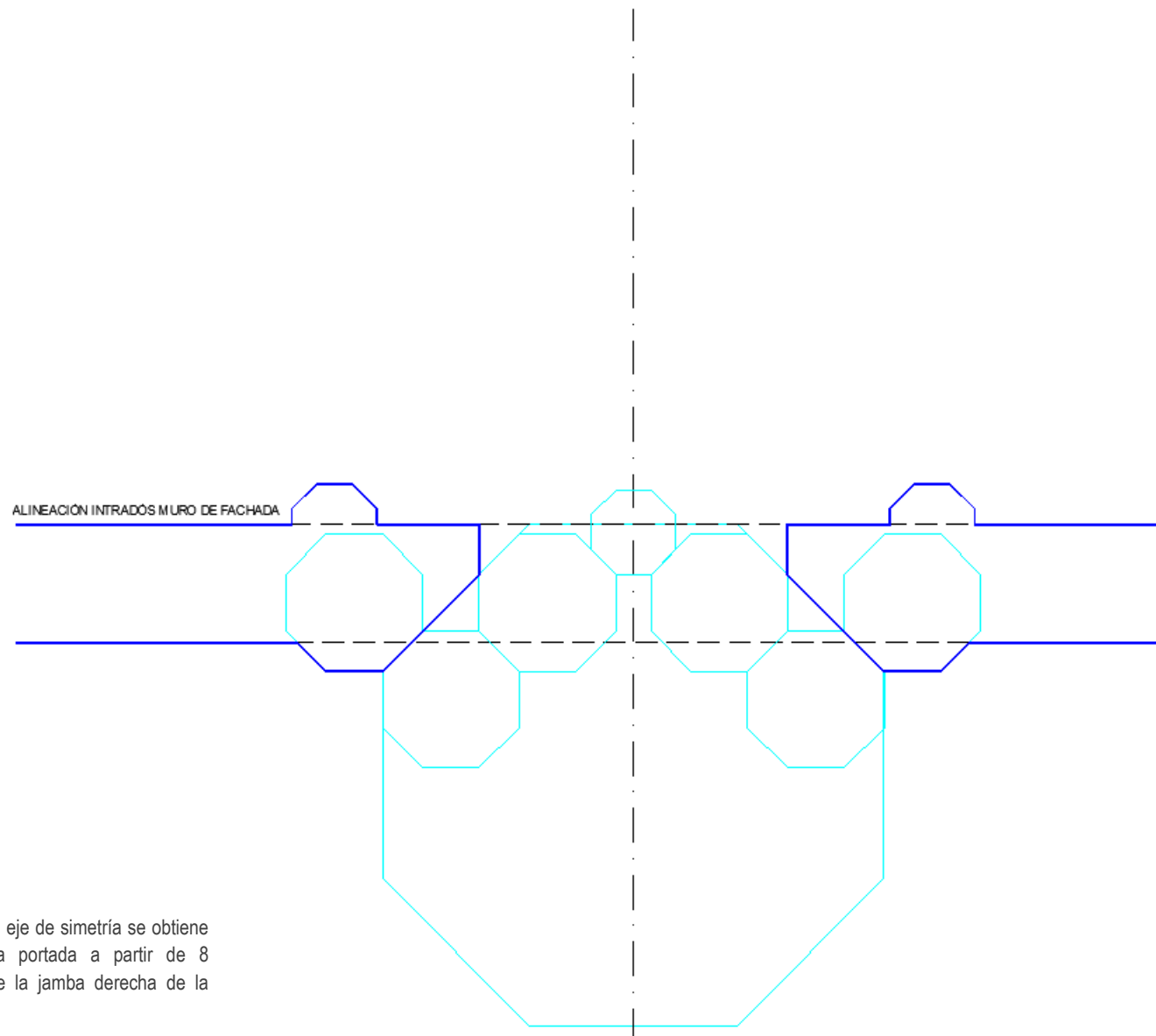


Imagen 243 REPLANTEO 09. A partir del eje de simetría se obtiene la composición geométrica de toda la portada a partir de 8 octógonos, lo que incluye la sección de la jamba derecha de la portada. Fuente propia.

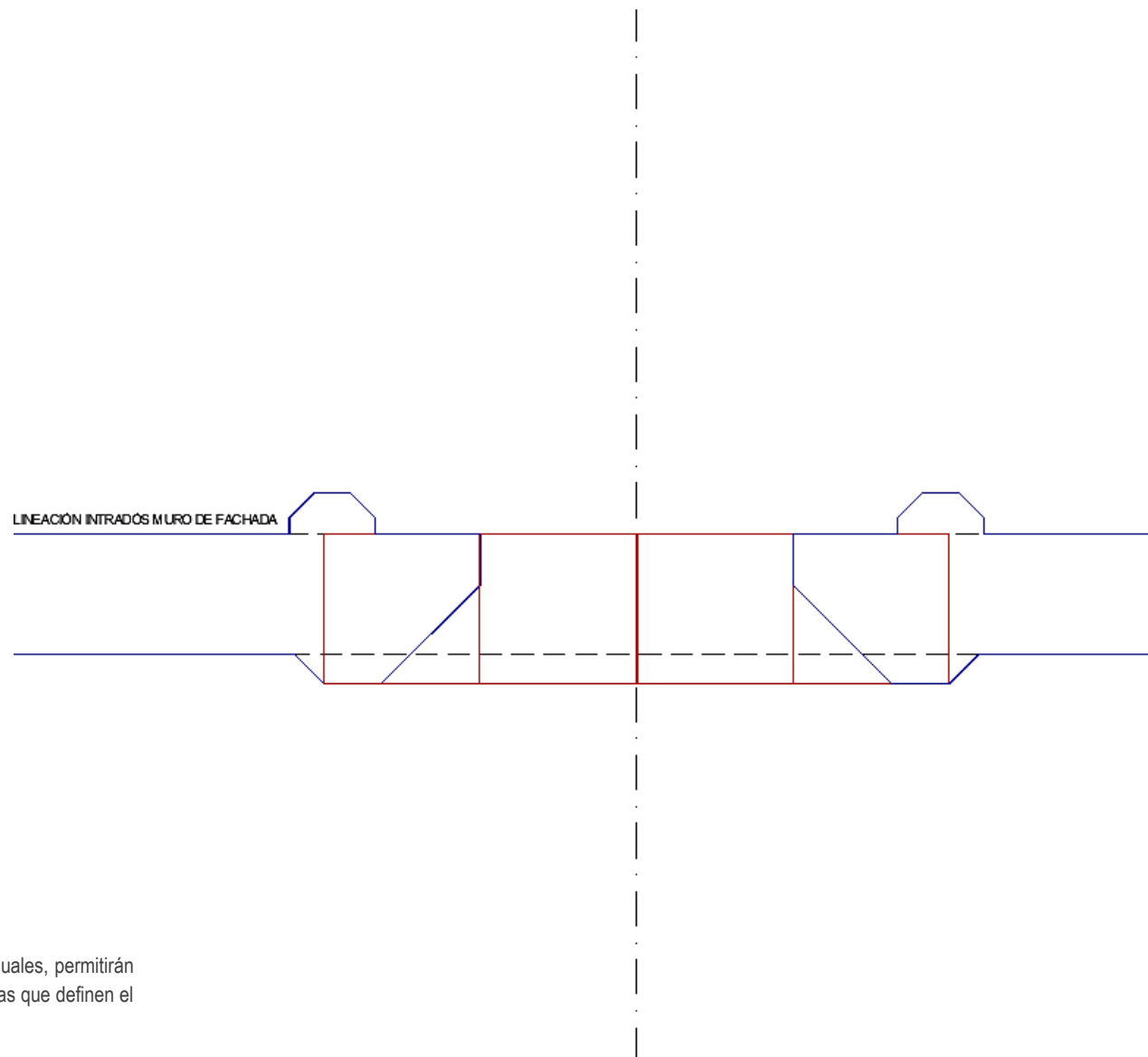


Imagen 244 REPLANTEO 10. Cuatro rectángulos iguales, permitirán conseguir los puntos centro de las semicircunferencias que definen el parteluz de la portada.  
Fuente propia.

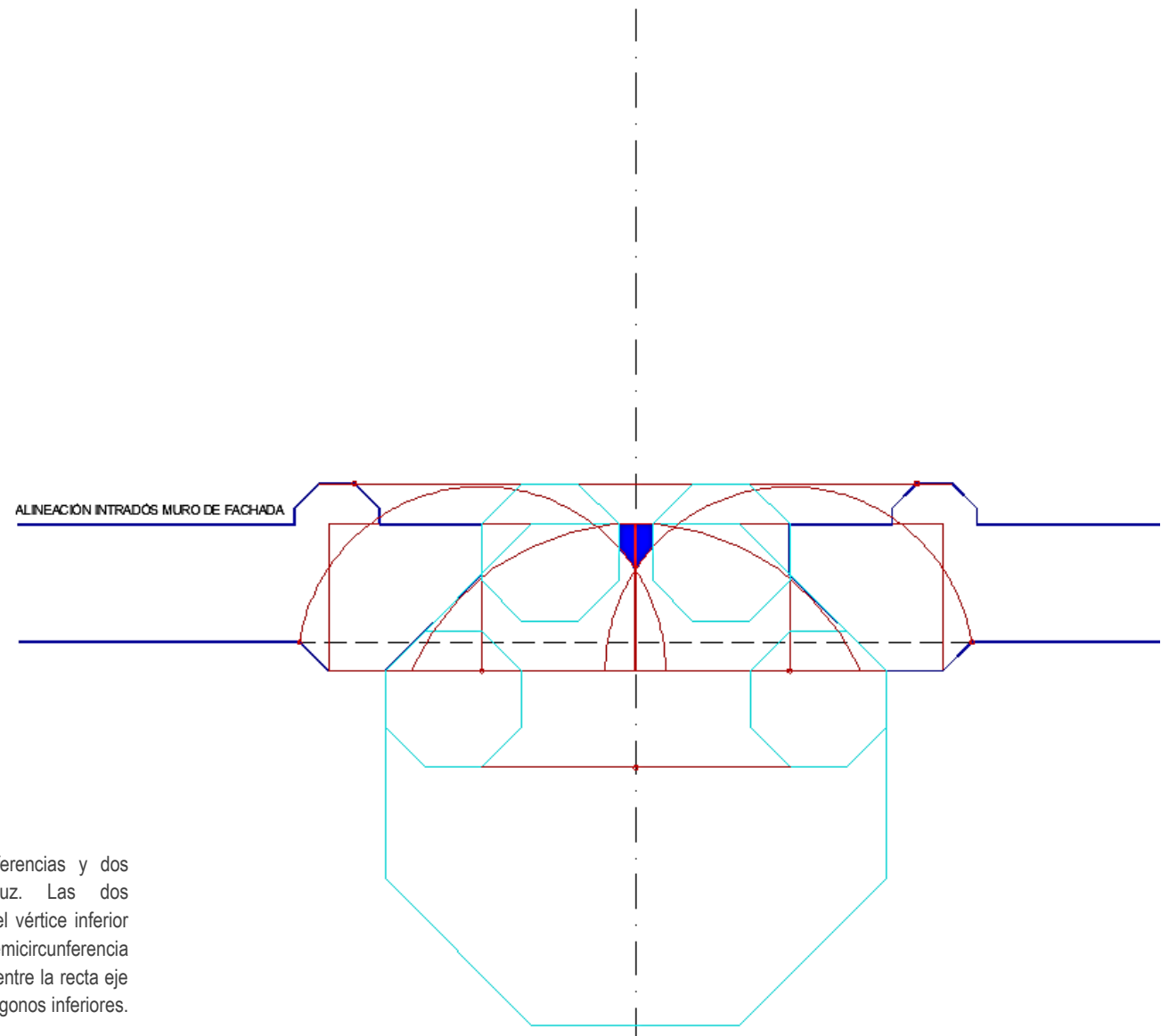


Imagen 245 REPLANTEO 11. Tres semicircunferencias y dos octógonos, definen el carretal del parteluz. Las dos semicircunferencias laterales tienen su centro en el vértice inferior que une los rectángulos de dos en dos. La semicircunferencia central tiene su centro en el punto de intersección entre la recta eje de simetría y la que une los vértices de los dos octógonos inferiores. Fuente propia.

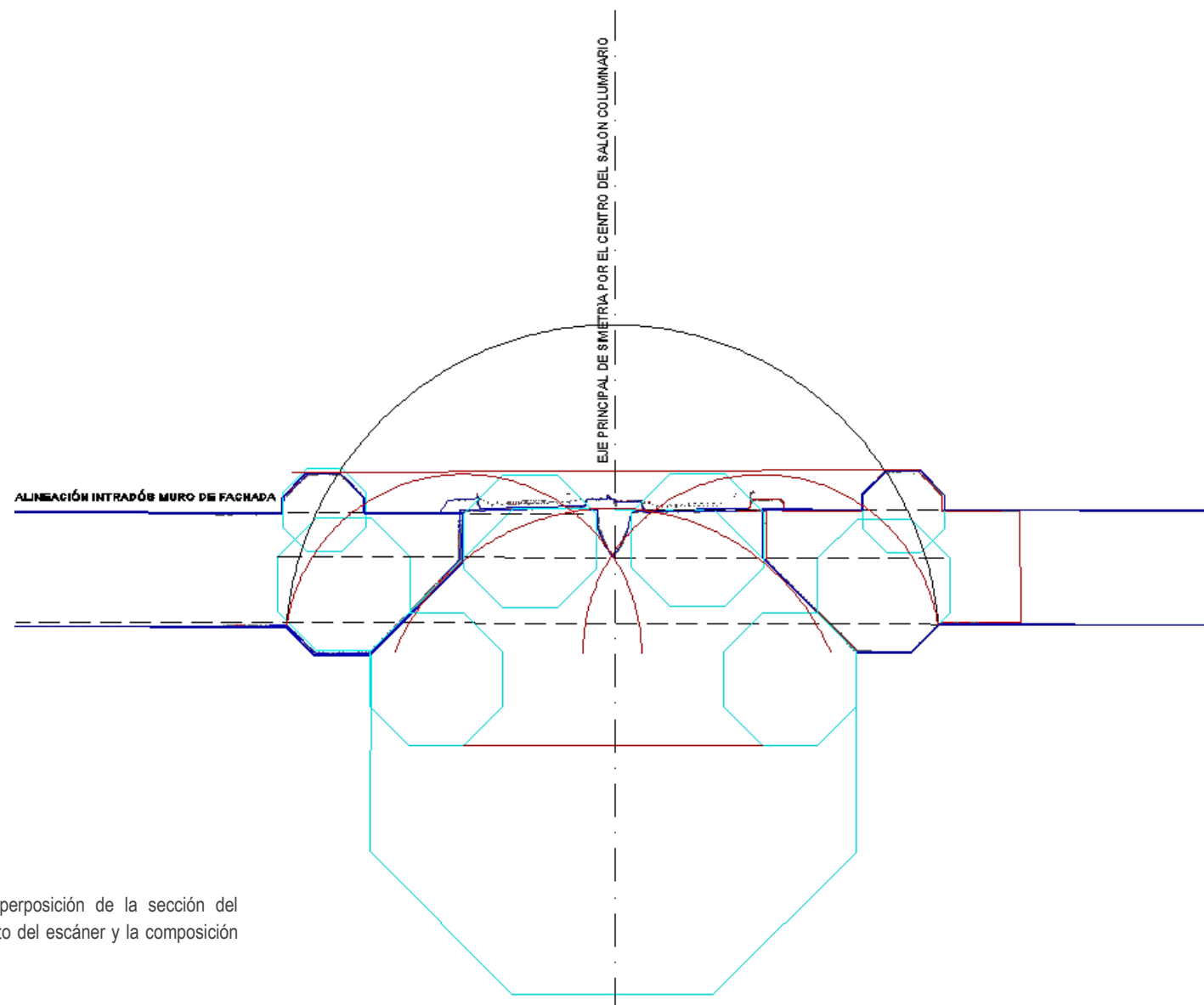


Imagen 246 REPLANTEO 12. Superposición de la sección del pórtico obtenida con el levantamiento del escáner y la composición geométrica considerada.  
Fuente propia.

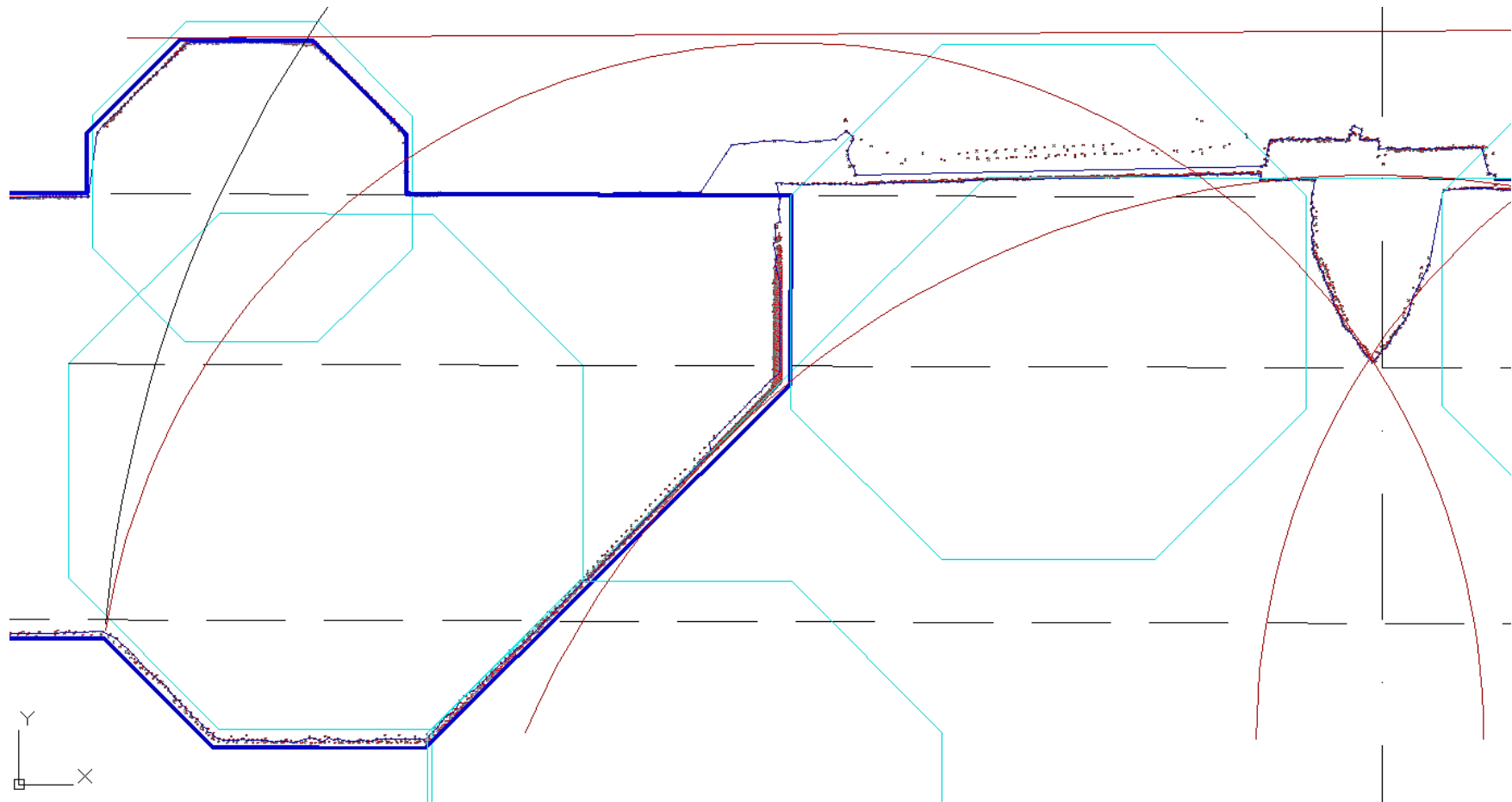


Imagen 247 REPLANTEO 13. Detalle del resultado anterior. Jamba izquierda y parteluz. Fuente propia

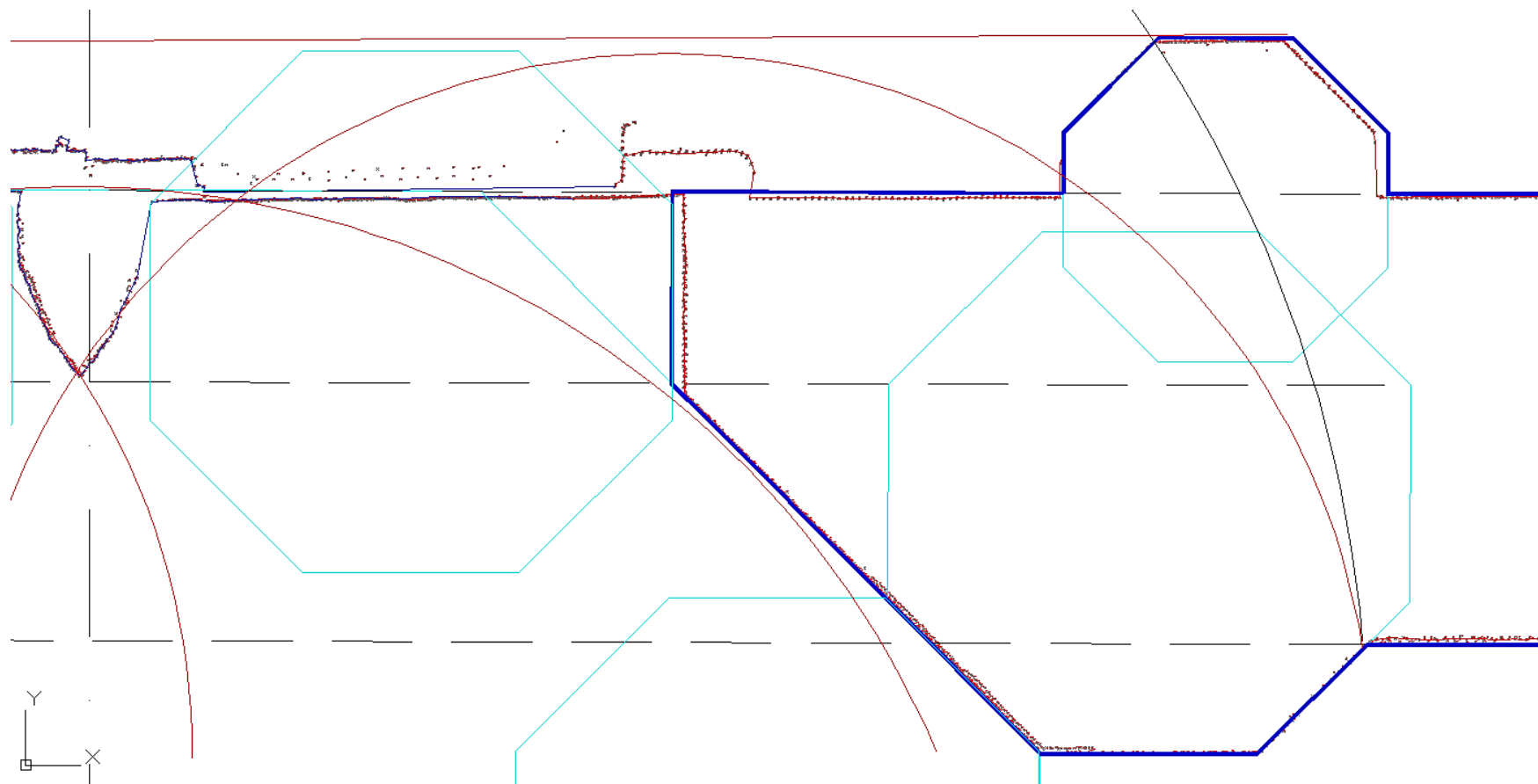


Imagen 248 REPLANTEO 14. Detalle del resultado anterior. Jamba derecha y parteluz. Fuente propia.



---

## LA PROPORCIÓN

Existe una relación de proporcionalidad entre las dos partes obtenidas de la división de un segmento es el llamado número de oro que vale : 1,618 ... (decimales infinitos sin relación entre ellos: número irracional). Por ejemplo la relación entre la diagonal de un pentágono y su lado. El mismo número que obtenemos al dividir la longitud del lado mayor por el menor de un rectángulo.

Consideremos la siguiente sucesión de números:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34...

Cada número a partir del tercero, se obtiene sumando los dos que le preceden. Por ejemplo,  $21 = 13 + 8$ ; el siguiente a 34 será  $34 + 21 = 55$ .

Esta sucesión es la que conocemos como "sucesión de Fibonacci".

*Fibonacci es el apodo con el que se conoció a un rico comerciante llamado Leonardo de Pisa (1170-1240). Este comerciante viajó por el Norte de África y Asia y se trajo a Europa algunos de los conocimientos de la cultura árabe e hindú; entre otros, la ventaja del sistema de numeración arábigo (el que usamos) frente al romano.*

Veamos una interesantísima propiedad de la sucesión de Fibonacci: al dividir dos términos consecutivos de la serie (el mayor en el numerador) nos aproximamos al número de oro a medida que los cocientes adquieren mayores valores.

$$1 : 1 = 1$$

$$2 : 1 = 2$$

$$3 : 2 = 1'5$$

$$5 : 3 = 1'66666666$$

$$8 : 5 = 1'6$$

$$13 : 8 = 1'625$$

$$21 : 13 = 1'6153846....$$

$$34 : 21 = 1'6190476....$$

$$55 : 34 = 1'6176471....$$

Los números de esta sucesión son los favoritos de la naturaleza y están por doquier en ella, por ejemplo, en el número de pétalos de una flor. También la simetría está en el corazón de la misma, puesto que es la forma que tienen los animales y las plantas para comunicarse. Es un nuevo lenguaje fascinante.

Así pues tanto las imágenes como las matemáticas trascienden las culturas. Los problemas que surgen para entenderse en los diferentes idiomas no existen para entender las ideas matemáticas sobre la simetría, sobre la sucesión de Fibonacci o sobre los números primos.

Un número primo es un número indivisible, como el 7 o el 17. Estos números empiezan así: 2, 3, 5, 7... el 9 no, porque el 9 es 3 multiplicado por 3... así que pasamos al 11, 13... el 15 no, porque es 3 multiplicado por 5... luego tenemos el 17, 19, etcétera. Estos números son los más importantes de las matemáticas, porque todos los números se forman multiplicando los primos entre sí. Así pues, un número como 105 sería 3 multiplicado por 5 multiplicado por 7. Los números primos son como los átomos, como el hidrógeno y el oxígeno... los ladrillos del universo... ¡Son los ladrillos que construyen

las matemáticas y el universo! Las matemáticas, consisten en la búsqueda de patrones, con la búsqueda de la estructura y la lógica en el mundo que nos rodea<sup>81</sup>.

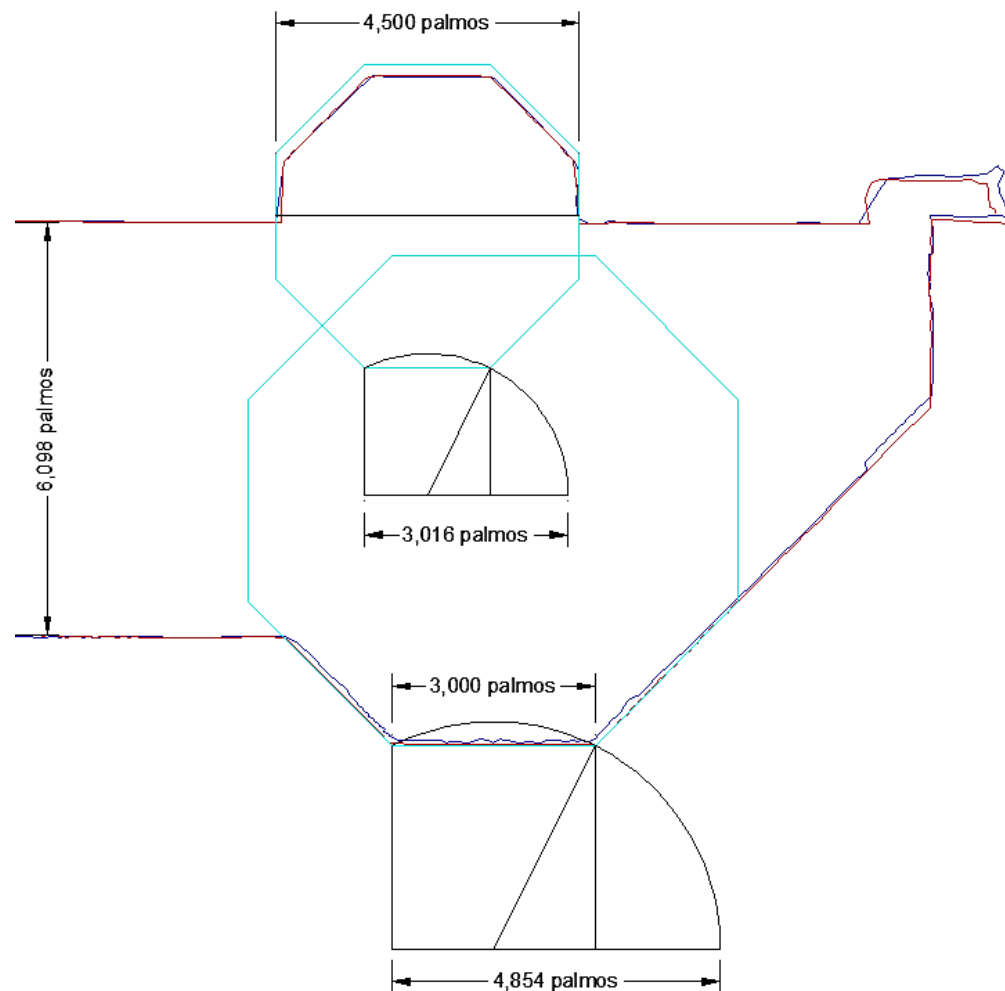


Imagen 249 SECCIÓN ÁUREA. Buscando una relación áurea entre las dimensiones de los octógonos de la jamba. Destaca la aproximación del octógono que define la semicolumna de 3,016 con el valor de 3,000 palmos de los lados del octógono que definen la sección de la jamba.

Fuente propia.

<sup>81</sup> Marcus du Sautoy, matemático de la Universidad de Oxford, Reino Unido. Entrevista en el programa Redes por Eduardo Punset en TVE



### 3.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÀFICO CON ESTACI3N TOTAL

El levantamiento con la Estaci3n Total va a permitir comparar resultados con respecto al Escàner desde un punto de vista tecnol3gico, establecer alineaciones de referencia como punto de partida al dibujo de las secciones, definir las l3neas de actuaci3n sobre la nube de puntos y apreciar de forma inmediata las desviaciones de aquellos planos que definen el conjunto, tanto horizontales como verticales, lo que abre otro camino de anàlisis y conclusiones, como veremos al final de este cap3tulo.

El levantamiento topogràfico se ha desarrollado utilizando una Estaci3n Total de la marca Topcon, con la opci3n interna de trabajar sin prisma, lo que ha permitido obtener gran precisi3n en los encuentros como màs adelante veremos.

El primer inconveniente que se ha encontrado a la hora de dibujar los puntos que genera la Estaci3n Total (utilizando el programa de dibujo CAD) es la ortogonalidad de la alineaci3n del plano de fachada obtenida por la orientaci3n inicial de la Estaci3n en la toma de datos, respecto a los ejes universales con los que trabaja el programa CAD.

En definitiva, el elemento gràfico as3 obtenido contiene el plano de fachada girado respecto del eje X del programa, lo que obliga a abatir el dibujo en el mismo programa hasta conseguir alinear ambos con dos objetivos. El primero, evitarà ocultar alineaciones en el alzado y en las posteriores presentaciones en soporte r3gido; el segundo, permitirà trabajar con mayor comodidad.

La toma de datos, genérica en cualquier levantamiento, exige establecer inicialmente puntos bàsicos que seràn el soporte para contrastar la precisi3n con la toma de datos del Escàner. Estos puntos establecen las l3neas horizontales y verticales de referencia que exige el anàlisis de gabinete para determinar los puntos que configuran la secci3n buscada.

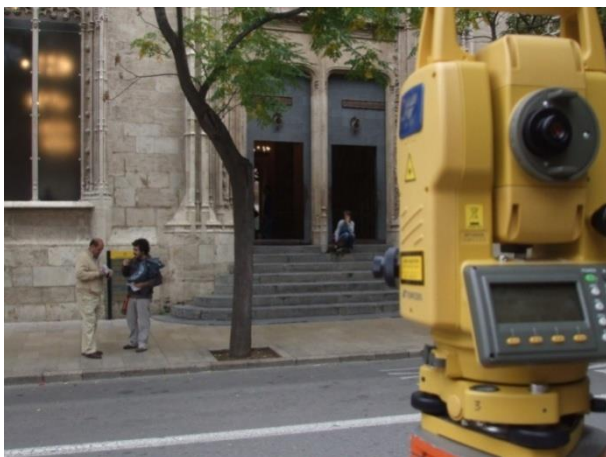


Imagen 250 ESTACI3N TOTAL TOPCON en el levantamiento topogràfico. Se puede observar la portada principal. Fuente propia.

En este levantamiento, en particular, se tomaron 187 puntos básicos a lo largo de las aristas más singulares.

En esta imagen vemos los puntos que facilita el software de la Estación Total reflejados en un documento Excel para su tratamiento posterior en el programa de AutoCAD. Los datos de cada punto obtenido son Taquimétricos (x,y,z), lo que nos permite trabajar en los planos ( X , Y ) y ( X , Z ).

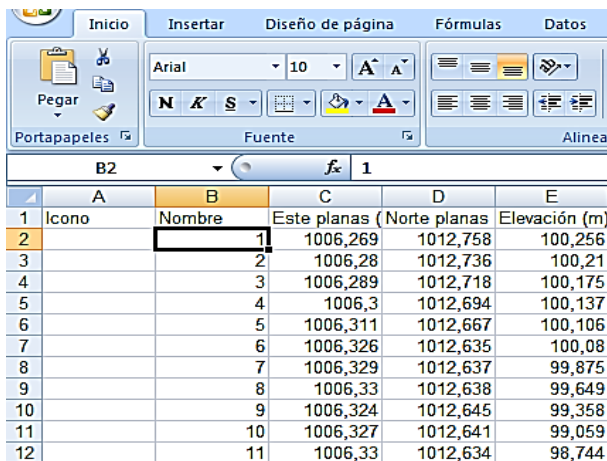
La utilización de programas de fácil acceso y uso común como son el EXCEL y el AutoCAD, permite agilizar y generalizar la realización del trabajo con este tipo de instrumentos.

El segundo inconveniente que se ha encontrado ha sido en la toma de datos, por la dificultad que ofrece encontrar un punto de una arista de inflexión sin acercarse in extremis al mismo e indicarlo con soportes auxiliares como la punta de un bolígrafo.

El magnífico Zoom de la Estación Total (preparado para distancias entre 500 y 2000 metros) permite ver, en este caso, a unos 12 metros desde la fachada al punto de Estación, y por tanto, apreciar el interior de las coqueras de la piedra, según se observa también en las imágenes siguientes.

Si bien en la mayoría de trabajos supone una gran ventaja, no sucede lo mismo en este caso porque impide apreciar y distinguir el contorno de la posición del vértice lo que obligó a adoptar soluciones como la que a continuación se expone.

Si nos acercamos al punto, tampoco se aprecia a simple vista el encuentro entre los diferentes paramentos. Es necesario localizarlo mediante la palpación táctil con los dedos para indicárselo al operador de la Estación, el cual apuntará directamente al centro de la cruz filial del anteojó desde la Estación, al punto exacto que señala el extremo puntiagudo del bolígrafo.



	A	B	C	D	E
1	Icono	Nombre	Este planas ( Norte planas	Elevación (m)	
2		1	1006,269	1012,758	100,256
3		2	1006,28	1012,736	100,21
4		3	1006,289	1012,718	100,175
5		4	1006,3	1012,694	100,137
6		5	1006,311	1012,667	100,106
7		6	1006,326	1012,635	100,08
8		7	1006,329	1012,637	99,875
9		8	1006,33	1012,638	99,649
10		9	1006,324	1012,645	99,358
11		10	1006,327	1012,641	99,059
12		11	1006,33	1012,634	98,744

Imagen 251 TABLA EXCEL con las coordenadas X, Y, Z de los puntos tomados con la Estación Total. Fuente propia.



Imagen 253 EL PUNTO EXACTO. Instante en el que se le indica al operador de la Estación total, el punto exacto requerido para la toma de datos en la punta del bolígrafo. Fuente propia.



Imagen 252 EL PUNTO EXACTO. Instante en el que se le indica al operador de la Estación total, el punto exacto requerido para la toma de datos en la punta del bolígrafo. Fuente propia.

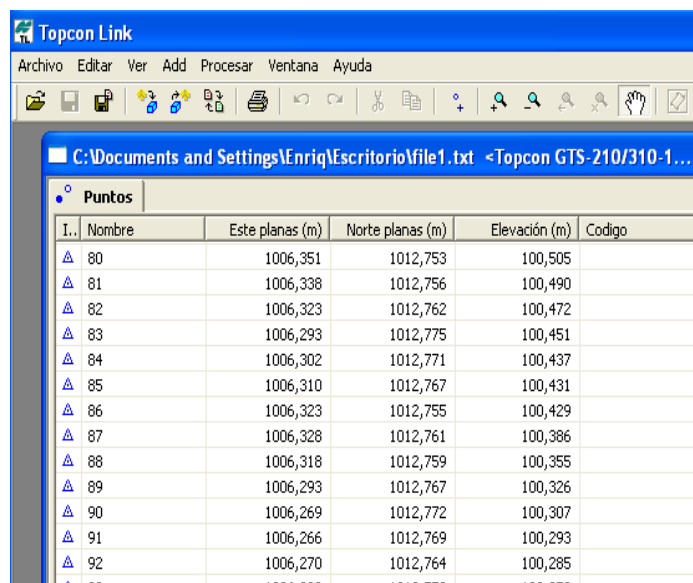
Una vez hemos tomados los puntos sobre la propia fachada con la Estación Total, estos se encuentran ahora en la memoria interna del equipo topográfico.

Todas las marcas de los equipos topográficos disponen y facilitan un programa propio, de muy sencilla utilización, que permite volcar los datos tomados a un ordenador periférico y con ello agilizar el proceso de toma de datos evitando copiarlos in situ a un estadillo de papel y, posteriormente, al programa CAD o similar, con el riesgo que supone equivocarnos en el manejo de tantos números.

Vamos a mostrar, con una breve secuencia, los pasos realizados para conseguir transferir los puntos tomados con la Estación Total al programa de delineación AutoCAD.

Primero exportamos los datos desde la Estación hasta el ordenador. Para ello en la ventana desplegable “Archivo”, indicamos la opción de Exportar a Instrumento. Allí nos solicita el modelo de Estación utilizada y los parámetros establecidos en la misma como la paridad, los baulios, ... con el objeto de que sean los mismos en ambos periféricos. A continuación, en la misma ventana, podemos encontrarnos con la opción de Guardar Como... archivo de AutoCAD con extensión DXF, ya que es la extensión compatible con CAD.

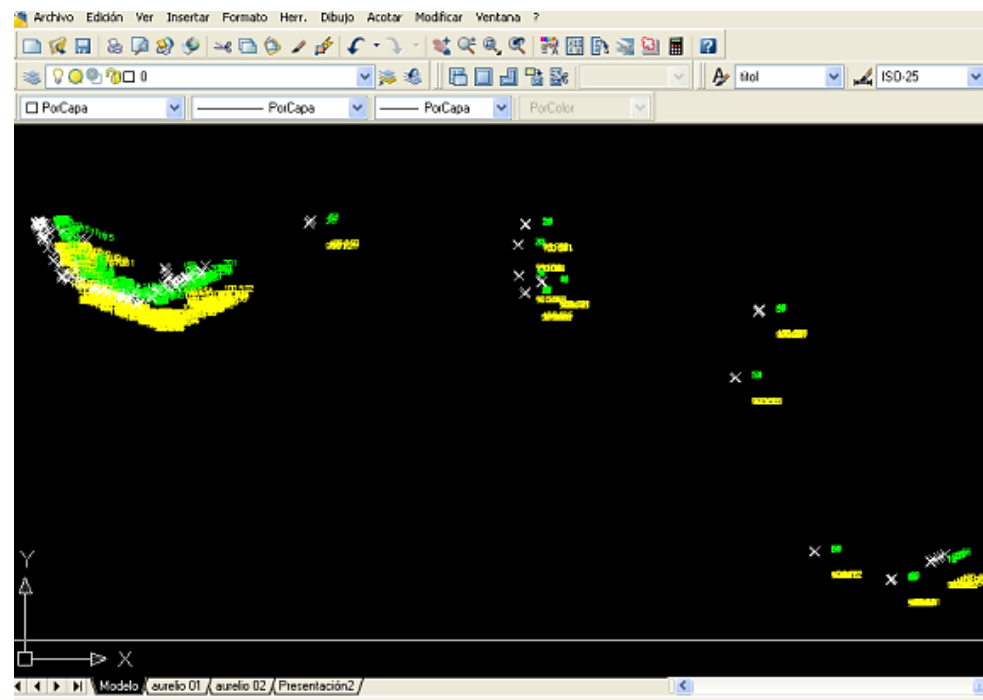
Cuando accedemos al programa de AutoCAD e importamos el archivo DXF anterior, obtenemos el siguiente resultado, que es una vista general de todo el levantamiento en planta:



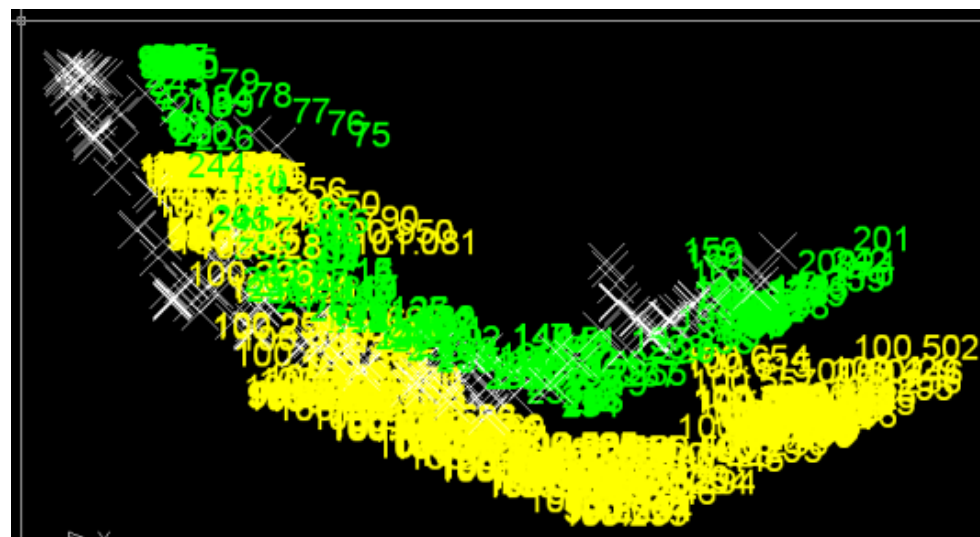
The screenshot shows the Topcon Link software interface. The title bar reads "Topcon Link". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Ver", "Add", "Procesar", "Ventana", and "Ayuda". The main window displays a table of survey points with the following data:

I..	Nombre	Este planas (m)	Norte planas (m)	Elevación (m)	Codigo
80		1006,351	1012,753	100,505	
81		1006,338	1012,756	100,490	
82		1006,323	1012,762	100,472	
83		1006,293	1012,775	100,451	
84		1006,302	1012,771	100,437	
85		1006,310	1012,767	100,431	
86		1006,323	1012,755	100,429	
87		1006,328	1012,761	100,386	
88		1006,318	1012,759	100,355	
89		1006,293	1012,767	100,326	
90		1006,269	1012,772	100,307	
91		1006,266	1012,769	100,293	
92		1006,270	1012,764	100,285	

Imagen 254. LA INTERFACE que nos facilita el programa utilizado llamado TOPCON LINK para transferir los datos de la Estación al Ordenador. Fuente propia.







Estos resultados iniciales que vemos en esta imagen, parecen un caos de números y puntos, pero lo que está sucediendo es que el programa nos muestra sobre un plano un levantamiento taquimétrico, por lo que hay que trabajarlos de la siguiente forma:

Para poder manejarlos con agilidad en el programa, se disponen todos los puntos en dos capas diferenciadas. Una capa que contenga el contorno del encuentro y otra la información sobre el mismo; es decir, los puntos definidos gráficamente y los valores de las coordenadas Z de cada uno de ellos.

Con este tipo de imágenes, nos podemos hacer una idea de la dificultad que entraña encontrar la arista exacta que defina los diferentes planos frontales, debido a la reflexión de la luz generada en la superficie del material.

En primer lugar, seleccionamos de forma independiente en el programa EXCEL los puntos a insertar en el de AutoCAD, de manera que se elijan al menos tres puntos de la inserción anterior para poder verificar el origen y la rotación de la primera inserción de puntos. Hay que ordenar primero los puntos que definen la arista vertical en la intersección del plano de fachada con el de la jamba, puesto que el resultado se observará en alzado, es necesario trabajar con una vista adecuada. Se repite el proceso con el resto de aristas.



Imagen 257 VISTA GENERAL de la arista vertical que se pretende levantar. Observar que apenas se distingue. Fuente propia.

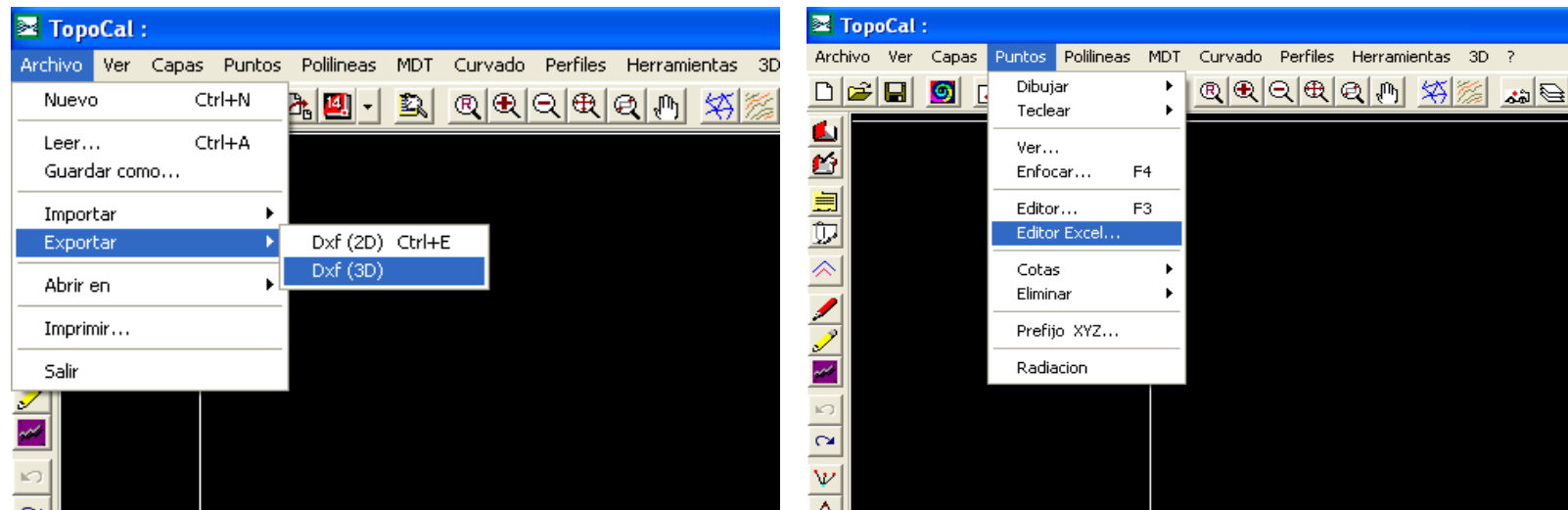


Imagen 256 VISTA EN DETALLE de la anterior imagen en donde se le indica al operador de la Estación Total, el punto a tomar. Fuente propia.

Icono	Nombre	Este planas	Norte planas	Elevación (m)	Código	Nota
1		1006,269	1012,758	100,256		
2		1006,28	1012,736	100,21		
3		1006,289	1012,718	100,175		
4		1006,3	1012,694	100,137		
5		1006,311	1012,667	100,106		
6		1006,326	1012,635	100,08		
7		1006,329	1012,637	99,875		
8		1006,33	1012,638	99,649		
9		1006,324	1012,645	99,358		
10		1006,327	1012,641	99,059		
11		1006,33	1012,634	98,744		
12		1006,324	1012,628	98,575		
13		1006,483	1012,31	100,224		
14		1006,484	1012,313	100,023		
15		1006,487	1012,315	99,626		
16		1006,489	1012,319	99,285		
17		1006,486	1012,319	99,214		
18		1006,484	1012,315	98,852		
19		1007,115	1012,091	100,254		
20		1007,113	1012,086	100,007		
21		1007,112	1012,089	99,622		
22		1007,113	1012,092	99,372		
23		1008,572	1012,792	100,258		
24		1008,562	1012,773	100,028		
25		1008,552	1012,758	99,778		
26		1010,36	1012,748	100,274		
27		1010,36	1012,754	100,224		
28		1010,361	1012,753	100,087		
29		1010,36	1012,75	99,777		

Imagen 255 SELECCIÓN de puntos en el interface de Excel. Fuente propia.

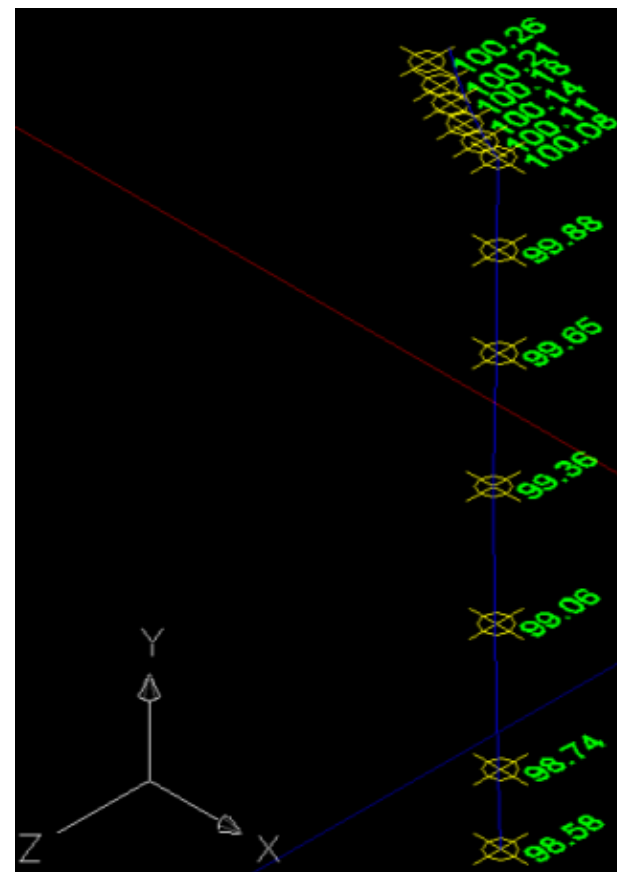
A continuación se ha utilizado otro programa topográfico sencillo, de hardware libre, como es el TOPOCAL que transforma las coordenadas seleccionadas en puntos concretos para insertarlos en el programa de AutoCAD. La ventaja de este programa es su sencillez de manejo, su fácil instalación y unos resultados compatibles con el CAD.



Insertamos las cuatro columnas seleccionadas en Excel y el programa dibuja los puntos automáticamente (se hubiera conseguido el mismo resultado escribiendo los puntos directamente sobre el programa CAD).

La utilización de este programa previo se debe, en buena medida, a que él mismo inserta el texto que informa del número de puntos y de la cota del mismo de forma automática. En CAD estos valores se introducen de forma individual lo que provoca grandes retrasos temporales en la elaboración del dibujo.

Exportar en 3D el dibujo con la extensión DXF permite abrirlo en CAD y conseguir el resultado siguiente donde se observa la arista en 3D perfectamente definida:



Repetir estos pasos permite continuar definiendo cada una de las aristas de las jambas y, en general, de las que configuran la portada principal de la Lonja de Valencia en un archivo en CAD que mantiene las coordenadas con un mismo origen.

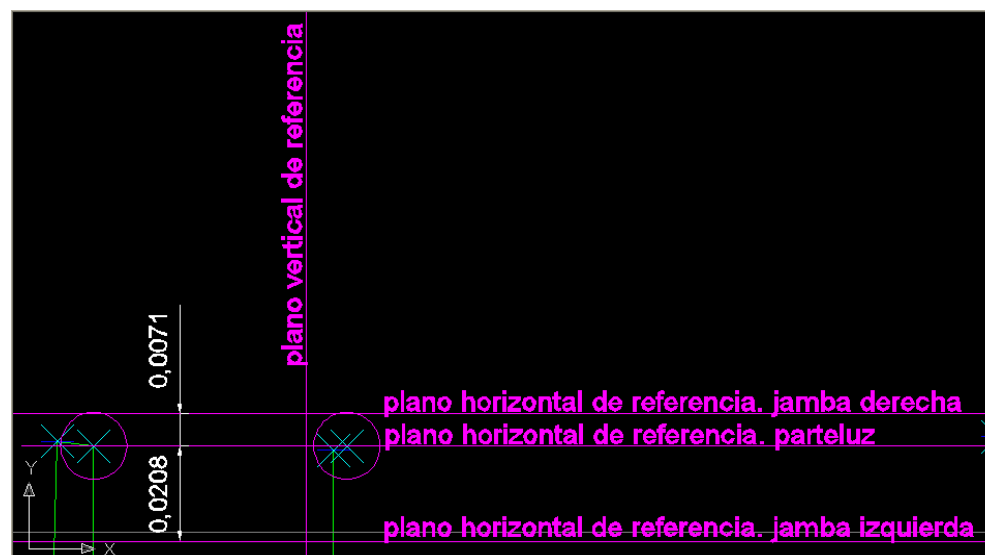
## .ANÁLISIS DE LA HORIZONTALIDAD DE LA JAMBA.

En este apartado, se ha buscado la relación de horizontalidad de los diferentes elementos que componen la portada. La siguiente imagen pertenece al interface del programa CAD, donde se pueden apreciar los resultados de los puntos obtenidos con la Estación Total dispuestos en la vista de Alzado Frontal. Se han grafiado en color cian los dos planos que define la misma arista en jambas diferentes.

El resultado son dos líneas que, efectivamente se mantienen paralelas entre sí 28 milímetros en vez de coincidir como sería lo esperado.



Este plano horizontal, utilizado como referencia para resolver las secciones en CAD, es el que mejor definición de los tres dibujados ofrece, porque dispone de cuatro puntos contenidos en el propio plano que se ven en la imagen redondeados con círculos. Otros seis puntos se distancian 1 milímetro del plano de referencia y otros cinco puntos 3 milímetros del mismo, por lo que la precisión de horizontalidad se encuentra en una media de 1,4 milímetros.



Esta otra imagen nos permitirá contrastar el mismo plano anterior definido ahora por el parte luz y que debería ser el mismo que en las Jambas.

El resultado es que el plano horizontal de referencia en el parteluz se encuentra entre los dos planos de ambas jambas, desfasado 7,1 milímetros respecto de la Jamba derecha y 20,8 milímetros respecto de la Jamba izquierda (elegida como referencia en el dibujo de las secciones).

---

## CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES

### 4.1 CONCLUSIONES PARCIALES

#### **Sobre el edificio:**

La Lonja de Valencia es un monumento muy vivo, aun en nuestros días, como lo reflejan los recortes de prensa y las constantes limpiezas y restauraciones sufridas en los suelos fachadas y carpinterías.

Es un edificio muy querido y admirado por todos los que lo visitan, especialmente por los valencianos que se sienten muy orgullosos de ella, como se aprecia en el esfuerzo por conseguir que sea declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

A lo largo de su historia ha tenido multitud de usos y, la mayoría de ellos agresivos con su arquitectura: “El principal” es el nombre con el que se conocía a la Lonja cuando se utilizó como cuartel de las tropas borbónicas del rey Felipe V, durante una centuria según Aldana, y que a punto estuvo de transformarse íntegramente en 1756, evitada por la presión social y política de la época. También se utilizó como contenedor de exposiciones como la del ninot en época fallera en los últimos años, como depósito de trigo en tiempos de escasez de grano, de improvisado hospital en tiempos de peste y cólera del siglo XIX y como lugar de reunión de las Cortes Republicanas durante la guerra civil española.

Es un edificio vulnerable a los ataques de cualquier vándalo, sobre todo al encontrarse integrado en la ciudad, y su restauración no debió demorarse 10 años como sucedió desde 1986 hasta 1996 en el ataque a las jambas de las portadas este y oeste.

La falta de documentación gráfica de precisión es fundamental para preservar su integridad arquitectónica, para restaurar posibles desperfectos, tanto si son producidos por personas o por la naturaleza.

La construcción de la Lonja se decide en un momento plétórico para la ciudad de Valencia, en su siglo de oro, y con el objetivo de mantener el auge y el prestigio del comercio valenciano por lo que su emplazamiento se sitúa en el primer centro cívico de la ciudad y el maestro de obra elegido uno de los más prestigiosos de la época.

El número 8 es uno de los elementos geométricos más dinámicos (el más dinámico es la circunferencia): el octógono se utiliza en la composición horizontal de la portada; 8 son los peldaños de acceso, 8 son las columnas entorchadas exentas.

El uso original del semisótano del consulado estaría destinado a las mazmorras del Tribunal y no como caballerizas como aparece en las publicaciones que destinan como prisión las dos estancias altas de la torre.

Es un edificio inacabado como manifiesta el arquitecto Cortina en 1930, que propone continuar el muro escalonado y almenado con huecos por el norte y una verja regular entre pilares al este, demoliendo las casuchas parásitas existentes en la actualidad.

**Sobre la portada:**

El chaflán de las jambas no es casual sino un acto de invitación para entrar al edificio, que se percibe desde los extremos longitudinales de la plaza del mercado.





Imagen 258 SUSTITUCIÓN de elementos sobre la jamba de la Lonja. Fuente libro Lonja de la Humanidad de Manuel Ramírez.

El desnivel entre el acceso al salón y la acera, tampoco es casual sino que magnifica al edificio y a la vez permite salvar el nivel de agua de las riadas.

La elección de la fachada oeste para disponer la portada principal del edificio, tampoco es casual porque es la única de las cuatro en la que, al concentrar la mayor parte de la decoración exterior, se aprecia un juego diferente de las sombras producidas por el soleamiento a lo largo del año, lo que permite enfatizar la entrada. También porque se encuentra en el eje longitudinal del salón columnario.

El hecho de enmarcar la portada es intención de proyectar al exterior la magnificencia del interior.

La portada tiene un plano vertical de simetría (simetría en planta y en alzado) definido por una recta en punta, eje longitudinal del salón columnario, y una recta vertical. Y otros dos ejes de simetría vertical de menor entidad en cada una de las jambas, siendo uno de ellos prolongado por el arco de la portada.

Las sombras proyectadas en el conjunto de la portada a lo largo del año, rompen la simetría conseguida arquitectónicamente en las jambas con desfases de 14, 6 y 7 mm entre sus frentes.

#### **Sobre la jamba. A.-La piedra:**

Conocer las características técnicas de las piedras en origen utilizadas en la portada de la Lonja, las de la Cantera de Godella, ha sido fundamental para concluir, primero, la métrica utilizada por Pere Compte y Joan Yvarra en la jamba de la Lonja de Valencia y, después, su composición geométrica.

La reposición de partes de los elementos de piedra de las jambas ha sido, a lo largo de sus distintas restauraciones, algo muy habitual. Es por ello que, las cañas prismáticas que observamos actualmente en las jambas de la portada de estudio no son en su totalidad originales en el tiempo.

Sobre las piedras utilizadas en la edificación histórica no se puede intervenir a la ligera. La intervención en las piedras de edificación está contemplada en la carta de Venecia de 1968, donde se establece, como norma básica, que “todas las técnicas de intervención empleadas intentarán mantener la piedra en su estado original, no introduciendo variables que puedan trastocar el mensaje artístico”.

El profesor de Estructuras Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Valencia, D. Adolfo Alonso Dura junto a un grupo de investigación, explican que intervinieron en uno de los puentes del viejo cauce del río Turia y consiguieron obtener los datos siguientes:

1. - La piedra es procedente de una Cantera (ahora abandonada) en el término municipal de Godella, cerca de la ciudad de Valencia. Era conocida como LA PEDRERA, de donde es originaria la utilizada en la Lonja de Valencia.
- 2.- Las muestras recogidas in situ tienen una densidad de  $1,6 \text{ g/cm}^3$  y las muestras de piedra obtenidas en la propia cantera tienen una densidad de  $2 \text{ g/cm}^3$ .
- 3.- Así mismo, la resistencia de la piedra colocada en obra es de 70 kN y la de la cantera de 200 kN.

Por otra parte, a finales del año 1995, se publica en el número 30 de la revista del Consejo de Aparejadores Autonómico, un artículo importantísimo sobre este tema, donde se estudia exclusivamente La Piedra Caliza de Godella.

El profesor D. Juan Manuel Valiente como especialista en la parte técnica de la piedra utilizada en la Lonja de Valencia, junto al que fue su alumno y autor de un proyecto final de carrera también sobre la piedra de Godella D. Carlos Javier Martínez, el historiador D. Salvador Aldana, D. Manuel Ladanza y D<sup>a</sup> Violeta Montoliu, son los autores de este monográfico<sup>82</sup>, del que se extraen las siguientes conclusiones:

1.- La piedra caliza utilizada tiene grandes cantidades de carbonato cálcico que fácilmente se disuelve con agua en el exterior de la misma. Al ser esta de gran porosidad, el ácido formado pasa a su interior precipitándose como sales y formando costras, lo que permite aumentar los huecos intersticiales y por tanto la porosidad.

Hay que recordar lo que ya sabemos:

A.- La cantera donde se extraen los carretales de piedra tiene diferentes frentes abiertos.

B.- La formación de las piedras calizas no ha sido homogénea en toda la cantera por lo que en cada frente de la misma, existirá piedra de mejor o peor calidad en función de la porosidad interior y de la cantidad de arcilla que contenga en su formación

Los pretilos de los Puentes, de los que dio cuenta el profesor D. Adolfo Alonso, suelen ser por lógica de calidad mediana al tratarse de elementos que no son de detalle como las Portada de la Lonja de Valencia, son de mayor sección y, por su situación urbanística, son construcciones de menor importancia por lo que fácilmente se deduce que las piedras utilizadas en la Lonja son de los frentes de cantera con mayor calidad, y por tanto, los datos de los que inicialmente partimos, no son del todo

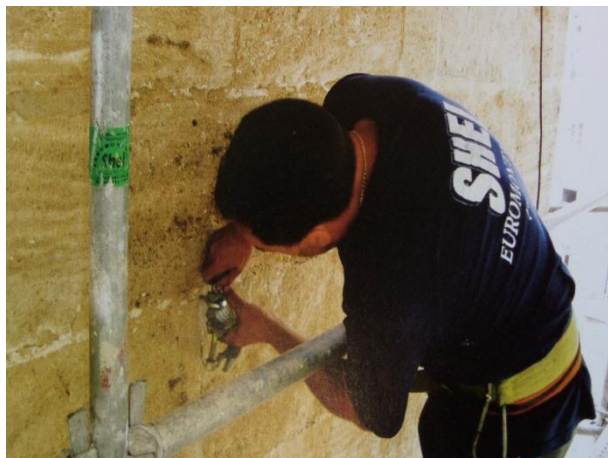


Imagen 259 LIMPIEZA de elementos de piedra en la Lonja. Fuente libro Lonja de la Humanidad de Manuel Ramírez.

<sup>82</sup> MARTÍNEZ, CARLOS. (1995). La piedra caliza de Godella. Valencia: Proyecto final de carrera archivo de la ETSIE número 3969, armario 42. UPV

aplicables a nuestro estudio; es decir, utilizar en la Lonja mejores piedras supone que estas tienen menos porosidad y, por tanto, su densidad es mayor, por lo que existe mayor cantidad de piedra por centímetro cúbico luego la piedra es más resistente al disponer de más cristales en su composición química.

Por tanto, la piedra utilizada en los pretilos del puente, al no ser de los mejores frentes tiene mayor cantidad de arcilla en su composición que la utilizada para la Lonja y sabido es, también, que los grumos de arcilla son expansivos cuando absorben agua, lo que aumenta el volumen de la misma y, por tanto, las tensiones internas de la piedra.

2.- Otro dato a tener en cuenta, es la situación geográfica de la Lonja de Valencia y el Puente de donde se extrae la muestra.

El puente se encuentra en el cauce viejo del río Turia y allí, por ser un lugar más abierto y cercano a la costa, la brisa del mar llega con más facilidad, lo que supone mayor concentración de cloruros en el ambiente.

Sabido es que el agua precipita cuando la humedad ambiental alcanza el valor del 100%. Sin embargo, sucede que con la presencia de cloruros en el ambiente, el suelo y las paredes de las construcciones aparecen mojadas sin llover, con tan sólo una humedad del 70%. *(Estos datos facilitados por el profesor Valiente se pueden verificar por ejemplo en el mes de Marzo sobre las 11 de la noche en la semana fallera. Vemos los "ninots" de la fallas completamente húmedos).* Esta situación de mojado continuo por las noches y exudación por el Sol de día, se corresponde con un trasiego diario de entrada y salida de agua (carbonato cálcico) al interior de las piedras lo que aumenta el desgaste de las mismas, siendo mayor cuanto más al exterior de las mismas nos encontremos.

Al aumentar su porosidad, pierde masa y, por tanto, disminuye su densidad y el número de cristales por centímetro cúbico.

Por supuesto que, también influye la mayor densidad de tráfico rodado existente en los pretilos de los puentes. Supone un mayor aumento de ácido carbónico y del anhídrido sulfuroso ocasionado por la quema de los combustibles fósiles desde la revolución industrial. Se crea así, un medio ácido junto a una piedra de carácter químico básico que provoca la aparición de sales que son introducidas en interior de las piedras por el agua de condensación de la noche mediante capilaridad.



Imagen 260 MUESTRA . Se pueden apreciar las marcas dibujadas sobre la muestra, del nivel que el agua alcanzó por capilaridad, sumergidas 10 mm a los 30 y a los 90 minutos. Fuente propia.

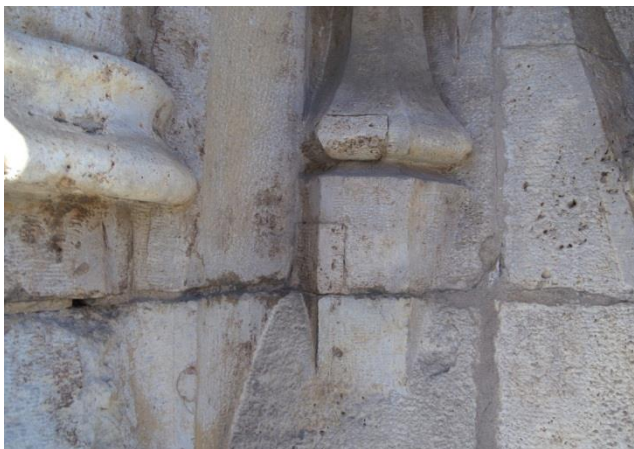
Hay que saber también que a la altura del río, por la actual Avenida de Aragón, llegaban los trenes desde Aragón. Estos, en su época, consumían carbón primero y gasoil después, y las máquinas no dejaban de funcionar al llegar a la Estación, lo que ocasionaba grandes producciones de carbonilla en el ambiente. Además, el hecho de encontrarse en una zona despejada de edificaciones facilita la entrada de la brisa del mar permitiendo la condensación del agua ambiental con valores cercanos al 70% de humedad como ya se ha comentado. Así, el ácido carbónico y el ácido sulfuroso penetran a través del agua al el interior de las piedras por capilaridad.

Por tanto, la piedra de la Lonja de Valencia procedente de la misma cantera que la de los pretilos del puente, es más compacta, con menos grumos de arcilla, con mejor textura y, mayor densidad y con menos alteraciones, por lo que su resistencia será considerablemente mayor que la obtenida en los pretilos del puente, pero inferior a la de la de origen que se mantiene inalterada y que tiene, por los ensayos realizados sobre la piedra 1 y 2, una resistencia media de 196,15 kN (*según indicaba también el profesor D. Adolfo Alonso*) y una densidad media de las dos piedras de 2,71 superior a la prevista por este profesor.

Resistencia a Compresión				
Muestra/ día	10-feb-15			
132	Φ 73,8 mm	H= 73,0 mm	106,2 kN	24,82 Mpa
231	Φ 73,8 mm	H= 69,5 mm	286,1 kN	66,87 Mpa
crema marfil	irregular	30 mm	nnn	>100 Mpa

Densidad Real 11-feb-15		
muestra	1	2
m	6,36	5,79
p+a	163,71	148,68
p+a+m	167,71	152,34
VR	2,36	2,13
DR	2,695	2,718

Con una porosidad media del 21,88% que se ha obtenido en las pruebas del laboratorio, se verifica que la altura que por capilaridad alcanza el agua desde el nivel de inundación en la muestra, es muy irregular en todas ellas y que como es lógico, la parte más afectada es la parte inferior y también la que está sometida a mayor desgaste por rozamiento y uso, y la que soporta mayores esfuerzos de compresión y tensión interna. Por todo ello, es la zona más erosionada y donde se han producido la mayor cantidad de sustituciones de material, como vemos en las siguientes imágenes.



Imágenes 261 PIEZAS NUEVAS. Sustituciones de piezas de piedra en las jambas de la puerta principal de la Lonja de Valencia. Se pueden apreciar los cortes de la sierra circular cuando se trata de partes de un carretal, así como la diferente coloración de los grumos arcillosos que aún están en la piedra y, cuando se trata de carretales enteros, la falta de alineación con la consiguiente regulación con mortero de cemento. Fuentes propias.

### Sobre los dos tipos de ensayos realizados en el laboratorio:

Se debe tener en cuenta la diferencia entre el periodo histórico anterior y posterior a la industrialización, por la contaminación atmosférica que produce la quema de los combustibles fósiles.

#### 1.- Los ciclos múltiples de envejecimiento acelerado.

ciclos cristalización		
enfriado	sumergido	secado
4h	4h	16 h



Imagen 262 CICLOS MÚLTIPLES. Muestra eclosionada perteneciente al ensayo de los ciclos múltiples en su fase final, sin solución salina. Fuente propia.

Se intenta reproducir la situación anteriormente descrita: “mojado continuo por las noches y exudación por el Sol del día se corresponde con un trasiego diario de entrada y salida de agua (carbonato cálcico) al interior de las piedras lo que aumenta el desgaste de las mismas, siendo mayor cuanto más al exterior de las mismas nos encontremos” y se concluye:

En los 8 primeros ciclos se aprecia un aumento de peso por la acumulación de sales precipitadas en la muestra y una importante pérdida de peso en el resto de los ciclos, consecuencia de la degradación de las mismas. Se produce una excepción en las muestras de la piedra 2 con un crecimiento lineal hasta la rotura interna. Esto coincide con lo indicado en el Manual de Diagnóstico y Tratamiento de Materiales Pétreos.

Todas las muestras han eclosionado desde el interior hasta su completa disgregación. Pasado un mes sin la solución salina por evaporación, las sales precipitadas se han pulverizado y se ha detenido el deterioro de todas ellas.



A pesar de adoptar una concentración del 10%, inferior a la recomendada en el manual del 14%, este ensayo ha resultado ser excesivamente agresivo puesto que, este estado de destrucción total no se aprecia en la realidad de las piedras de las jambas de la portada principal de la Lonja de Valencia y, por eso se debería plantear un nuevo ensayo sobre las muestras restantes. Un envejecimiento acelerado con un único ciclo, pero sin el ataque de la temperatura en horno a 110° y aislando del ambiente una parte de la muestra para minimizar el efecto del oxígeno del aire.

## 2.- El ciclo único de envejecimiento acelerado.

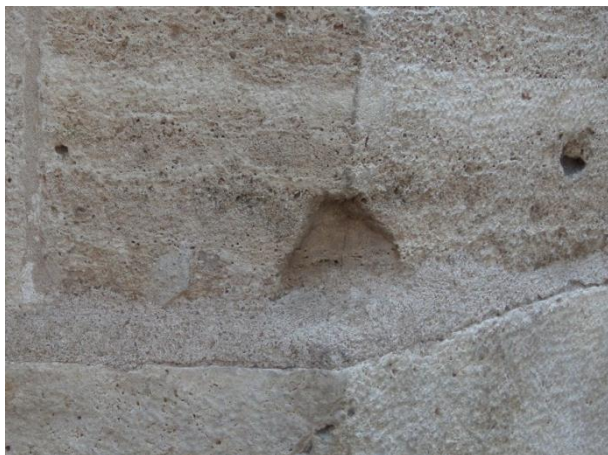
Recordemos que este ensayo de absorción de la solución salina por capilaridad ha consistido en sumergir parcialmente las muestras en la solución salina al 10% de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y aislarlas del ambiente para obligar a que la evaporación de las sales se efectúe fuera del recipiente, simulando el efecto producido en los elementos arquitectónicos parcialmente enterrados, como la cimentación estructural del edificio. Se concluye lo siguiente:

Se aprecian afloramientos importantes de precipitación de sales en la superficie de las muestras, en los 5 primeros días y desconchados superficiales a partir de los 8 días y que las muestras de la piedra 1 se han mantenido más íntegras que las de la piedra 2.

Las muestras no han eclosionado en su núcleo, como sucedía en el anterior ensayo, sino que el desprendimiento de material se ha producido en sus superficies, por lo que estos resultados son evidentes en la piedra de la jamba y ello permite que se puedan comparar con lo ocurrido en determinadas piezas de las jambas de la puerta principal, con exfoliaciones por desplazaciones. Todo ello a pesar de la utilización de nuevos productos químicos repelentes de la humedad, seguramente aplicados en las intervenciones y que, sin embargo, no impiden esta desagregación arenosa.



Imagen 263 CICLO ÚNICO. Muestra eclosionada perteneciente al ensayo de un único ciclo de envejecimiento. Se presenta en su estado final. Fuente propia.



Imágenes 264 ACANALADURAS VERMICULADURAS Y DESAGREGACIONES ARENOSAS por erosión alveolar junto a nuevas exfoliaciones por desplazación en las piedras de las jambas de la Lonja de Valencia. Fuentes propias.



Imágenes 265 ACANALADURAS VERMICULADURAS Y NUEVAS EXFOLIACIONES por desplazación en las piedras de las jambas de la Lonja de Valencia. Fuentes propias.



Imágenes 266 NUEVAS EXFOLIACIONES por desplazación en las piedras de las jambas de la Lonja de Valencia. Se aprecia también en la imagen inferior izquierda, la desagregación arenosa que produce la erosión alveolar en el arranque de la jamba de la portada principal de la Iglesia de San Nicolás de Valencia en el año 2011. Fuentes propias.

## Sobre la jamba. B.-La sección aurea, la métrica y la composición:

Manuel Galarza, en su artículo de 1984 sobre la Lonja de Valencia (errores de transcripción en sus dimensiones), obtiene una primera conclusión en la pg 28 que establece que “el módulo base para la construcción de la Lonja de Valencia fue el diámetro de las columnas, dimensión igual a la vara o alna valenciana que era de 0,89125 metros”. También llega a la conclusión que un palmo mide 222,8 milímetros. Este dato lo obtiene a partir de la reducción de espesor en los muros.

La exactitud de los programas informáticos de dibujo como es AutoCAD, permite acotar la sección de cota cero con las subdivisiones de la época y, a partir de ellas, se ha obtenido que el palmo utilizado por Pere Compte y Johan Yvarra es de 226 milímetros, a partir de los palmos enteros que representan los lados del octógono.

A partir del palmo de 226 mm, se ha trazado un octógono de 4,5 palmos de ancho para inscribir la base de una pilastra y desarrollando el abatimiento que define la sección áurea de uno de sus lados he obtenido un lado de valor 3,016 palmos, muy próximo al valor entero de 3,000 (lo que supone un desfase de 3,5 milímetros).

De lo construido a lo replanteado, manteniendo la originalidad del levantamiento y, con una interpretación intuitiva, teniendo en cuenta además el desgaste natural del elemento que lo forma y, utilizando dos tipos de octógonos, uno de 3 palmos de lado y otro de 4,5 palmos de ancho, se replantea la totalidad de la portada.

Utilizar esta composición teórica supone un desgaste de 9, 14, 15 y 4 mm en las respectivas caras de la jamba izquierda y, aproximadamente, la mitad en las caras de la jamba derecha, lo que supone un



Imagen 267. PORTADA del artículo de Manuel Galarza de 1984 sobre La Lonja de Valencia (errores de transcripción en sus dimensiones) en la revista del Consejo de Colegios de Aparejadores de la Comunidad Valenciana. Semestre I. Fuente propia.

desgaste medio aproximado, en sus caras más desfavorables, de 1,45 mm cada 50 años en la jamba izquierda y de 0,75 mm cada 50 años en la jamba derecha.

#### **Sobre la jamba. D.-El levantamiento con las diferentes técnicas.**

Es muy acertada la afirmación de Mies cuando advierte que es fundamental entender la esencia de lo diseñado y ejecutado, y que hasta el momento de dibujarlo a mano alzada no había reconocido aquello que anteriormente parecía inexistente en el dibujo de las secciones del escáner.

Si bien es cierto lo que manifiesta Manuel Galarza en su artículo sobre la imaginación del dibujante, el boceto en sí en una toma de datos in situ, debe contener todos los elementos y mantener la proporción y la posición de cada uno dentro del conjunto justificando la utilización de cada elemento en particular dentro del conjunto, sobre todo con los ejes de simetría secundarios.

El límite de percepción visual determinará la exactitud máxima en cada plano, que es distinto a la exactitud digital que nos ofrecen los ordenadores donde las líneas no tienen dimensión de grosor; es decir, podemos hacer zoom sobre el plano dibujado de forma indefinida y las líneas mantendrán su espesor, lo que no es posible en el levantamiento gráfico manual.

Existe el problema del modelado de superficies no regladas, irregulares o complejas que afecta a la documentación que debe salvaguardarse de nuestro patrimonio y que debe corresponderse a la geometría real del mismo y falsear la realidad al “aproximar” las formas reales a una forma teórica supone que es más fácil de representar y de reproducir, más económica y con efectos permanentes sobre el carácter histórico y el estético del valor del patrimonio que se pretende proteger. Consecuentemente, las posteriores decisiones técnicas de intervención pueden ser también malinterpretadas y erróneas.



Imagen 268 ESTACIÓN TOTAL TOPCON trabajando en el levantamiento de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.

---

No se puede hacer un levantamiento gráfico riguroso sin trabajar conjuntamente el escáner láser 3D, la toma de datos manual (croquis y peine de arqueólogo) y el levantamiento mediante estación total sin prisma y las fotografías de conjunto y detalle.

Las irregularidades mayores de 10 mm en la piedra natural de la jamba, como coqueras, desgastes, roturas en cantos,..., se reflejan también en los datos que facilita el escáner en el levantamiento, por lo que es necesario recurrir al levantamiento topográfico y al reportaje fotográfico para identificar los puntos que las definen durante el trabajo de gabinete.

La utilización del escáner en este tipo de geometrías tan complejas se hace indispensable para identificar los elementos en una fachada que aparentan planos y que no lo son. Además el uso de estas nuevas herramientas de escaneo en 3D y almacenamiento digital se ha estandarizado a nivel internacional para preservar el patrimonio arquitectónico cultural construido.

La nube de puntos facilitada por el escáner láser 3D es en la mayoría de los casos muy difícil de trabajar en los programas gráficos como el AutoCAD, por el gran tamaño de sus archivos, por lo que se subdivide el archivo en partes menores, aunque existan también la posibilidad de trabajar con programas específicos como el Meshlab, desarrollado en la Universidad de Pisa

El uso del ordenador ha sido indispensable para valorar la simetría real existente entre las dos jambas de la portada a partir del dibujo de sus secciones horizontales por la cota cero. La exactitud entre ellas supone un desfase de 14, 6 y 7 mm, justificado en los ensayos de envejecimiento acelerado por su diferente exposición al soleamiento diario y, en consecuencia, entender el desgaste diferencial de la piedra como elemento natural en las diferentes posiciones impuestas, cuando el uso y contaminación atmosférica soportado por ambas jambas ha sido el mismo, por lo que concluyo sobre ello que en el

momento de su construcción serían prácticamente idénticas con una aproximación milimétrica inferior a desfases indicados.

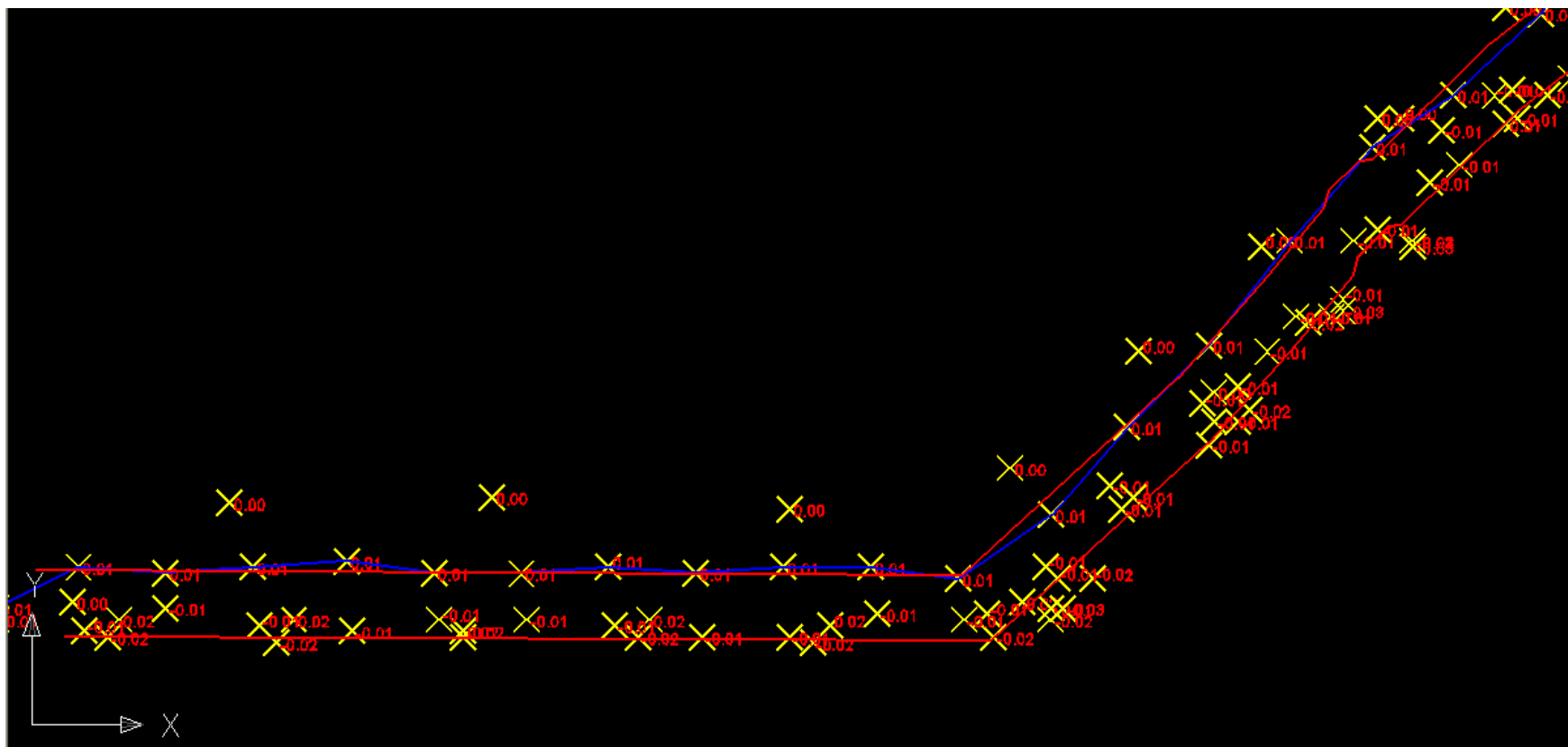


Imagen 269 SUPERPOSICIÓN DE DOS LÍNEAS del peine de arqueólogo indicadas en color rojo sobre la nube de puntos obtenida con el Escáner Láser 3D (de tres centímetros de espesor medio), habiendo elegido como sección definitiva la que se corresponde en color azul. Vemos la coincidencia estratégica en muchos de los puntos tomados con el escáner láser 3D pero la posibilidad de elegir el delineante dos soluciones correctas de sección. Fuente propia.



La toma de datos del levantamiento en sí es muy rápido con los escáneres láser 3D. También el estacionamiento, manejo y uso del propio escáner, así como su software, permite la observación in situ y a tiempo real de la evolución de la toma de datos y, además, modificar el protocolo de actuación de forma inmediata y, por tanto, ajustar los sucesivos puntos de estacionamiento, la densidad de puntos en áreas concretas que precisan de mayor detalle y los ángulos de actuación.

Al acotar las secciones de cota cero, obtenidas respectivamente con el escáner y con la estación total, con precisión milimétrica, coinciden sólo en algunas de las cotas, de lo que se puede deducir que este desfase milimétrico es debido a las coqueras de la piedra natural y a la coincidencia, exacta o no, con el punto de levantamiento en ambos equipos topográficos, ya que la precisión técnica en ambos es muy similar.

Una arista de referencia tan clara, definiendo una línea como la cota cero, ha sido una estrategia clave para conseguir los objetivos de esta tesis.

La ortogonalidad entre la alineación que une los extremos de ambas jambas, los frentes de las mismas y los ángulos interiores de los octógonos que conforman el zócalo de las jambas son casi perfectos, con una desviación de tan sólo medio grado en un cuadrante.

Las alineaciones obtenidas desde el Equipo Topográfico coinciden con las del Escáner Láser 3D y a las mismas conclusiones se pueden llegar analizando la nube de puntos que facilita. La diferencia puede encontrarse en lo resolutivo que resulta la toma de datos con la estación total, ya que es muy selectiva en los puntos concretos del levantamiento.

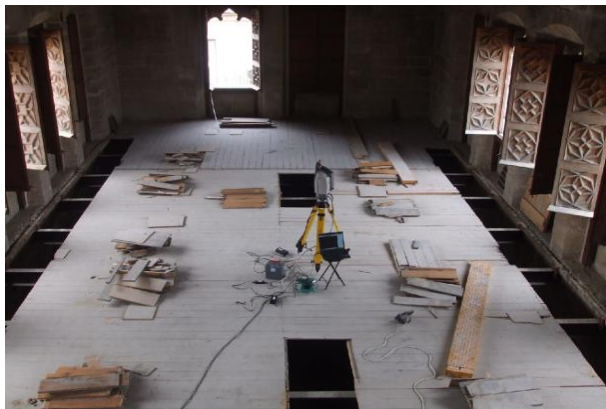


Imagen 270 ESCÁNER LÁSER 3D trabajando en la planta primera del Consulado del Mar. Fuente propia.

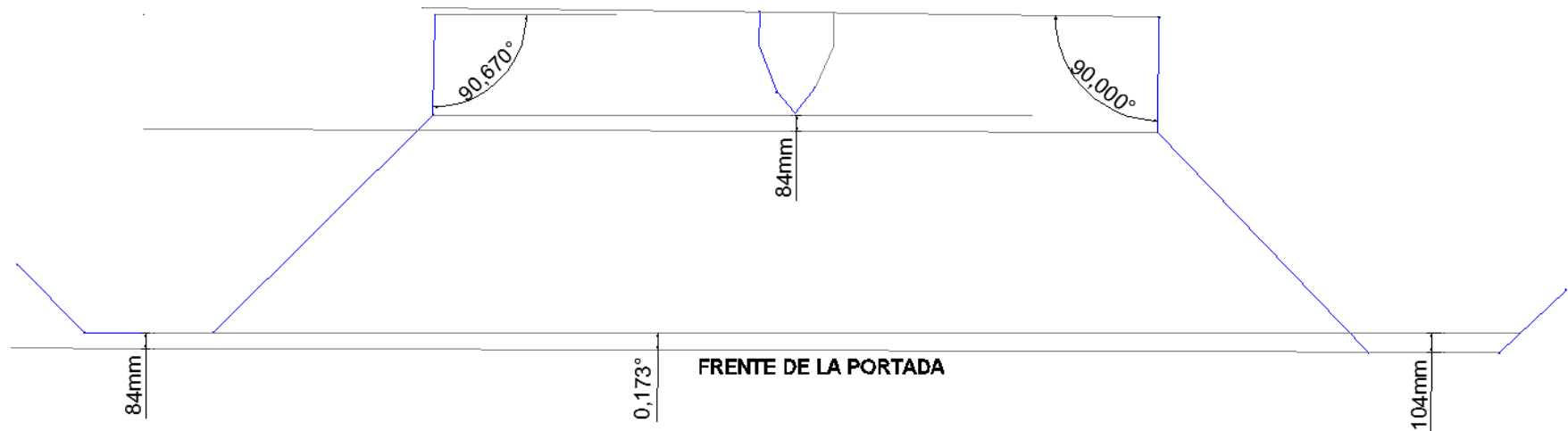


Imagen 271 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. ESTUDIO DEL PARALELISMO Y LA ORTOGONALIDAD DE LOS FRESTES DE LA PORTADA. Dos alineaciones giradas entre sí tan solo 0,173 grados sexagesimales lo que supone un desfase de 84 y 104 milímetros. Este desfase se repite en los vértices superiores a la altura del parteluz. El ángulo de sus frentes respecto del plano interior de la jamba son prácticamente ortogonales. Fuente propia.

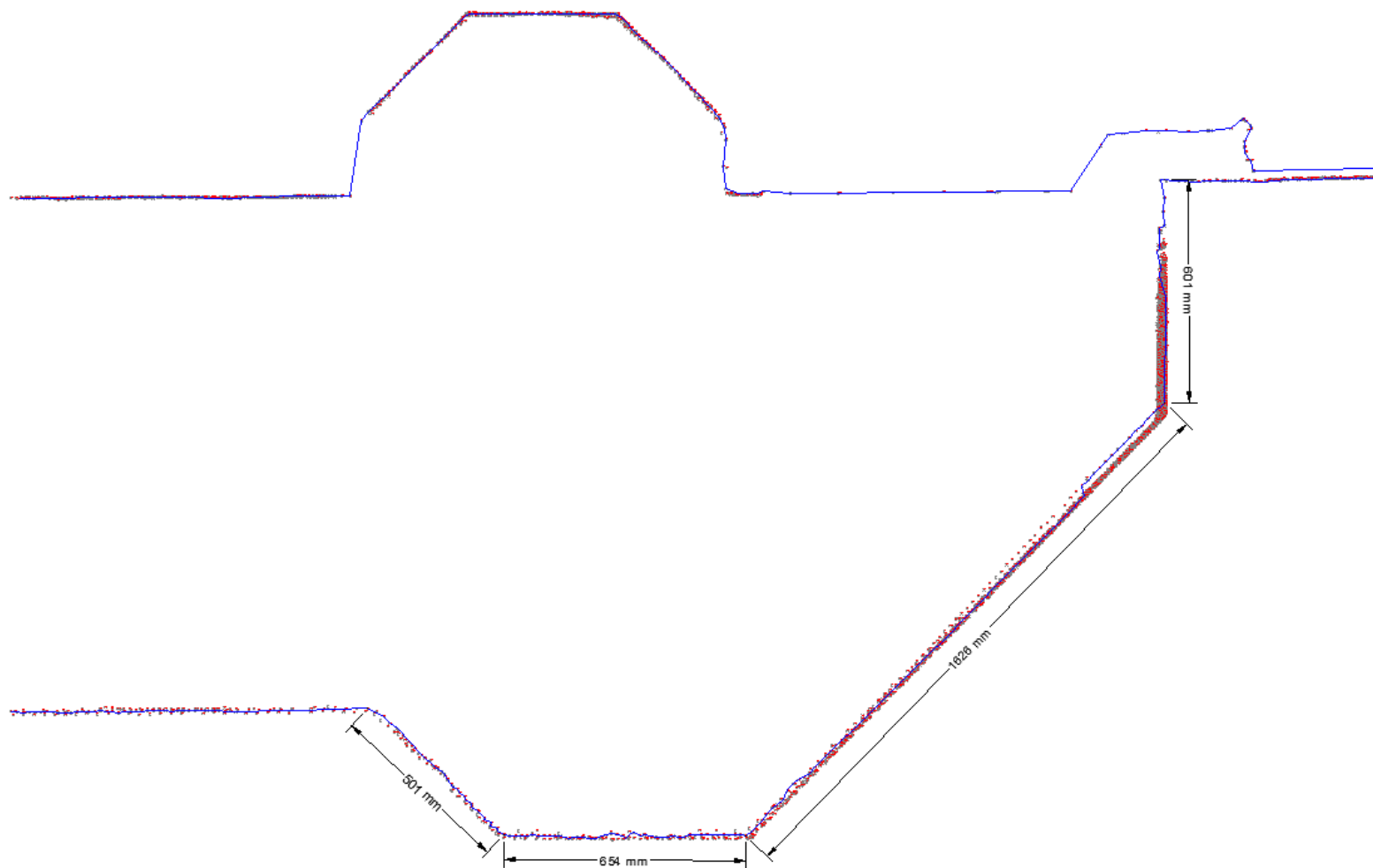
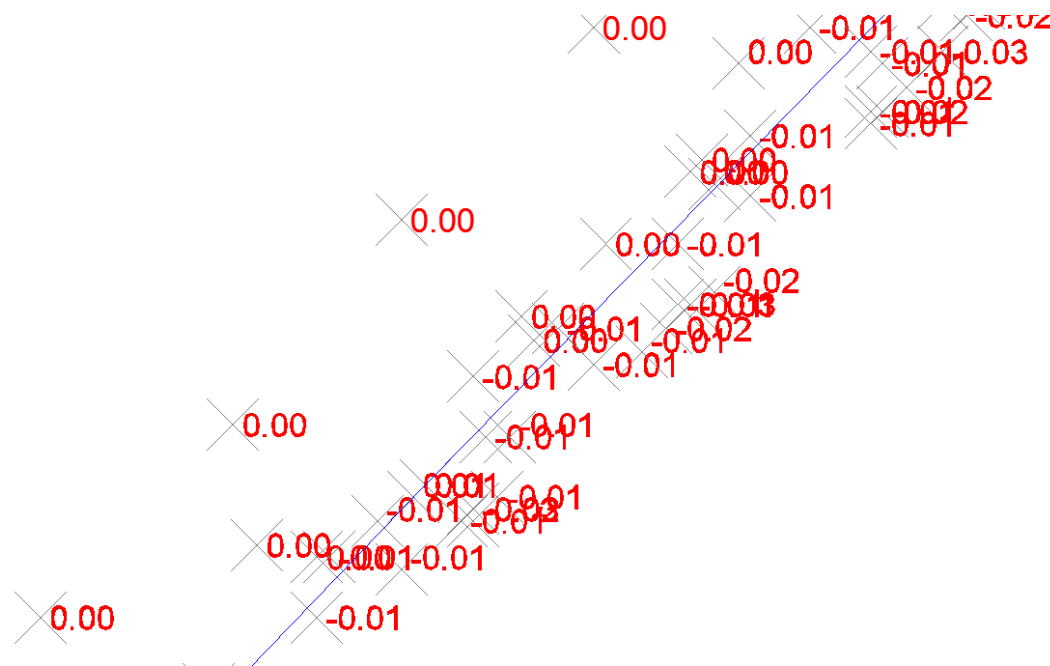


Imagen 272 RESULTADOS ESCANER 3D. Sección correspondiente a la jamba izquierda a nivel de cota cero. Es una sección acotada en milímetros y los puntos numerados en color rojo. La línea azul representa la unión por los puntos de igual cota y basados en la observación in situ.  
Fuente propia.

Imagen 273. DETALLE de la sección anterior. Se aprecia una tupida nube de puntos. Es difícil seleccionar aquellos puntos que definen una recta que se aprecia in situ en la jamba.  
Fuente propia.



---

## 4.2 CONCLUSIONES GENERALES

El palmo utilizado por Pere Compte y Joan Yvarra, de 226 mm permite replantear toda la portada con dos plantillas de octógonos, a partir de la base de las columnas entorchadas.

Efectivamente, el giro y desplazamiento que indica el dibujo de la sección en la cota cero del levantamiento topográfico con la estación total y con el escáner láser de una jamba respecto a la otra, es el mismo que se produce al adecuarlo a la composición geométrica con octógonos de la portada.

El desgaste sufrido por la piedra está justificado con los ensayos y en ellos se sustenta además, que también el mismo desgaste está en función del soleamiento o no de la piedra, y de la exposición o no al calor de la estufa en las muestras.



---

## CAPÍTULO 5 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Estudio de la transmisión de los esfuerzos de compresión en los elementos estructurales de la Lonja, con especial atención a los soportes esbeltos del salón columnario y, a los arcos y las jambas de las portadas y de los ventanales.

Levantamiento gráfico arquitectónico de precisión en los puntos singulares de la Lonja como lo son las portadas, las cúpulas, el torreón y los artesonados del Consulado del Mar.

Estudio de la afectación de los terremotos al edificio en general y a las molduras de las jambas en particular. Análisis y actuaciones de prevención de los posibles daños importantes en el edificio.

Planteamiento de métodos actuales de construcción para que la ejecución de la Lonja obtenga al menos los mismos resultados de precisión.

El Consulado del Mar. Estudio y planteamiento de cómo estaría terminado en forma y plazo, si el maestro Pere Compte no hubiera fallecido durante su construcción.

Cuál sería la estimación económica que supuso la construcción de la Lonja para el comercio de la ciudad en su siglo de oro, cuando el resto de Europa estaba en crisis.

La Torre de la Lonja de Valencia desde su construcción hasta su nueva altura IV siglos después. Estudio y análisis constructivo y funcional de sus estancias y, justificación técnica y estética de su altura actual.

Las almenas de la Lonja antes y después de su coronación. A qué obedece su coronación.

El patio de los naranjos de la Lonja. Impacto social de la propuesta del arquitecto Cortina en la actualidad. Justificación del porqué no se termina en la época de construcción del Salón Columnario y posteriormente del Consulado del Mar.

Estudio constructivo y análisis estructural de la escalera helicoidal sin apoyo central de la torre de La Lonja de Valencia. Influencia en la estabilidad de la propia torre y del salón columnario.

El banco corrido de la fachada oeste de la Lonja. Su contribución a la cimentación del muro antes y después de su derribo. Su función urbanística por la importancia del primer centro cívico de la ciudad y si su derribo está relacionado por la aparición de nuevos centros cívicos en la misma.



## CAPÍTULO 6 REFERENCIAS

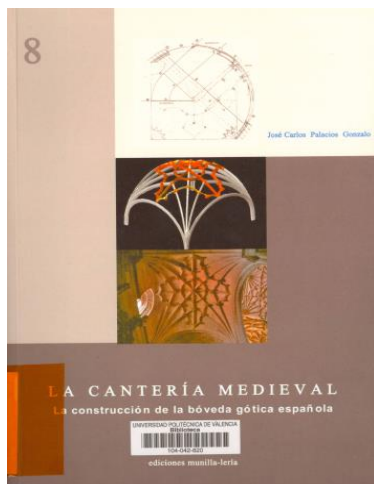
### 6.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



BUSTAMANTE, ROSA. (1999). Teoría e historia de la rehabilitación. Tomo 1 Madrid: Munilla-Lería. pg 321-406.

#### **Abstract.**

Este es el primer tomo de un conjunto de 5 que siendo troncales en el Máster de Restauración Arquitectónica de Madrid. Este tomo concreto se estructura en 3 capítulos. En el capítulo III la Doctora Rosa dedica 14 temas a desarrollar y comentar todas las cartas y convenios internacionales existentes hasta el momento para la conservación de Patrimonio Cultural.

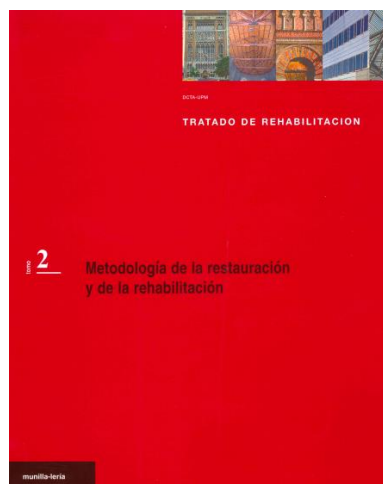


PALACIOS, JOSÉ CARLOS. La cantería medieval. La construcción de la bóveda gótica española. Ediciones Munilla-Lería. Biblioteca UPV 0-31/3724 B, páginas 93-98

#### **Abstract.**

El libro se centra en torno a la bóveda gótica, analizando todo su desarrollo desde su proyección, las trazas que lo definen, los diferentes tipos, diferencias y la cantería utilizada.

En nuestro estudio hemos extraído lo que hace referencia a las formas de trazar la cantería en la época medieval. La época y la cantería son los dos puntos de conexión entre ambos y lo que me ha llevado a escogerlo.



MERINO DE CÁCERES, JOSÉ. (1999). Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Tomo 2. Madrid: Munilla-Ilería. pg 33-39 y 54.

GOITIA, AITOR. (1999). Metodología de la restauración y de la rehabilitación. Tomo 2. Madrid: Munilla-Ilería. pg 161-163.

#### Abstract.

Interesantísimos tomos en los que tratan de reunir el contenido de cualquier intervención en el Patrimonio Arquitectónico. En el capítulo I el tema 2, escrito por José Merino, hace referencia a la Planimetría y metrología en las catedrales españolas y por cronología, importancia y autor, la he trasladado a la Lonja de Valencia.

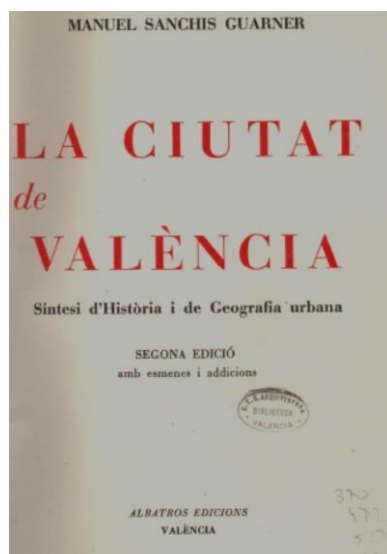
El profesor Aitor presenta un Anexo en el que explica paso a paso el proceso de levantamiento que personalmente hizo de la puerta de Toledo y del que he sonsacado algunas ideas aplicadas al levantamiento de la puerta de la Lonja.



AA.VV. REVISTA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA EDIFICACIÓN Nº 6. MEMORIA DEL IX CONGRESO APEGA.

#### Abstract.

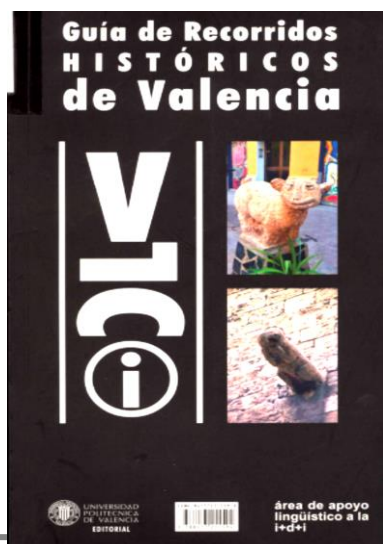
Es el punto de partida de esta tesis doctoral al estar orientada desde una de las líneas de investigación que en su memoria propone. EXPRESIÓN GRÁFICA Y PATRIMONIO: NUEVOS MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO.



SÁNCCHIS, MANUEL. La ciutat de València. Síntesi d'història i de geografia urbana. Sexta Edició. Valencia: Arts Gràfiques Soler S.A. Colabora Ajuntament de València, Generalitat Valenciana y Universitat de València pg 169-246

**Abstract.**

Este libro es un resumen de la historia de la ciudad de Valencia narrada desde su fundación romana hasta 1930, narrada en valenciano y con una secuenciación temporal estructurada en periodos lógicos de desarrollo de una ciudad. Por citar alguno, el periodo antiguo, el de la época musulmana, el románico, el gótico,..., el de esplendor flamíger que es donde encontramos el texto que nos interesa.

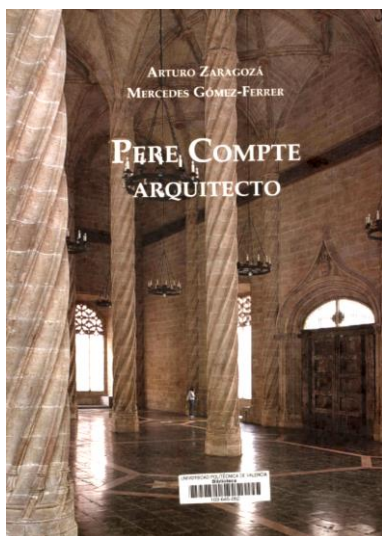


SANZ, FERNÁNDO. (2006). Guía de recorridos históricos de Valencia.(segunda edición) Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. pg 61\_70,... Ref 2006.2526.

**Abstract.**

Este libro es impulsado por el área de apoyo lingüístico a la I+D+i al constatar un cambio de imagen desde el exterior de la ciudad de Valencia, más moderna y acogedora y de su relación con la UPV.

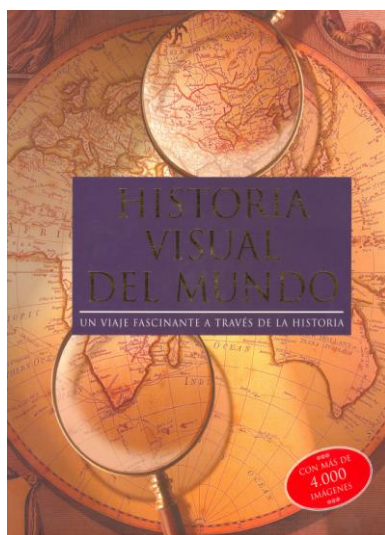
Invita a visionar la historia de la ciudad de forma breve, clara y fácil de leer, a partir de varios recorridos por el casco antiguo. Nos permitirá conocer y admirar el entorno inmediato de la Lonja.



ZARAGOZÁ, ARTURO y GÓMEZ-FERRER, MERCEDES.(2007). Pere Compte. Arquitecto. Valencia: Ayuntamiento de Valencia. Consorcio de Museos de la Generalitat Valenciana. Impreso a los 500 años de la muerte de Pere Compte.

**Abstract.**

Este es un libro completísimo, ilustrado a todo color, de la figura del maestro Pere Compte, en un recorrido por todas sus obras, por sus maestros Antoni Dalmau y Francesc Baldomar, por sus equipos de elevación, hasta abordar en su último capítulo VIII la fundación del gremio de los canteros.



AA.VV. Historia Visual del Mundo. Ed Parragon books Ltd, páginas varias

**Abstract.**

Este es un libro magníficamente ilustrado y con una cuidada presentación que presenta de forma seria y estructurada la Historia de nuestro Mundo, haciéndola muy amena en su lectura.



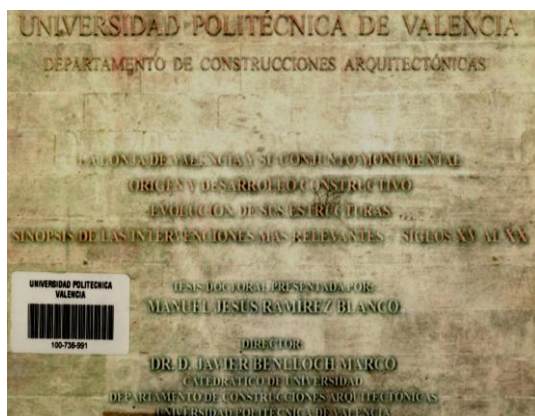
AA.VV. (2003). Levantamientos planimétricos en edificación. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.pg 11-22

**Abstract.**

Este es un libro manual que se elaboró desde la asignatura de Topografía y Replanteos para los alumnos de la antigua titulación de Arquitecto Técnico. En su primera parte se expone un recorrido histórico de la Representación Gráfica y de la Topografía, que me ha servido para completar las citas históricas de los equipos topográficos.



Tesis del Dr. D. José Antonio Barrera Vera, de la Universidad de Sevilla, de Octubre de 2006, que se toma como referencia inicial al constituir la base teórica en la elección del escáner láser 3D y al elegir una de las líneas de investigación que se proponen en ella.

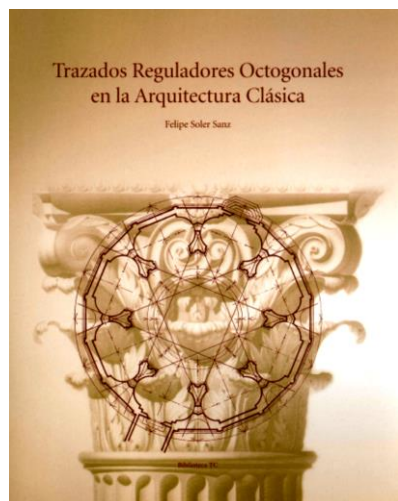


RAMÍREZ, JESÚS MANUEL. La lonja de valencia y su conjunto monumental. Origen y desarrollo constructivo. Evolución de sus estructuras. Sinopsis de las intervenciones más relevantes / siglos XV al XX. Tesis Doctoral.

**Abstract.**

Tres tomos en los que se recoge información detallada de la Lonja de Valencia.

Destaca por su aportación a la presente tesis el segundo de los tomos que hace referencia a todas las intervenciones de mantenimiento y cambios que ha sufrido el edificio desde los siglos XV al XX.



SOLER, FELIPE. (2008). Trazados reguladores octogonales en la arquitectura clásica. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura. pg 1-36.

**Abstract.**

Este magnífico libro tiene muy presentes las unidades de medida utilizadas en las obras que estudia.

Analiza un extenso y variado número de plantas octogonales con un gran rigor geométrico y constructivo, forzando la construcción geométrica previa para la puesta en obra.

- AA.VV. (2002). *Historia de la Ciudad. II Territorio, sociedad y patrimonio*. (C. T. Valencia, Ed.) Valencia: La imprenta, comunicación gráfica, S.L.
- AA.VV. (1930). *Archivo de arte valenciano*. Valencia: Real Academia de San Carlos de Valencia.
- AA.VV. (1975). *Carta europea del patrimonio arquitectónico*. Amsterdam: Comité de Ministros del Consejo de Europa.
- AA.VV. (1986). *Diccionario enciclopédico sopena color*. Ramón sopena SA.
- AA.VV. (1988). *Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico*. Roma: Normal-I/88.
- AA.VV. (2003). *Levantamientos planimétricos en edificación*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- AA.VV. (2006). *Historia Visual del Mundo*. Barcelona: Parragon books Ltd.
- AA.VV. (2014). *Atlas climático de España y Portugal*. (A. E. Meteorología, Ed.) Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.
- AA.VV. (2014). *Temperaturas extremas en la Comunidad Valenciana. Verano 2014*. Valencia: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.
- ALDANA, S. (1991). *La Lonja*. (C. V. Cultura, Ed.) Valencia: Generalitat Valenciana.
- ARNAU, J. (2011). *Fabular edificando: La obra de Cortina*. (C. d. Valenciana, Ed.) Valencia: Generalitat Valenciana.
- ARNOLD, A. y. (1989). *Salt weathering in monuments. The Conservation of Monuments. In the Mediterranean Basin*. Bari.
- BENÉVOLO, L. (1996). *Historia de la Arquitectura Moderna*. Gustavo Gili.
- BUSTAMANTE, R. (1999). *Teoría e historia de la rehabilitación* (Vol. Tomo 1). Barcelona: Munilla-Iería.

CALLEJA, L. (1985). *Variación de las propiedades físicas en rocas cristalinas sometidas a gradientes térmicos*. (D. d. Geología, Ed.) Oviedo: Universidad de Oviedo.

CARMONA, P. (2002). *Geomorfología de la llanura de Valencia. El río Turia y la ciudad. Historia de la ciudad. II territorio, sociedad y patrimonio*. Valencia: Icaro, Ajuntament de València y U.V.

CASTRO, A. (1989). *Petrografía básica. Texturas, clasificación y nomenclatura de rocas*. Madrid: Paraninfo.

D.K.CHING, F. (2004). *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Barcelona: Gustavo Gili.

DU SAUTOY, M. (2011). *Entrevista en el programa Redes de TVE*. (E. Punset, Ed.) Oxford, Reino Unido: Universidad de Oxford.

ESBERT, R. M. (1997). *Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos*. Barcelona: Col.legi d'aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

FASSINA, V. (1986). *Air pollution in relation to stone decay. The deterioration and conservation of stone. Studies and documents on the cultural heritage, Unesco*. Lorenzo Lazzarini y Richard Pieper.

FERNÁNDEZ, J. M. (1982). *Materiales de construcción*. Barcelona.

GALARZA, M. (1984). *La Lonja de Valencia. Errores de transcripción en sus dimensiones* (Vol. Semestre 1). Valencia: Revista del Consejo de Colegios de la Comunidad Valenciana.

GOITIA, A. (1999). *Metodología de la restauración y de la rehabilitación* (Vol. Tomo 2). Barcelona: Munilla-lería.

HAMMECKER, C. (1992). *Geometry modifications of porous network in carbonate rocks by ethyl silicate treatment. 7th. Int. Congress on Deterioration and Conservation of Stone*. Lisboa.

KRUMBEIN, W. (1988). *Biotransformations in monuments. A sociobiological study. Durability of Building Materials*.



---

LAZZARINI, I., & TABASSO, M. (1986). *Il restauro della pietra*. Padova: Cedam.

LÓPEZ, C., & GARCÍA, J. (2009). *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: Universitat Politècnica de Valencia.

MARTÍN, A. (1990). *Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés histórico artístico*. Madrid: Fundación y centro de estudios Ramón Areces.

MARTÍNEZ, C. J. (1995). *La Piedra Caliza de Godella*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.

MERINO, J. (1999). *Metodología de la restauración y de la rehabilitación* (Vol. 2). Munilla-lería.

MUNSELL. (1977). *Soil color Charts*. Baltimore, Maryland.

ORDAZ, J., & ESBERT, R. (1988). *Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción. Materiales de construcción*. Barcelona: Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona.

SÁNCHEZ, M. (1997). *La ciutat de València. Síntesis d'història i de geografia urbana* (sexta ed.). Valencia: Arts Gràfiques Soler S.A.

SANCHÍS, C. (2002). *Acequias, Saneamiento y trazados urbanos en Valencia. Historia de la ciudad. II. Territorio, sociedad y patrimonio*. Valencia: Icaro, Ajuntament de València y UV.

SANZ, F. (2006). *Guía de recorridos históricos de Valencia* (segunda ed.). Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.

SCHMITT, H. (1998). *Tratado de construcción*. Barcelona: Gustavo Gili.

SMITH, B., & MCGREEVY, J. (1988). *Contour scanning of a sandstone by salts weathering under simulated or desert conditions. Earth Surface Processes and Landforms*.

SOLER, F. (2008). *Trazados reguladores octogonales en la Arquitectura Clásica*. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura.

TOLOSA, L., & VEDREÑO, M. C. (1997). *La biblioteca de la Seo de Valencia. La ciudad de la Memoria. Los códices de la catedral de Valencia*. Valencia: Museo de BBAA.

URÍA, L. (2011). *Representación y Proyecto Gráfico. Escritos de Arquitectura*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

WERNER, H. (1992). *Arte civil*. (F. C. Arquitectos, Ed.) Barcelona: Gustavo Gili.

ZARAGOZÁ, A. (2002). *Inspiración Bíblica y presencia de la antigüedad en el episodio tardo gótico valenciano. Historia de la ciudad II. Territorio, sociedad y patrimonio*. Valencia: Icaro, Ajuntament de València, publicacions de la UV.

ZARAGOZÁ, A. (2005). *Arquitectura Gótica Valenciana*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia.

ZARAGOZÁ, A., & GÓMEZ-FERRER, M. (2007). *Pere Compte. Arquitecto*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia. Consorcio de Museos de la Generalitat Valenciana.

---

## 6.2 REFERENCIAS IMÁGENES

Imagen 1 FACHADA PRINCIPAL DE LA LONJA DE VALENCIA. Fuente propia .....	20
Imagen 2 LOGOTIPO DE LA UNESCO. Fuente <a href="http://www.unesco.es">www.unesco.es</a> .....	23
Imagen 3 PORTADA PRINCIPAL. JAMBA DE ESTUDIO .....	53
Imagen 4 TOMA DE DATOS CON EL PERFILÓMETRO SOBRE LA JAMBA. Fuente propia .....	55
Imagen 5 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO CON EL PERFILÓMETRO.....	56
Imagen 6 UTILIZACIÓN DEL PIÉ DE REY SOBRE LA JAMBA. Fuente propia .....	57
Imagen 7 EJEMPLO LEVANTAMIENTO RESULTADO DEL ESCANER 3D Fuente propia.....	60
Imagen 8 PLANO DE VALENCIA S XV DEL PADRE TOSCA .....	61
Imagen 9 MONEDAS DEL REINO DE VALENCIA EN EL S. XV. Fuente <a href="http://www.numismaticamedieval.com">www.numismaticamedieval.com</a> .....	62
Imagen 10 JORNADA REVOLUCIONARIA FRENTE A LA LONJA 1869 <a href="http://www.rafaelsolaz.com">www.rafaelsolaz.com</a> .....	62
Imagen 11. PLANO DE VALENCIA. Zonas inundables. Imagen Pilar Carmona González. Dibujo propio .....	63
Imagen 12 MURALLAS ISLÁMICAS. Grafiado en color rojo vemos la situación de las murallas islámicas con indicación de cada una de las puertas de entrada. Fuente propia .....	64
Imagen 13 LA RIADA de 1957. Plaza del Carmen. El agua que se ve pasará a continuación por la fachada principal de la Lonja .....	65
Imagen 14 LA RIADA de 1957. Calle de las Barcas. Fuente archivo del periódico Las provincias .....	65

Imagen 15. PLANO DE VALENCIA. CIUTAT VELLA. Se grafía en color cian, el segundo tramo del cauce del río Turia, abrazando a la ciudad islámica por el lado sur-oeste. Precisamente desde su trazado hacia el sur-oeste, casi todas las calles tienden a confluir en ella, siguiendo el desagüe natural de la escorrentía de las aguas de lluvia. Fuente propia.....	66
Imagen 16 PLANO DE VALENCIA. s XVIII. P. Vicente Tosca; 22 Convento de las Magdalenas y molino Na-Rovella, 21 la Lonja, 20 Plaza del mercado, 19 Convento de la Merced y 18 Plaza de la Merced. Plano Tosca. Fuente archivo municipal de valencia. ....	67
Imagen 17 PLAZA DEL MERCADO s XIX .(en el centro de la hoja se aprecia la Lonja de Valencia). Fuente archivo municipal de valencia. ....	67
Imagen 18 JORNADA REVOLUCIONARIA frente a la Lonja 1869. Fuente archivo municipal. ....	68
Imagen 19 PLAZA DEL MERCADO. Archivo municipal. ....	68
Imagen 20 PLAZA ALARGADA. La Basílica de Vicenza en la Piazza dei Signori. Fuente propia. ....	69
Imagen 21 VISTA ACTUAL DEL MERCADO CENTRAL.....	70
Imagen 22 IGLESIA SANTOS JUANES. Fachada recayente a la plaza del mercado, frente a la Lonja. Imagen propia.....	71
Imagen 23 CONSELLERÍA DE COMERCIO Y ABASTECIMIENTO. Es la tercera de las fachadas que conforman la plaza del mercado. Fuente propia.....	71
Imagen 24 MERCAT CENTRAL. Fachada edificio principal del mercado central recayente a la Plaza del Mercado. Fuente propia.....	71
Imagen 25 EDIFICIO EN LA ACTUALIDAD DE LA LONJA DE VALENCIA Fuente propia.....	73
Imagen 26 LA LONJA DE VALENCIA. Esquina sureste del edificio de la Lonja desde la plaza del doctor Collado. Fuente propia.....	74
Imagen 27 ESCUDO CORONADO. Esquina sureste de la sala de contrataciones. Fuente propia.....	75
Imagen 28 LONJA DE VALENCIA. Esquina noroeste de la Lonja. El pabellón del consulado del mar en primer plano. Fuente propia.....	76
Imagen 29 FACHADA SUR, recayente a la calle Pere Compte. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. En primer plano la sala de contrataciones o salón columnario. Imagen propia.....	77

---

Imagen 30 FACHADA OESTE o principal, recayente a la plaza del mercado. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Se aprecia claramente el pabellón del consulado del mar, la torre y la sala de contrataciones o salón columnario. Imagen propia .....	77
Imagen 31 FACHADA ESTE, recayente a la calle de La Lonja. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. En primer plano la sala de contrataciones o salón columnario. Imagen propia .....	77
Imagen 32 FACHADA NORTE, recayente a la calle Cordellats. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. En primer plano pabellón del mar y cerramiento patio de los naranjos. Imagen propia .....	77
Imagen 33 SECCIÓN LONGITUDINAL paralela a la fachada principal, se observa el pabellón del mar, la torre y la salón columnario. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia .....	78
Imagen 34 SECCIÓN TRANSVERSAL, se observa la torre y las casuchas, la escalera de acceso al pabellón del mar en segundo plano, la torre y la salón columnario. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	78
Imagen 35 SECCIÓN TRANSVERSAL. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	78
Imagen 36 PLANTA GENERAL del conjunto de edificaciones. Se observa el pabellón del mar, la torre y la salón columnario. Plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	78
Imagen 37 DRAGÓN ESULPIDO SOBRE LA JAMBA DE LA PUERTA DE LA FACHADA SUR. Fuente propia.....	79
Imagen 38 DRAGÓN EN EL PICAPORTE DE LA PUERTA PRINCIPAL. Fuente propia.....	80
Imagen 39 PORTADA DE LA NOVELA TIRANT LO BLANCH de 1511. Uno de los tres libros de caballerías salvados del fuego por Cervantes. Fuente ww.images2.wikia.nocookie.net.....	81
Imagen 40 PLANO DE LA CÚPULA DE SANTA MARIA DE LAS FLORES. BRUNELLESCHI. Fuente www.educastur.princast.es.....	83
Imagen 41 EL ARTE DEL CORTE DE LA PIEDRA. Fuente propia.....	84
Imagen 42 FUNDACIÓ PERE COMPTE. Fuente www.perecompte.es.....	85
Imagen 43 SALÓN COLUMNARIO. Distribución de columnas, cúpulas y claves. Fuente propia.....	89
Imagen 44 COLUMNA ENTORCHADA. SALA DE CONTRATACIÓN. Fuente propia.....	90

Imagen 45 SALÓN COLUMNARIO. Vista interior. Al fondo se puede observar la puerta de acceso desde la calle Lonja. ....	91
Imagen 46 SALÓN COLUMNARIO. Fachada oeste recayente a la plaza del mercado. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Destaca la portada principal de acceso, flanqueada por los dos ventanales. Imagen propia.....	93
Imagen 47 SALÓN COLUMNARIO. Planta. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	93
Imagen 48 SALÓN COLUMNARIO. Fachada este recayente a la calle de La Lonja. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez.. Destaca la portada de acceso, flanqueada por los dos ventanales similares a la portada principal. Imagen propia. ....	93
Imagen 49 SALÓN COLUMNARIO. Fachada norte recayente al patio de los naranjos. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez.. Destaca la portada de acceso, flanqueada por los dos ventanales. Imagen propia. ....	93
Imagen 50 SALÓN COLUMNARIO. Sección longitudinal del salón Columnario por el eje de simetría de las portadas este y oeste. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	94
Imagen 51 SALÓN COLUMNARIO. Sección transversal del salón Columnario por el eje de simetría de las portadas norte y sur. Fuente del plano D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	94
Imagen 52 LA TORRE de la Lonja. Vista de su remate superior desde la calle del Mercat. Se aprecia claramente que su acabado es posterior ya que la coloración de la piedra más reciente está menos oscurecida por el efecto solar. Fuente propia.....	95
Imagen 53 TORRE. Fachada este recayente al patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Se aprecia la caja de escalera, los dos ventanales de los niveles superiores y un sobresaliendo de la cumbra de la cubierta, el remate de la ventana de la capilla. Imagen propia.....	96
Imagen 54 TORRE. Fachada oeste o principal de la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Se pueden apreciar los tres niveles superpuestos con sus correspondientes ventanas. Imagen propia. ....	96
Imagen 55 TORRE. Sección horizontal de la planta tercera de la torre. Ver el arranque del segundo tramo de la escalera a la terraza y el acceso al consulado a través de una escalera de madera . Planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	97
Imagen 56 TORRE. Sección horizontal de la planta primera de la torre. Destacar el ventanal al consulado y el acceso al recinto desde la escalera. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	97

---

Imagen 57. TORRE. Sección horizontal de la planta baja de la torre. Ver el acceso desde el salón columnario y el acceso al consulado. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	97
Imagen 58 TORRE. Sección vertical de la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Se pueden observar las diferentes bóvedas que cubren cada uno de los tres espacios. Ver también los huecos de acceso al consulado y a la terraza Imagen propia.....	97
Imagen 59 LA TORRE de la Lonja vista de su remate superior desde el patio de los naranjos. Fuente propia .....	98
Imagen 60 LA TORRE de la Lonja. 1867. Se puede observar el reloj existente en el actual ventanal de la segunda altura y el remate sin almenas. Fuente archivo histórico de Valencia.....	99
Imagen 61 TORRE. Remate superior de la torre de la Lonja. Se puede observar el andamiaje utilizado y el bullicio de gente en día de mercado. Fuente archivo histórico.....	100
Imagen 62 FACHADA OESTE O PRINCIPAL DEL CONSULADO DEL MAR. Fuente propia .....	101
Imagen 63 DRAGÓN. Imposta en la fachada oeste, en el encuentro no aparejado de los bloques de piedra, entre el cuerpo del consulado del mar a la izquierda y el torreón a la derecha. ....	102
Imagen 64 SEMISÓTANO DEL CONSULADO DEL MAR.....	103
Imagen 65 CONSULADO DEL MAR. Detalle del pabellón del consulado del mar de la Lonja de Valencia. Fachadas oeste y norte. Fuente propia .....	104
Imagen 66 CONSULADO DEL MAR. Alzado este del consulado del mar y parte de la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	105
Imagen 67 CONSULADO DEL MAR. Alzado oeste del consulado del mar y parte de la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	105
Imagen 68 CONSULADO DEL MAR. Planta de la segunda altura consulado del mar se aprecia el acceso desde la torre. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	106
Imagen 69 CONSULADO DEL MAR. Planta de la primera altura consulado del mar se aprecia el acceso desde el patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	106
Imagen 70 CONSULADO DEL MAR. Alzado norte del consulado del mar y parte del cerramiento del patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia. ....	106
Imagen 71 CONSULADO DEL MAR. Planta baja del consulado del mar con el acceso desde la torre y desde el patio de los naranjos. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia....	107

Imagen 72 CONSULADO DEL MAR. Planta semisótano del consulado del mar con acceso desde el patio de los naranjos y con antesala. Planos D. Jorge Girbés Pérez. Fuente propia.....	107
Imagen 73 CONSULADO DEL MAR. Sección longitudinal del consulado del mar. Fuente de los planos D. Jorge Girbés Pérez. Imagen propia.....	107
Imagen 74 FACHADA noreste, cerrando el patio de los naranjos.1930. Fuente archivo municipal.....	109
Imagen 75 FACHADA este del consulado y norte del cerramiento interior del patio de los naranjos. 1930. Fuente archivo municipal.....	110
Imagen 76 FACHADA ESTE. Actual Calle La Lonja.....	111
Imagen 77 PERSPECTIVA DE CORTINA sobre la actuación que considera se debe llevar a cabo. Fachadas este y norte de la Lonja. Cerramiento del patio de los naranjos. Fuente del catálogo: Fabular edificando. La obra de Cortina. Fuente Joaquín Arnau. 2011.....	112
Imagen 78 INTERVENCIÓN URBANÍSTICA planteada por Cortina en 1930. Fuente archivo de la ETSA de Valencia.....	113
Imagen 79. FACHADA NORTE. Actual calle Cordellats. Se aprecia el encuentro del cerramiento del patio de los naranjos propuesto por Cortina a base de piedra natural con el de las “casuchas” a base de ladrillo enfoscado con mortero y acabado con pintura.....	114
Imagen 80 PLANO DEL CONJUNTO DE LA LONJA. Destaca la detallada planta del patio de los naranjos de la Lonja, con la propuesta del arquitecto Cortina. Fuente archivo de la Generalitat de Valencia.....	115
Imagen 81 MURMURADORA FUENTE CON PECES. Detalle de la fuente propuesta por cortina para el patio de los naranjos de la Lonja. Fuente archivo de la Generalitat de Valencia.....	116
Imagen 82 FACHADA NORTE. Estado actual (1929) y propuesta de restauración del arquitecto Cortina. Fuente archivo de la Generalitat de Valencia.....	116
Imagen 83 FACHADA ESTE. Detalle del cerramiento del patio de los naranjos de la Lonja propuesto por el arquitecto Cortina en 1929.....	117
Imagen 84 FACHADA ESTE. Restauración del cerramiento del patio de los naranjos de la Lonja propuesta por el arquitecto Cortina en 1929.....	117



---

Imagen 85 PATIO DE LOS NARANJOS. Estado actual del patio de los naranjos, con detalle de distribución de las dependencias de los edificios dispuesto en la fachada este del patio. Se puede observar que se abrieron dos ventanales y una puerta en la fachada norte del patio y la fuente central con ocho puntas según dibujó Cortina. Del primitivo jardín que quisieron “los Jurats”, con una fuente central, naranjos y mirto, poco queda en la actualidad. Planos alumnos profesor Dr. Jorge Girbés Pérez. Fuente propia.....	118
Imagen 86 PORTADA PRINCIPAL DE LA LONJA DE LA SEDA DE VALENCIA. Levantamiento con el escáner láser 3D. Fuente propia.....	119
Imagen 87 Hans Schmuttermayer, Libro de los Pináculos. Fuente Nuremberg. Germanisches Nationalmuseum (ca.1488).....	120
Imagen 88 TÍMPANO. Imagen de la Virgen de los Desamparados en la portada de entrada principal a la Lonja de Valencia. ....	121
Imagen 89 DECORACIÓN ESCULTÓRICA. Portada oeste o principal. El ornamento escultural arranca desde la parte inferior con la figura de un monstruo encefálico, motivos vegetales, serpiente y acróbatas desnudos. Vemos también el arranque, el crecimiento y el desarrollo de las cañas de la jamba. ....	122
Imagen 90 PORTADA ESTE. Fuente propia.....	123
Imagen 91 JAMBAS de la puerta principal. Se grafían en detalle las visuales tangentes a las aristas esquina de ambas jambas, prolongadas hacia la avenida M <sup>a</sup> Cristina y hacia la calle Bolsería. Fuente propia.....	124
Imagen 92 VISTA GENERAL de la prolongación de las líneas visuales tangentes a las aristas esquina de ambas jambas, vistas anteriormente en detalle desde la puerta principal, prolongadas hacia la avenida M <sup>a</sup> Cristina y hacia la calle Bolsería. Fuente propia.....	125
Imagen 93 RETRANQUEOS, claroscuros y giros de las cañas desde su basa en las jambas de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.....	126
Imagen 94 LEVANTAMIENTO PORTADA. Sobre los peldaños se puede observar un recurso arquitectónico importante que se produce en una arista de corte de los planos de la basa en donde se inician dos peldaños a la vez, coincidentes con el límite de la alineación de la basa. El desarrollo de las primeras cañas se produce en uno de los lados dividido en tres partes mediante cuatro cañas cúbicas agrupadas de dos en dos. Fuente propia. ....	127
Imagen 95 LEVANTAMIENTO PORTADA. En este dibujo podemos observar el inicio del levantamiento de la portada. Destaca el eje de simetría principal, dispuesto por el parteluz de la portada, y los ejes de simetría secundarios por el punto medio del plano de la basa de las jambas, paralelo al plano de fachada. Este eje se acentúa con la arista física de la caña central que gira 45° respecto a las otras y que se prolonga hasta lo más alto del pináculo principal. Fuente propia. ....	127

Imagen 96 LEVANTAMIENTO PORTADA. Vemos el desarrollo de los conjuntos de cañas y su remate en pináculos floridos, que sirven además para ocultar las transformaciones que sufren los grupos de cañas, reduciéndose en número y aumentando en espesor hasta reducirse a una única caña central que cierra superiormente la portada. ....	128
Imagen 97 LEVANTAMIENTO PORTADA. Vemos que el inicio de las jambas se hace con el desarrollo en vertical de figuras decorativas, que se disponen entre la intersección de los planos de la plementería de la portada y el ortogonal al mismo. Enmarcan el conjunto de la portada al continuar su desarrollo por los arcos, e interrumpido por el parteluz horizontal, final de las jambas y arranque de los arcos. Fuente propia. ....	128
Imagen 98 LEVANTAMIENTO PORTADA. El conjunto de cañas y de esculturas anterior se disponen también en los arcos, uniendo así el conjunto de la portada. ....	129
Imagen 99 LEVANTAMIENTO PORTADA. En la basa de la jamba, un nuevo eje de simetría secundario en la mitad del plano es acentuado con otro desarrollo escultórico. Las dos mitades que surgen quedan divididas por un conjunto de cañas cilíndricas, con distinta cota de arranque, de distinto diámetro y manteniendo la simetría entre ellas. Fuente propia. ....	129
Imagen 100 PORTADA. Vista general de la portada el 23 de diciembre a las 13.00 horas. Fuente propia. ....	131
Imagen 101 PORTADA. Vista general de la portada el 23 de junio a las 14.00 horas. Fuente propia. ....	132
Imagen 102 JAMBA derecha de la puerta principal. Se presentan cuatro imágenes correspondientes a los meses de diciembre, marzo, junio y septiembre. Fuentes propias. ....	133
Imagen 103 JAMBA izquierda de la puerta principal. Se presentan cuatro imágenes correspondientes a los meses de diciembre, marzo, junio y septiembre. Fuentes propias. ....	134
Imagen 104 SECCIÓN DE LA PORTADA por la cota cero. En color azul se grafía la parte izquierda y en color rojo la de la derecha. Se pueden apreciar los puntos obtenidos con el escáner láser 3D. ....	135
Imagen 105 SUPERPOSICIÓN DE JAMBAS. Se muestran en detalle las secciones en la cota cero de las dos jambas de la puerta principal. En color azul, la jamba de la izquierda, y en color rojo la jamba de la derecha, superpuesta a la anterior y abatida simétricamente, respecto de un eje vertical, y de su posición original. La escasa diferencia entre ambas da idea de la gran exactitud en la ejecución de las mismas y en la simetría de las dos jambas. ....	136
Imagen 106 GRÚA TORRE. Maqueta de madera a escala reducida utilizada en la ejecución de las columnas y presentada en una de las exposiciones sobre la construcción de la Lonja en la sala de contrataciones. Fuente propia. ....	137

---

Imagen 107 MURO DE MAMPOSTERÍA. Sección teórica de un muro de mampostería y su encuentro con la cimentación corrida. ....	139
Imagen 108 APAREJO DE BLOQUES DE PIEDRA NATURAL. ....	140
Imagen 109.FRENTE de la cantera de Godella, con sus diferentes estratos. Fuente propia. ....	142
Imagen 110 TESIS DOCTORALES relacionadas con la Lonja de Valencia. Fuente propia 2015. ....	143
Imagen 111 LA CANTERA. En el centro se localiza el frente de cantera de la muestra. Fuente google eart.2015. ....	144
Imagen 112. CANTERA DE PIEDRA EN GODELLA. Vista panorámica de los frentes de cantera desde el último frente de extracción. Al fondo se aprecian los primeros frentes de cantera abiertos. Fuente propia. ....	145
Imagen 113 CANTERA DE GODELLA. Últimos frentes abiertos. Fuente propia. ....	146
Imagen 114 FRENTE DE CANTERA. CARRETALES. Recogida de piedras para obtención de los testigos. ....	147
Imagen 115. DETALLE DE LA PIEDRA en el frente de cantera. Fuente propia. ....	149
Imagen 116 PROBETAS. Perforación de la segunda de las piedras. Se aprecia el agua de refrigeración utilizada en el corte. Fuente propia. ....	150
Imagen 117 PROBETAS. Preparado el taladro para iniciar la tercera perforación en la primera piedra. Fuente propia. ....	150
Imagen 118 PROBETAS. Taladro de la marca Hilti modelo DD150-U ejecutando la primera perforación. Fuente propia. ....	150
Imagen 119 PROBETAS cilíndricas resultantes de las perforaciones en donde se pueden apreciar las diferentes zonas por el color más o menos rojizo. Fuentes propias. ....	151
Imagen 120 PROBETAS. Muestras resultantes de la piedra numerada como 2. Fuente propia. ....	152
Imagen 121 PROBETAS. Muestras resultantes de la piedra numerada como 1. Fuente propia. ....	152

Imagen 122 PROBETAS- Máquina de corte de las probetas en muestras. Fuente propia.....	152
Imagen 123 ENSAYO COMPRESIÓN. Vemos la máquina servo hidráulica actuando sobre la muestra número 231. Fuente propia.....	155
Imagen 124 PROBETAS. Muestra de mármol a punto de iniciar el ensayo a compresión. Fuente propia.....	156
Imagen 125 PROBETAS. Muestra 132 a punto de iniciar el ensayo a compresión. Fuente propia.....	156
Imagen 126 PROBETAS. Muestra 231 a punto de iniciar el ensayo a compresión. Fuente propia.....	156
Imagen 127 PROBETAS. Instante en que se rompe la probeta 231. Fuente propia.....	157
Imagen 128 PROBETAS. Vista del interface del ordenador de la máquina servo hidráulica indicando los resultados obtenidos en la rotura de la muestra 231.....	157
Imagen 129 PROBETAS. La máquina servo hidráulica deja de actuar sobre la probeta 231. Fuente propia.....	157
Imágenes 130 PROBETAS. Vemos los resultados de la rotura de las dos muestras de la piedra 1 y 2. Fuente propia.....	158
Imágenes 131 MUESTRAS. Proceso de machacado de las muestras. Con maceta, con machacadora eléctrica y embolsado Fuentes propias.....	159
Imágenes 132 SATURACIÓN. Vemos las muestras en una cubeta cubiertas de agua durante 24 h. Previamente se han pesado en seco cada una de ellas. Fuentes propias.....	164
Imagen 133 MUESTRAS. Imagen del recipiente cerrado, los conductos y depósitos para el vaciado mediante una bomba de agua. Fuente propia.....	166
Imagen 134 MUESTRAS. Imagen de las probetas en el recipiente a presión para generar el vacío. Fuente propia.....	166
Imagen 135 EL COLOR de la piedra en la jamba de la portada de la Lonja. Fuente propia.....	169
Imagen 136 POROSIDAD. Vista en detalle de la piedra de la jamba de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.....	171
Imagen 137 POROSIDAD. Vista en detalle de la piedra de la jamba de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia.....	172

Imagen 138 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Pátina de suciedad en las piedras inferiores. ....	180
Imagen 139 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Fósiles en la jamba de estudio. ....	180
Imagen 140 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Alveolización en la jamba de estudio. Fuente propia 2015. ....	182
Imagen 141 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Costras en la jamba de estudio. Fuente propia 2015. ....	182
Imagen 142 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Erosión alveolar en la jamba de estudio. Fuente propia 2015. ....	184
Imagen 143 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Pérdida por descohesión de parte de la arista en la jamba de estudio. ....	184
Imagen 144 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Exfoliación por desplazación en la jamba de estudio. ....	185
Imagen 145 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Acanaladuras en la jamba de estudio. Fuente propia 2015. ....	185
Imagen 146 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Picaduras en la jamba de estudio. ....	186
Imagen 147 MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS de la piedra. Picaduras en la jamba de estudio. ....	186
Imagen 148 HORNO utilizado en el secado de las muestras a temperatura 100° durante 16 horas en cada ciclo. ....	200
Imagen 149 HORNO detalle del interior con las muestras dispuestas en la bandeja superior. ....	200
Imagen 150 CUBETA con las cuatro muestras con importantes desprendimientos. Se empiezan a ver las primeras precipitaciones sobre las caras superiores expuestas al aire. Fuente propia tomada el 2 de marzo de 2015. ....	206
Imagen 151 CUBETA con las cuatro muestras con importantes grietas y desprendimientos. Fuente propia tomada el 21 de febrero de 2015. ....	206
Imagen 152 CUBETA con las cuatro muestras. El nivel de la solución salina ha descendido de forma importante. La disgregación de las muestras ya no es tan significativo. Fuente propia tomada el 6 de marzo de 2015. ....	207

Imagen 153 CUBETA con las cuatro muestras con importantes desprendimientos y muy troceadas. Se ven las precipitaciones sobre las caras superiores y sobre los bordes de la cubeta. Fuente propia tomada el 4 de marzo de 2015 .....	207
Imagen 154 CUBETA con las cuatro muestras. El nivel de la solución salina sigue descendiendo. Y la disgregación de las muestras parece ya definitivo. Fuente propia tomada el 9 de marzo de 2015 .....	208
Imagen 155 CUBETA con las cuatro muestras. La solución salina ha desaparecido y las eflorescencias aparecen por todas las partes. Fuente propia tomada el 11 de marzo de 2015 .....	208
Imágenes 156 MUESTRA 211. En estas tres imágenes se pueden observar los dibujos de las líneas de absorción por capilaridad a los 30 minutos y a los 60 minutos. Fuentes propias. ....	213
Imágenes 157 MUESTRA 211. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias. ....	214
Imágenes 158 MUESTRA 221. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias. ....	217
Imágenes 159 MUESTRA 111. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias. ....	220
Imágenes 160 MUESTRA 121. Detalle del desprendimiento y efectos ocasionados en la piel de la muestra. Fuentes propias. ....	223
Imagen 161 FRAGMENTO DEL PAPIRO DE TURIN Fuentes <a href="http://www.egiptoantigo.org">www.egiptoantigo.org</a> / <a href="http://www.solociencia.com">www.solociencia.com</a> .....	225
Imagen 162 CUERDA CON NUDOS. Fuente <a href="http://www.3.bp.blogspot.com">www.3.bp.blogspot.com</a> .....	226
Imagen 163 PAPIRO DE RHIND. Fuentes <a href="http://www.revista.unam.mx">www.revista.unam.mx</a> <a href="http://www.matematicasmodernas.com">www.matematicasmodernas.com</a> .....	227
Imagen 164 TABLILLA BABILÓNICA. 700-550 a.C. Fuente <a href="http://www.valdeperrillos.com">www.valdeperrillos.com</a> .....	229
Imagen 165 PALIMPSESTS AND ERASURE. ARQUÍMEDES PALIMPSESTO. Fuente <a href="http://www.comppile.org">www.comppile.org</a> .....	230
Imagen 166 GROMA ROMANA. Fuente <a href="http://www.imperioromano.com">www.imperioromano.com</a> .....	231
Imagen 167 FORMA URBIS ROMAE. s.III d.C. Roma. Fuente Museo della civiltà romana. ....	231

---

Imagen 168 MAPAMUNDI DE PTOLOMEO EN EL LIBER CHRONICARUM. 1493 Fuente <a href="http://www.valdeperrillos.com">www.valdeperrillos.com</a> .....	232
Imagen 169 3ª HOJA DEL ATLAS CATALÁN DE 1375. Biblioteca nacional de Francia. ....	233
Imagen 170 3ª HOJA DEL ATLAS CATALÁN DE 1375.....	233
Imagen 171 POSICIÓN POLAR Y CARTESIANA DE UN PUNTO EN EL ESPACIO. Fuente <a href="http://www.wikimedia.org">www.wikimedia.org</a> .....	234
Imagen 172 PRIMER MAPAMUNDI ELABORADO CON LA PROYECCIÓN MERCATOR (1569). Fuente <a href="http://www.valdeperrillos.com">www.valdeperrillos.com</a> .....	235
Imagen 173 PANTÓMETRA TAQUIMÉTRICA DE DOBLE LECTURA. Fuente <a href="http://www.topografia.upm.es">www.topografia.upm.es</a> .....	236
Imagen 174 TEODOLITO ANALÓGICO WILD de 1923. Fuente propia. ....	237
Imagen 175 TEODOLITO DIGITAL MARCA TOPCON Fuente propia. ....	238
Imagen 176 ESTACIÓN TOTAL MARCA TOPCON. ....	239
Imagen 177 ESTACIÓN ROBOTIZADA. Fuente <a href="http://www.inland.com">www.inland.com</a> .....	240
Imagen 178 ESCANER LÁSER 3D.....	241
Imagen 179 El Templo Pao-an Taiwan. Fuente Chen-Yan.....	242
Imagen 180 ESCÁNER trabajando en una de las esquinas exteriores del Templo Pao-an Taiwan Fuente Chen-Yan .....	243
Imagen 181 PORTADA DE LOS CARTELES ANUNCIANDO EL AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA. Fuente <a href="http://www.universo.iaa.es">www.universo.iaa.es</a> .....	245
Imagen 182 EL ESCANER LÁSER 3D TRABAJANDO EN LA LONJA DE VALENCIA. Segunda planta del consulado del mar. Fuente propia. ....	247
Imagen 183 ÁMBITO DE ESCANEEO. Fuente de la tesis doctoral de José Antonio Barrera 2006.....	248

Imagen 184 NUBE DE PUNTOS DE LA PORTADA DE LA LONJA DE VALENCIA. Obtenida con el escáner de la marca Leyca en el año 2004. Fuente propia.....	249
Imagen 185 ESCANER 3D FARO. Fuente www. topcon.com .....	251
Imagen 186. FARO 3D. En la primera de las 5 estaciones previstas en el levantamiento de la portada. Fuente propia 2015. ....	252
Imagen 187 SCENE. Display del programa utilizado en la gestión de puntos del escáner Faro. ....	253
Imagen 188 PORTADA. Se presenta la portada con todos los elementos que la enmarcan, representando la imagen más alejada. Fuente propia.....	254
Imagen 189 PORTADA. Se dispone la portada completa, más cercana que la anterior y con una vista frontal. Fuente propia. ....	254
Imagen 190 PORTADA. Ahora con más detalle que las anteriores, se centra en la base de la jamba de estudio. Todavía a esta distancia se aprecia como una imagen de alta resolución. Fuente propia. .....	254
Imagen 191 PORTADA. Ahora se aprecia el pixelado de puntos que conforman las imágenes anteriores desde un zoom de detalle. Cada uno de estos puntos está definido por sus coordenadas X,Y,Z y con las características geométricas de exactitud que presenta el equipo y que anteriormente he indicado. Fuente propia. ....	255
Imagen 192 SCENE. Esta es la primera de las cuatro sub ventanas que permite el programa. En ella se establecen los parámetros visuales de posicionamiento de la cámara, colores y suavizado de líneas entre otros. Fuente propia.....	256
Imagen 193 SCENE. Esta segunda sub ventana controla la visión de los puntos escaneados. Fuente propia. ....	256
Imagen 194 SCENE. Esta cuarta sub ventana controla otros parámetros relacionados con la visibilidad de los elementos. Fuente propia. ....	256
Imagen 195 SCENE. Esta tercera sub ventana permite gestionar la visión de las capas.....	256
Imagen 196 PUNTOS DE ESTACIÓN. Se aprecia la localización de los cinco puntos de estación del escáner FARO y se grafían las circunferencias que representan el barrido de la toma de datos. Sombreadas aparecen las áreas recovecos que generan las diferentes cañas prismáticas en una cota concreta y que son levantadas por el escáner en el punto de estación previsto. Fuente propia. ....	257



---

Imagen 197 PUNTOS DE ESTACIÓN. Se aprecia la localización de los dos puntos de estación del escáner LEYCA y se grafian las circunferencias que representan el barrido de la toma de datos. Sombreadas aparecen las áreas que son levantadas por el escáner en el punto de estación previsto y que el resultado general de la sección está menos definido que la conseguida con el escáner Faro. Podemos observar que la jamba de la derecha está más definida porque la densidad de puntos en una cota determinada es diferente para cada punto de estación y claramente insuficiente para definir el contorno existente, quedándose gran cantidad de huecos sin grafiar. Fuente propia.....	258
Imagen 198 SECCIÓN HORIZONTAL de 100 milímetros de espesor , compuesta por 15.932 puntos. Genera un archivo de extensión dwg del programa de AutoCAD de 609 KB, muy manejable en cualquier ordenador actual de uso doméstico. Fuente propia.....	259
Imagen 199 SECCIÓN HORIZONTAL a nivel de cota del pavimento interior de la sala principal de la Lonja. Inicialmente se ha tomado como plano horizontal de cota CERO y, posteriormente se ha modificado este plano de referencia por otro más preciso y visible también desde el exterior. Esta imagen está formada por todos los puntos que el Escáner levanta en un intervalo de 40 milímetros de espesor. Se aprecia la definición del contorno de la sección del muro y destaca en la parte superior de la misma, una nube de puntos más tupida que nos advierte de la horizontalidad del elemento y que se corresponde con el pavimento de la sala principal.....	260
Imagen 200 SECCIÓN HORIZONTAL AMPLIADA en el parteluz de la puerta. El resultado permite leer el valor de las cotas (en color rojo) y de cada uno de los puntos (en color amarillo) que definen el contorno de la sección. Se aprecian unas zonas más tupidas de puntos que otras. La separación horizontal entre los puntos es menor de 3 milímetros, lo que hace difícil tomar decisiones en la elección de los puntos que definen el contorno si se pretende que el plano sea fiel reflejo de la realidad. Fuente propia.....	261
Imagen 201 DETALLE de la jamba de estudio en donde destaca la alineación horizontal cota cero resaltada con una línea de color rojo. Esta línea no se aprecia horizontal por la inclinación en la toma de la fotografía. Fuente propia.....	265
Imagen 202 Jamba derecha de la puerta principal de acceso a la Lonja. Se indica en línea roja el plano horizontal de referencia. Imagen propia.....	265
Imagen 203 Jamba izquierda de la puerta principal de acceso a la Lonja. Se indica en línea roja el plano horizontal de referencia. Imagen propia.....	265
Imagen 204 Detalle de la Jamba de la puerta principal de acceso a la Lonja. Se indica en línea roja el plano horizontal de referencia. Imagen propia.....	265
Imagen 205 ALZADO DE LA PORTADA. NUBE DE PUNTOS. Como hemos visto anteriormente, el archivo con todos los puntos de la puerta en 3D ocupa en el ordenador un volumen de 73,3 MB, lo que precisa dividirlo en otros archivos de menor tamaño para facilitar el trabajo. Los nuevos archivos se dividen en función de la posición respecto al origen en franjas de 1000 milímetros y a su vez, cada franja, se subdivide en otras de 100 milímetros para ambos tipos de secciones. Fuente propia. ....	266

Imagen 206 PARTELUZ de la puerta principal. Se dibuja mediante una línea vertical el origen de la numeración de los planos de sección vertical. ....	267
Imagen 207 PUERTA PRINCIPAL. Vista en planta de la nube de puntos en el levantamiento de la puerta. Destaca la división creada para identificar las secciones verticales. Fuente propia. ....	267
Imagen 208 SECCIÓN VERTICAL. Vista vertical de la nube de puntos del levantamiento con el escáner láser 3D. Imagen propia. ....	267
Imagen 209 PLANO SECCIÓN en alzado. Fuente propia. ....	268
Imagen 210 PLANO SECCIÓN en planta entre las divisiones 2 y 3 y las subdivisiones de 100 mm. . Fuente propia. ....	268
Imagen 211 JAMBA IZQUIERDA de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia. ....	269
Imagen 212 SECCIONES donde se muestra en color rojo las secciones obtenidas con el peine de arqueólogo y en color azul, la línea de sección obtenida con el escáner láser 3D. En las secciones de menor detalle se aprecian más coincidencias y en el resto muchas indefiniciones. ....	282
Imagen 213 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del ángulo 1. Fuente propia. ....	283
Imagen 214 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del ángulo 0. Fuente propia. ....	284
Imagen 215 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha. ....	286
Imagen 216 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha. ....	287
Imagen 217 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la moldura que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia. ....	288
Imagen 218 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de las cañas que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia. ....	289
Imagen 219 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña y moldura que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia. ....	290
Imagen 220 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de las cañas que vemos en la imagen de la derecha. Fuente propia. ....	292

Imagen 221 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha entre los puntos 4 y 5. Fuente propia. ....	294
Imagen 222 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha. ....	296
Imagen 223 PEINE ARQUEÓLOGO. Vista del levantamiento del arranque de la caña que vemos en la imagen de la derecha. ....	300
Imagen 224 PLANO EN PLANTA del Salón columnario. En él se grafían todas las baldosas del pavimento existente, en forma y posición, dentro de la sala. Se puede apreciar también que las líneas que definen el resto de la construcción no entran en detalle, como veremos en el siguiente plano. ....	303
Imagen 225 LEVANTAMIENTO MANUAL. Vista general de la esquina sureste del salón columnario, de los planos facilitados por el profesor D. Juan Gómis Gómez-Ygual. ....	308
Imagen 226 COLUMNA EN ESQUINA. Zoom detalle de escanear el levantamiento manual de D. Juan Gómis Gómez-Ygual. Se puede apreciar que la precisión que facilita el programa informático de dibujo es el mismo con o sin detalle; se reduce a una misma línea fina, mientras que el trazado del lápiz ya no se define claramente, y se elige el eje del mismo para dibujar el plano por lo que los planos dibujados manualmente suponen mayores errores de medición en función de la escalas a la que se plantee. ....	308
Imagen 227 LEVANTAMIENTO MANUAL. Vista en detalle de la esquina sureste del salón columnario, de los planos facilitados por el profesor D. Juan Gómis Gómez-Ygual. ....	308
Imagen 228 Panteón de Roma. ....	315
Imagen 229 Mezquita de Córdoba. Interior de la Catedral. ....	316
Imagen 230 Jaime I el Conquistador. Fuente <a href="http://www.pasapues.es">www.pasapues.es</a> ....	318
Imagen 231 LA MÉTRICA EN LA JAMBA. Se acotan cada una de los cuatro las alineaciones actuales de la sección de la jamba izquierda en la cota cero, obtenida a partir del levantamiento con el escáner láser 3D mediante la métrica general de la época con el objetivo de establecer cuál de todos ellos tiene en común valores enteros, cuartos, medios o tres cuartos que son los, creo yo, que en la época se utilizarían (2,20 / 2,89 / 7,05 / 2,87 palmos respectivamente). Se dividen en partes enteras y se calcula el valor en cada uno de ellos (218, 228 y 217 mm respectivamente) para conseguir una aproximación numérica del módulo buscado. ....	323
Imagen 232 LA MÉTRICA EN LA JAMBA. La envolvente de la sección de cota cero, dibujada en color rojo, se ha adecuado hacia el extradós, por el desgaste lógico sufrido por la piedra a lo largo de los años, hasta adaptarlo a los módulos enteros, cuartos o tres cuartos, y conservar los ángulos interiores de 135°, de un octógono. El módulo que el ordenador calcula es de 226 milímetros por	

cada palmo. Se indican también en milímetros, el desfase relativo en cada lado, de 9, 14, 15 y 4 milímetros (a excepción de los desconchados de 26 mm) y que se corresponde con el desgaste a justificar con los ensayos de la piedra. ....	324
Imagen 233 SECCIÓN JAMBA DERECHA. Se ha dispuesto el mismo contorno que en la jamba izquierda y hay que notar que en cada uno de los laterales se ha reducido prácticamente a la mitad de la erosión de las paredes, manteniendo el porcentaje de forma respectiva (lo que puede suponer algoritmos matemáticos), coincide que es la parte menos expuesta al soleamiento diario. Sucede lo mismo en cada uno de los dos ensayos realizados en las probetas de la piedra. En una de ellas, habiendo sido más agresiva, por la actuación de los ciclos de calentamiento / enfriamiento, utilizando la misma solución salina, 10% sales, ha intervenido el calor, al igual que sucede en la jamba de la izquierda. Fuente propia.....	325
Imagen 234 LA MÉTRICA EN LA JAMBA. La envolvente de la sección de cota 246, dibujada en color rojo. Siguiendo con el módulo anteriormente calculado de 226 mm, destacan las molduras en las que utilizan medios palmos y palmo y medio. Excepto en los desconchados, y por encontrarse en una cota más elevada entre otros factores, sufren menos desgaste que los visto anteriormente en la cota cero. ....	326
Imagen 235 REPLANTEO 01. Se inicia el replanteo con dos ejes directores. El eje vertical se corresponde con el eje de simetría longitudinal del salón columnario, y el eje horizontal con la alineación interior del muro de fachada oeste. ....	331
Imagen 236 REPLANTEO 02. Se dibuja un octógono de 11 palmos de lado, con el centro sobre la alineación vertical y alineando uno de sus lados con el interior de la fachada. ....	332
Imagen 237 REPLANTEO 03. Se añade un octógono de lado 3 palmos, haciéndolos coincidir dos vértices y dos lados.....	333
Imagen 238 REPLANTEO 04. Con el grafiado de la alineación de la fachada oeste en su cara exterior, nos permite obtener tres tramos definitivos de la sección y que se grafían en color azul.....	334
Imagen 239 REPLANTEO 05. Con la incorporación de dos nuevos octógonos de 3 palmos de lado, definimos otra de las alineaciones de la sección que dibujamos en color azul. En línea de color rojo indico el límite y la justificación por cuatro vértices. ....	335
Imagen 240 REPLANTEO 06. El octógono anterior, también define el límite del hueco.....	336
Imagen 241 REPLANTEO 07. Un nuevo octógono, de 4,5 palmos de ancho, define la semi-columna, y su posición se establece partiendo inicialmente del límite superior dibujado en línea roja sobre el lado horizontal del último octógono dispuesto y posteriormente del límite inferior de la jamba definido también por una alineación horizontal de color rojo, dispuesta sobre los lados de los anteriores octógonos y que al intersectar con el eje vertical de simetría, define un punto que es el centro de una semicircunferencia que pasa por el punto definido por la recta alineación extradós del muro y el inicio de la sección de la jamba, y uno de los vértices del nuevo octógono. Fuente propia.....	337

---

Imagen 242 REPLANTEO 08. Dos nuevos octógonos dispuestos en el punto medio de sus aristas horizontales en el eje vertical de simetría, haciendo coincidentes los vértices de los anteriores octógonos y uno de los lados, del mismo ancho que el anterior para la semicolumna, definen el parteluz de la portada. Fuente propia. ....	338
Imagen 243 REPLANTEO 09. A partir del eje de simetría se obtiene la composición geométrica de toda la portada a partir de 8 octógonos, lo que incluye la sección de la jamba derecha de la portada. Fuente propia. ....	339
Imagen 244 REPLANTEO 10. Cuatro rectángulos iguales, permitirán conseguir los puntos centro de las semicircunferencias que definen el parteluz de la portada. ....	340
Imagen 245 REPLANTEO 11. Tres semicircunferencias y dos octógonos, definen el carretal del parteluz. Las dos semicircunferencias laterales tienen su centro en el vértice inferior que une los rectángulos de dos en dos. La semicircunferencia central tiene su centro en el punto de intersección entre la recta eje de simetría y la que une los vértices de los dos octógonos inferiores. Fuente propia. ....	341
Imagen 246 REPLANTEO 12. Superposición de la sección del pórtico obtenida con el levantamiento del escáner y la composición geométrica considerada. ....	342
Imagen 247 REPLANTEO 13. Detalle del resultado anterior. Jamba izquierda y parteluz. Fuente propia. ....	343
Imagen 248 REPLANTEO 14. Detalle del resultado anterior. Jamba derecha y parteluz. Fuente propia. ....	344
Imagen 249 SECCIÓN ÁUREA. Buscando una relación áurea entre las dimensiones de los octógonos de la jamba. Destaca la aproximación del octógono que define la semicolumna de 3,016 con el valor de 3,000 palmos de los lados del octógono que definen la sección de la jamba. ....	347
Imagen 250 ESTACIÓN TOTAL TOPCON en el levantamiento topográfico. Se puede observar la portada principal. Fuente propia. ....	349
Imagen 251 TABLA EXCEL con las coordenadas X, Y, Z de los puntos tomados con la Estación Total. Fuente propia. ....	350
Imagen 252 EL PUNTO EXACTO. Instante en el que se le indica al operador de la Estación total, el punto exacto requerido para la toma de datos en la punta del bolígrafo. Fuente propia. ....	351
Imagen 253 EL PUNTO EXACTO. Instante en el que se le indica al operador de la Estación total, el punto exacto requerido para la toma de datos en la punta del bolígrafo. Fuente propia. ....	351
Imagen 254. LA INTERFACE que nos facilita el programa utilizado llamado TOPCON LINK para transferir los datos de la Estación al Ordenador. Fuente propia. ....	352

Imagen 255 SELECCIÓN de puntos en el interface de Excel. ....	354
Imagen 256 VISTA EN DETALLE de la anterior imagen en donde se le indica al operador de la Estación Total, el punto a tomar. ....	354
Imagen 257 VISTA GENERAL de la arista vertical que se pretende levantar. Observar que apenas se distingue. Fuente propia. ....	354
Imagen 258 SUSTITUCIÓN de elementos sobre la jamba de la Lonja. Fuente libro Lonja de la Humanidad de Manuel Ramírez. ....	361
Imagen 259 LIMPIEZA de elementos de piedra en la Lonja. Fuente libro Lonja de la Humanidad de Manuel Ramírez. ....	363
Imagen 260 MUESTRA . Se pueden apreciar las marcas dibujadas sobre la muestra, del nivel que el agua alcanzó por capilaridad, sumergidas 10 mm a los 30 y a los 90 minutos. Fuente propia. ....	365
Imágenes 261 PIEZAS NUEVAS. Sustituciones de piezas de piedra en las jambas de la puerta principal de la Lonja de Valencia. Se pueden apreciar los cortes de la sierra circular cuando se trata de partes de un carretal, así como la diferente coloración de los grumos arcillosos que aún están en la piedra y, cuando se trata de carretales enteros, la falta de alineación con la consiguiente regulación con mortero de cemento. Fuentes propias. ....	367
Imagen 262 CICLOS MÚLTIPLES. Muestra eclosionada perteneciente al ensayo de los ciclos múltiples en su fase final, sin solución salina. Fuente propia. ....	368
Imagen 263 CICLO ÚNICO. Muestra eclosionada perteneciente al ensayo de un único ciclo de envejecimiento. Se presenta en su estado final. Fuente propia. ....	369
Imágenes 264 ACANALADURAS VERMICULADURAS Y DESAGREGACIONES ARENOSAS por erosión alveolar junto a nuevas exfoliaciones por desplazación en las piedras de las jambas de la Lonja de Valencia. Fuentes propias. ....	370
Imágenes 265 ACANALADURAS VERMICULADURAS Y NUEVAS EXFOLIACIONES por desplazación en las piedras de las jambas de la Lonja de Valencia. Fuentes propias. ....	371
Imágenes 266 NUEVAS EXFOLIACIONES por desplazación en las piedras de las jambas de la Lonja de Valencia. Se aprecia también en la imagen inferior izquierda, la desagregación arenosa que produce la erosión alveolar en el arranque de la jamba de la portada principal de la Iglesia de San Nicolás de Valencia en el año 2011. Fuentes propias. ....	372
Imagen 267. PORTADA del artículo de Manuel Galarza de 1984 sobre La Lonja de Valencia (errores de transcripción en sus dimensiones) en la revista del Consejo de Colegios de Aparejadores de la Comunidad Valenciana. Semestre I. ....	373

---

Imagen 268 ESTACIÓN TOTAL TOPCON trabajando en el levantamiento de la portada principal de la Lonja de Valencia. Fuente propia. ....	374
Imagen 269 SUPERPOSICIÓN DE DOS LÍNEAS del peine de arqueólogo indicadas en color rojo sobre la nube de puntos obtenida con el Escáner Láser 3D (de tres centímetros de espesor medio), habiendo elegido como sección definitiva la que se corresponde en color azul. Vemos la coincidencia estratégica en muchos de los puntos tomados con el escáner láser 3D pero la posibilidad de elegir el delineante dos soluciones correctas de sección. Fuente propia. ....	376
Imagen 270 ESCÁNER LÁSER 3D trabajando en la planta primera del Consulado del Mar. Fuente propia. ....	377
Imagen 271 RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. ESTUDIO DEL PARALELISMO Y LA ORTOGONALIDAD DE LOS FRESTES DE LA PORTADA. Dos alineaciones giradas entre sí tan solo 0,173 grados sexagesimales lo que supone un desfase de 84 y 104 milímetros. Este desfase se repite en los vértices superiores a la altura del parteluz. El ángulo de sus frentes respecto del plano interior de la jamba son prácticamente ortogonales. Fuente propia. ....	378
Imagen 272 RESULTADOS ESCANER 3D. Sección correspondiente a la jamba izquierda a nivel de cota cero. Es una sección acotada en milímetros y los puntos numerados en color rojo. La línea azul representa la unión por los puntos de igual cota y basados en la observación in situ. ....	379
Imagen 273. DETALLE de la sección anterior. Se aprecia una tupida nube de puntos. Es difícil seleccionar aquellos puntos que definen una recta que se aprecia in situ en la jamba. ....	380