

MASTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO

REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE MASTER

Propuesta Metodológica para
Catalogación de Patrimonio
Arquitectónico. Aplicación a la
Fachada Principal de la Colegiata
San Patricio en Lorca, (Murcia)

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Ana Jiménez Morillas

Curso 2010-2011

Director/es:

Fernando Carvajal Ramírez

Francisco Agüera Vega



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

MÁSTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO
REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
-- ITINERARIO UAL --

VISTO BUENO DEL DIRECTOR DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

DATOS DEL ESTUDIANTE

Apellidos y Nombre:	Jiménez Morillas, Ana	DNI, NIE o Pasaporte:	23.283.731 A
email:	anajimenezmorillas@gmail.com	Teléfono:	669139266

DIRECTOR/ES

DIRECTOR	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Fernando Carvajal Ramírez	SIG y Teledetección Aplicada
Francisco Agüera Vega	Análisis de Imágenes en Agricultura de Precisión

TÍTULO

Propuesta metodológica para catalogación de Patrimonio Arquitectónico. Aplicación a la fachada principal de la Colegiata de San Patricio en Lorca (Murcia)
--

El/los director/es del Trabajo Fin de Master cuyos datos se mencionan arriba da/n el visto bueno para su presentación en la convocatoria de

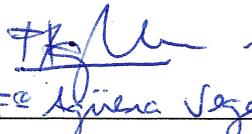
JUNIO ó SEPT.

Almería, 23 de septiembre de 2011

El/los director/es

El alumno/a

Fdo.: 

Fdo.: 

Fdo.: 

Ha sido depositado en la Secretaría de la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Almería los siguientes documentos del Trabajo Fin de Master:

- 1 Ejemplar impreso
- 1 Ejemplar en formato digital en soporte CD o similar

Almería, ____ de _____ de 20__

Por la Secretaría de la ESI

Fdo.: _____

ÍNDICE

	<u>Páginas</u>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DATOS HISTÓRICOS	2
1.1.1. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y ARTÍSTICO, SIGLO XVI.....	2
1.1.2. FACHADA PRINCIPAL	6
1.1.3. HISTORIA DE SU CONSTRUCCIÓN. JOSÉ DE VALLES Y SUS COLABORADORES	6
1.1.4. ANALISIS ARQUITECTONICO Y ESTILISTICO, SIGLO XVII	7
1.1.5. PUERTA Y CANCEL DE LA FACHADA PRINCIPAL,SIGLO XVIII	14
2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1. DATOS DE PARTIDA	15
2.2.CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA	19
2.3.METODOLOGÍA	26
3. RESULTADOS	46
3.1. PROYECTO FOTOGRAMETRICO.....	46
4. DISCUSIÓN	48
5. CONCLUSIONES	49
5.1.AGRADECIMIENTOS	49
6. ANEJOS	50
7. BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Páginas

FIGURA 1.....	3
FIGURA 2.....	6
FIGURA 3.....	6
FIGURA 4.....	8
FIGURA 5.....	9
FIGURA 6.....	10
FIGURA 7.....	10
FIGURA 8.....	11
FIGURA 9.....	12
FIGURA 10.....	13
FIGURA 11.....	14
FIGURA 12.....	15
FIGURA 13.....	16
FIGURA 14.....	16
FIGURA 15.....	19
FIGURA 16.....	19

RESUMEN

Este Proyecto trata de exponer el desarrollo Metodológico para la Catalogación de Edificios Históricos, mediante el desarrollo fotogramétrico en este caso, de la Fachada Principal de la Colegiata San Patricio, situada en Lorca (Murcia).

Como datos de partida se emplean las fotografías realizadas in situ, desde el edificio de los Juzgados, justo enfrente, (debido a un ancho de calle insuficiente), que nos permite la visual completa de la fachada y estudiando la influencia en la calidad de la superficie generada, dando lugar a una serie de mallas tridimensionales, que podrán ser utilizadas para una posible restauración de la misma.

Estas fotografías son introducidas en el software Photomodeler Scanner 2011, mediante una serie de parámetros, nos damos cuenta que podemos obtener una serie de ortofotos a escala, con las que poder obtener mediciones y por tanto hacer una catalogación del Patrimonio Histórico, para futuras Rehabilitaciones y Restauraciones, que es a lo que va a tender mas tarde o más temprano el mundo de la Arquitectura.

Con esta catalogación, podemos evitar que edificios históricos como la Colegiata San Patricio, se vayan degradando en el tiempo, sin saber cómo reconstruirlos o simplemente sin tener información planimétrica sobre cómo eran, hasta el momento en el que se produce un desastre natural como el que aconteció hace poco a la Ciudad de Lorca con la gran magnitud del terremoto del 11 de mayo de 2011. De esta manera estamos aportando una información única, que ayudaría a la restauración de edificios centenarios, de los cuales se desconocen la mayor parte de su planimetría.

ABSTRACT

This project seeks to expose the development Cataloguing Methodology for Historic Buildings by photogrammetric development in this case, the main facade of the San Patricio Collegiate, located in Lorca, (Murcia).

As Start are used photographs taken in situ, from the Court Building, opposite (due to insufficient street width), which allows the full visual facade and studying the influence on the quality of generated surface, leading to a series of three-dimensional mesh, which can be used for a possible restoration of it.

These photographs are entered into the software PhotoModeler Scanner 2011, through a series of parameters, we see that we can obtain a series of orthophotos at scale with which to obtain measurements and therefore make a catalog of historical heritage for future Rehabilitation and restorations, which is what will tend more sooner or later the world of architecture.

With this catalog, we can prevent historic buildings like the St. Patrick's Collegiate is going to degrade over time, not knowing how to rebuild or simply without planimetric information about how they were, until the time that a natural disaster like the one recently happened to the city of Lorca with the magnitude of the earthquake of May 11, 2011. In this way, we are providing unique information that would help the restoration of ancient buildings, of which most are unaware of their flatness.

1. INTRODUCCIÓN

La **Colegiata de San Patricio** forma una pieza única para la comprensión del proceso urbanístico vinculado a la propia ciudad. Lorca, ciudad de frontera, que se vio empujada a un gran cambio tras la conquista del Reino granadino por los Reyes Católicos en 1492.

La **ampliación de su territorio** y nuevos asentamientos de población, generaron una burguesía en auge que, desde el Concejo de la ciudad, intentará por todos los medios engrandecer a su ciudad como su nuevo rango merecía. El principal objetivo, fue dotarla de una Colegiata.

Por lo tanto, el interés de gran parte de la ciudadanía sobre este tema, consiguió poner en marcha las obras de la iglesia que habría estado predestinada a ser «Catedral de Lorca» si hubiese conseguido sus aspiraciones de erigirse en Obispado independiente a finales del siglo XVIII, concretamente en 1776, pero no lo consiguió.

La historia artística de San Patricio fue, en términos constructivos, la más larga de todo el arte lorquino de este período. De hecho, **la fachada principal**, cuya dirección se debió al arquitecto y maestro de cantería **José de Valles**, se inició en 1694 y no se concluyó hasta 1710.

En el interior, podemos ver una **planta tipo Catedralicio** (continuamente comparada con la de Murcia), con girola y tres naves, del siglo XVI y fue adquiriendo elementos propios del estilo barroco que, aunque en ocasiones obligaron a fuertes reformas constructivas, nunca llegaron a anular del todo esta tipología.

Este proceso constructivo, ha hecho que la Colegiata tenga una riqueza peculiar de la que no gozan otros monumentos lorquinos, como por ejemplo la marca y estilos de una serie de artífices ó la intervención del escultor **Nicolás Salzillo** que esculpió el trascoro en 1716, dándole a la Colegiata de San Patricio, un esplendor y una identidad artística peculiar.

Ahora estamos, sin duda, en un momento clave de **valoración de nuestro patrimonio** y de reflexión sobre hechos y visiones que le dieron a nuestra historia un futuro y donde el presente es el momento más privilegiado.

Quizá la Colegiata de San Patricio sea una de las pocas obras monumentales de nuestra Región de Murcia, en donde la historia se hace legible paso a paso.

1.1. DATOS HISTÓRICOS

1.1.1. ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO Y ARTÍSTICO, SIGLO XVI

San Patricio, empezó a edificarse sobre la antigua **Parroquia de San Jorge**, iglesia mudéjar, de planta longitudinal a tres naves (Fig.1). Pero San Jorge se iba derribando mientras avanzaban las obras de la nueva Iglesia e, incluso, fue necesaria la compra de varias casas en el lado norte, para ampliar el solar debido a las nuevas dimensiones del edificio.

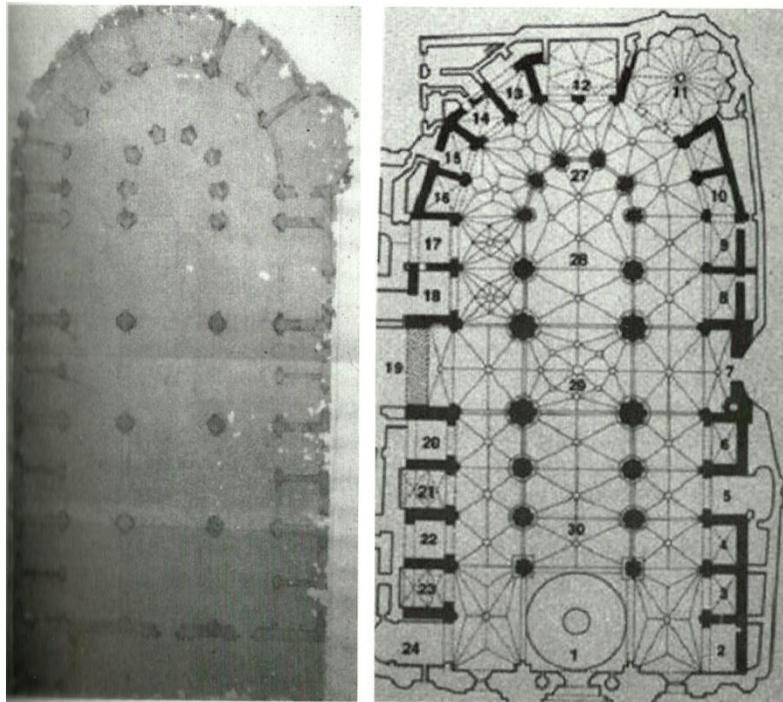


Fig.1. Antigo Plano de San Patricio y planta de la Catedral de Murcia.

MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Ana Jiménez Morillas

Las obras se vieron afectadas por **interrupciones** a lo largo de toda la construcción, ocasionadas por **falta de medios económicos**, por pleitos, ya que las familias que tenían adquiridos derechos de enterramiento en San Jorge, pretendían hacerlos valer en la Colegiata.

En líneas generales, la construcción avanzó lentamente durante el siglo XVI, siendo la cabecera de la Iglesia y el primer cuerpo de la torre donde está ubicada la Sacristía, las primeras zonas construidas.

En una **segunda fase**, y a partir de 1553, se levantaron las Capillas de San Clemente, San Miguel, San Ildefonso y la del Rosario, pertenecientes a la cabecera de la Iglesia, por lo que ésta se completó.

Hasta 1600, se llevaron a cabo la cabecera en su totalidad y parte del crucero con el arranque de sus pilares.

Las obras en la parte externa de la Iglesia se limitaron a la portada lateral del lado de la Epístola que da a la Plaza Mayor, los dos primeros cuerpos de la Torre y los remates de la parte superior de la cabecera, así como la balaustrada que sostiene el tejado de la Capilla Mayor fechada en 1597.

Más tarde se unió la parte nueva con la vieja de San Jorge y asentando los balaustres que remataban el exterior de la Capilla Mayor.

Es probable que en su proyecto original toda la iglesia llevase una balaustrada en su exterior como coronamiento de los muros, lo que hubiese dado más belleza al conjunto arquitectónico de San Patricio.

Los **materiales** para la edificación fueron locales, ya que las canteras del río y de Murviedro habían sido las suministradoras oficiales, por la gran dureza de su piedra que garantizaba sobre todo la perennidad de los basamentos.

En la Colegiata se utilizaron, concretamente, dos **tipos de piedra** de esta procedencia que, según el grado de consistencia, alternaban en las partes específicas de la edificación:

- La más fuerte y de color rojizo «**bermexa**» en los arranques de los muros, pilares, coro, trascoro y primer cuerpo de la fachada principal.
- El resto, como apropiadas para recibir mayor decoración, fueron construidas en la **variedad amarillenta-rosácea**, de menor dureza que la anterior.

La formalidad de construir los muros perimetrales, se concretó en el ensamblaje de grandes bloques de perfiles rectos y uniformes que formaron **paramentos lisos** sin ninguna moldura exceptuando los correspondientes a las cornisas y al muro meridional.

Este método constructivo identificó el aspecto general del edificio, como es perfectamente patente en la actualidad, con una gran mole en la **que predominaban siempre las líneas rectas**.

En el interior, San Patricio mantuvo siempre vigente el esquema de distribución y concepción espacial que le marcó en el siglo XVI, en la primera etapa de su construcción, esquemas arquitectónicos renacentistas cuando ya el barroco se había impuesto en otras zonas de Europa.

Vemos una **planta formada por tres naves**, a cada tramo existente entre los pilares de la nave central correspondían dos capillas laterales, ritmo que se mantendrá hasta finales del siglo XVII en que la estructura arquitectónica básica se dio por terminada.

De igual modo, los pilares con pilastras adosadas (fig. 2) que marcan la separación entre las naves son similares a la arquitectura de las grandes obras catedralicias del Renacimiento.



Fig.2. San Patricio, Interior, Vista de los pilares.

En cuanto al **sistema de cubierta**, podemos destacar dos tipos, por una parte, exceptuando la Capilla del Sacramento, la Mayor y la Sacristía, que tendrán un tipo específico en cada caso, el resto de las Capillas absidales y la girola se cubrieron con **bóveda de crucería**, con nervios muy resaltados que apean directamente sobre las cornisas, todos ellos elementos góticos que fueron muy utilizados en el Renacimiento por las ventajas que ofrecía su estética y sus garantías de estabilidad, (fig. 3).

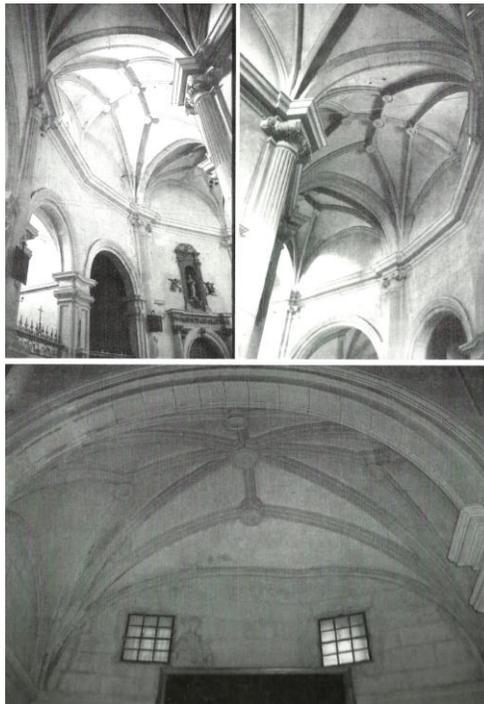


Fig.3. San Patricio, Bóvedas de la Girola y Capillas Absidales

1.1.2. FACHADA PRINCIPAL

El estudio de la fachada principal de San Patricio implica dos análisis a tener en cuenta, la figura de su ejecutor y la consideración arquitectónica de la obra en sí.

1.1.3. HISTORIA DE SU CONSTRUCCIÓN. JOSÉ DE VALLES Y SUS COLABORADORES

José Valles, estaba muy familiarizado con Lorca, aunque era natural de Ibi (Alicante), debido a unos trabajos encargados previamente a la construcción de la Colegiata San Patricio. En Murcia hay noticias de que José Valles trabajó en el **enlosado** de la Colegiata desde 1682 a 1683. Documentos de final de 1695 testifican la presencia del citado maestro de cantero que él otorgó en Lorca y en la que se obligaba a enseñar el oficio.

Vallés no tenía competidores en el mismo campo profesional en Lorca y fue nombrado por la propia ciudad como **“maestro designado”**. Se sabía de la profesionalidad de este arquitecto que trascendía al ámbito de lo familiar y que entorno a él se iba formando un grupo de canteros notables.

Se le consideró como el perito adecuado para llevar a cabo las obras y antes de 1700 había ejecutado y hecho desde los cimientos hasta las cornisas del segundo cuerpo y después de este año el remate que llaman “Frontis”, con que se corona la fachada. En el **año 1704** se sabe que la Fachada principal de San Patricio estaba prácticamente concluida, respecto a la estructura.

En el caso de la fachada principal de San Patricio, el desarrollo constructivo apunta mucho más a un maestro de cantería que a un arquitecto pues, de hecho, la doble sucesión de cuerpos coronados por un frontis reviste, prescindiendo de la inclusión de elementos decorativos, una gran solidez y la marcada horizontalidad presente en el conjunto la exime de elementos compositivos, por decirlo así, que sólo hubiera podido plantear y solucionar un buen arquitecto con conocimientos profundos de física y matemáticas.

En el caso de esta fachada, el **croquis básico** pudo ser tomado de alguna lámina con la adición de los elementos escultóricos y decorativos. Por otra parte, el contacto de José de Valles con arquitectos y maestros de cantería como Toribio Martínez de la Vega, posibilitaba el intercambio de ideas, cartones y planos en un momento histórico en que la movilidad de los artífices enriquecía sus conocimientos.

Es indudable que debido a la magnitud del edificio, tuvo que formar un equipo de maestros canteros y escultores, unos residentes ya en la ciudad de Lorca por estar trabajando en obras en curso y otros venidos con Valles y otros, finalmente, que llegarían sin duda a Lorca a lo largo de la construcción de la fachada ya que era la única obra importante en su género que por aquel entonces se realizaba en la Ciudad.

La mayoría de los que trabajaron con Valles debían de ser jóvenes canteros y escultores que, a la vez que encontraban trabajo, tenían una oportunidad de perfeccionar su oficio, siendo notoria la promoción de algunos de ellos en décadas posteriores como es el caso del arquitecto Alfonso Ortiz de la Jara que en 1738 fue el autor de la traza de la parte norte del actual Ayuntamiento lorquino, además de participar en obras hidráulicas encargadas por el Concejo.

1.1.4. ANALISIS ARQUITECTONICO Y ESTILISTICO, SIGLO XVII

El análisis arquitectónico y estilístico de la fachada de la Colegiata de San Patricio, indiscutible por su propio valor artístico en sí misma, posee especiales peculiaridades artísticas dentro del arte de su época, puesto que reúne distintos estilos intercambiables entre las zonas murciana, granadina y valenciana.

La fachada principal de la Colegiata, **empezada en 1694 y finalizada en 1710**, constituye con la de la catedral de Murcia las dos únicas fachadas monumentales de la provincia. Por su concepción y desarrollo, la de San Patricio, de un **barroco sencillo y puro**, presenta una serie de características que serán propias de la arquitectura barroca: podemos ver en ella, el efecto de masa y el alargamiento horizontal, la acentuación del eje principal con la integración y abundancia de elementos arquitectónicos y decorativos en su zona central y un cierto movimiento que es evidente en su desarrollo vertical. La impronta de dicho estilo se refuerza con la decoración, donde el autor hace visible un barroco en su máximo esplendor.

La fachada de la Colegiata participa en su desarrollo de la conjunción entre elementos clásicos, como columnas, hornacinas, pedestales, etc., que le aportan un carácter clasicista y una serie de características barrocas.

La fachada principal está formada por **tres cuerpos** de desiguales dimensiones, la estructura interna del edificio se exterioriza en la división espacial tripartita de la fachada, a la vez que está presente la importancia de la nave mayor y la de las naves y capillas laterales con el empleo de elementos arquitectónicos y escultóricos.

El cuerpo inferior (fig. 4), concebido a modo de arco de triunfo, está formado por cinco zonas verticales, correspondiendo las tres centrales a las naves del templo y



Fig.4. San Patricio, Fachada Principal. Primer cuerpo.

Las **naves laterales** están exentas de toda decoración y se resumen en un paramento liso, mientras que, se acentúa la importancia de ésta no sólo con el resalte mayor de los estribos sino con la utilización de mayor número de elementos arquitectónicos y escultóricos.

A su vez, amplios arcos de medio punto forman las tres zonas centrales, que aparecen separadas por estribos o contrafuertes en los que se apoyan las naves y que se acusan al exterior por columnas de fustes estriados, con doble acanaladura en su parte inferior, y pilastras cajeadas con distintos resaltes siendo sus capiteles corintios de bulbosas hojas de acanto (fig. 5).



Fig.5. San Patricio, Fachada Principal. Detalle del 1er. cuerpo.

El uso de mayor número de elementos arquitectónicos pone de manifiesto la importancia de los estribos, pasando de tres columnas y pilastra en los estribos centrales a columna y pilastra en los laterales, conservándose una perfecta simétrica de conjunto.

En los **intercolumnios** se han practicado hornacinas de medio punto (Fig.6), destinadas a albergar esculturas que se apoyarían en ventrudas y torneadas ménsulas, cuya parte inferior está decorada por mascarones de donde salen vástagos de flores y frutas de gran plasticidad pero de tosca elaboración, contrastando con la ejecución más cuidada de las veneras o medias conchas que la coronan.

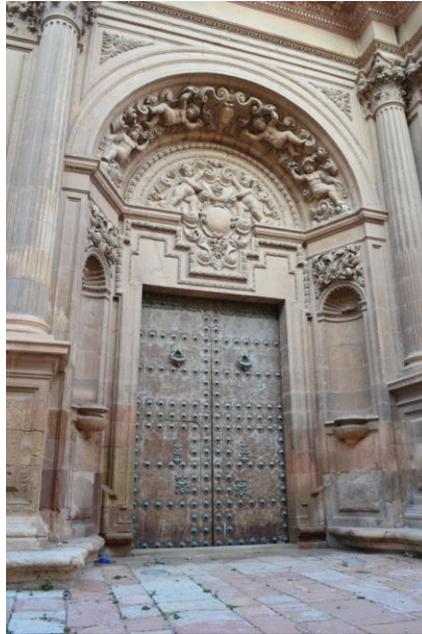


Fig.6. San Patricio, Fachada Principal. Detalle, Hornacinas de medio punto.

El **entablamento** responde a una concepción tradicional y clasicista. Formado por un arquitrabe de tres bandas lisas y escalonadas y un friso sin decoración. En la zona central, se ve interrumpido por su gran arco y reducido en los estribos a estrechos bloques cúbicos, (Fig.7).



Fig.7. San Patricio, Fachada Principal. Detalle del Entablamento.

La **cornisa volada**, resalta el término del primer cuerpo, a la vez que lo separa del segundo, siguiendo la línea de los pedestales. Al igual que el resto del entablamento, podemos ver como la zona central se ve interrumpida por la excesiva altura del arco que la convierte en su dintel, elevándola hasta la zona de los pedestales del segundo cuerpo, (Fig.8).



Fig.8. San Patricio, Fachada Principal. Detalle encuentro cornisa volada con el arco central.

Los **tres arcos semicirculares** que dan acceso a las naves están dispuestos de igual manera, aunque el central presenta mayores dimensiones (fig. 9). Los tres son de sencillas y molduradas arquivoltas, al igual que las impostas.

El **intradós** está inundado por niños en diferentes actitudes y posiciones, al igual que en los tímpanos donde se mezclan con vástagos y guirnaldas de flores y frutos. Dicha decoración, al descender hasta el dintel de las puertas/ interrumpe junto con las cartelas desprovistas de toda inscripción, la línea de cierre de los tímpanos.

Los niños ocupan el arco central, mientras que la arquivolta se halla decorada por una cabeza femenina de clásica belleza y actitud serena, de donde salen vástagos entremezclados con flores en relieve.



Fig.9. San Patricio, Fachada Principal. Detalle arco central y arcos laterales.

Por el contrario, los **arcos laterales** están decorados por planos relieves y las arquivoltas casi no tienen decoración.

Son los niños, los que con su presencia protagonizan la propia arquivolta, en donde por medio de los objetos que portan se puede entender el concepto de los arcos y por ellos podemos distinguir unos arcos de otros.

Estos objetos son por ejemplo los instrumentos de la Pasión del Señor, que podemos ver en sus manos: la **lanza**, **tenazas** y **martillo**, el de la derecha, otros llevan los clavos, otros llevan la corona de espinas, (fig. 10).



Fig.10. San Patricio, Fachada Principal. Detalle de los Ángeles.

En el tímpano los dos ángeles son trompeteros y se unen a la decoración vegetal, pareciendo que se sientan en ellas.

En el centro, una cabeza de ángel forma la original corola, terminando algunas de las puntas en flores.

1.1.5. PUERTA Y CANCEL DE LA FACHADA PRINCIPAL, SIGLO XVIII

Las puertas fueron realizadas en 1716 por Cristóbal de Toledo, con unas normas de ejecución que debían seguirse, en el caso de la puerta central estas normas fueron: **chapadas** hacia el exterior y decoradas con hileras de clavos gruesos en forma de roseta, los llamadores son de bronce simulando delfines y el bocallaves con su escudo real y leones. (fig. 11).

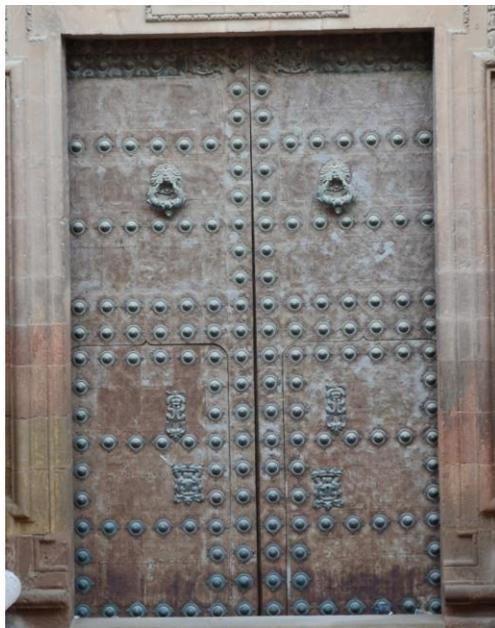


Fig.11. San Patricio, Fachada Principal. Puerta central.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DATOS DE PARTIDA

El edificio objeto de investigación del presente trabajo se encuentra situado en el municipio de Lorca, en el sudoeste de la provincia de Murcia. Limita con la provincia de Almería y los municipios Murcianos de Caravaca, Cehejín, Mula, Aledo, Totana, Mazarrón, Águilas, Pto. Lumbreras y el mar Mediterráneo, (fig. 12).

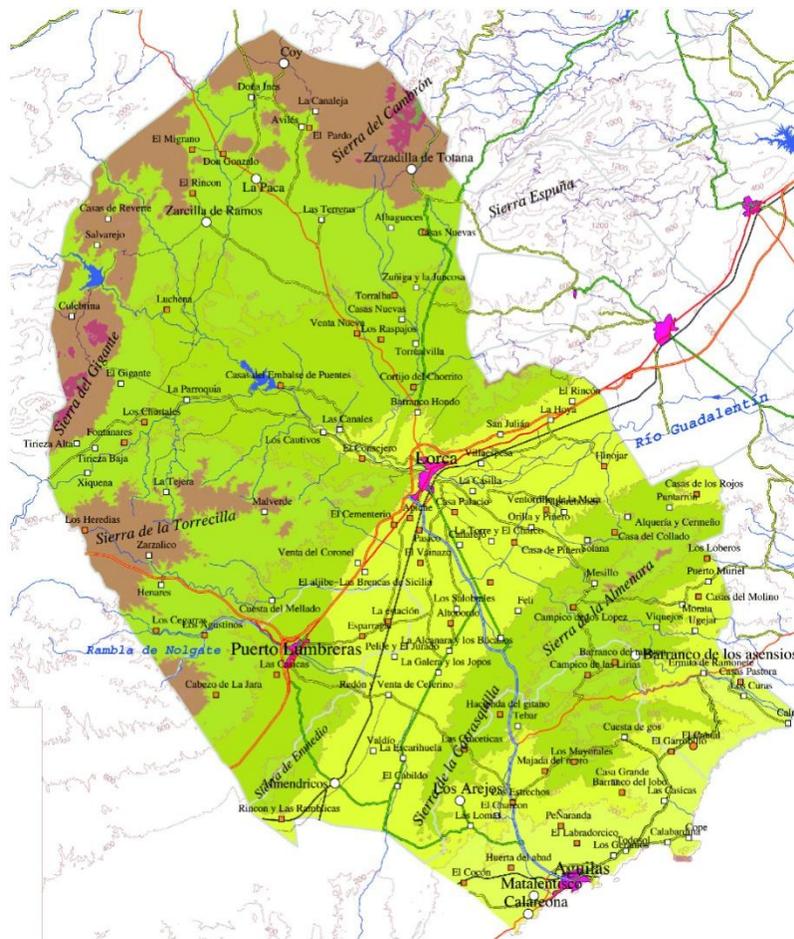


Fig.12.Situación del edificio objeto de estudio.

En la figura 13, se muestra el deterioro actual en la fachada especialmente, en las figuras situadas en los extremos, debido al fuerte terremoto producido el 11 de Mayo de 2011, lo que demuestra la inestabilidad de este tipo de construcciones frente a situaciones de sismo. Se observa claramente la fractura de la escultura en dos partes debido a la cizalla producida por el sismo. En la figura 14 se muestra una imagen de la fachada cuando todavía no se había producido el sismo.



Fig.13. Rotura producida por el sismo.

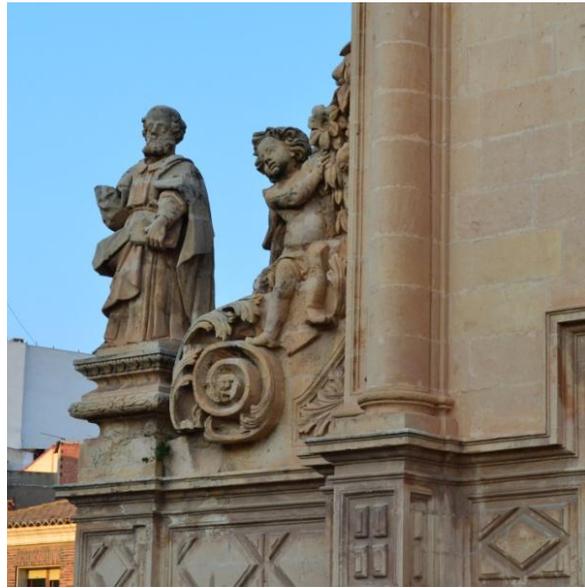


Fig.14. Imagen de la escultura, previa al sismo.

Debido a esto, se realiza este trabajo de investigación con el objetivo de crear una **metodología** para la catalogación del Patrimonio Arquitectónico, que proporcione una planimetría, desde la cual rehacer las esculturas o partes del edificio que se hayan deteriorado por fenómenos meteorológicos como los de un terremoto, partiendo de un modelo exacto generado previamente a estos acontecimientos, que faciliten la restauración de dicho Patrimonio Arquitectónico.

El **software** elegido para la realización del proyecto fotogramétrico ha sido el programa **Photomodeler Scanner 2011** (www.photomodeler.com). Es un programa para Windows que ayuda a extraer las mediciones y los modelos 3D a partir de fotografías, mediante el uso de una cámara como dispositivo de entrada, proceso por el cual podemos obtener una planimetría que nos permite medir dicho modelo.

En este proyecto la cámara con la que fueron tomadas las fotografías no estaba previamente calibrada en dicho software, por lo que tuvimos que hacer dicha calibración para poder comenzar el proyecto (ver pasos calibración punto 2.2).

Este proyecto fotogramétrico en el que se basa este trabajo de investigación ha sido realizado mediante la utilización de **12 imágenes de las 35 tomadas** in situ, éstas fueron suficientes para cubrir toda la superficie de estudio, siendo ésta la portada principal de la Colegiata.

2.2.CALIBRACIÓN DE LA CÁMARA

La Calibración de la cámara es el proceso mediante el cual obtenemos las características de la cámara para que podemos utilizarla como dispositivo de medición.

En general, las características que necesitamos saber de la cámara son: **la distancia focal de la lente**, la **escala de digitalización** (que es el tamaño de formato CCD de un escáner o cámara digital) y el **punto principal** (donde el eje óptico de la lente se cruza la fotografía). Para obtener una mayor precisión, también se utilizan parámetros que describen la distorsión de la lente.

Mediante este método podemos determinar con exactitud los valores de los parámetros de la cámara.

Los valores más importantes a tener en cuenta cuando hacemos una calibración son el RMS total residual y el máximo residual ya que ellos nos dirán si la calibración es correcta y los valores obtenidos son útiles. En la figura 15, podemos ver los datos correspondientes a estos valores (En el punto, podemos ver informe completo).

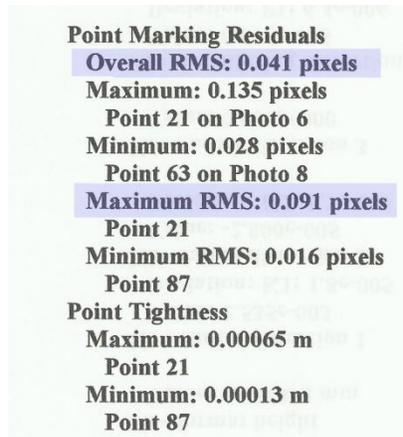


Fig.15.RMS total Residual y Máximo RMS

Pasos para hacer la calibración de la cámara:

Photomodeler, tiene un **Patrón para la calibración**, que consiste en una serie de puntos, con cuatro marcas en las esquinas, que coge como referencia para calibrar la cámara, (fig. 12).Este patrón se va rodeando, a la misma vez que se van haciendo fotografías mediante la utilización de un **trípode**. Cuando las fotografías están hechas, se introducen en el programa Photomodeler, para proceder a hacer la calibración de ésta.

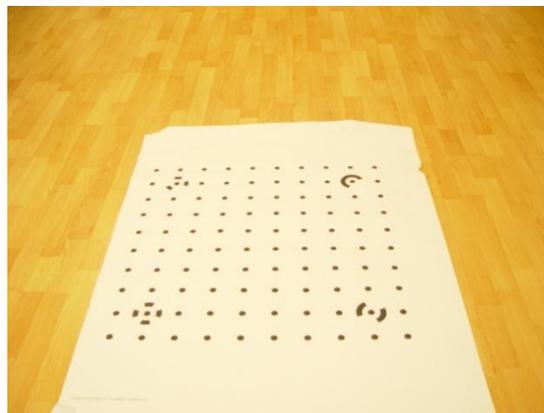
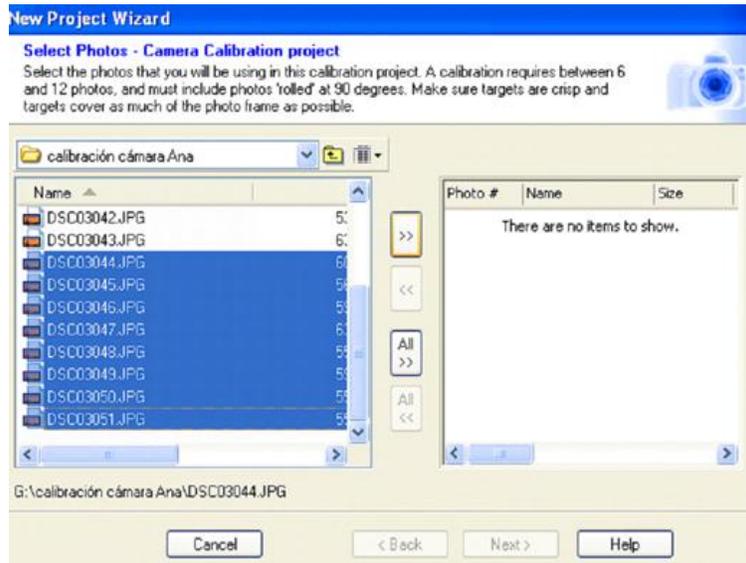
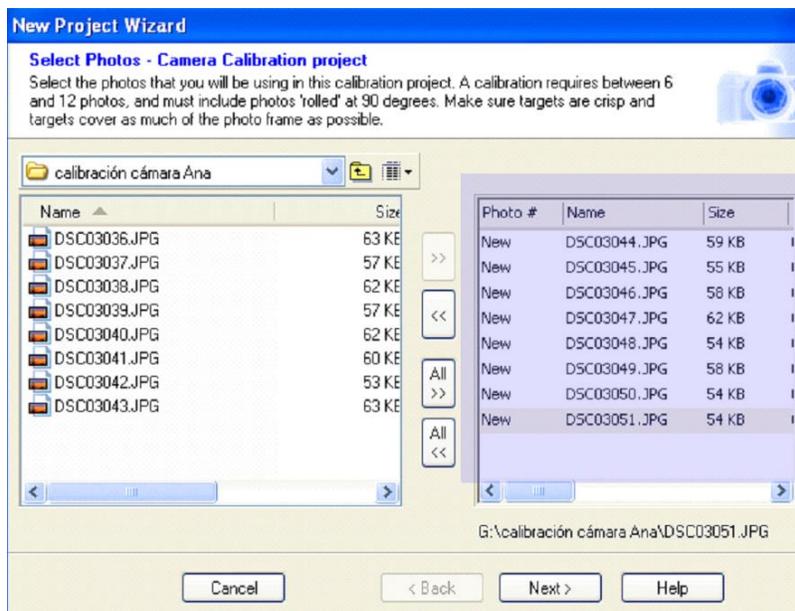


Fig.16.Patrón de calibración Photomodeler.

Primero abrimos un nuevo proyecto de calibración en Photomodeler, en donde buscaremos en el **directorio las fotografías** con las que queremos hacer dicha calibración, obteniendo:



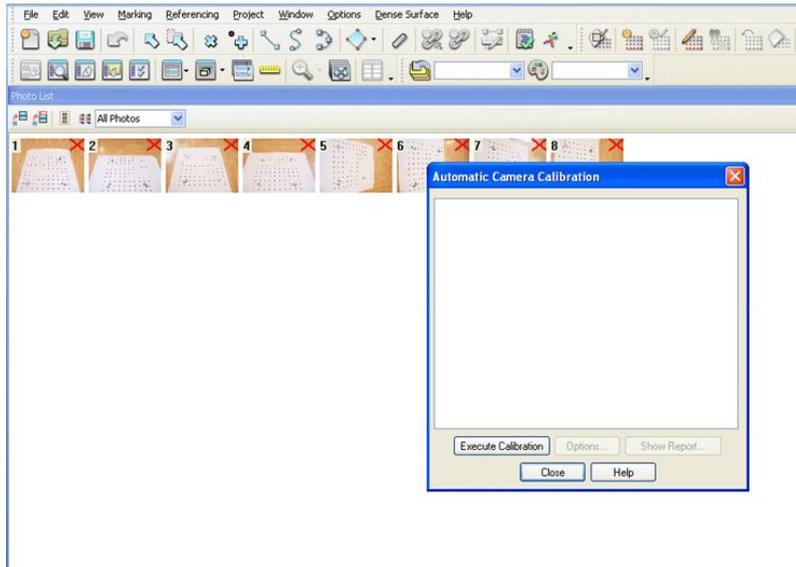
Cuando tenemos las fotografías añadidas hay que pasarlas mediante la herramienta “All”, para que pueda calibrarla, quedando así:



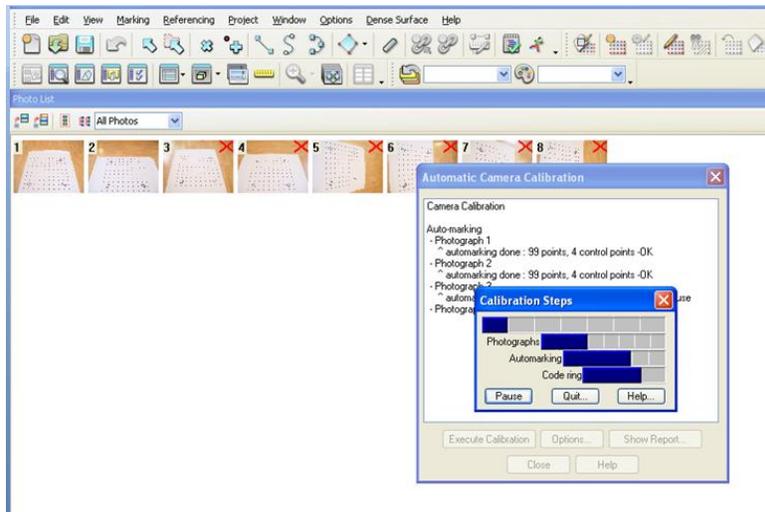
MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

Pulsando **Next**, obtenemos las fotografías de un patrón, pero no están orientadas, es decir todavía no las reconoce.



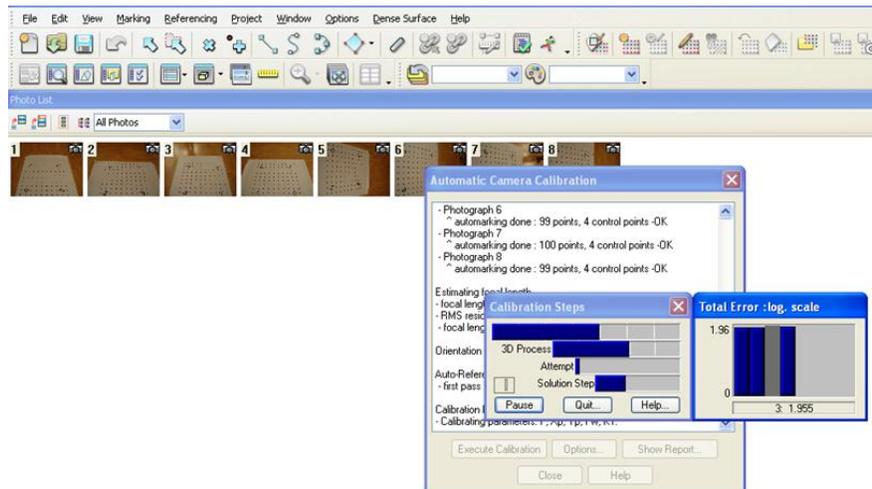
Pulsamos ahora el botón, **“Execute Calibration”**, para que comience la calibración (podemos ver como las cruces rojas de las fotografías van desapareciendo, conforme avanza la calibración):



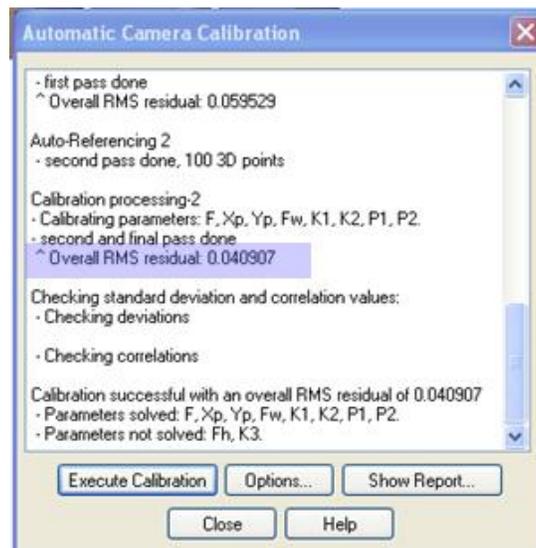
MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

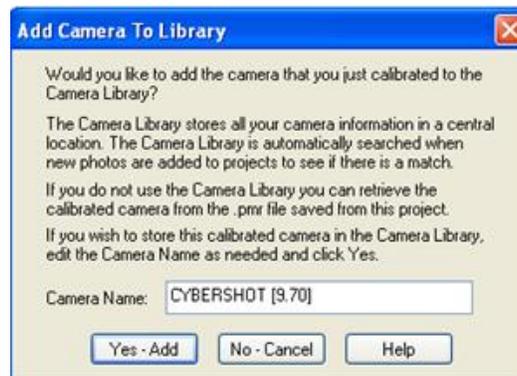
Para ver que el error no es muy grande y que la calibración la podemos dar como válida, **procesamos** y vemos que el valor residual es apto:



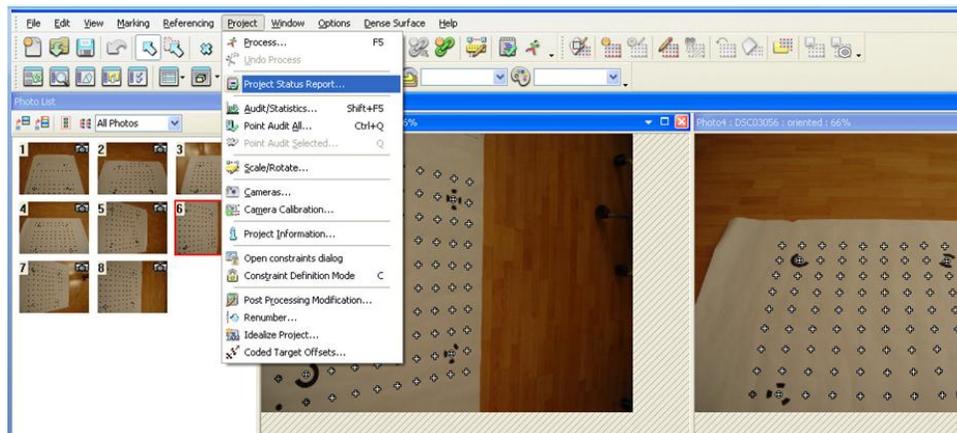
Ahora comprobamos que el **RMS** (explicado anteriormente), es correcto, vemos que es muy bajo 0,040907 y que por tanto la calibración es buena:



El siguiente paso, es añadir esta calibración a la “**Camera to Library**”, es decir a la biblioteca de cámaras, para que los próximos proyectos que hagamos con Photomodeler, tengamos la calibración de esta cámara, eso sí, si cogemos otro tipo de cámara, tendremos que volver a hacer este procedimiento.

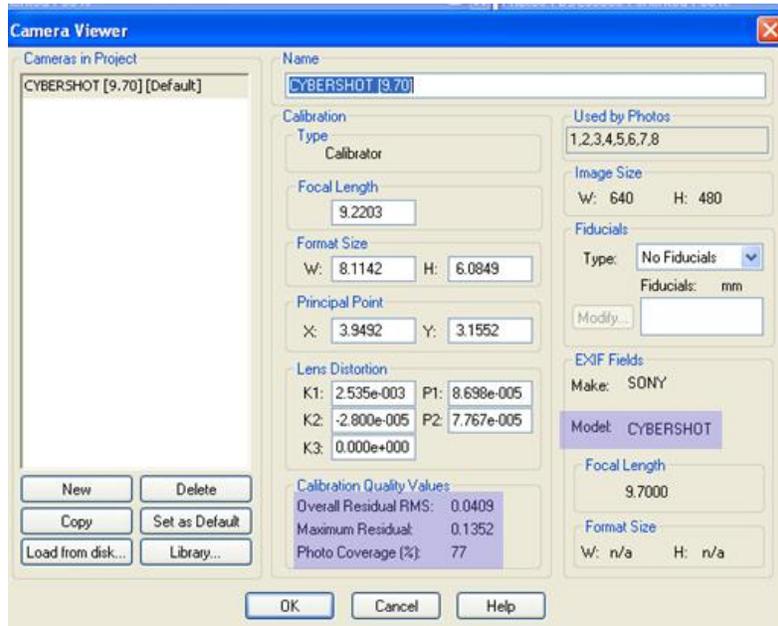


Ahora abrimos el proyecto, para ver los datos obtenidos:



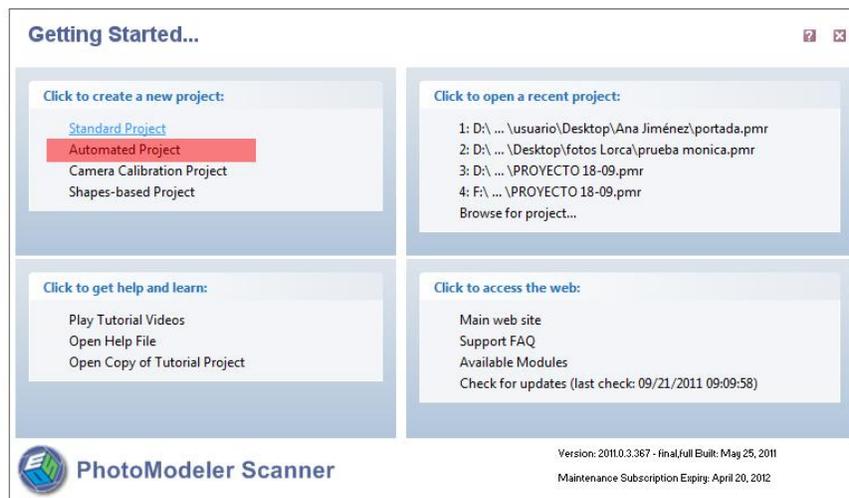
MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Ana Jiménez Morillas

Ahora vemos los parámetros de calibración obtenidos:



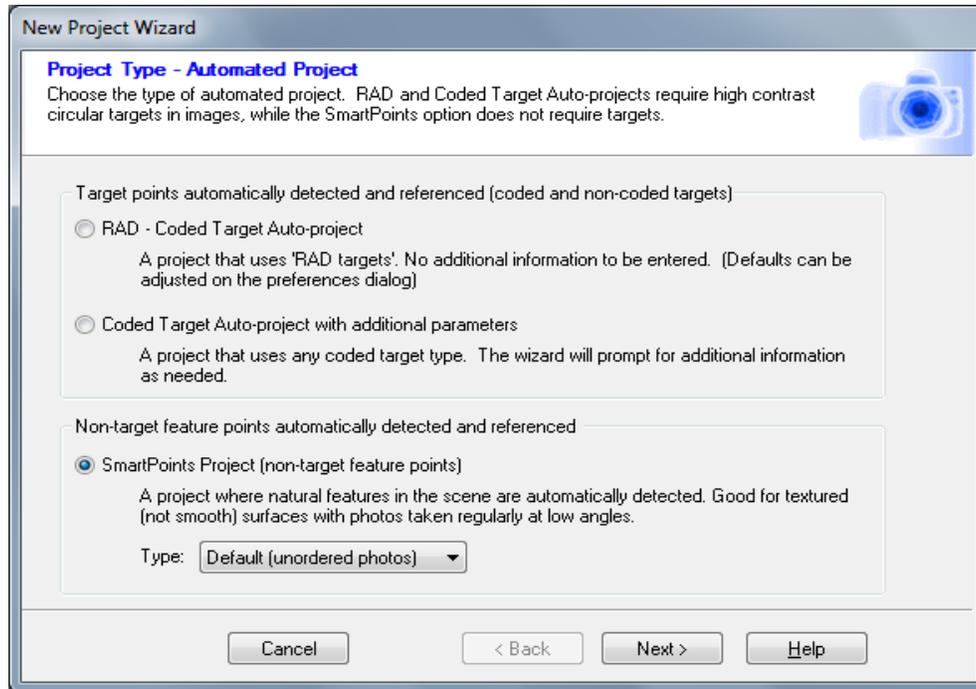
2.3.METODOLOGÍA

Ahora vamos a ver la metodología, para poder hacer una catalogación en este caso de una de las portadas principales de la Colegiata. Cuando ya tenemos calculado el archivo .pmr (calibración), podemos iniciar el proyecto:



Podemos ver que ha habido grandes avances entre la versión de Photomodeler 6.0 y la versión de Photomodeler 2011, ya que en esta última aparece una aplicación en el menú de inicio, que es la que vemos marcada en rojo en la imagen anterior, llamada “Automated Project”, que nos permite insertar las fotografías que vamos a utilizar en el proyecto y procesarlas para orientarlas y optimizarlas globalmente, calculando así en 3D los puntos, sin la necesidad de tener que introducir puntos de control en cada una de las fotografías, proceso por el cual se perdía mucho tiempo.

El siguiente paso será elegir un tipo de proyecto llamado "SmartPoints":



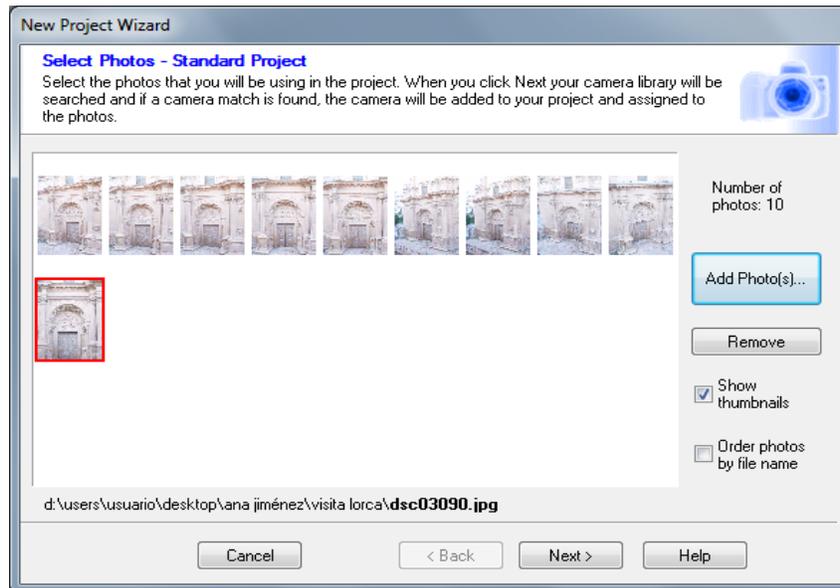
Para esto, previamente hemos realizado una serie de fotografías al edificio del que queremos conseguir la catalogación, pero con una serie de premisas, tales como:

- Que la **distancia focal** sea la misma al realizar todas las fotografías y que también coincida con la distancia focal con la que hicimos la calibración.
- Al tomar las fotografías del edificio tengan una buena **superposición** entre cada una de ellas, es decir se solapen en más de un 50% cada pareja de fotografías, para que el ángulo entre ellas sea bajos evitando así lagunas en las imágenes.

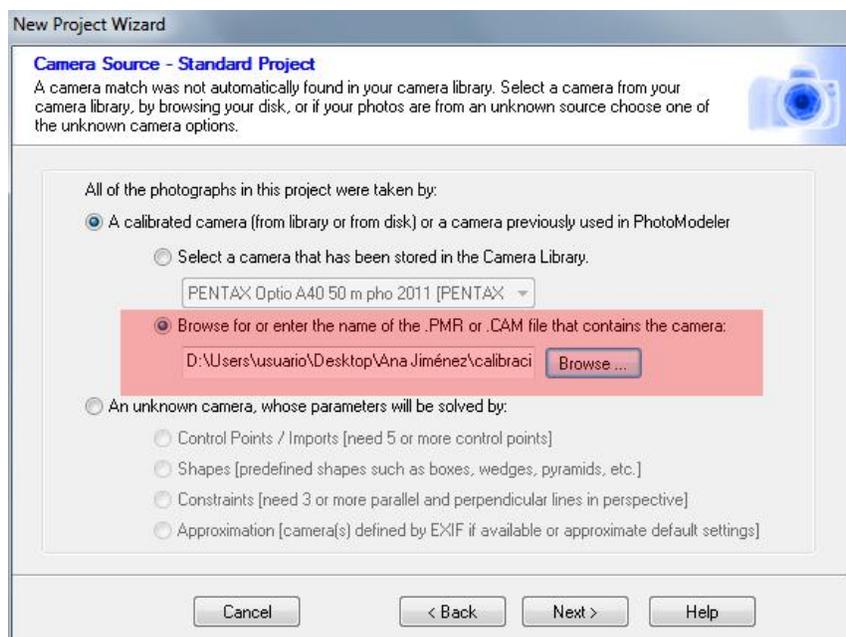
MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

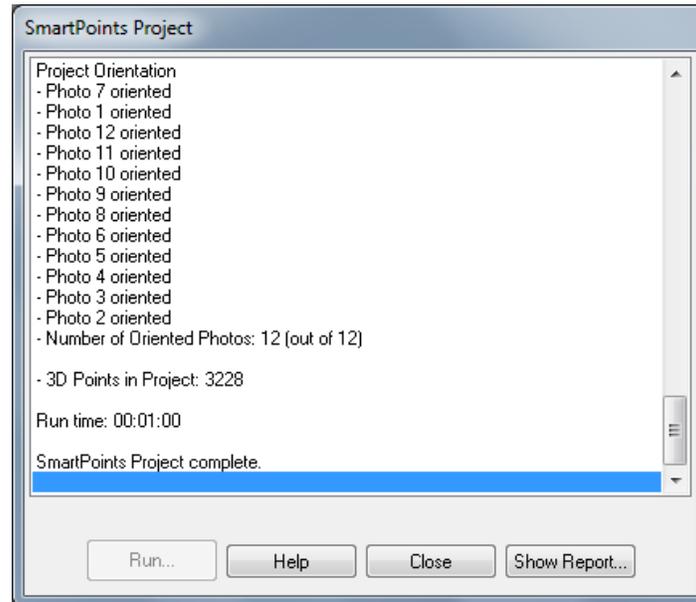
Ahora ya podemos importar nuestras fotografías, como para que podamos orientarlas, necesita al menos de 6-8 fotografías, en nuestro caso hemos utilizado 10:



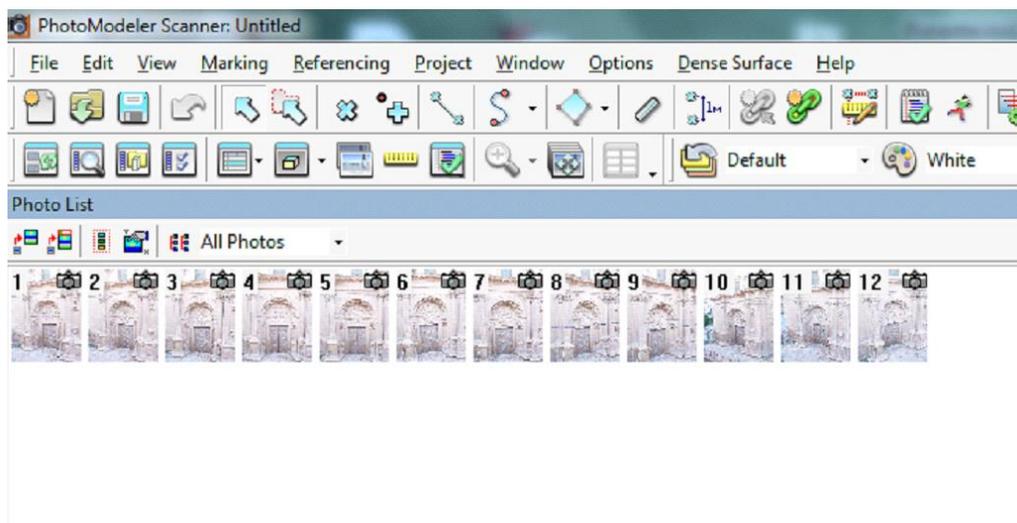
En la mayoría de los casos la información de la cámara se cargará automáticamente desde la biblioteca de cámaras calibradas, sino es así nos pedirá que insertemos nuestro archivo de calibración:



El resultado es un proceso con todas las fotografías orientadas y una serie de SmartPoint, estos puntos tienen unas marcas en 2D y 3D, hacemos el proceso, marcando **“Run”**, obteniendo:

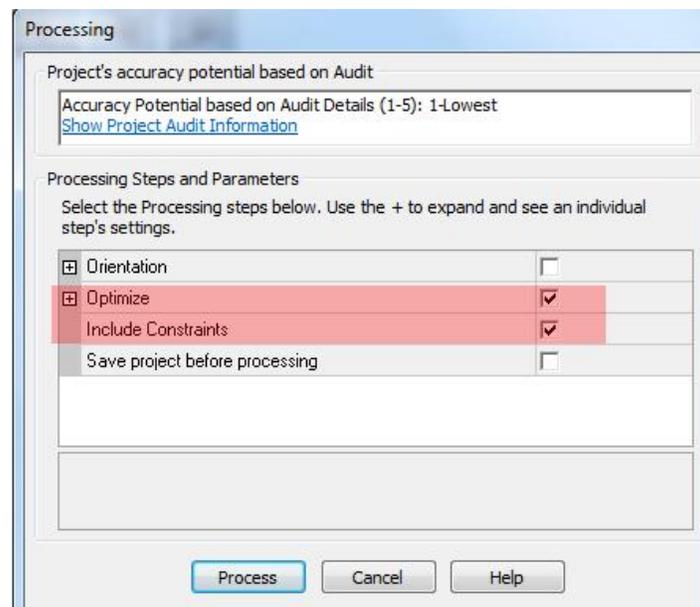


Cuando calcula, obtenemos las fotografías ya orientadas, sabemos que lo están porque vemos una cámara en cada una de los fotografía, hay casos en los que algunas fotografía no llegan a orientarse apareciendo una cruz roja:

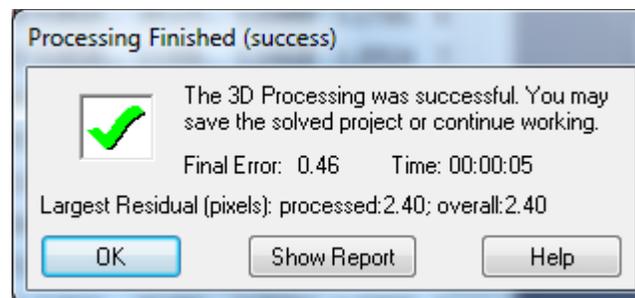


Ahora vamos a Procesar el proyecto, mediante algunos pasos como la **orientación de las fotografía**, en las cuales determinamos la posición relativa en el espacio 3D y los ángulos de rotación relativa de la cámara.

Para optimizar y minimizar el error en los puntos 3D, también hay una serie de pestañas que podemos ir incluyendo según el tipo de proyecto, por ejemplo “**High Residual Point Removal**”, esto ayuda a detectar los puntos con problema para poder eliminarlos y en consecuencia el error se optimiza.



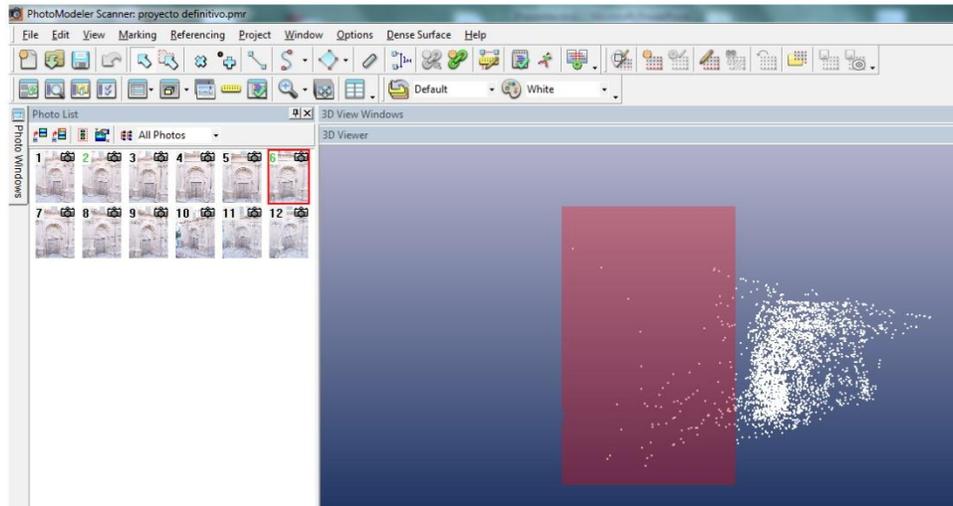
Presionamos “**Process**”:



MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

Una vez hecho el proceso y visto que el error es mínimo, vemos en la vista 3D ,los puntos que hemos creado, para ir eliminando los que se vayan de la superficie, por medio del icono “**Point Mesh Edit Mode**”,los señalados en rojo, son los que iremos eliminando por estar fuera de la superficie que queremos modelar.



Estos puntos 3D iniciales que hemos creado por medio de la orientacion automática de las fotografía, son los llamados “**SmartPoint**”, los cuales para poder ir bajando el error residual, abrimos una tabla en View/ Additional Tables/ SmartPoint-All, en donde podemos ordenar de mayor a menor el **RMS** (error residual), y controlar cuales son los puntos con máximos errores e ir corrigiendo.

Id	Name	X (project units)	Y (project units)	Z (project units)	X Precisi...	Y Precisi...	Z Precisi...	Photos (used)	Tightn... (perce...	Tightn... (project units)	Angle (deg)	RMS Residual (pixels)	Largest Residual (pixels)	F
3571		0.120047	-0.196...	-1.70483	0.0045...	0.0029...	0.0144...	12,8	0.000042	1.1609...	7.5625...	3.0052...	4.1907...	1
1182		-0.056...	-0.043...	-1.65297	0.0128...	0.0011...	0.0221...	3,2	0.000164	4.6007...	7.2918...	0.0014...	0.0014...	2
2951		0.0169...	-0.244...	-1.76297	0.0027...	0.0026...	0.015221	8,6	0.000182	5.0799...	12.572...	0.0015...	0.0016...	6
1929		-0.034...	0.158293	-1.46219	0.0028...	0.0022...	0.0055...	12,3	0.000180	5.0277...	40.390...	0.0017...	0.0017...	3
3046		-0.002...	-0.255...	-1.7598	0.0026...	0.0027...	0.0146...	9,6	0.000213	5.9580...	12.996...	0.0018...	0.0019...	9
1995		0.206545	-0.106...	-1.7234	0.0185...	0.0183...	0.323247	5,4	0.000147	4.0973...	0.5352...	0.0021...	0.0023...	4
1113		0.0793...	0.128494	-1.50591	0.0094...	0.0028...	0.0174...	3,2	0.000226	6.3148...	8.4005...	0.0022...	0.0022...	2
712		-0.022...	0.199006	-1.45895	0.0027...	0.0026...	0.0055...	8,1	0.000261	7.3130...	50.296...	0.0025...	0.0028...	1
650		0.0242...	0.188436	-1.47195	0.0036...	0.0026...	0.0078...	5,1	0.000292	8.1751...	22.459...	0.0029...	0.0031...	1
1946		0.192454	-0.102...	-1.70692	0.0214...	0.0170...	0.314867	5,4	0.000293	8.1935...	0.5396...	0.0031...	0.0034...	4
2289		-0.203...	0.155297	-1.41188	0.0050...	0.0028...	0.0107...	7,4	0.000346	9.6823...	13.298...	0.0038...	0.0040...	4
1409		0.457059	0.0452...	-1.41092	0.0062...	0.0031...	0.0102...	10,2	0.000479	1.3390...	21.561...	0.0047...	0.0053...	1
2143		0.237163	-0.102...	-1.70162	0.0115...	0.0172...	0.313261	5,4	0.000460	1.2874...	0.5464...	0.0048...	0.0052...	4
633		-0.053...	-0.225...	-1.73046	0.0042...	0.0020...	0.0103...	5,1	0.000602	1.6834...	18.940...	0.0050...	0.0054...	1
1897		-0.284...	-0.321...	-1.65665	0.0104...	0.0041...	0.0137...	11,3	0.000870	2.4325...	10.455...	0.0051...	0.0057...	1
2132		0.245391	-0.108...	-1.67502	0.0096...	0.0182...	0.301496	5,4	0.000488	1.3644...	0.5573...	0.0051...	0.0056...	4
2087		-0.274...	-0.101...	-1.52605	0.139525	0.0186...	0.307817	5,4	0.000532	1.4877...	0.4803...	0.0055...	0.0056...	5
2597		-0.106...	-0.406...	-1.72475	0.0028...	0.0038...	0.0098...	8,5	0.000640	1.7900...	23.221...	0.0056...	0.0057...	8
1114		-0.115...	0.0332...	-1.64075	0.0142...	0.0021...	0.0226...	3,2	0.000707	1.9780...	7.0590...	0.0059...	0.0061...	2
2544		-0.106...	-0.305...	-1.72763	0.0036...	0.0036...	0.0160...	7,5	0.000765	2.1406...	11.238...	0.0068...	0.0069...	5
1664		5.7809	-0.365	-1.74099	0.0048	0.0045	0.0154	5,3	0.000805	2.2505	11.688	0.0069	0.0071	3

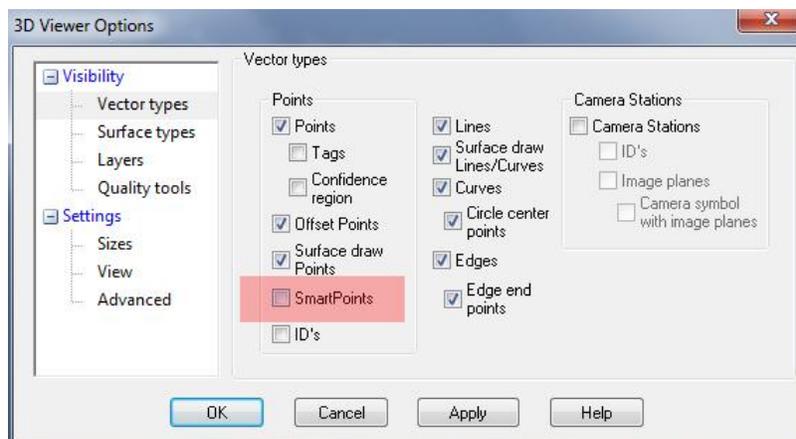
MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Ana Jiménez Morillas

Para seguir bajando el error, seleccionamos los puntos de mayor error y los vamos viendo a la vez en la vista 3D:

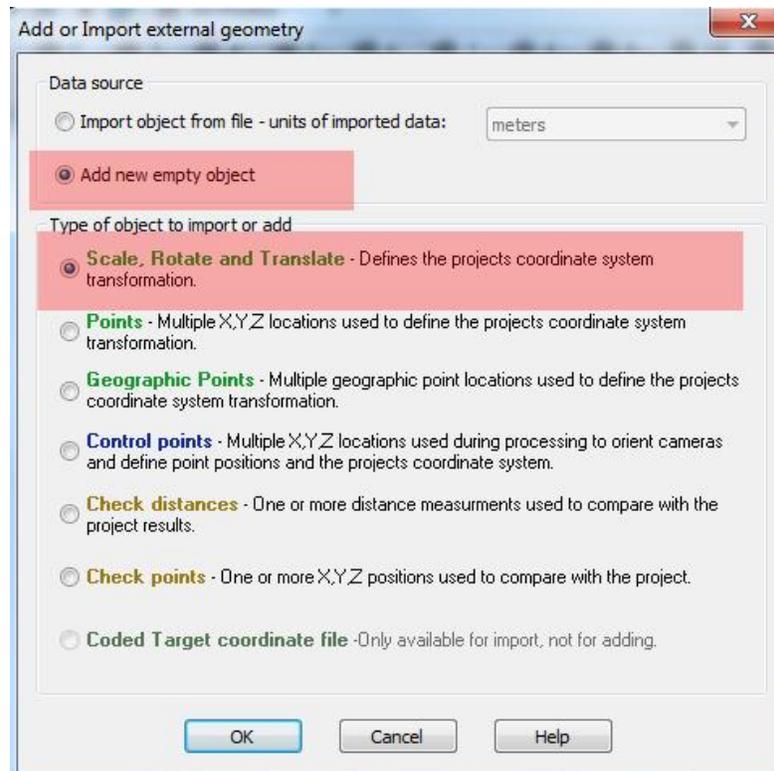
Id	Name	X (project units)	Y (project units)	Z (project units)	X Precisi...	Y Precisi...	Z Precisi...	Photos (used)	Tightn... (perce...	Tightn... (project units)	Angle (deg.)	RMS Residual (pixels)	Largest Residual (pixels)
533		-0.198...	-0.105...	-1.62159	0.0033...	9.4457...	0.0057...	12,1,4	0.189381	0.0052...	41.885...	1.3855	1.77297
630		-0.158...	-0.29609	-1.70431	0.0031...	0.0022...	0.0072...	4,2,5,12	0.131028	0.0036...	36.897...	1.37741	1.62055
1741		0.312653	0.148831	-1.54347	0.0061...	0.0020...	0.0108...	12,8,9	0.271098	0.0075...	8.5551...	1.37025	1.92386
848		-0.119...	-0.261...	-1.71646	0.0035...	0.0021...	0.0085...	4,3,5,11	0.248588	0.0069...	21.167...	1.35903	2.42385
874		0.211281	0.312436	-1.41193	0.0037...	0.0033...	0.0078...	4,3,5,8	0.068041	0.0019...	43.733...	1.357	1.54828
417		-0.240...	-0.036...	-1.60594	0.0046...	0.0012...	0.0061...	10,1,2...	0.252143	0.0070...	29.511...	1.35371	2.58982
1737		-0.047...	-0.337...	-1.74076	0.0022...	0.0028...	0.0072...	12,8,11	0.197539	0.0055...	44.730...	1.33964	1.68973
969		0.0895...	0.173695	-1.50087	0.0026...	0.0022...	0.0071...	7,3,5	0.016440	4.5980...	28.118...	1.33787	1.81939
925		0.117836	-0.025...	-1.70451	0.0028...	0.0011...	0.0064...	6,3,8	0.023934	6.6939...	35.595...	1.33653	1.77859
1135		-0.139...	-0.104...	-1.62075	0.0025...	8.2775...	0.0073...	6,4,12,7	0.150628	0.0042...	23.101...	1.3342	1.86205
198		-0.145...	-0.326...	-1.71315	0.0027...	0.0025...	0.0070...	3,1,4,5...	0.242973	0.0067...	39.296...	1.32774	2.61963
1868		0.300597	-0.336...	-1.69109	0.0068...	0.0054...	0.0155...	12,9	0.265929	0.0074...	7.2993...	1.32754	1.35468
1323		-0.169...	-0.070...	-1.60922	0.0027...	7.3619...	0.0061...	7,5,8,6...	0.160250	0.0044...	25.474...	1.32669	2.13863
767		0.253382	0.132233	-1.49658	0.0056...	0.0018...	0.0095...	11,2	0.225406	0.0063...	11.076...	1.31923	1.38776
627		-0.208...	0.103927	-1.42927	0.0047...	0.0020...	0.0057...	4,2,5,10	0.148682	0.0041...	30.233...	1.31881	1.54627
610		-0.050...	-0.267...	-1.72789	0.0024...	0.0020...	0.0068...	3,2,4,6...	0.232465	0.0065...	32.979...	1.31626	2.57765
1899		-0.405...	-0.177...	-1.4521	0.0139...	0.0031...	0.0101...	11,10	0.286965	0.0080...	10.872...	1.31515	1.44716
313		-0.234...	0.167631	-1.40073	0.0044...	0.0026...	0.0052...	5,1,8,6,7	0.061004	0.0017...	49.472...	1.31504	1.55803
971		0.188732	0.274842	-1.47531	0.0035...	0.0029...	0.0069...	7,3,11	0.121905	0.0034...	43.956...	1.30218	1.53541
763		-0.209...	-0.146...	-1.62673	0.0078...	0.0016...	0.0104...	11,2,3	0.260943	0.0072...	11.582...	1.30111	1.57626
1768		0.319722	-0.326...	-1.67191	0.0069	0.0054	0.0150	12,8	0.261195	0.0073	7.3100	1.29969	1.33147



Cuando tenemos corregidos estos puntos, volvemos a procesar el proyecto y comprobamos que el error se ha optimizado. Si en algún momento no queremos que estos puntos se visualicen nos vamos a la pestaña de 3D/3D Viewer Options/ Visibility/Vector Types y desmarcamos SmartPoint.



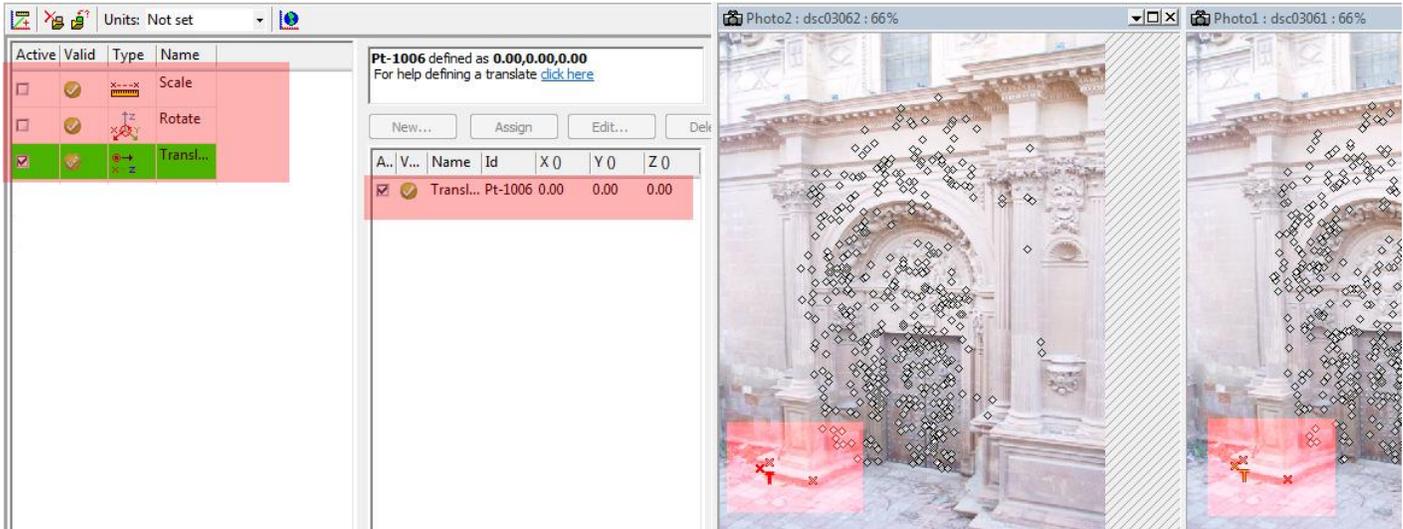
Ahora tenemos que escalar el modelo para tenerlo referenciado y poder medir en la fotografía, por medio de Marking/ Mark-Pin Imports Mode, en donde marcaremos la opción de **escala, rotación y traslación**.



MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

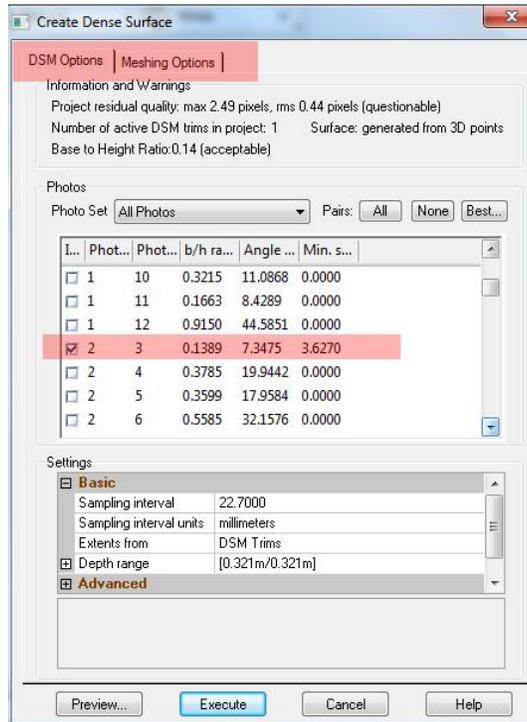
Ana Jiménez Morillas

Se nos pedirá para validar la escala una medida con dos puntos que insertamos y referenciamos en dos fotografías, para la rotación marcaremos los dos puntos que queremos que sean llamados eje X y otros dos para el eje Y. Finalmente marcaremos un punto de origen, en este caso es el punto 1006, que tendrá como coordenadas el (0, 0,0), como podemos ver en la figura de abajo.

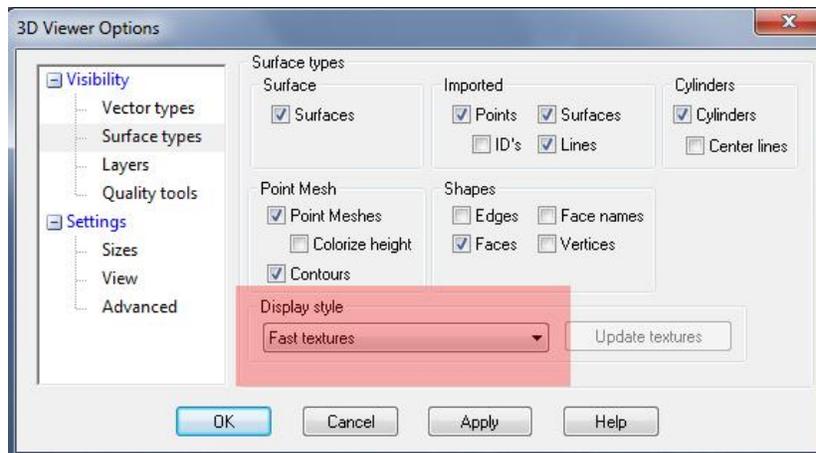


Seguidamente comenzamos a crear superficies por parejas de fotografía, por medio de la pestaña “**Create Dense Surface**”, en donde vemos dos pestañas, DSM Options y Meshing Options, la primera muestra la predicción de la calidad de los resultados así como los parámetros que le permiten controlar el proceso de DSM, en este caso hemos escogido las fotografías 2 y 3 para hacer la nube de puntos.

MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Ana Jiménez Morillas

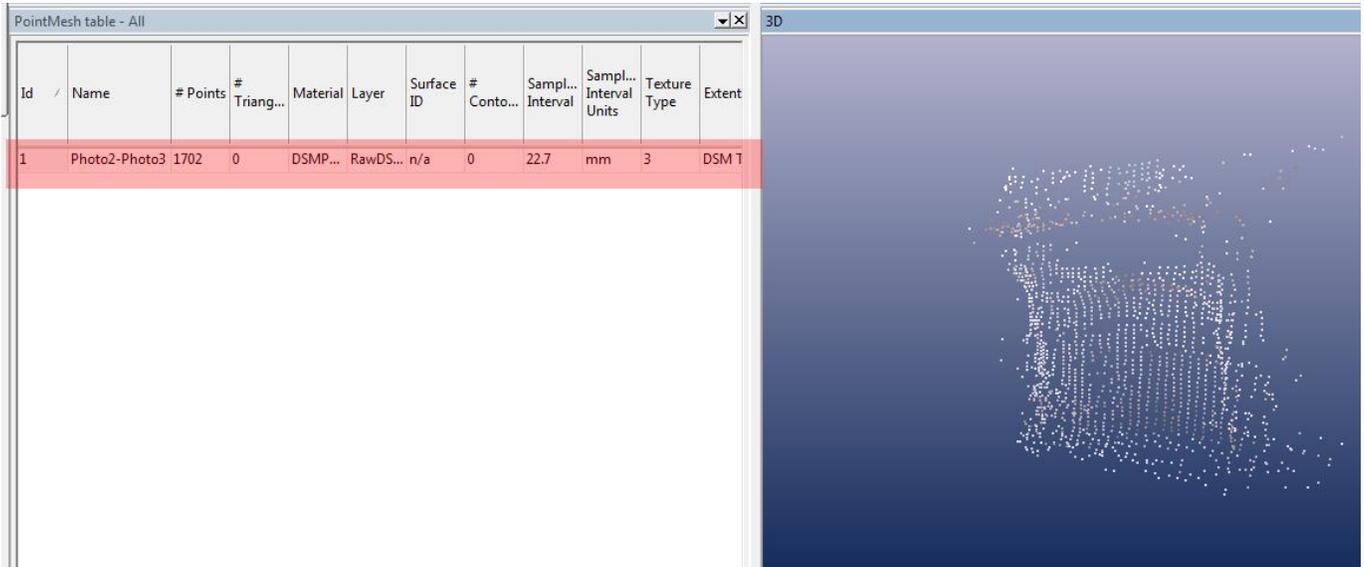


Para poder ver los resultados en el 3D, nos vamos de nuevo a la ventana de 3D viewer Options en donde marcaremos la textura llamada, " **Fast Textures**", se mostraran los puntos pero con nuestra textura de la fotografía, haciendo así más fácil la visualización.

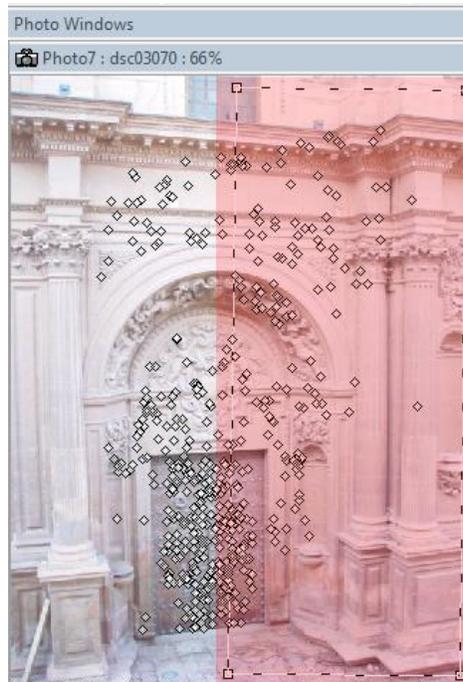


MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Ana Jiménez Morillas

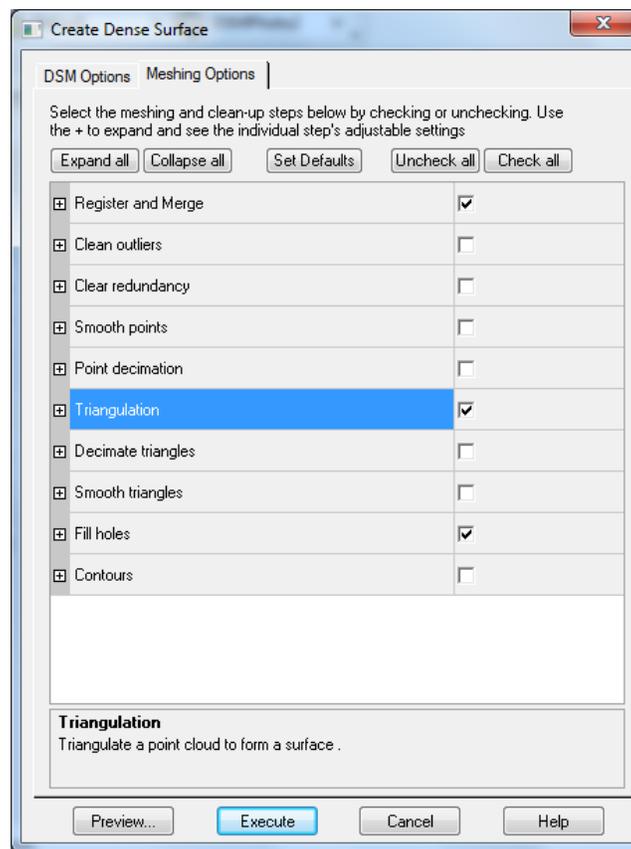
Vemos la pareja de fotografías y la nube de puntos con la textura:



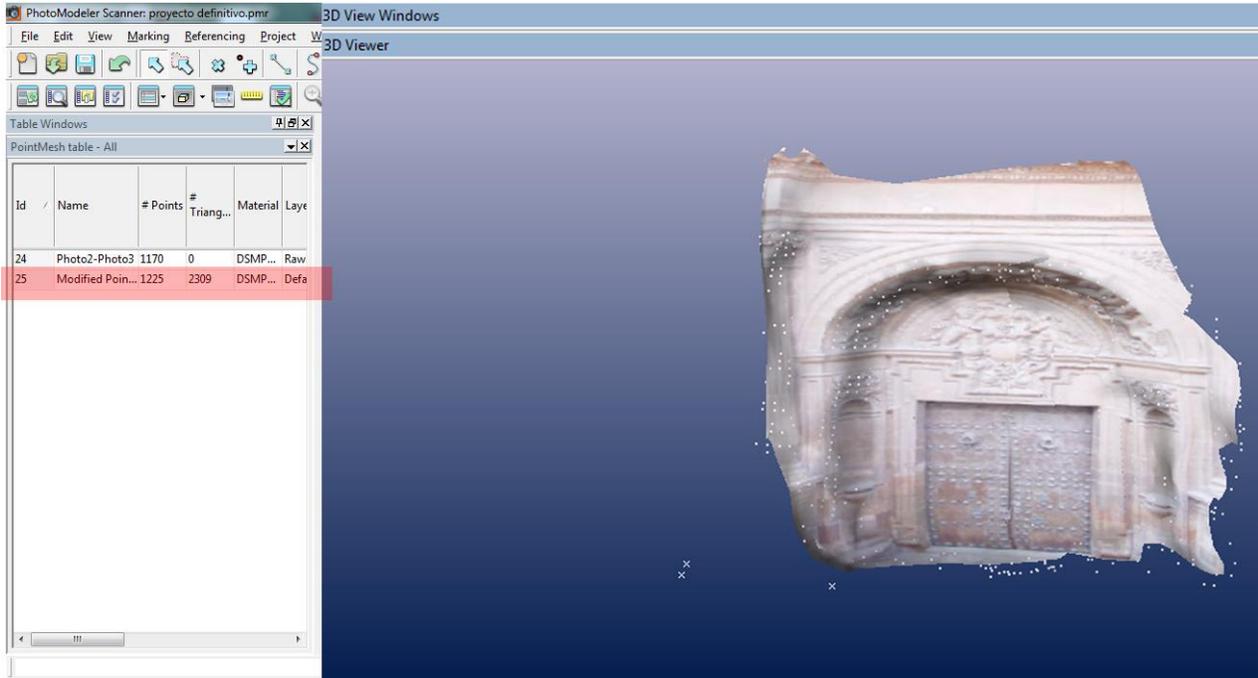
Para delimitar zonas específicas de las que queremos crear nubes de puntos, utilizamos “DSM Trim Mode”, herramienta que nos marca sólo la zona que queremos sacar, obteniendo:



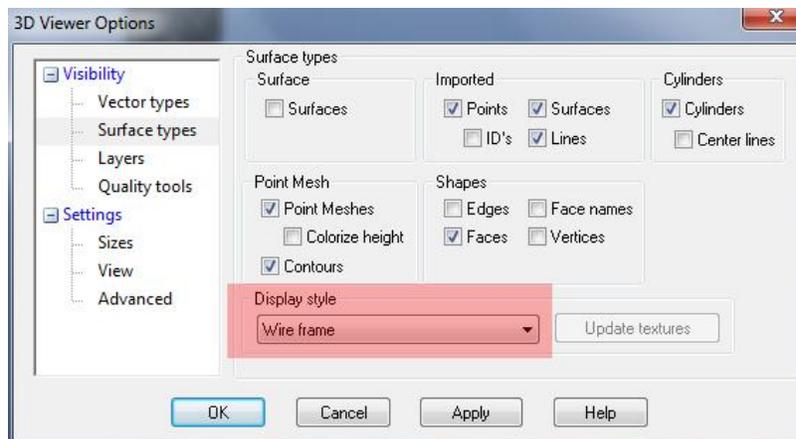
Así sucesivamente vamos creando nubes de puntos con parejas de fotografías, eliminando los puntos que se nos vayan de la superficie. Después comenzamos el proceso de triangulación, por el que creamos finalmente la superficie: marcamos esas tres opciones, “**Fill Holes**” se encarga de cerrar agujeros a una cierta distancia que podemos controlar, “**Triangulation**”, se encarga de ir formando triángulos con puntos cercanos, y “**Register and Merge**”, igualmente de unir puntos de la nube.



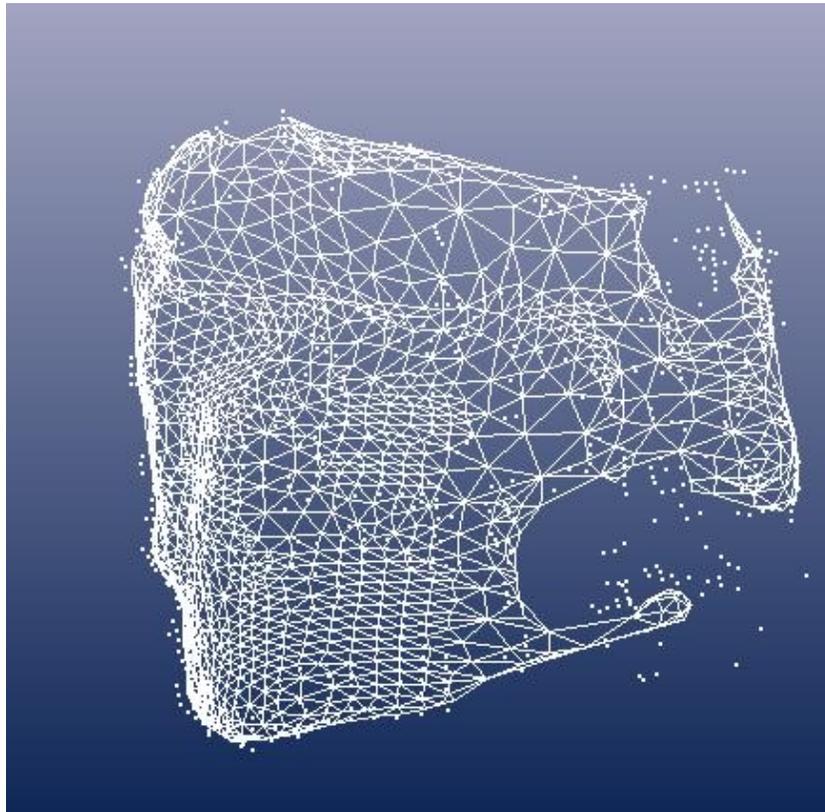
Obteniendo con esto un archivo llamado “**Modified Point**”, en donde vemos la superficie:



Si queremos cambiar la vista a una **vista triangulada**, nos vamos a las opciones del 3d:



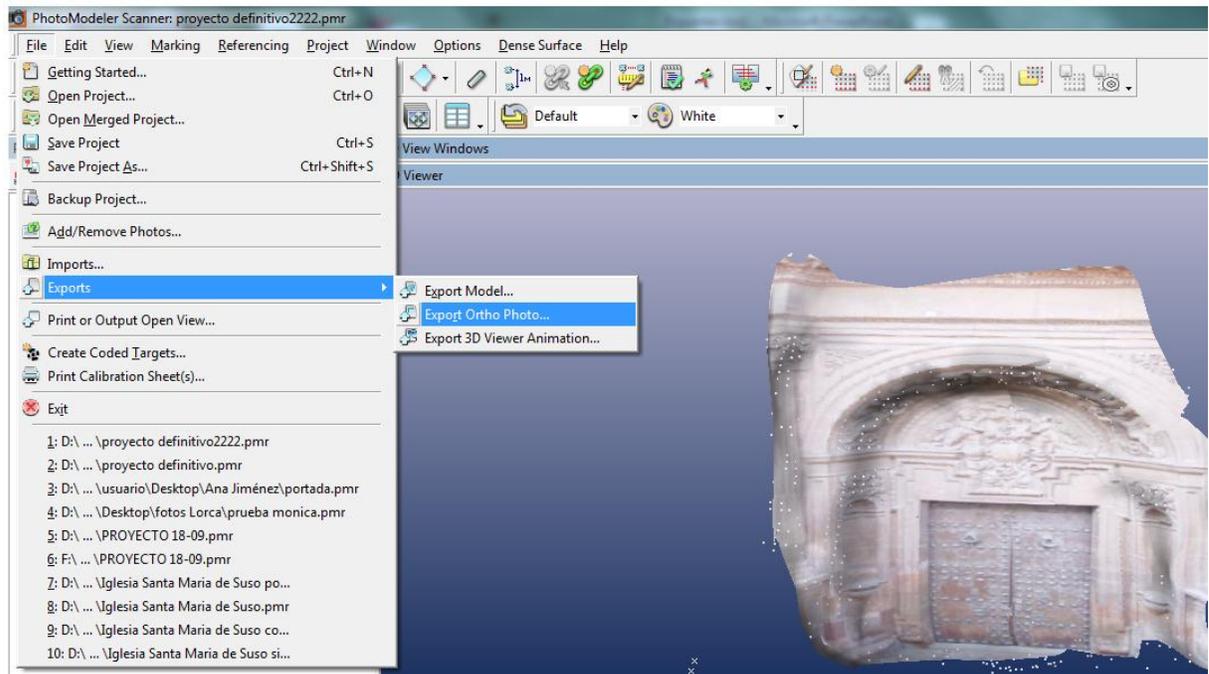
Obteniendo la misma superficie, pero con una textura triangulada, esto nos servirá para poder eliminar puntos que con las textura no podemos pinchar:



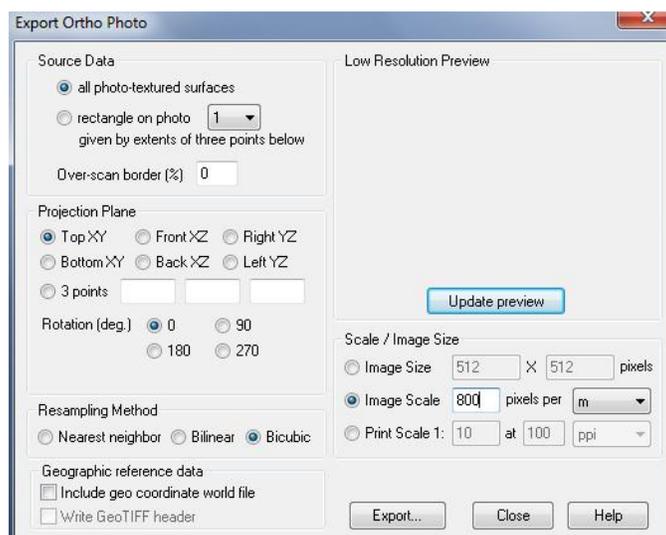
MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

Cuando ya tenemos la imagen en 3D, volvemos a poner la textura de la fotografía, y ya podemos hacer la orto, que es el objetivo de este proyecto, obtener una orto desde la cual podamos medir:



A la hora de hacer la orto, podemos cambiar ciertos valores, como la escala de la imagen, en este caso hemos puesto 800 pixeles por metro:



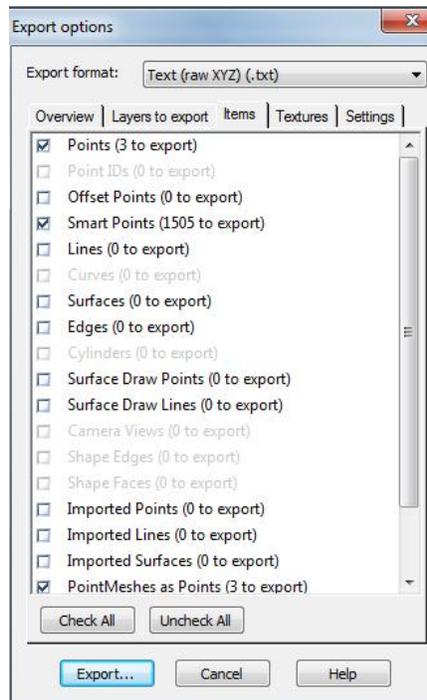
Obteniendo como resultado una ortofoto desde la cual podemos hacer mediciones:



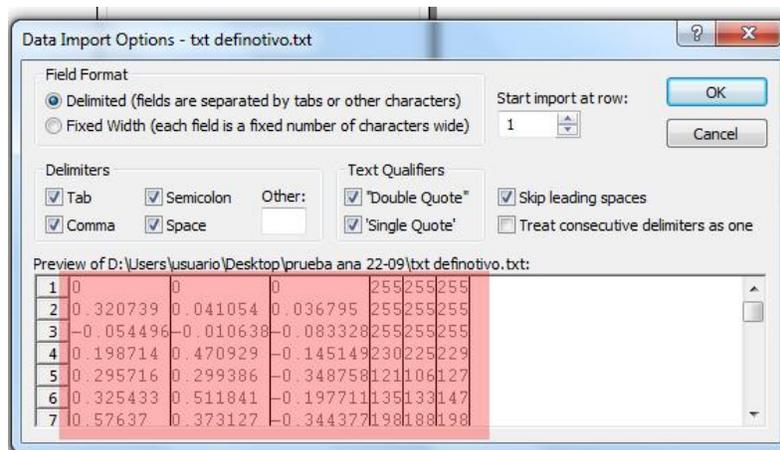
Otra de las aplicaciones que puede tener este proyecto es exportar estos datos a “**Surfer9**”, programa que como su nombre indica, genera superficies, que se pueden pasar a “**Autocad**”, y así tener un modelo medible.

Para **exportar el proyecto** desde Photomodeler:

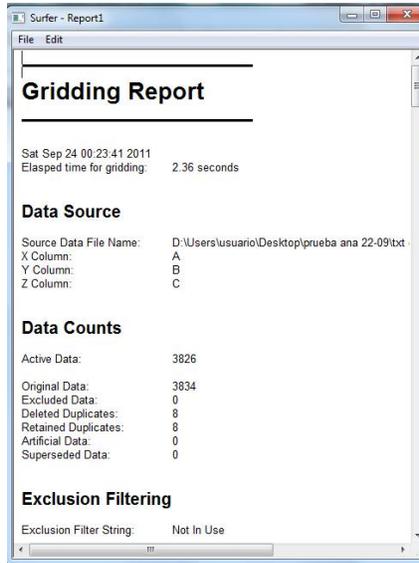
File/Export Options/, de esta manera estamos creando un archivo .txt que abriremos desde Surfer 9.



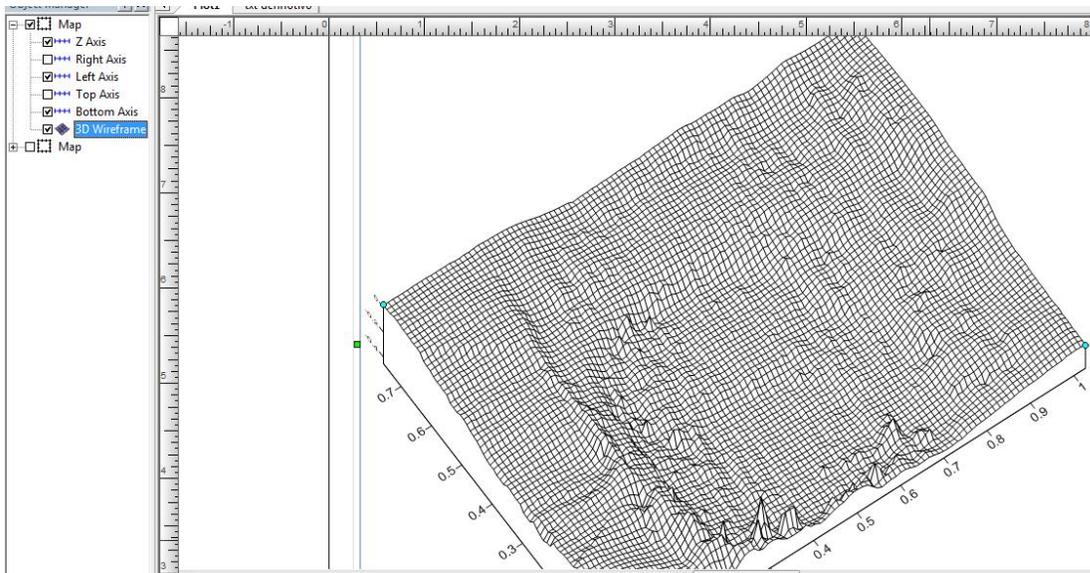
Abrimos el programa Surfer 9, marcando “Data”, para poder crear la superficie, insertamos el archivo .txt creado en Photomodeler:



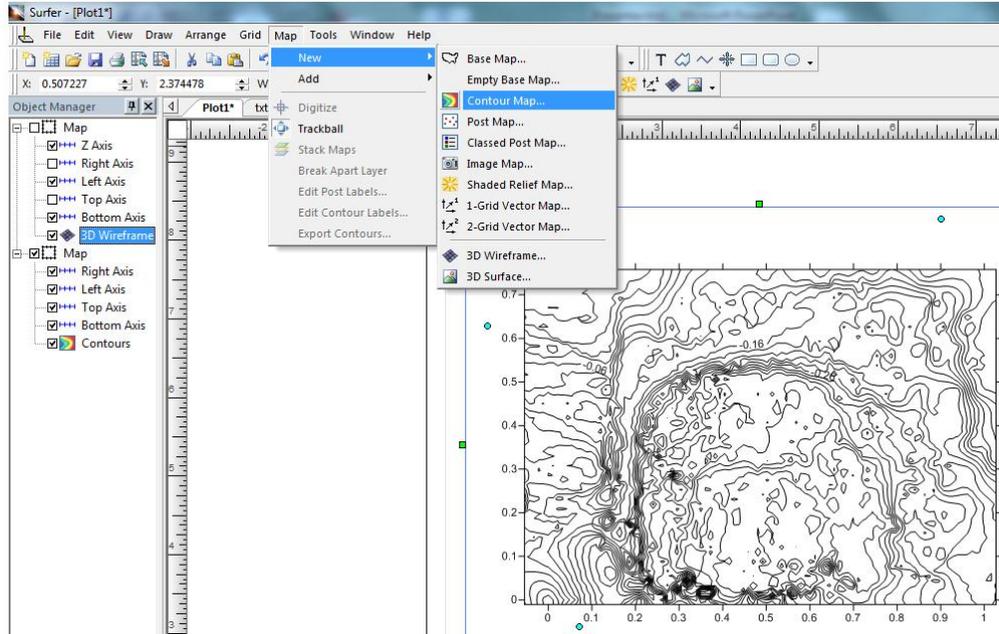
Y nos genera un **informe de la superficie**, (informe adjunto en Anejo):



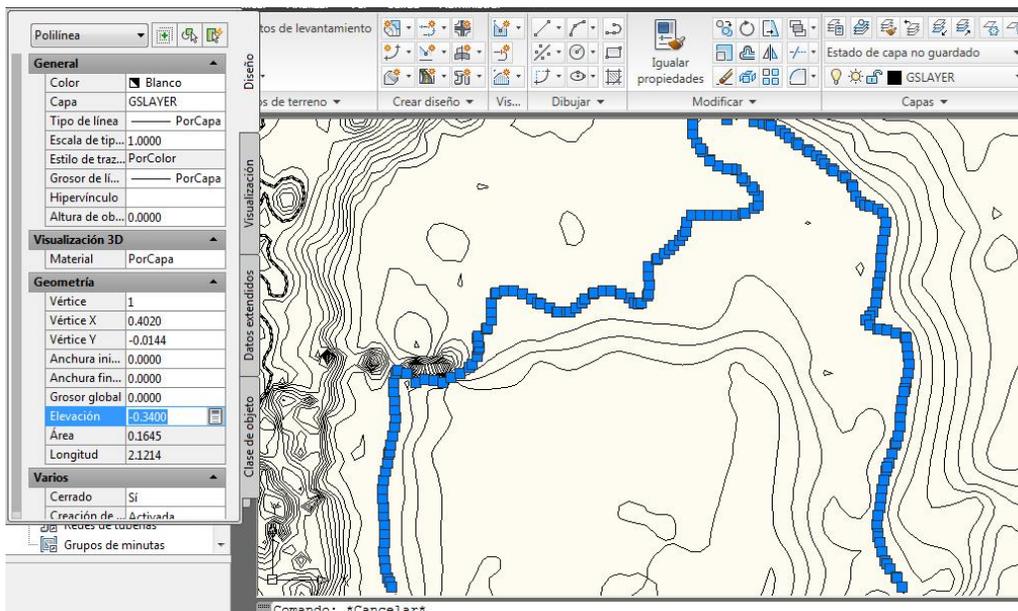
Con esto obtenemos el mapa de superficies, que podremos exportar a Autocad:



Para poder ver el contorno, en planta de esta superficie generada, hacemos lo siguiente:



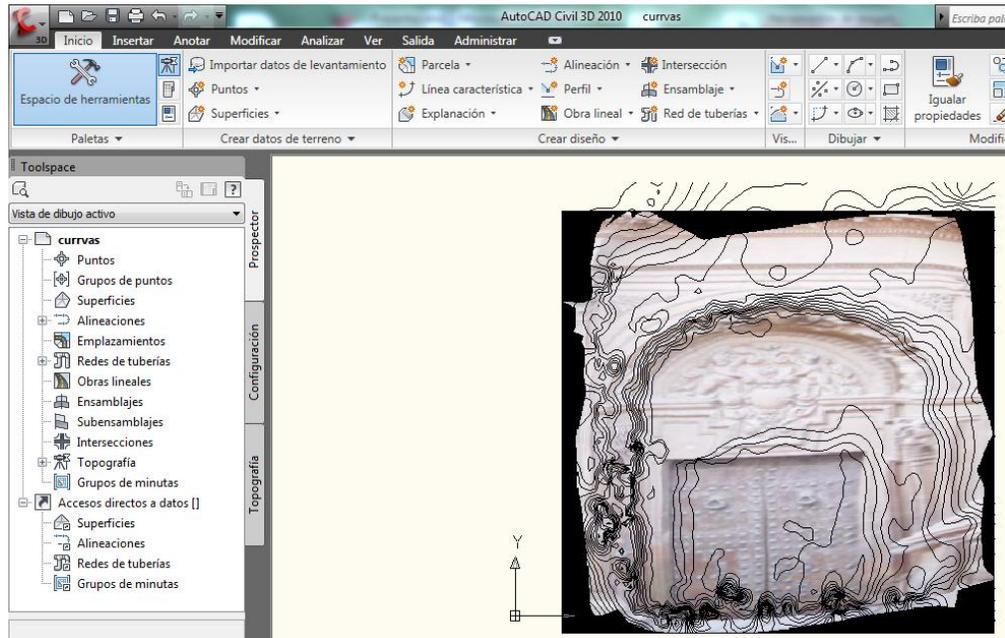
Ahora exportamos el contorno, Map/ Export Contours, en donde se nos genera el mapa de curvas de nivel, donde ya tenemos medidas que podremos exportar a autocad:



MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

Finalmente obtendremos unas **cotas de nivel** que podremos superponer a la ortofoto:



3. RESULTADOS

3.1. PROYECTO FOTOGRAMETRICO

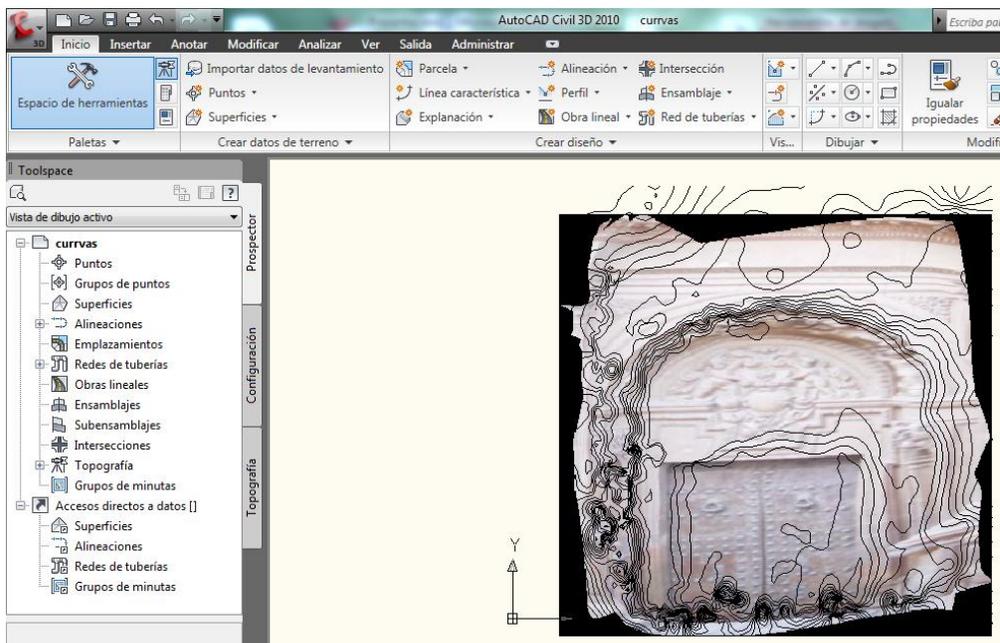
Obteniendo como resultado del proyecto, una **ortofoto** desde la cual podemos hacer mediciones:



MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Ana Jiménez Morillas

Y exportando la ortofoto, finalmente obtendremos unas **cotas de nivel** que podremos superponer a la ortofoto:



4. DISCUSIÓN

En general, si comparamos los resultados obtenidos en el apartado anterior, correspondientes al último proyecto realizado y los que realmente se obtuvieron en las tres primeras pruebas, vemos que las expectativas se cumplen, son mejores los rendimientos del último proyecto. Con esto queremos decir que hay que tener unos conocimientos previos de fotogrametría, para saber introducir ciertos parámetros que nos ayudaran a crear un proyecto con un error residual mínimo y por tanto con una ortofoto medible.

Respecto a los distintos tipos de versiones actualmente creadas por Photomodeler, refiriéndonos a la versión Photomodeler 6.0. y a la versión Photomodeler 2011, podemos hacer una comparativa de forma que la contribución que genera la versión P.2011, es bastante mejor, ya que en esta podemos hacer desde el principio una orientación de las fotos automática, esto quiere decir que no tenemos que ir introduciendo puntos uno por uno y referenciándolos para que las fotos se puedan orientar, con el consecuente ahorro de tiempo. Pero por el contrario, si las fotos no son lo suficientemente buenas a nivel de resolución nos podemos encontrar con que el máximo residual es bastante elevado, y por tanto la precisión será menor.

En cuanto a la generación de nubes de puntos por medio de Trims, para marcar una zona concreta, con parejas de fotos, el programa tiene cierta limitación de esas nubes, cuando supera cierto número de puntos, da un error e inmediatamente se nos cierra el programa, situación que obliga a generar desde el principio una serie de nubes, no con mucha densidad de puntos, que cuenten con un bajo error residual.

Sin embargo, si analizamos los resultados anteriores, nos damos cuenta de que podemos obtener una serie de ortofotos a escala, con las que poder obtener mediciones y por tanto hacer una catalogación del Patrimonio Histórico, para futuras rehabilitaciones y restauraciones, que es a lo que va a tender mas tarde o más temprano el mundo de la Arquitectura. Con esta catalogación, podemos evitar que edificios históricos como la Colegiata San Patricio, se vayan degradando en el tiempo, sin saber cómo reconstruirlos o simplemente sin tener información planimétrica sobre cómo eran, hasta el momento en el que se produce un desastre natural como el que aconteció hace poco a la Ciudad de Lorca con la gran magnitud del terremoto. De esta manera estamos aportando una información única, que ayudaría al mantenimiento de edificios centenarios, de los cuales se desconocen la mayor parte de su planimetría y construcción.

5. CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir, que en este tipo de intervenciones en las que se produce una restauración o una rehabilitación, de edificios históricos, no siempre se acierta con la decisión elegida, pero por lo menos mediante proyectos como el que nos ocupa poder tener la decisión de poder elegirla, porque se tenga una planimetría de cómo eran esas fachadas, edificios, esculturas, etc, porque sin ellas no se podríamos reconstruir fielmente el edificio.

Por eso con este proyecto tiene como uno de sus objetivos dar a conocer, que hay formas innovadoras, de llegar a un modelo 3D, mediante el cual se pueden elevar dichos modelos utilizándolos para una futura intervención en nuestro patrimonio histórico y no dejarlo que se pierda para siempre, por no tener modelos que reconstruyan la verdadera pieza arquitectónica.

5.1. AGRADECIMIENTOS

Quisiera dedicar unas palabras de agradecimiento a todas aquellas personas que han contribuido a que la realización de este trabajo fin de máster haya sido posible. Especialmente:

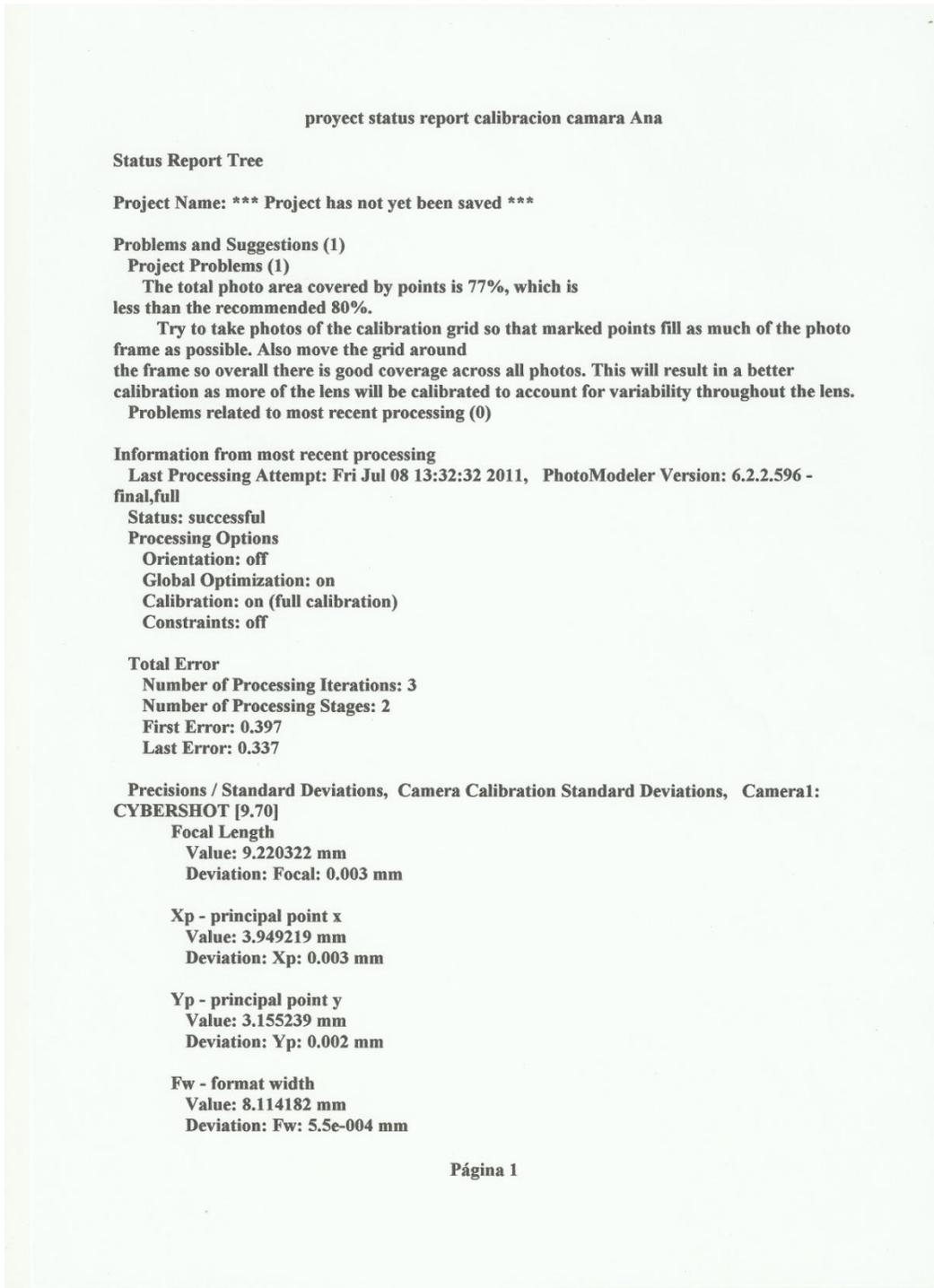
A los profesores Fernando Carvajal Ramírez y Francisco Agüera Vega, como tutores del trabajo y a la investigadora Mónica Pérez, por la atención y predisposición que han demostrado en todo momento, así como por los numerosos y valiosos consejos y orientaciones recibidas, que han aportado un sello de seriedad y rigor a este trabajo.

A los trabajadores de los juzgados que han hecho posible mi acceso al edificio de los Juzgados de Lorca, Beatriz la limpiadora, Javier el guardia de seguridad y Esperanza trabajadora de los juzgados, para poder hacer las fotografías del edificio, ya que la calle es estrecha y era la única forma de acceder.

Y por último, en el ámbito más personal, agradecer a mi familia, en especial a mi madrina Isabel, por ayudarme en innumerables ocasiones a lo largo de todo el proceso, y a todas aquellas personas, que aun no siendo nombradas, han contribuido a que este trabajo haya salido adelante.

6. ANEJOS

Archivo de calibración de la cámara:



proyect status report calibracion camara Ana

Fh - format height

Value: 6.084892 mm

K1 - radial distortion 1

Value: 2.535e-003

Deviation: K1: 1.8e-005

K2 - radial distortion 2

Value: -2.800e-005

Deviation: K2: 8.7e-007

K3 - radial distortion 3

Value: 0.000e+000

P1 - decentering distortion 1

Value: 8.698e-005

Deviation: P1: 6.4e-006

P2 - decentering distortion 2

Value: 7.767e-005

Deviation: P2: 6.0e-006

**Quality, Photographs, Total Number: 12, Bad Photos: 0, Weak Photos: 0, OK Photos: 12,
Number Oriented: 12**

Number with inverse camera flags set: 0

Cameras

Camera1: CYBERSHOT [9.70]

Calibration: yes

Number of photos using camera: 12

Average Photo Point Coverage: 77%

Photo Coverage

Number of referenced points outside of the Camera's calibrated coverage: 0

Point Marking Residuals

Overall RMS: 0.041 pixels

Maximum: 0.135 pixels

Point 21 on Photo 6

Minimum: 0.028 pixels

Point 63 on Photo 8

Maximum RMS: 0.091 pixels

Point 21

Minimum RMS: 0.016 pixels

Point 87

Point Tightness

Maximum: 0.00065 m

Point 21

Minimum: 0.00013 m

Point 87

MÁSTER EN REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Ana Jiménez Morillas

proyect status report calibracion camara Ana

Point Precisions

Overall RMS Vector Length: 0.000109 m

Maximum Vector Length: 0.000221 m

Point 91

Minimum Vector Length: 9.32e-005 m

Point 28

Maximum X: 0.000117 m

Maximum Y: 0.000121 m

Maximum Z: 0.000148 m

Minimum X: 4.48e-005 m

Minimum Y: 4.4e-005 m

Minimum Z: 6.76e-005 m

Gridding Report

Sat Sep 24 00:23:41 2011
Elapsed time for gridding: 2.36 seconds

Data Source

Source Data File Name: D:\Users\usuario\Desktop\prueba ana 22-09\txt definitivo.txt
X Column: A
Y Column: B
Z Column: C

Data Counts

Active Data: 3826
Original Data: 3834
Excluded Data: 0
Deleted Duplicates: 8
Retained Duplicates: 8
Artificial Data: 0
Superseded Data: 0

Exclusion Filtering

Exclusion Filter String: Not In Use

Duplicate Filtering

Duplicate Points to Keep: First
X Duplicate Tolerance: 1.2E-007
Y Duplicate Tolerance: 9.1E-008
Deleted Duplicates: 8
Retained Duplicates: 8
Artificial Data: 0

X	Y	Z	ID	Status
0.193025	0.093042	-0.09061	2149	Retained
0.193025	0.093042	-0.09061	2937	Deleted
0.315608	-0.001358	-0.257074	2163	Retained
0.315608	-0.001358	-0.257074	2969	Deleted

0.355602	0.000651	-0.296224	2160	Retained
0.355602	0.000651	-0.296224	2961	Deleted
0.496988	0.025598	-0.423292	2138	Retained
0.496988	0.025598	-0.423292	2921	Deleted
0.504657	0.505541	-0.330297	3021	Retained
0.504657	0.505541	-0.330297	3415	Deleted
0.572765	0.025949	-0.422069	2140	Retained
0.572765	0.025949	-0.422069	2923	Deleted
0.576119	0.058031	-0.425514	2115	Retained
0.576119	0.058031	-0.425514	2891	Deleted
0.81969	0.133982	-0.298796	3318	Retained
0.81969	0.133982	-0.298796	3711	Deleted

Breakline Filtering

Breakline Filtering: Not In Use

Data Counts

Active Data: 3826

Univariate Statistics

	X	Y	Z
Count:	3826	3826	3826
1%%-tile:	0.138138	0.005809	-0.439927
5%%-tile:	0.161401	0.041818	-0.427468
10%%-tile:	0.194028	0.07577	-0.419942
25%%-tile:	0.289794	0.172226	-0.396743
50%%-tile:	0.480488	0.316772	-0.315522
75%%-tile:	0.645184	0.479937	-0.18815
90%%-tile:	0.784919	0.590845	-0.127142
95%%-tile:	0.864547	0.639372	-0.088952
99%%-tile:	0.958999	0.721998	-0.03153
Minimum:	-0.054496	-0.010638	-0.453333
Maximum:	1.026882	0.758099	0.036795
Mean:	0.480364617878	0.327676164663	-0.287600428907
Median:	0.4805475	0.3170815	-0.315511
Geometric Mean:	N/A	N/A	N/A
Harmonic Mean:	N/A	N/A	N/A

Root Mean Square:	0.526945552816	0.378733166629	0.309474662861
Trim Mean (10%%):	0.475018167006	0.324468031949	-0.292579004066
Interquartile Mean:	0.470962363304	0.317984697334	-0.302617044956
Midrange:	0.486193	0.3737305	-0.208269
Winsorized Mean:	0.475498378202	0.325252217198	-0.291298232619
TriMean:	0.4739885	0.32142675	-0.30398425
Variance:	0.0469337165694	0.0360765719352	0.013063974771
Standard Deviation:	0.216641908617	0.189938337192	0.114297746133
Interquartile Range:	0.35539	0.307711	0.208593
Range:	1.081378	0.768737	0.490128
Mean Difference:	0.248361588616	0.218516109525	0.129596453801
Median Abs. Deviation:	0.1779845	0.1533855	0.095648
Average Abs. Deviation:	0.179922932567	0.161279081547	0.0965878978045
Quartile Dispersion:	N/A	N/A	N/A
Relative Mean Diff.:	N/A	N/A	N/A
Standard Error:	0.00350243424309	0.0030707195136	0.00184784348752
Coef. of Variation:	N/A	N/A	N/A
Skewness:	0.23249141587	0.187025234057	0.473640060163
Kurtosis:	2.15854338798	2.03291590893	2.06914808644
Sum:	1837.875028	1253.689006	-1100.359241
Sum Absolute:	1837.98402	1253.86142	1100.514959
Sum Squares:	1062.37160141	548.796892818	366.433493163
Mean Square:	0.277671615633	0.143438811505	0.0957745669532

Inter-Variable Covariance

	X	Y	Z
X:	0.046933717	0.00068955498	-0.0076834933
Y:	0.00068955498	0.036076572	0.014223905
Z:	-0.0076834933	0.014223905	0.013063975

Inter-Variable Correlation

	X	Y	Z
X:	1.000	0.017	-0.310
Y:	0.017	1.000	0.655
Z:	-0.310	0.655	1.000

Inter-Variable Rank Correlation

	X	Y	Z
--	---	---	---

X:	1.000	0.007	-0.338
Y:	0.007	1.000	0.656
Z:	-0.338	0.656	1.000

Principal Component Analysis

	PC1	PC2	PC3
X:	0.374529209525	0.374529209525	0.170763166675
Y:	0.866812000841	0.866812000841	-0.413438821052
Z:	0.329188132244	0.329188132244	-0.413438821052
Lambda:	0.0492762057972	0.0417763076698	0.00502174980857

Planar Regression: $Z = AX + BY + C$

Fitted Parameters

	A	B	C
Parameter Value:	-0.169549724214	0.397510586495	-0.33640948482
Standard Error:	0.00583490031793	0.00665523327285	0.00374219676647

Inter-Parameter Correlations

	A	B	C
A:	1.000	-0.017	-0.739
B:	-0.017	1.000	-0.570
C:	-0.739	-0.570	1.000

ANOVA Table

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression:	2	26.6100933577	13.3050466788	
Residual:	3823	23.3596101413	0.00611028253762	
Total:	3825	49.969703499		

Coefficient of Multiple Determination (R^2): 0.532524539759

Nearest Neighbor Statistics

	Separation	Delta Z
1%%-tile:	0.00043679400179	0.000151
5%%-tile:	0.00116887980563	0.000728
10%%-tile:	0.00165345033188	0.001436
25%%-tile:	0.00297534283739	0.003539
50%%-tile:	0.00500007439945	0.009428
75%%-tile:	0.00755058335495	0.026989
90%%-tile:	0.0108331545267	0.049435
95%%-tile:	0.013131595638	0.072113
99%%-tile:	0.0197331441489	0.150535
Minimum:	0.000185002702683	3.00000000003e-006
Maximum:	0.0555245986928	0.339002
Mean:	0.00583239670026	0.0204084302143
Median:	0.00500007439945	0.009428
Geometric Mean:	0.00454374395703	0.00874405483247
Harmonic Mean:	0.00318806366442	0.00146437090988
Root Mean Square:	0.00718099049711	0.0366265782166
Trim Mean (10%%):	0.00545293467297	0.0160536848678
Interquartile Mean:	0.00508303130394	0.0113003951908
Midrange:	0.0278548006978	0.1695025
Winsorized Mean:	0.00549166575035	0.0166018044956
TriMean:	0.00513151874781	0.012346
Variance:	1.75543614264e-005	0.000925244038689
Standard Deviation:	0.00418979252785	0.0304178243582
Interquartile Range:	0.00457524051756	0.02345
Range:	0.0553395959901	0.338999
Mean Difference:	0.00423072982651	0.0248647626643
Median Abs. Deviation:	0.00221341440618	0.0074385
Average Abs. Deviation:	0.00293894146056	0.0165133873497
Quartile Dispersion:	0.434663936831	0.768147274633
Relative Mean Diff.:	0.725384442098	1.21835743382
Standard Error:	6.77360761573e-005	0.000491762791015
Coef. of Variation:	0.718365492469	1.49045389767
Skewness:	2.45207925009	4.2463911415
Kurtosis:	18.315109161	30.4193000713
Sum:	22.3147497752	78.082654
Sum Absolute:	22.3147497752	78.082654
Sum Squares:	0.197293905412	5.13260284309
Mean Square:	5.15666245196e-005	0.00134150623186

Complete Spatial Randomness

Lambda:	4602.45606339
Clark and Evans:	0.791355958798
Skellam:	5705.36179143

Gridding Rules

Gridding Method: Kriging
Kriging Type: Point

Polynomial Drift Order: 0
Kriging std. deviation grid: no

Semi-Variogram Model

Component Type: Linear
Anisotropy Angle: 0
Anisotropy Ratio: 1
Variogram Slope: 1

Search Parameters

Search Ellipse Radius #1: 0.663
Search Ellipse Radius #2: 0.663
Search Ellipse Angle: 0

Number of Search Sectors: 4
Maximum Data Per Sector: 16
Maximum Empty Sectors: 3

Minimum Data: 8
Maximum Data: 64

Output Grid

Grid File Name: D:\Users\usuario\Desktop\prueba ana 22-09\txt defnotivo.grd
Grid Size: 71 rows x 100 columns
Total Nodes: 7100
Filled Nodes: 7100
Blanked Nodes: 0
Blank Value: 1.70141E+038

Grid Geometry

X Minimum: -0.054496
X Maximum: 1.026882001
X Spacing: 0.0109230101111111

Y Minimum: -0.010638
Y Maximum: 0.758099
Y Spacing: 0.010981957142857

Univariate Grid Statistics

Z

Count: 7100

1%%-tile:	-0.433458837838
5%%-tile:	-0.418399986739
10%%-tile:	-0.404802058389
25%%-tile:	-0.333580535
50%%-tile:	-0.218070931536
75%%-tile:	-0.12824619845
90%%-tile:	-0.0671879826983
95%%-tile:	-0.01405017533
99%%-tile:	0.0224340589368
Minimum:	-0.452078780352
Maximum:	0.0332814688608
Mean:	-0.225766477062
Median:	-0.218021504213
Geometric Mean:	N/A
Harmonic Mean:	N/A
Root Mean Square:	0.25855670246
Trim Mean (10%%):	-0.227871384609
Interquartile Mean:	-0.224093635491
Midrange:	-0.209398655746
Winsorized Mean:	-0.229352489772
TriMean:	-0.22449214913
Variance:	0.0158833033072
Standard Deviation:	0.126028978046
Interquartile Range:	0.20533433655
Range:	0.485360249213
Mean Difference:	0.144985195341
Median Abs. Deviation:	0.10428018284
Average Abs. Deviation:	0.109098245181
Quartile Dispersion:	N/A
Relative Mean Diff.:	N/A
Standard Error:	0.00149568879545
Coef. of Variation:	N/A
Skewness:	0.0440921612215
Kurtosis:	1.94497558486
Sum:	-1602.94198714
Sum Absolute:	1613.17045611
Sum Squares:	474.646135549
Mean Square:	0.0668515683871

7. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ **CÁNOVAS Y COBEÑO, F.**, “Historia, de la ciudad de Lorca, Lorca, 1980.
- ❖ **ESCOBAR, F.:** “Lorca árabe, Lorca, 1919.
- ❖ **GUIRAO GARCÍA, J.**,”Notas sobre arte en nuestra ciudad”, en Lorca, 1985(Publicación Cámara Oficial de Comercio e Industria de Lorca).
- ❖ **MARTINEZ RODRIGUEZ ANDRES**, “Alberca 8”revista de la asociación de Amigos del Museo Arqueológico de, Lorca, Murcia, 2010.
- ❖ **MOROTE, Fray P.**, “Antigüedades de la ciudad de Lorca, Murcia edición de la Agrupación Cultural Lorquina, Lorca ,1980.
- ❖ **MUNUERA RICO, D.**, “Cofradías y Hermandades Pasionarias de lorca, Lorca, Murcia, 1981.
- ❖ **NIETHAMMER U.**, Rothmans S., James M.R., Travelletti J., Joswig M., 2010. “UAV-based remote sensing of landslides. International Archives of Photogrammetric, Remote Sensing and Spatial Information Sciences”.
- ❖ **PHOTODELER SCANNER, 2011:** “ Programa “ [en línea], <http://www.photodeler.com>
- ❖ **SEGADO BRAVO**, Pedro, Universidad de Murcia, 2006.”La Colegiata San Patricio de Lorca”.
- ❖ **SURFER 9.** “ Programa “ [en línea], <http://www.ssg-surfer.com>.
- ❖ **TUTORIALES PHOTODELER SCANNER:** “ Como crear un modelo 3D “ [en línea], <http://www.photodeler.com/products/scanner/tutorials.htm> [Consulta: Junio-Septiembre 2011].

MASTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO

REPRESENTACIÓN Y DISEÑO EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

RESUMEN

Este Proyecto trata de exponer el desarrollo Metodológico para la Catalogación de Edificios Históricos, mediante el desarrollo fotogramétrico en este caso, de la Fachada Principal de la Colegiata San Patricio, situada en Lorca (Murcia).

Como datos de partida se emplean las fotografías realizadas in situ, desde el edificio de los Juzgados, justo enfrente ,(debido a un ancho de calle insuficiente), que nos permite la visual completa de la fachada y estudiando la influencia en la calidad de la superficie generada, dando lugar a una serie de mallas tridimensionales, que podrán ser utilizadas para una posible restauración de la misma.

Estas fotografías son introducidas en el software Photomodeler Scanner 2011, mediante una serie de parámetros, nos damos cuenta que podemos obtener una serie de ortofotos a escala, con las que poder obtener mediciones y por tanto hacer una catalogación del Patrimonio Histórico, para futuras Rehabilitaciones y Restauraciones, que es a lo que va a tender mas tarde o más temprano el mundo de la Arquitectura.

Con esta catalogación, podemos evitar que edificios históricos como la Colegiata San Patricio, se vayan degradando en el tiempo, sin saber cómo reconstruirlos o simplemente sin tener información planimétrica sobre cómo eran, hasta el momento en el que se produce un desastre natural como el que aconteció hace poco a la Ciudad de Lorca con la gran magnitud del terremoto del 11 de mayo de 2011. De esta manera estamos aportando una información única, que ayudaría a la restauración de edificios centenarios, de los cuales se desconocen la mayor parte de su planimetría.

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

