

### **3. FUENTES DISPONIBLES Y SU TRATAMIENTO PARA LA INTEGRACIÓN**

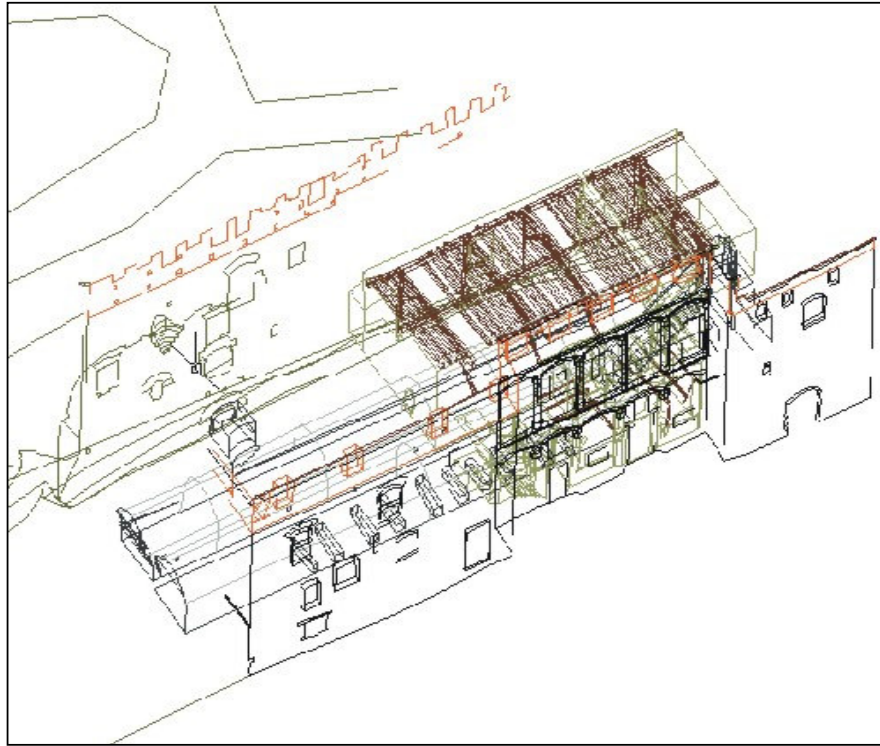
#### **3.1. Modelo vectorial topográfico**

##### **3.1.1. Descripción**

En primer lugar se cuenta con información proveniente de los trabajos topográficos realizados por el equipo del LDGP durante julio de 2006. Durante estos trabajos se consiguió documentar parte del edificio, y el resto, como ya se ha indicado, no se pudo debido al riesgo que se correría al trabajar en un entorno de ruina en evolución.

Por lo tanto, mediante esta metodología se midieron las partes del edificio que se encontraban en buen estado. Si hacemos una enumeración de las estancias documentadas según la codificación usada en este proyecto diremos que fueron las siguientes:

- Semisótano, en su totalidad.
- Acceso al semisótano.
- Planta baja, únicamente en el cuerpo central del edificio.
- Fachada principal (este) en su totalidad.
- Fachada trasera (oeste). En esta fachada no se pudo medir su mitad más septentrional, debido a que la zona inferior estaba cubierta por gran cantidad de maleza, y la superior por una hiedra de grandes dimensiones.



Img. 3.1. Modelo vectorial

### 3.1.2. Método operativo

Para la obtención de este modelo vectorial inicial los pasos que se dieron fueron los siguientes:

- Se observaron las estaciones dispuestas tanto en el interior como en el exterior del edificio.
- A partir de las medidas observadas, se calcularon y compensaron las coordenadas de las diferentes estaciones.
- Mediante estas estaciones se tomó la geometría de los elementos que definen los volúmenes del edificio, utilizando la medida directa de la estación topográfica.
- Las medidas de campo, calculadas y compensadas, se volcaron a un archivo de dibujo donde se editaron, confeccionando el modelo gráfico vectorial.



Img. 3.2. Medición de la geometría del interior del Palacio por topografía.

### **3.1.3. Aplicaciones**

Este será el modelo vectorial del que se partirá para la integración del resto del edificio, es decir, es un modelo base, al que se le tendrán que ir añadiendo las partes que faltan del edificio, que procederán de las demás fuentes disponibles.

Esto es debido a que la parte obtenida por topografía es la fuente que mayor confianza nos otorga de todas en las comprobaciones y en el estudio de precisiones.

Este modelo vectorial se presenta en un fichero de formato CAD, con capas propias ya editadas. Será a partir de una copia de este fichero donde se integrará y levantará todo el resto del modelo.

## 3.2. Planos

### 3.2.1. Descripción

Como segunda fuente se cuenta con los planos que en el año 1992 realizó el arquitecto D. Julio Sabrás Farias, del Palacio de los Condestables, con el fin de una futura rehabilitación.

Son propiedad del Ayuntamiento de Casalarreina y estaban depositados en el archivo del

mismo. Fueron entregados al LDGP para que sirvieran de apoyo para la medición del edificio.

Este conjunto de planos se trata de una relación de plantas, secciones, memoria de huecos y planos de localización, bastante completa. Están presentados en formato papel, todos ellos a una escala de 1:50, salvo los de localización.

Su conservación es buena. No se aprecia deterioro visible alguno, aunque no se descarta que hayan podido sufrir pequeñas deformaciones a lo largo de estos años, algo que es común en los planos realizados en este formato.



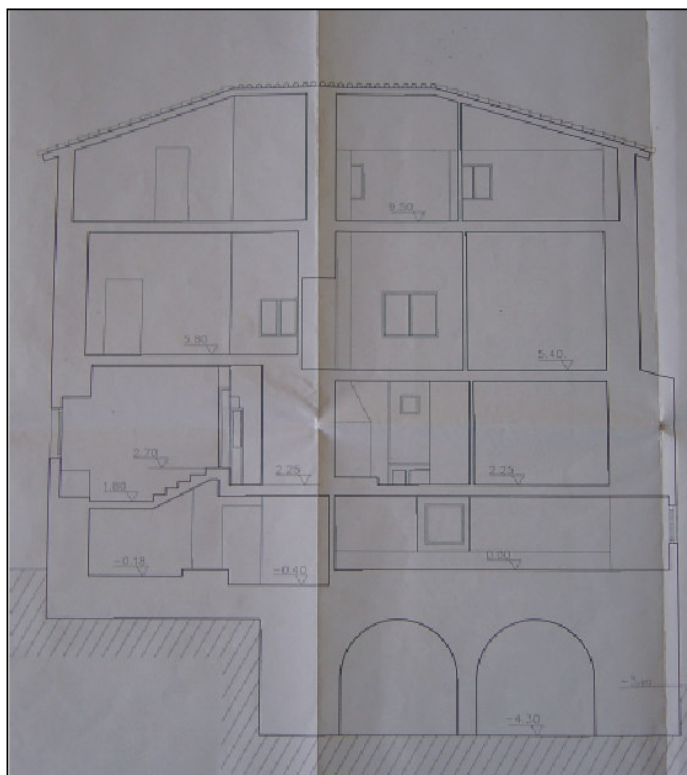
Imo. 3.3. Planos

Es destacable que en estos planos las diferentes estancias aparecen codificadas, de tal manera que sean fácilmente localizables.

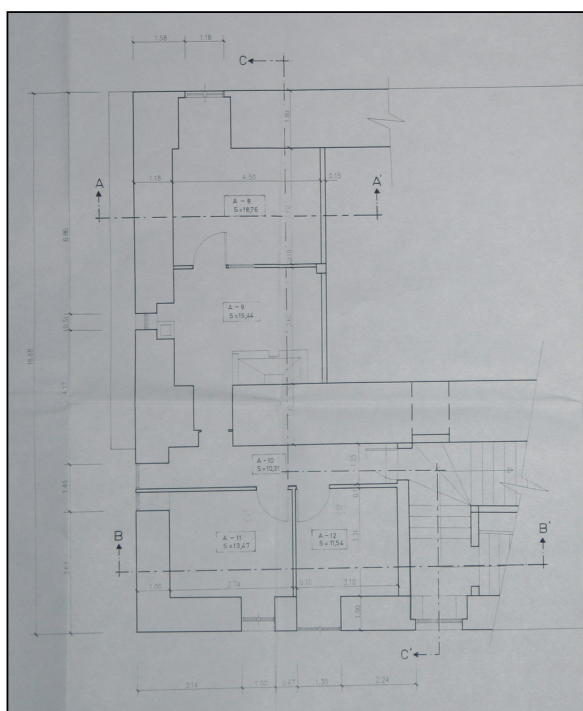
La codificación de los planos es la siguiente:

El edificio queda dividido en tres bloques: la parte más meridional se le denomina la zona A; al bloque central, el B; y la zona más septentrional la C. A su vez, dentro de cada bloque, las diferentes habitaciones se numeran en orden empezando por la planta baja. Así, esta codificación queda definida en primer lugar por la letra del bloque al que pertenece, seguido del número de habitación asignado. Ejemplos: A-5, B-15, C-11...





Img. 3.4. Sección C-C'



Img. 3.5. Planta de la entreplanta

### 3.2.2. Relación de planos disponibles

1. Situación
2. Emplazamiento
3. Situación Urbana
4. Semisótano (cotas y superficies)
5. Planta baja (cotas y superficies)
6. Entreplanta (cotas y superficies)
7. Planta primera (cotas y superficies)
8. Planta segunda (cotas y superficies)
9. Planta de cubierta
10. Planta de semisótano(suelos y ref. huecos)
11. Planta baja (suelos y ref. huecos)
12. Entreplanta (suelos y ref. huecos)
13. Planta primera (suelos y ref. huecos)
14. Planta segunda (suelos y ref. huecos)
20. Forjado de entreplanta
21. Forjado de planta primera
24. Fachada principal
25. Fachada posterior
26. Sección A-A'
27. Sección B-B'
28. Sección C-C'
29. Sección D-D'
30. Sección E-E'
31. Memoria de huecos de entreplanta
32. Memoria de huecos exteriores de planta primera.

### **3.2.3. Digitalización**

Debido a que los planos se presentan en formato papel, y la integración se va a realizar a través de un programa CAD, se hace indispensable la digitalización de los planos base que se van a utilizar directamente en él, para su uso en el proceso.

Los planos que se van a digitalizar van a ser únicamente las plantas de los distintos pisos del Palacio, ya que serán estas las que se van a integrar directamente con el modelo vectorial hecho por topografía.

Así los planos que serán digitalizados son concretamente las plantas del piso bajo, entreplanta, primer piso y segundo piso. La digitalización del resto de los planos es prescindible, ya que se puede medir directamente sobre ellos y después trasladar esa medida al modelo vectorial digital.

Para esta digitalización, se debe dar una serie de pasos: el primero va a consistir en la captura de la imagen del plano, posteriormente su rectificación y por último la digitalización propiamente dicha.

#### **3.2.3.1. Captura de la imagen:**

Para la captura de la imagen del plano se utilizaron distintas metodologías:

La primera es el escaneo de las plantas. Para ello se utilizó un escáner UMAX, cuyo área de captura es de tamaño máximo A3. Se utilizó para las plantas del primer piso, segundo piso y planta baja. Este método tiene la desventaja de que no se puede escanear la totalidad de la superficie de un plano a la vez, por lo que hay que realizar escaneos sucesivos, teniendo que integrar las diferentes partes posteriormente para lograr una única planta.

La segunda metodología consistió en realizar una fotografía al plano, mediante una cámara digital de alta resolución, modelo Canon EOS 5D. Para ello, se extendió el plano en el suelo con el fin de que la fotografía se pudiese tomar desde una posición lo más perpendicular posible. Es de destacar que el plano debe estar bien estirado, prestando especial atención a las líneas de doblado, a fin de que presente el mínimo de deformaciones. A continuación, la cámara se tendrá que posicionar en un lugar lo más elevado posible, y, realizando el mejor encuadre, hacer la toma. Es recomendable efectuar varias tomas, así se podrá seleccionar la mejor de todas.

#### 3.2.3.2. Rectificación:

Pero existe un problema, la fotografía tomada, al no haber sido tomada desde un punto rigurosamente perpendicular al plano, no va a mostrar la verdadera geometría de la planta, sino que esta va a aparecer deformada, de tal manera que las líneas que deberían ser paralelas van a converger hacia puntos de fuga.

El siguiente paso que hay que tomar, es la rectificación de las imágenes tomadas, tanto las capturadas mediante el escáner como la de fotografía. Este proceso consiste en realizar una transformación de la perspectiva cónica de la fotografía, a una perspectiva ortogonal, en la que las líneas paralelas se ven realmente así, obteniéndose la geometría real del plano.

Para ello se utilizó un programa de software libre, desarrollado por D. Álvaro Rodríguez Miranda para su uso dentro del LDGP, y que fue prestado de manera desinteresada para su utilización en este proyecto.

El programa desarrolla una transformación proyectiva con ocho parámetros, por la cual se pasa el objeto fotografiado en la perspectiva cónica a como se vería si se hubiese sacado rigurosamente perpendicular. Para ello se deberán marcar cuatro puntos de la imagen.

#### 3.2.3.3. Digitalización:

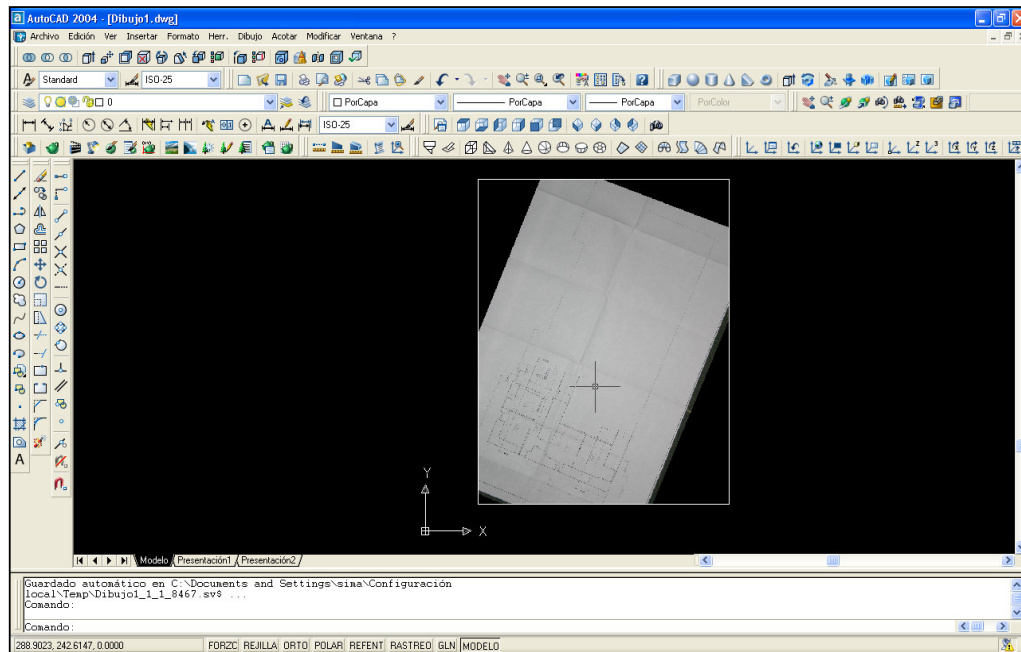
Una vez rectificada la imagen, se deberá insertar en el programa AutoCad para poder editarla:

Se irá al menú Insertar > Imágenes de trama.

Se selecciona la imagen que queremos insertar.

A continuación, aparecerá un menú donde se puede elegir como se quiere introducir la imagen: punto de inserción, escala y rotación. Se seleccionará la opción de precisar en los tres apartados. Se acepta y aparecerá ya la pantalla principal del programa.

Se selecciona un punto de inserción cualquiera y se le da también una magnitud aleatoria.

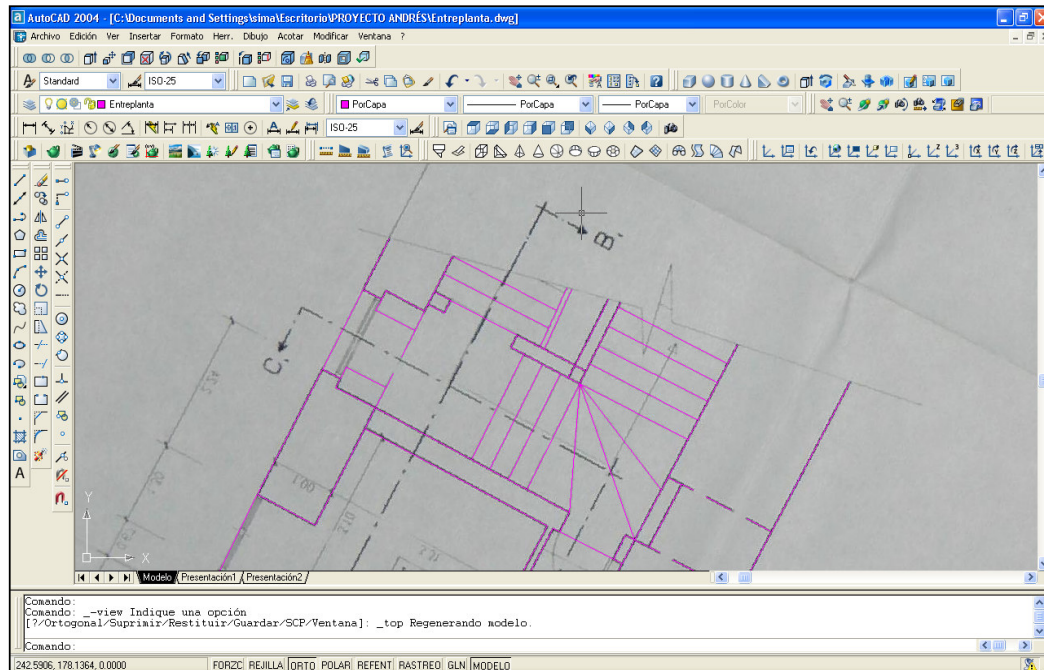


Img. 3.6. Imagen rectificada insertada en el entorno

Esta imagen no está escalada, por lo que el siguiente paso será otorgarle un rigor métrico a la imagen. Para ello se tendrá que ir al plano que se escaneó, elegir una línea de la planta de la máxima dimensión y medirla rigurosamente. Multiplicando esa medida por el denominador de la escala (50) se obtendrá la verdadera magnitud.

Ahora, en el programa AutoCad, en el menú “modificar” se selecciona la opción “factor de escala”. Se selecciona también la imagen insertada, y se marca la línea que anteriormente se ha medido sobre el papel, y se le indica la distancia verdadera como nueva magnitud.

Sólo resta editar la imagen. Lo único que se tiene que hacer es dibujar las líneas que se quiera que aparezcan sobre la imagen, a modo de calco. Una vez dibujado todo, se selecciona la planta editada y se forma un bloque con ella.



Img. 3.7. Digitalización de la imagen.

### 3.2.4. Precisión

La precisión total que van a tener las plantas que se van a utilizar en el modelo de AutoCad, va a depender de los errores que se han ido cometiendo a lo largo de todo el proceso de digitalización. A estos habrá que sumarles el error que los planos tenían originalmente, que corresponderá al cometido durante la medición del edificio, la delineación y también el hecho de que los ejemplares con los que se ha contado no fuesen los originales, sino fotocopias. Además, durante el tiempo que a transcurrido desde su impresión han podido sufrir deformaciones.

Por tanto, se parte de unos documentos que tienen error de por sí, un error que no es cuantificable pero que se sabe que existe.

Más fácil de cuantificar es el error producido durante la digitalización:

El primer error que se comete se produce en la toma fotográfica. El papel no está perfectamente estirado, por lo que se introducen deformaciones añadidas en la geometría. En el caso de que la digitalización haya sido a través de escáner, este error se disminuirá en gran medida.

El siguiente error, que es inevitable, se comete en el proceso de vectorización. Al escalar la imagen también se produce otro error, ya que la medida que se tome sobre el plano no va a ser la verdadera, debido a que la vista humana tiene un límite de percepción visual cuyo valor empírico se cifra en 0,2 mm.

Por último, al digitalizar la imagen en AutoCad se cometerá un pequeño error, ya que las líneas de creación nuevas no serán exactamente las de la imagen.

El error cometido desde la elaboración del plano original, hasta el final de la digitalización es perfectamente cuantificable. Basta con comparar las acotaciones de diferentes líneas de los distintos planos, repartidas por toda su superficie y compararlas con las distancias de las homólogas en AutoCad.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Plano de planta baja (escáner):**

Distancia en plano original	Distancia en plano AutoCad	Error cometido
42,24 m	42,33 m	<b>+0,09 m</b>
35,64 m	35,64 m	<b>0,00 m</b>
12,50 m	12,48 m	<b>-0,02 m</b>
4,70 m	4,72 m	<b>+0,02 m</b>
1,63 m	1,61 m	<b>-0,02 m</b>

**Plano de primera planta (escáner):**

Distancia en plano original	Distancia en plano AutoCad	Error cometido
42,24 m	42,40 m	<b>+0,16 m</b>
34,68 m	34,68 m	<b>+0,00 m</b>
12,35 m	12,43 m	<b>+0,08 m</b>
5,65 m	5,75 m	<b>+0,10 m</b>
3,12 m	3,06 m	<b>-0,06 m</b>

**Plano de planta segunda (escáner):**

Distancia en plano original	Distancia en plano AutoCad	Error cometido
42,24 m	42,38 m	<b>+0,14 m</b>
34,68 m	34,68 m	<b>+0,00 m</b>
12,45 m	12,51 m	<b>+0,06 m</b>
12,35 m	12,38 m	<b>+0,03 m</b>
5,41 m	5,42 m	<b>+0,01 m</b>

**Plano de entreplanta (fotografía):**

Distancia en plano original	Distancia en plano AutoCad	Error cometido
16,68 m	16,64 m	<b>-0,04 m</b>
1,18 m	1,20 m	<b>+0,02 m</b>
1,00 m	1,03 m	<b>+0,03 m</b>
2,24 m	2,23 m	<b>-0,01 m</b>
1,25 m	1,22 m	<b>-0,03 m</b>

Analizando los errores cometidos, se ve que, como es lógico, los mayores errores se producen en las distancias mayores, pero que este error no supera en ningún caso el 0,4% sobre la longitud inicial.

Para las distancias menores, que corresponden a anchura de vanos o pasillos, el porcentaje de error es mayor, pero esto se debe achacar a posibles deformaciones puntuales que haya sufrido el plano antes y durante el proceso, como por ejemplo arrugas en el papel al hacer la foto o los propios pliegues del mismo.



### **3.2.5. Aplicaciones**

La información que van a ofrecer los planos va a ser la principal para completar el modelo del edificio. Esta fuente ofrece información geométrica de la totalidad de las partes del edificio de una manera clara y definida.

Las plantas digitalizadas una vez integradas con el modelo vectorial topográfico, van a ser la base a partir de la cual se va a levantar la altura de cada estancia. Es decir, que teniendo las plantas integradas con el resto del modelo, se tienen las coordenadas X e Y de los elementos ya definidos, y sólo queda aplicarles la Z (altura). Para ello, el procedimiento será medir sobre las diferentes secciones la altura de los elementos y trasladarla al modelo digital después de haberle aplicado el coeficiente de escala.

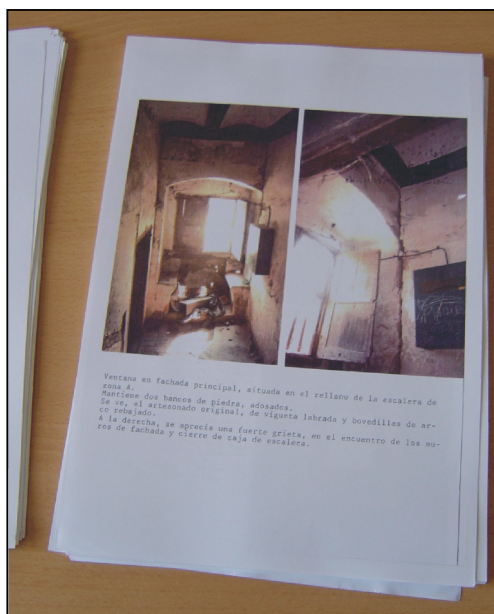
### 3.3. Fotografías

#### 3.3.1. Descripción

Para la realización de este proyecto, se cuenta también con gran cantidad de fotografías, de diversas procedencias y distintas épocas:

- El conjunto más valioso de todos es el que proviene del informe del arquitecto realizado en el año 2004 y que estuvo adjunto a los planos del año 1992. Este informe aparece documentado con numerosas imágenes que, aunque la calidad no es muy buena, si son las más útiles debido a diversos motivos:

En primer lugar, aunque el informe sea del año 2004, las fotografías son anteriores, ya que aparecen fotografiadas estancias que en ese año ya se habían visto afectadas por derrumbes. Otro motivo es que aparecen documentadas la totalidad de estancias del Palacio, así como imágenes de más detalle en elementos más característicos. Por último y la razón más importante de la valía de estas imágenes, es que adjuntada a la imagen correspondiente aparece la habitación a la que pertenece, escrito en la misma codificación que aparece en los planos del arquitecto Julio Sabrás.



Img. 3.8. Informe del arquitecto.

- Sin embargo el conjunto de fotografías más numeroso corresponde a las realizadas por el equipo del LDGP durante la medición de parte del edificio, efectuada en julio de 2006. Aunque en esta fecha el edificio ya se había visto afectado por la mayoría de los derrumbes de los que hoy adolece, esto está compensado por la excelente calidad de las fotografías, en formato digital y de una gran resolución. En este conjunto esta registrada de manera abundante tanto la fachada principal como la posterior, así como el semisótano y las habitaciones del cuerpo central B-1, B-2, B-3 y B-4. Además, aunque de forma puntual, están fotografiadas otras estancias de la planta baja.

- El tercer grupo de fotografías se encuentra en el informe de GeoNorte, también adjuntado con los planos del año 1992. Son en su mayoría imágenes de detalle del pórtico y de la logia. En las de carácter más general, aparece únicamente zonas ya fotografiadas en los grupos anteriores.

### **3.3.2. Aplicaciones**

Las fotografías no van a servir como documentos métricos. Pero van a ser muy útiles a la hora de definir la forma de algunas estructuras, o de elementos aislados como son vanos o vigas del artesonado, que no aparezcan reflejados en los planos o que aparezcan de una forma ambigua.

**Pero sobre todo, las fotografías van a servir en el momento de realizar el modelo virtual, para saber de que materiales está compuesta cada elemento y asignarle así la textura adecuada.**

Por último, en el caso de que exista una contradicción entre la información proveniente de los planos y una fotografía, esta desvelará un posible fallo en los primeros.

### **3.4. Cartografía municipal y ortofotos**

#### **3.4.1. Descripción**

Tanto la cartografía municipal como la ortofoto de Casalarreina, se obtienen del servidor del Gobierno de La Rioja: [www.larioja.org](http://www.larioja.org). Dentro de esta dirección se entra en la sección de “Medioambiente”, y a continuación en la de “Cartografía”. Aquí se selecciona descarga de datos geográficos, bien sean ortofotos o cartografía. Se descargarán las hojas correspondientes al municipio de Casalarreina.



Img. 3.9. Cartografía



**Img. 3.10. Ortofoto del casco urbano de**

#### **3.4.2. Aplicaciones**

La cartografía municipal servirá para situar el edificio dentro del casco urbano, así como para complementar la información correspondiente al entorno, al igual que la ortofoto.

### **3.5. Escáner**

#### **3.5.1. Descripción**

Durante el trabajo de campo realizado por el equipo del LDGP en julio de 2006, se probó la utilización de un láser-escáner para la documentación de la fachada principal. Esta prueba tenía como objetivo servir de base para el proyecto desarrollado por D. Sergio Gutiérrez Alonso, para la comparación de este método con el topográfico.

#### **3.5.2. Aplicaciones**



Img. 3.11. Escáner durante la toma.

Esta fuente va a tener un carácter meramente complementario, ya que no se va a hacer uso de ella directamente. Si bien si podría resolver o confirmar alguna duda que se pudiera tener de algún elemento de la fachada, pero al estar esta muy bien documentada por el resto de fuentes, como se ha dicho, el láser-escáner va a tener únicamente carácter experimental.

### **3.6. Elementos estructurales lógicos no documentados**

**Aunque no se trata en sí de una fuente, se describe en este apartado porque es el origen de la construcción de alguna parte del modelo.**

Como su propio nombre indica, se tratan de partes del modelo de las que no se tienen información ninguna, pero que sin embargo su existencia es supuesta y su forma previsible, debido a que son estructuralmente lógicos y necesarios.

Es muy importante destacar que únicamente se añadirán este tipo de elementos cuando sea muy evidente su existencia o que su carencia sea arquitectónicamente muy poco probable.

Tal es el caso de vigas que, según las fuentes, cuelgan en el vacío. En este caso se presupone la existencia de otra viga transversal que las soporte.



## **4. Procedimiento para la integración**

### **4.1. Introducción**

Antes de generar cualquier parte o elemento del modelo, se tendrá que elegir cual es la fuente óptima para extraer la información para dicho cometido.

Para la valoración de las diversas fuentes disponibles se van a estudiar dos propiedades: la precisión métrica y la verosimilitud de formas y elementos.

#### **Precisión métrica:**

Es el grado de acercamiento que se obtiene en una medición respecto a su valor real.

#### **Verosimilitud de formas y elementos:**

Esta propiedad esta relacionada únicamente con la existencia o la morfología de los elementos, no con sus dimensiones. Indica el nivel de confianza que posee la información procedente de una determinada fuente, es decir, el grado de certeza de que en la realidad fuese como se indica en la fuente y no de diferente forma.

Para poder elegir de una manera correcta la fuente óptima, primero se tendrá que realizar una clasificación ordenada según estas dos propiedades. De esta manera se tendrá una visión mucho más clara de la situación.

Una vez realizada esta clasificación, se deberá establecer el protocolo que se va a seguir para determinarse la fuente a utilizar.



## **4.2. Clasificación de fuentes**

Como ya se mencionó anteriormente, se tienen que realizar sendas clasificaciones en relación a las dos propiedades descritas.

### **1) Clasificación de las fuentes según su precisión métrica:**

#### **+ TOPOGRAFÍA**

**ESCÁNER (Complementaria)**

**PLANOS**

**CARTOGRAFÍA (C)**

**FOTOGRAFÍAS**

#### **- ELEMENTOS NO DOCUMENTADOS**

### **2) Clasificación de las fuentes según su verosimilitud de formas y elementos:**

#### **+ ESCÁNER (C)**

**FOTOGRAFÍAS**

**TOPOGRAFÍA**

**CARTOGRAFÍA (C)**

**PLANOS**

#### **- ELEMENTOS NO DOCUMENTADOS**

### 4.3. Fundamento

En el caso de que la zona donde se encuentra un elemento esté únicamente documentada por una fuente, lógicamente será esta la que se utilice para levantarlo.

El conflicto surge únicamente cuando la zona está documentada en dos o más fuentes. Entonces surge la duda de cual elegir: la que más precisión posea o la que sea más verosímil. Sin embargo, un elemento posee ambas propiedades, por lo que hay que buscar un proceso que conjugue ordenadamente las dos.

De la propiedad de precisión se sabe que todas las fuentes poseen una diferente. Pero, por el contrario, de la propiedad de verosimilitud puede que varias fuentes coincidan en la información que ofrecen, algo que ocurre en la mayoría de los casos. Solamente existe conflicto en la forma o en la existencia de un elemento cuando hay una contradicción entre dos o más fuentes.

Si la morfología de un elemento queda en duda, la precisión de las fuentes no va a tener tanta relevancia como su verosimilitud. Por muy precisa que sea una fuente al dar las dimensiones de un elemento, si este no existe, se está cometiendo un grave error.

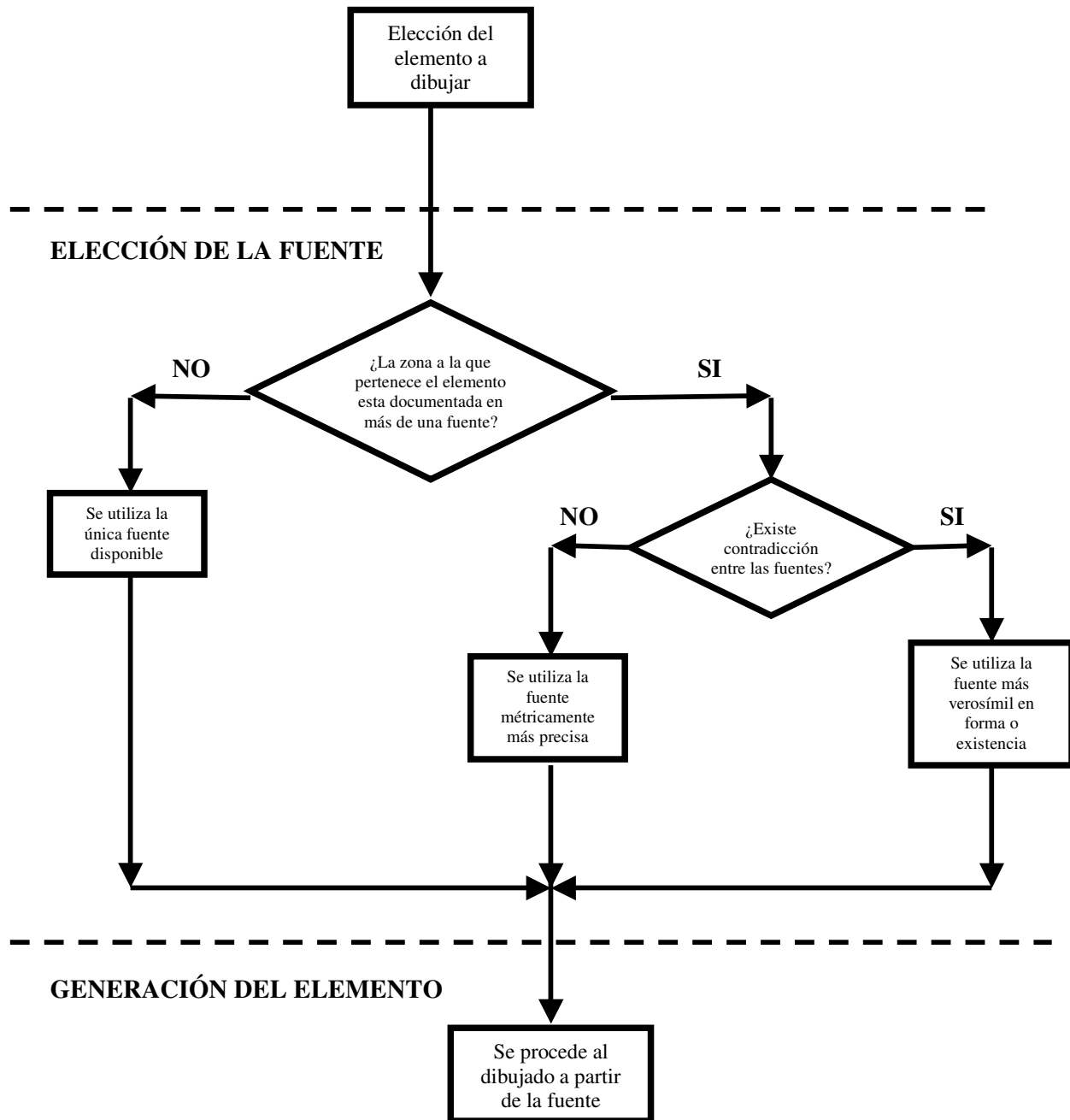
Por lo tanto, es esta posible contradicción entre fuentes la que va a marcar la elección de la fuente que se va a tener en cuenta la precisión o la verosimilitud.

#### **Resumiendo:**

En el caso de la zona donde se encuentre el elemento estuviese definida en más de una fuente, se tomará para su reconstrucción la que dé la información más precisa, salvo en el caso de que dos fuentes se contradigan en la existencia o en la forma del elemento en cuestión, por lo que se tomará la de la fuente que más verosimilitud posea.

Para que se visualice el proceso de una forma más clara, se adjunta el siguiente esquema:

### ELECCIÓN ELEMENTO A DIBUJAR



## 5. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

A continuación se van a describir las herramientas informáticas utilizadas durante la elaboración de este proyecto.

### **AutoCad: programa de diseño asistido por ordenador**

AutoCad es un programa de diseño asistido por ordenador, para dibujo en 2D y en 3D, desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk.

Al igual que otros programas de CAD, AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (punto, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza mediante comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado.

El programa permite organizarlos objetos por medio de capas, ordenando el dibujo en partes independientes con diferente color.

La extensión del archivo de AutoCad es *.dwg*, aunque permite exportar en otros formatos, como el *.dxf*<sup>1</sup>.

El formato *.dxf* permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo CAD, reservándose el formato *.dwg* para sí mismo. El formato *.dxf* puede editarse con un procesador de texto. En cambio *.dwg* sólo podía ser editado con AutoCad, si bien desde hace poco tiempo se ha liberado este formato, con lo que muchos programas CAD distintos lo incorporan, y permiten abrir y guardar en esta extensión, quedando el DXF relegado a necesidades específicas.

A lo largo del proyecto se utilizó la versión AutoCad 2000.

---

<sup>1</sup> DXF: Autodesk (Document Exchange Format file). Formato de texto ASCII usado para almacenar datos vectoriales de aplicaciones CAD.

### **3D Studio VIZ R3: programa de modelado tridimensional**

3D Studio es una aplicación desarrollada por la empresa Autodesk, que permite crear tanto modelados como animaciones en tres dimensiones, a partir de una serie de vistas. La utilización del 3D Studio permite al usuario la fácil visualización y representación de los modelos, así como su exportación y salvado en otros formatos distintos del que utiliza el propio programa.

Mediante este programa se va a desarrollar el modelado tridimensional del edificio, completando así el modelo virtual.

### **CORTONA: programa visualizador de VRML**

Se trata de un visor de 3D interactivo, desarrollado por la empresa Parallel Graphics, ideal para visualizar mundos virtuales en la red.

Es compatible con diversas tecnologías para desarrollo 3D y con todos los formatos de VRML.

VRML (del inglés Virtual Reality Modeling Language, “Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual”), es un formato de archivo normalizado que tiene como objetivo la representación de gráficos interactivos tridimensionales, diseñado particularmente para su empleo en Internet.

Consiste, al igual que el formato DXF en un formato de fichero de texto ASCII en el que se especifican los vértices y las aristas de cada polígono tridimensional, así como el color de su superficie.

Aporta la posibilidad de asociar direcciones web a los componentes gráficos así definidos, de manera que el usuario pueda acceder a una página web o a otro fichero VRML de Internet cada vez que pique en el componente gráfico en cuestión.

El CORTONA, se instala como añadido en los navegadores, a modo de plug-in<sup>2</sup>, compatible con los navegadores más habituales (Explorer, Mozilla, Opera...).

Este programa cuenta con diversas opciones, como pueden ser distintas vistas, movimiento en primera persona, estudio de objetos, etc.

---

<sup>2</sup> Plug-in: es una aplicación informática que interactúa con otra aplicación para aportarle una función o utilidad específica. Se utilizan como forma de expandir programas de forma modular, de manera que se le puedan añadir nuevas funcionalidades sin afecta a las ya existentes. Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)).

En la web de Parallel Graphics se puede descargar e instalar gratuitamente el software:  
[www.parallelgraphics.com](http://www.parallelgraphics.com).

### **Cámara Canon EOS 5D: cámara digital de alta resolución**

- Características:**
- Tipo: réflex, objetivos intercambiables
  - Sensor: CMOS de 12,80 MP efectivos
  - Tamaño sensor: 35,80 x 23,90 mm
  - Montura: Canon EF
  - Factor de multiplicación: 1,00x
  - Pantalla: TFT de 2,50 pulgadas

Esta cámara se usó durante el proceso de la digitalización de los planos, como alternativa al escáner como medio de captura.



Img. 5.1. Canon  
EOS 5D

### **Modelo\_v21: programa de rectificación automática de imágenes.**

Programa desarrollado por el LDGP y utilizado durante el proceso de digitalización de los planos.

### **Secciones\_v1: programa de realización automática de secciones.**

Programa desarrollado por el LDGP. Se basa en la obtención de secciones a partir de un modelo geométrico tridimensional.

### **Microsoft FrontPage: editor HTML<sup>3</sup>.**

Herramienta de administración de páginas web de Microsoft para el sistema operativo Windows.

### **Escáner UMAX PowerLook 2100XL**

- Características:**
- Tipo: escáner plano (flatbed)
  - Área máxima de escaneado: 304,8 x 431,8 mm
  - Resolución óptica: 800 ppp (H) x 1600 ppp (V)
  - Resolución máxima: 9600 ppp(H) x 9600 ppp (V)



Img. 5.2. Escáner UMAX PowerLook 2100XL

---

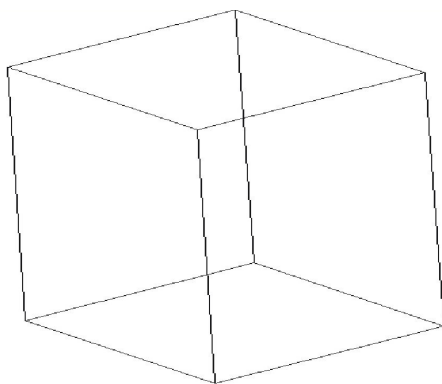
<sup>3</sup> HTML: acrónimo inglés de Hyper Text Markup Language (lenguaje de marcas hipertextuales). Lenguaje de marcación diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas web.

## 6. GENERACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO

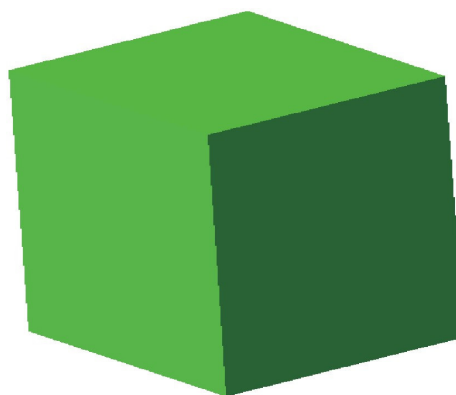
### 6.1. Planteamiento inicial

#### 6.1.1. Elección del tipo de modelado: alámbrico-sólido

Antes de empezar a levantar el modelo vectorial del Palacio, se deben plantear una serie de cuestiones. La primera de todas ellas, y la más importante es el modo en el que se va a realizar el modelo. Se trata de elegir entre dos opciones: por un lado el modelo alámbrico, formado únicamente por líneas que representan las aristas de definición básica de una forma. Por el otro lado los sólidos, que como su propio nombre indica, se tratan de estructuras macizas. Ambos cuentan con ventajas y desventajas:



Img. 6.1. Ejemplo de modelo alámbrico.



Img. 6.2. Ejemplo de modelo sólido.

Por un lado, en un modelo alámbrico, si el proyecto es de una magnitud y complejidad considerable, como es este el caso, se van a utilizar infinidad de líneas, por lo que si hay que seleccionar una en concreto nos podemos ver inmersos en una maraña infinita de ellas, lo que haría el trabajo engorroso. Habría que utilizar diferentes capas y colores para simplificar el trabajo. Pero la principal desventaja con la que parte este tipo de estructuras es que básicamente son formas vacías, que dan la sensación de tridimensionalidad pero que están huecas. Por ello, cuando más adelante se quiera generar el modelo virtual, se tendrán que cubrir con caras bidimensionales para que ofrezcan sensación de solidez. Este recubrimiento supondría tanto trabajo como el empleado en construirlas.

Pero las estructuras alámbricas tienen la ventaja inestimable de ser muy versátiles, adaptables, algo que en este trabajo va a ser muy apreciado. Además, el modelo vectorial



procedente de la parte medida por topografía está realizado mediante este tipo de estructura.

Por el otro lado, los sólidos son más cómodos cuando se trabaja con formas prismáticas, de una geometría, no simplemente sencilla, sino ordenada. Los sólidos son ideales si partimos de un objeto plano que hay que extrusionar<sup>4</sup>, como es este el caso de las plantas. Además un sólido no haría falta cubrirlo con caras ya que de por sí ya es un objeto tridimensional. Sin embargo, si las formas son complejas, trabajar con objetos sólidos puede ser más complicado, ya que son menos versátiles y en caso de encontrarse un error cuesta más modificarlos.

Una vez analizadas las ventajas y desventajas de cada opción se decidió construir el modelo utilizando una estructura alámbrica, ya que el hecho de ser más versátil y adaptable se valoró como más adecuado para integrar estructuras de distinta procedencia y precisión.

### **6.1.2. Utilización de diferentes capas y colores en el modelo**

Para construir el modelo alámbrico va a ser necesario realizar una separación entre sus diferentes partes, para poder discriminar zonas del modelo y así trabajar con él más ágilmente.

Como primera división se utilizará la herramienta de capas de Autocad. Las capas van a permitir separar en partes diferentes los distintos elementos que se vayan generando, de tal manera que va a permitir poder visualizar o manipular la información perteneciente a cada una de estas capas de manera independiente.

El criterio seguido para la distribución de elementos en distintas capas va ser condicionado por los siguientes motivos:

- 1) Las líneas auxiliares tienen que ubicarse en capas diferenciadas de las que van a ser visibles.
- 2) Separación de las líneas de diferentes pisos.
- 3) Separación de las líneas de diferente procedencia (fuente).
- 4) Separación de las líneas de elementos de materiales diferentes.

Lo ideal sería separar en capas diferentes los grupos de elementos que tengan alguna diferencia en los cuatro aspectos anteriores. Pero esto podría suponer trabajar con una

---

<sup>4</sup> Extrusión: acción de elevar o reducir en volumen una superficie a lo largo de un eje perpendicular a la misma.

infinidad de capas, por lo que en el momento de administrarlas puede significar un lastre en la velocidad de trabajo.

Por ello, si no se cuenta con un buen administrador de capas (el de AutoCad 2000 es peor que el de la versión 2004), puede ser una buena idea no dividir los elementos por su material, dejarlos en la misma capa que otros con los que compartan fuente y piso, y diferenciarlos mediante la aplicación de colores preestablecidos para cada material. Eso conllevaría una menor cantidad de capas, pero obligaría a realizar la separación según el material una vez terminado el modelo alámbrico. Por todo lo explicado, se escogió esta última opción.

### **6.1.3. Establecimiento del orden de modelado**

El orden de construcción que se va a llevar a cabo tiene que ser estricto y predeterminado, nunca de una forma aleatoria, sino que debe fundamentarse en unos criterios lógicos, atendiendo a las necesidades del proceso de integración de las partes procedentes de las distintas fuentes con la parte del modelo vectorial ya levantado.

Al estar el semisótano y parte de la planta baja ya generados, es lógico empezar la integración por esta última. Así se construirá el edificio de abajo a arriba, planta por planta, es decir, no se comenzará con el levantamiento de un piso sin haber acabado completamente antes con el anterior. El piso inmediatamente inferior al que se esté levantando servirá de guía y soporte, así como de comprobación para detectar posibles fallos. De esta manera, se levantarán los muros, tabiques y vanos de cada piso, quedando marcada la altura de cada estancia.

Como excepción, se dejarán sin ejecutar ambas escaleras principales, ya que al ser bloques que interrelacionan con todos los pisos, es conveniente levantarlas cuando se hallan completado ambas cajas que las albergan. De esta manera, en caso de que debido a la falta de precisión exista un error en el levantamiento de la escalera por pequeño que sea, este no condicionará la construcción del siguiente piso.

Además, aunque no afecten a la estructura general del edificio, se optó por dejar los diferentes forjados para después de haber completado los muros y tabiques de todos los pisos.

Es muy importante reseñar que las diferentes fachadas no se dibujarán hasta no haber completado la totalidad del interior del edificio. El motivo es muy sencillo:

Como la mayoría del modelo va a ser levantado a partir de las plantas de los diferentes pisos, estas al ser integradas una por una, van a tener un error inevitable de giro y desplazamiento entre unas y otras, que, por pequeño que sea, va a afectar al modelo. De esta manera la línea de fachada quedaría en distinto plano vertical según se cambia de piso. Por eso se reserva para el final, adaptando el grosor de los muros exteriores de cada planta a una vertical común de fachada.

## **6.2. Integración de las plantas con el modelo preexistente**

### **6.2.1. Fundamento**

La base para la integración de la información proveniente de los planos de 1992 con el modelo vectorial realizado por topografía, van a ser las plantas.

Una vez unidas las diferentes plantas al modelo de topografía, bastará con levantar la altura de cada parte del edificio para generar el modelo.

Por lo tanto, esta integración de las plantas va a ser la parte más importante y delicada del todo el proceso. Un pequeño error cometido en esta fase repercutirá de una manera superior en las siguientes. Por este motivo, hay que buscar y analizar la mejor forma de insertar las plantas, no debiendo hacerse de una manera aleatoria, si no a partir de un fundamento justificado y contrastado con otros posibles, con el fin de que se cometa el menor error posible.

Antes de nada, hay que importar las plantas editadas al mismo dibujo del modelo vectorial preexistente. Para ello crearemos sendos bloques de cada planta, las cuales copiaremos e importaremos al modelo vectorial de una en una, separando cada una en una nueva capa.

Una vez importadas, hay que asegurarse de que las plantas son totalmente horizontales, algo que debería ser así, puesto que durante su edición se ha dibujado únicamente en el plano XY. Pero como al ser importadas han podido girarse, lo mejor es comprobarlo de nuevo.

La primera planta que será insertada será la baja. Para ello, primero se tiene que buscar un punto común de la planta y con el modelo en el plano XY. Este punto debe pertenecer a una zona destacada, que no presente ambigüedades en ambas partes, a fin de que no se produzca un error mayor que la diferencia de precisiones entre las dos fuentes.

Pero no solamente se tiene que tener en cuenta para elegir el punto común que este no sea ambiguo, si no que la localización del mismo es tanto o más importante. Esto es debido a que también hay que corregir el giro existente entre la planta a insertar y el modelo.

Si se tomara como punto de inserción una esquina del extremo del edificio, en el momento de corregir el giro, el error existente debido a la diferencia de precisión entre fuentes afectaría de una manera creciente a las zonas del edificio conforme se alejan de dicho punto. Es decir, que error sería extremo en el lado opuesto del punto de inserción, puesto que el error de giro aumenta proporcionalmente a la distancia al punto.

Por lo tanto, hay que elegir un punto que genere un error mínimo, y ese es el que se sitúe a la menor distancia posible de cada extremo. Dicha condición la cumplen únicamente los puntos de la zona central del modelo.

### **6.2.2. Línea de cota cero**

El hecho de insertar la planta del piso bajo a una altura o a otra es indiferente en cuanto al resultado que se va a obtener. Sin embargo, la altura en el eje Z a la que se va a insertar la planta va a marcar el plano de cota cero en el modelo. Es decir, este plano va a marcar la línea a partir de la cual se va a tener que medir en las secciones para conocer cuanta altura hay que darle a una estancia, tanto hacia arriba como hacia abajo.

Por tanto, para que en el momento de medir sobre las secciones resulte más sencillo conocer cuanta altura hay que levantar a través de las acotaciones, sería conveniente que el punto de inserción tuviese la misma altura que el suelo de una estancia cuya cota venga marcada en las secciones.

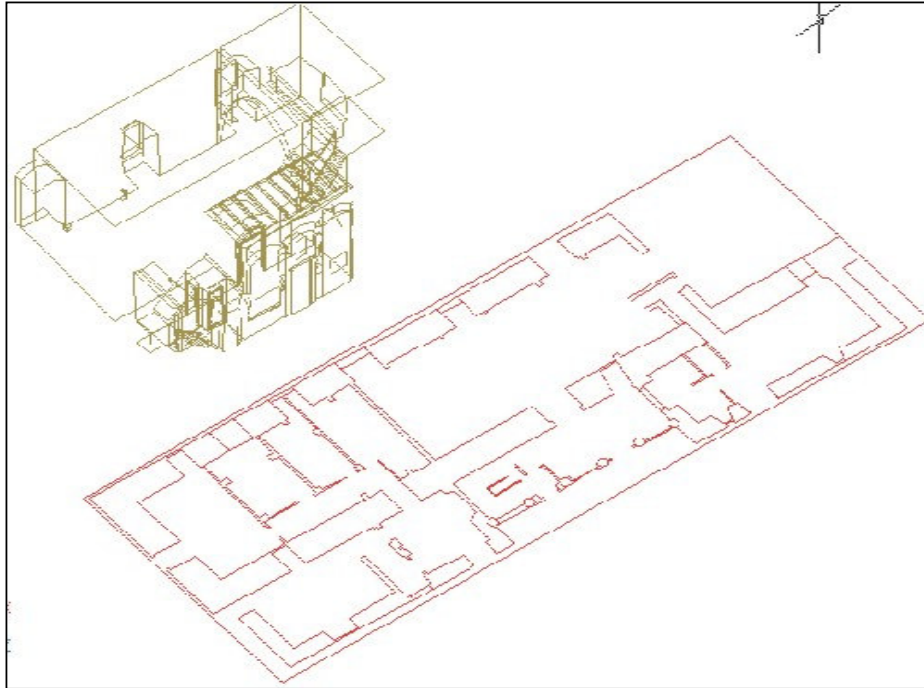
### **6.2.3. Condiciones del punto de inserción**

Resumiendo, el punto a elegir debe situarse en una zona destacada de la zona central, y que además esté a la altura del suelo de una habitación cuya cota esté señalada en las secciones.

#### 6.2.4. Inserción de la planta en el modelo

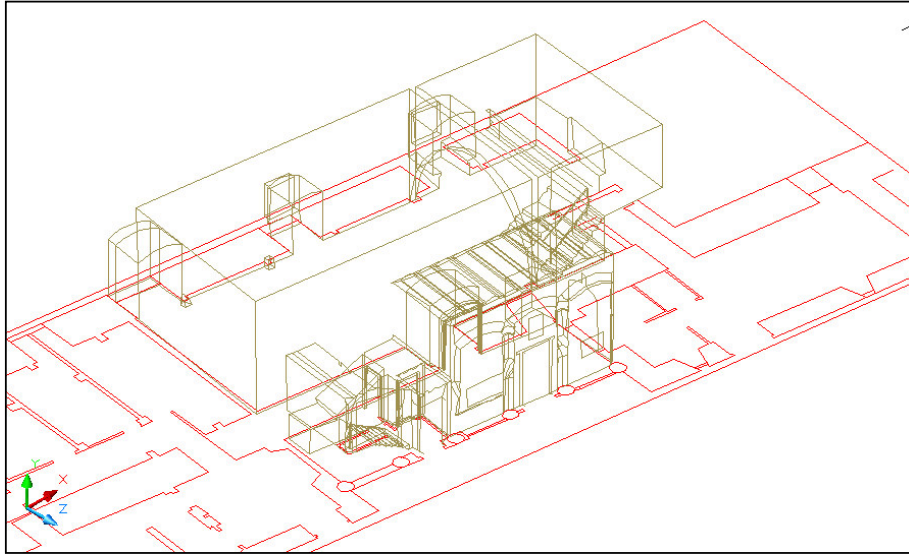
Cumpliendo estas condiciones, se eligió como punto de inserción una esquina inferior de una de las columnas centrales del pórtico de la fachada principal, ya que cumplía con creces las exigencias preestablecidas.

Se trasladará el bloque de la planta haciendo coincidir el punto de inserción con su homólogo en el modelo. A continuación se corregirá el giro existente entre las dos partes.



Img. 6.3. Vista del modelo y de la planta antes de ser insertada.

Para ello se girará la planta, utilizando como eje de giro el mismo punto de inserción, hasta que coincidan los puntos homólogos de ambos extremos de la planta y el modelo. Hay que indicar que esta coincidencia nunca será total debido a que existen diferencias entre ambas plantas ya que tienen diferentes procedencias. Por lo tanto se tiene que buscar la coincidencia que en mayor medida se acerque a la realidad.



Img. 6.4. Planta insertada en el modelo.

### 6.3. Elevación en altura del modelo

### 6.3.1. Introducción

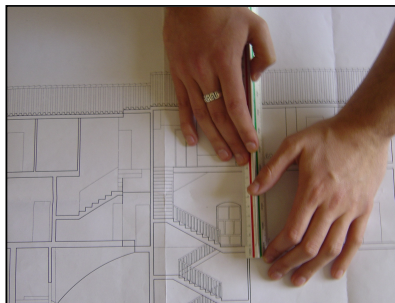
Para levantar en altura el modelo se va trabajar con dos fuentes diferentes. Por un lado las cinco secciones diferentes que forman parte de la colección de planos del edificio. Por el otro, la planta insertada en el modelo en Autocad, que define en X e Y los límites de cada espacio.

El objetivo que se quiere cumplir en esta fase es muy sencillo: se trata simplemente de trasladar la altura de cada estancia que se indica en las secciones, al modelo tridimensional de Autocad.

Se van a dar una serie de pasos que se explican a continuación.

### 6.3.2. Definición del nivel del suelo

Los diferentes espacios que hay en cada planta tienen la característica de que no se encuentran a la misma altura. Así, puede que exista un máximo de 0,5 metros de desnivel entre estancias en una misma planta. Por lo tanto, primero se tiene que definir el nivel del suelo de cada una de ellas. Para lo que se localizan en las secciones la que se ha denominado “línea de cota cero”, que es la que representa al “plano de cota cero” que marca la planta insertada en el modelo.

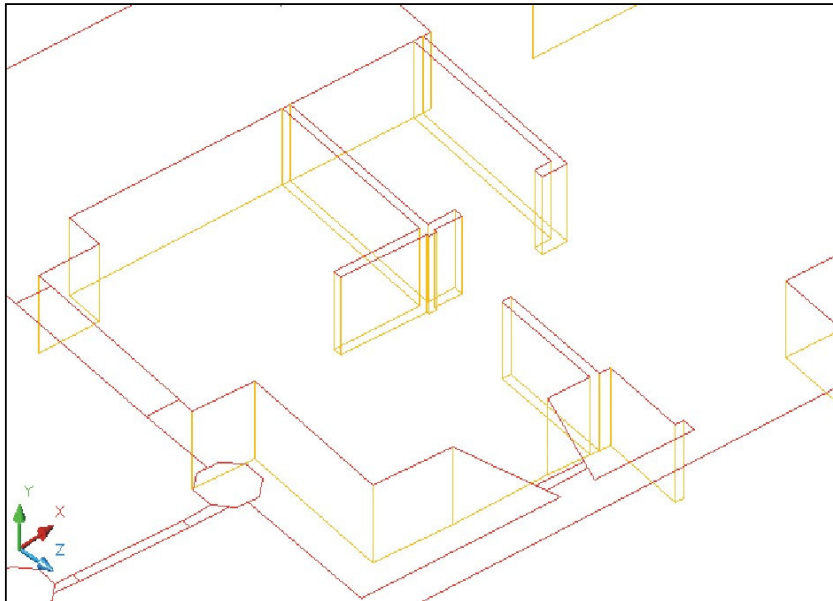


Img. 6.5. Medición de la altura en las secciones.

Ahora se busca en el plano de sección, la habitación con la que se quiera trabajar. Se mide en la sección el incremento en altura entre la línea de cota cero y la del suelo de la estancia. Hay que señalar que este incremento puede ser tanto positivo como negativo. Esta medida siempre habrá que multiplicarla por el coeficiente de escala de los planos, que es 50.

Se trasladará esta distancia al modelo en Autocad, siguiendo el eje Z, quedando definido el nivel del suelo de dicha habitación. De esta manera, la planta de la habitación queda trasladada a su cota real.





Img. 6.6. Definición del nivel del suelo.

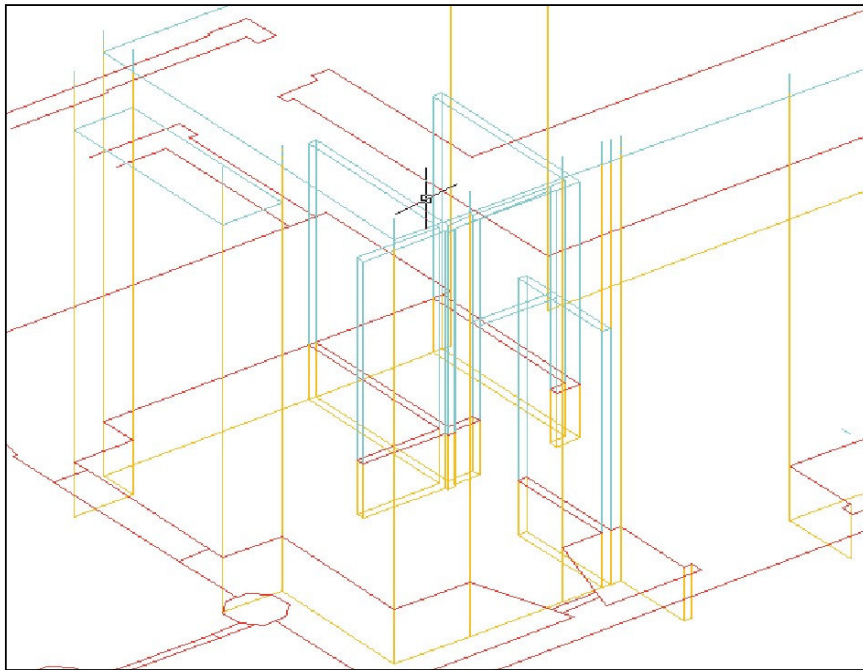
### 6.3.3. Definición del nivel del techo

El proceso va a ser similar al de la definición del nivel del suelo.

En este caso se mide en la sección la altura de la estancia, es decir, la distancia entre su suelo y su techo, y se multiplica la distancia por el coeficiente de la escala.

Se traslada la altura al modelo, pero esta vez las líneas verticales partirán de los puntos característicos del nivel del suelo que hemos marcado con anterioridad

Así queda definido el contorno superior de la habitación, y, por lo tanto, la altura de la misma.



Img. 6.7. Definición del nivel techo.

#### **6.3.4. Cambio a una nueva planta base**

Es obvio que, cuando se haya levantado la totalidad de una planta, se debe pasar a levantar la siguiente. Para ello hay que repetir el mismo proceso de inserción de planta aplicado con anterioridad en el caso de la planta baja.

Para esta nueva inserción, hay que utilizar un punto que cumpla con los requisitos marcados anteriormente.

Para saber a que altura hay que colocar la nueva planta, habrá que medir en una sección el incremento de altura entre la “línea de cota cero” anterior y la que hemos elegido como nueva.

Utilizando una línea auxiliar vertical, se insertará la nueva planta en su lugar correspondiente, debiendo corregir a continuación el giro que presente con el resto del modelo.

El proceso de generación del modelo tridimensional de los espacios de este nuevo piso, será similar al explicado anteriormente, definiendo primero el nivel del suelo y posteriormente la altura del techo.

## **6.4. Generación de los vanos**

### **6.4.1. Introducción**

Una vez que se ha levantado en altura una estancia, se puede pasar a construir sus vanos. La luz y la anchura de estos, están claramente definida en la planta, por lo que sólo resta conocer sus dimensiones en el plano vertical.

Pero de los vanos no sólo hay que conocer sus dimensiones, si no que también la forma en la que están rematados, es decir, si son adintelados o acaban en algún tipo de arco. Es algo que se va a conocer a través de las secciones, o a través de las fotografías. Esto último es muy importante, ya que durante el proceso de generación del modelo, se comprobó que existían discrepancias entre la forma que mostraban las secciones de algunos vanos, con las que se veían en las fotografías. Se eligió como mejor opción la de la fotografía, ya que se trata de una fuente con más verosimilitud.

Resumiendo, que mientras de las plantas obtenemos la ubicación, luz y anchura de los vanos, la altura nos la proporcionan las secciones y la forma, estas últimas y las fotografías.

### **6.4.2. Diferenciación en capas**

Como consecuencia de que la información para levantar los vanos provenga de dos fuentes diferentes, está la necesidad de dejar constatado a partir de cual se ha generado cada uno.

Por ello, como ya se indicó en el apartado 6.1.2., se utilizarán capas distintas para dibujar los vanos que hayan sido contruidos únicamente a partir de las secciones y los que hayan sido corregidos debido a que en las fotografías presentaban una forma diferente.

### 6.4.3. Proceso de construcción

Al igual que para determinar la altura de las estancias, para generar los vanos se tendrá que medir la altura en las secciones, y trasladarla al modelo después de haber sido aplicado el coeficiente de escala.

En caso de que el vano que se vaya a generar sea una puerta, bastará con tomar sólo la altura desde el suelo, mientras que si se trata de una ventana habrá que tomar tanto la altura de arranque como la de donde acaba.

Según el tipo de vano, su generación va ser diferente:

**Vano adintelado.** Bastará con que el cierre superior del vano sea una línea recta.

**Arco de medio punto.** El proceso de su construcción será el siguiente:

Los ejes X e Y de dibujo deberán estar alineados con la línea vertical de la jamba del vano y la de la luz del futuro arco. De esta manera la futura circunferencia que formará el arco seguirá la dirección correcta.

Si a continuación, se unen los dos extremos superiores del arco con una línea auxiliar el proceso se simplifica, ya que bastará dibujar una circunferencia cuyo centro este en la mitad de dicha línea y de radio la distancia de este a uno de los extremos superiores de la jamba.

Sólo restará recortar la mitad inferior de la circunferencia para que quede formado el arco de medio punto.

**Arco escarzano.** Su construcción será algo similar al del arco de medio punto, pero siguiendo el fundamento de dicho tipo de arco:

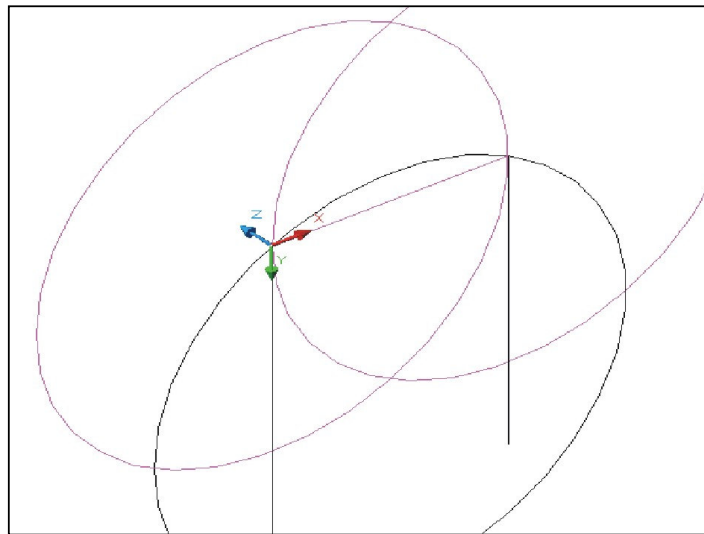
Al igual que en el caso anterior, y por el mismo motivo, los ejes de dibujo X e Y deberán estar alineados con la vertical de la jamba y la dirección de la luz del vano.

A continuación se van a dibujar dos circunferencias auxiliares: una con centro en un lado del arranque del arco (final de la jamba) y de radio la luz del vano, y la otra igual, pero cuyo centro sea en el otro arranque con radio también la luz. Así se nos forman dos intersecciones entre las dos circunferencias auxiliares.

El fundamento del arco escarzano se cumple, ya que uniendo el punto de intersección inferior de las circunferencias auxiliares con los puntos de arranque del futuro arco, y estos entre sí, se forma un triángulo equilátero cuyo lado es igual a la luz del vano.

Ahora, con centro en el punto de intersección inferior, se dibuja otra circunferencia, esta vez en una capa principal, con radio la distancia a un arranque del futuro arco.

Recortando la parte inferior a la luz de la circunferencia se forma el arco escarzano buscado.



Img. 6.8. Generación de un arco escarzano.

## **6.5. Generación de las escaleras**

### **6.5.1. Introducción**

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la construcción de ambas escaleras se ha pospuesto para la parte final de la generación del modelo.

La razón, ya explicada, es que al ser una parte común en los diferentes pisos, si se hubiese levantado con anterioridad a estos, hubiera condicionado su construcción. Por ello se pospone a la terminación de las dos cajas de escalera.

Para una mejor identificación de las dos escaleras, se le ha denominado de forma que la escalera del bloque A, la más meridional, se le denomina escalera A. La del bloque B, situada en la zona central, escalera B.

### **6.5.2. Generación**

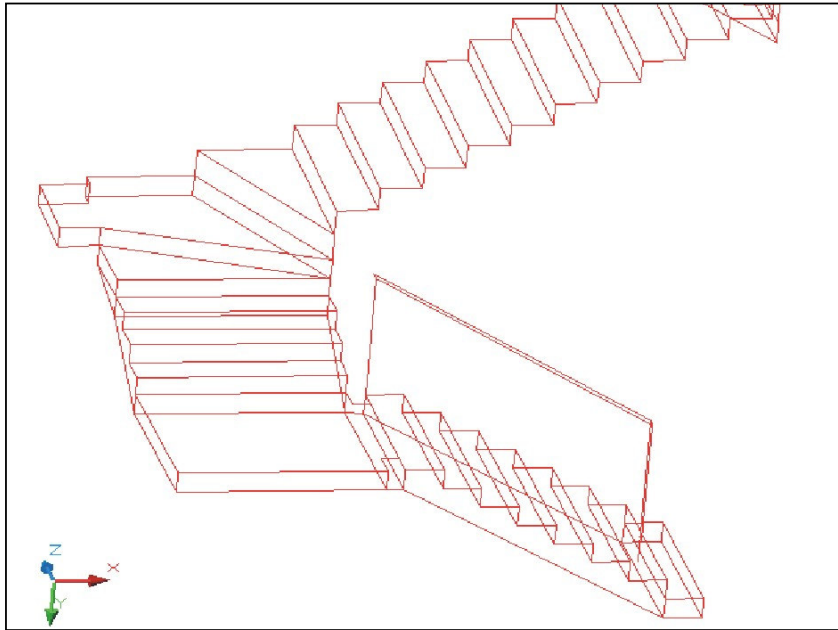
La generación de ambas escaleras no va a ser similar, ya que cuentan con estructuras diferentes:

#### **Escalera A:**

Es la más antigua de las dos. Su caja no es una estructura vertical, si no que sigue varias estancias, en algunos casos en el mismo piso. No son de madera, sino que son de obra. Además, de esta escalera no se cuenta con parte medida por topografía.

Para levantar los diferentes escalones, la anchura se obtendrá de la planta, mientras que la altura se sacará de las secciones.

Destacar que durante este proceso, se constató un error en los planos: en planta aparecía representado un escalón menos que en la sección. Esta contradicción se debió salvar dando por válida la información de la planta e incrementando la altura de todos los escalones del tramo afectado hasta compensar el error en la altura.



Img 6.9. Modelo alámbrico de la escalera A.

### **Escalera B:**

Por otro lado, la escalera B es una estructura mucho más homogénea. Sigue una estructura totalmente vertical, con tramos de las mismas dimensiones, excepto el último. Construida totalmente de madera, es una construcción posterior a la escalera A. Para crear la caja, se eliminó el forjado por donde tendría que pasar la escalera. A diferencia de la anterior, el arranque ha sido medido por topografía por lo que su construcción va a ser más complicada, ya que se tendrá que integrar información procedente de dos fuentes.

Por tanto, la construcción de esta escalera debe comenzar por la integración del tramo inicial hecho por topografía con la información que procede de las plantas. La no coincidencia total de entre ellos, obliga a adaptar la parte nueva que se toma por la planta a las exigencias que impone el modelo vectorial hecho por topografía.

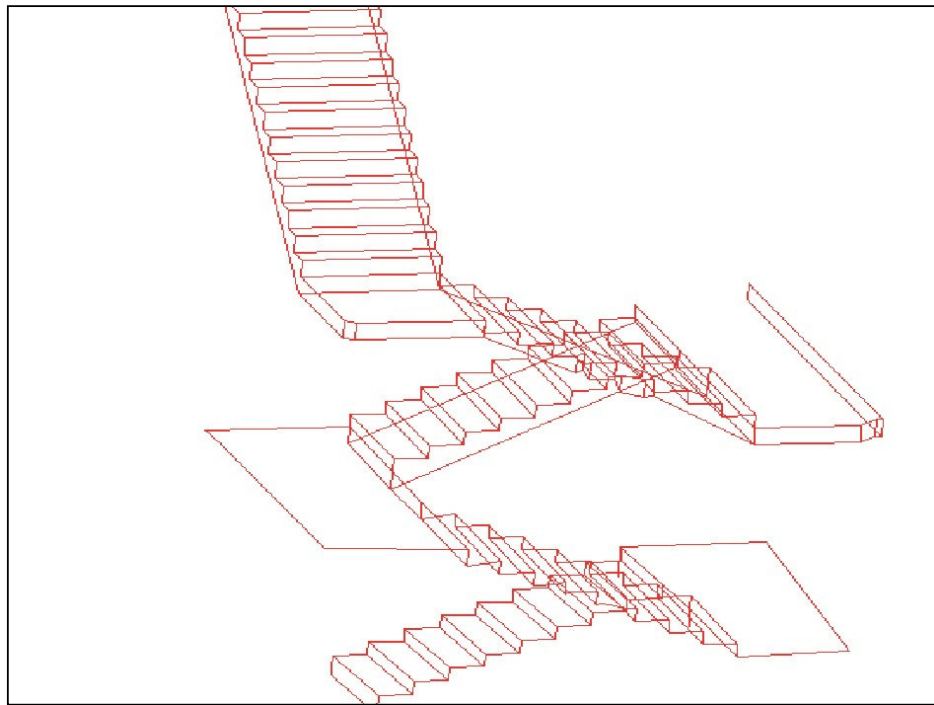
Una vez superado este inicio, la construcción del resto de la estructura no presenta más problemas. A diferencia de la otra escalera, las plantas y las secciones no se contradicen. Cabe destacar, que las dimensiones de la barandilla de esta escalera las obtenemos de las secciones.



Aunque aparece muy simplificada con respecto a la realidad, se seguirá este modelo con el fin de mantener la precisión.

Debido al error inevitable cometido en la integración de las distintas plantas, los tabiques que forman ambas cajas, al corresponder a distintos pisos, no quedan totalmente en la misma vertical. Para lograr una mejor estética se podían haber modificado estos tabiques, pero se decidió no manipularlos para salvaguardar las dimensiones indicadas por los planos. Sin embargo fue la propia escalera la que se adaptó a estos tabiques, absorbiendo el error.

Por lo tanto, al hacer esta modificación, se primó el mantener la precisión métrica de los tabiques a la de la propia escalera.



Img. 6.10. Modelo alámbrico de la escalera B.

## **6.6. Construcción de forjados y artesonados**

### **6.6.1. Introducción**

Para la construcción de los forjados, únicamente se cuenta con dos planos: las plantas de los forjados de la entreplanta y de la planta primera. Para los del resto plantas fue necesario utilizar las fotografías del informe del arquitecto, ya que en la mayoría las estancias las vigas del techo están a la vista. Se desconoce si existen planos de forjado de las otras dos plantas (segunda y cubierta), aunque parece ser que sí, ya que los dos con los que se cuenta están numerados como 20 y 21, y el siguiente, el alzado de la fachada principal, es el número 24.

En las plantas de forjado sólo aparecen representados los ejes de cada viga. No se indica ni la anchura de la viga, ni se puede conocer que forma tiene. Así pues, de los planos sólo se va obtener la distancia entre los ejes de las vigas, su número y su dirección, pero, como se ha dicho, sólo de los forjados de la entreplanta y la planta primera.

Cabe indicar también, que en estos planos de forjado no se indica si lo que se representa es el forjado del suelo o del techo de esa planta. Comparando con los otros planos se deduce que se trata del forjado del suelo de la planta indicada.

Debido a esto, se optó por no seguir la técnica aplicada con los otros planos de plantas, ya que las vigas no se representan como tal y además no se cuenta con todos los planos. Por tanto se seguirá una técnica más cercana a la utilizada con las secciones, midiendo directamente en los planos y trasladando esa medida al modelo.

Para los artesonados de las plantas primera y segunda (forjados segundo y de cubierta), sólo se contó para su generación con las diferentes fotografías procedentes del informe del arquitecto. A través de estas fotografías se puede deducir la dirección del artesonado, así como aproximarse a la forma y dimensiones de las vigas. En cuanto al número de vigas en cada estancia, se tiene que realizar una aproximación, ya que se desconoce la distancia entre ellas y la imagen sólo cubre una parte del techo.

Así, las fotografías se descubrieron como una fuente valiosísima, cubriendo las carencias percibidas en los planos.

Al carecer de información de la anchura de las vigas, se tomó como referencia las de la zona medida por topografía. Así se generalizó que las vigas tenían una anchura de 0,1 metros, una magnitud inferior a la verdadera, excepto en las habitaciones en las que a través de las fotografías se veía claramente que eran diferentes (bloque C).

También fue a través de las fotografías como se pudo comprobar que la mayoría de los forjados tenían un acabado en bovedillas de arcos rebajados.

#### **6.6.2. Construcción de las vigas**

Una vez explicada la situación de la que se parte y como se va a abordar la construcción de los artesonados, ahora se va a explicar lo que es su generación propiamente dicha.

Para realizar el modelado de las vigas, primero se tienen que colocar los ejes de dibujo en la posición correcta. Esta es la dirección del borde superior de la pared donde arrancan las vigas. De esta manera, siguiendo esta dirección, se puede ir marcando el citado arranque y la distancia entre ellas.

Posteriormente, a partir de las marcas de arranque de las vigas, se une con la pared opuesta, formando así el artesonado en planta.

A partir de este modelo en planta de las vigas, sólo resta aplicarles la altura a cada una de ellas siguiendo en eje Z en sentido descendente.

Una vez aplicada la altura, se cerrará la parte inferior de la viga con una forma similar a la superior.

El proceso explicado, corresponde a los pisos inferiores, ya que las vigas se construyen paralelas al plano XY.

Sin embargo, el artesonado de cubierta (techo de la segunda planta) no es paralelo al plano XY, si no que es paralelo a la cubierta que sustenta. Por lo tanto, antes de empezar a dibujar este artesonado, hay que marcar los planos de la cubierta.

Para ello, tiene que estar marcada la forma interior de la cubierta, es decir, los planos de los tendidos y faldones que la forman. A partir de ella, se levantarán las vigas de forma paralela a los faldones, ya de la misma forma que en el caso de los pisos inferiores, llevando las vigas desde los muros de carga de las fachadas, hasta el muro hastial del centro.

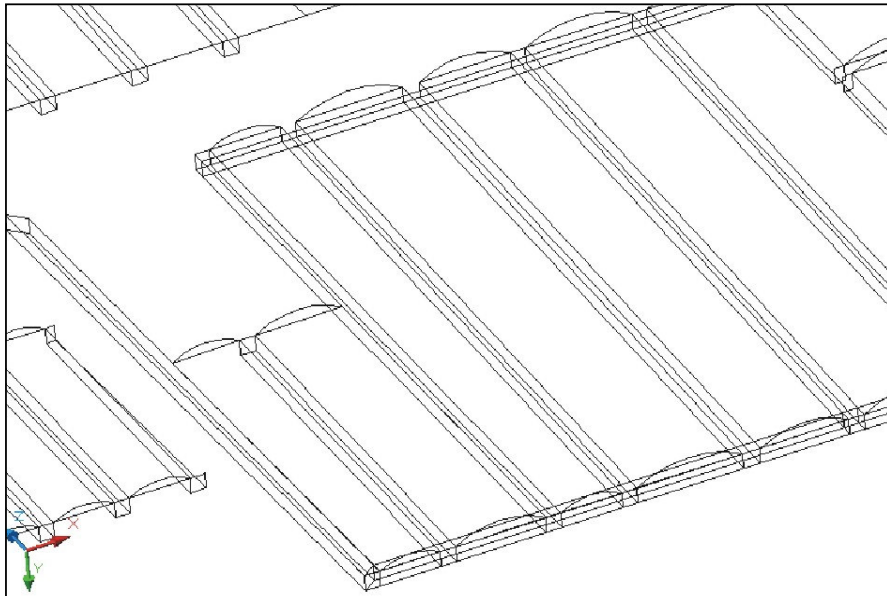
Hay que reseñar, que a diferencia de los artesonados de los otros pisos, las vigas del segundo no terminan en los muros de carga de la fachada, sino que continúan más allá para sostener el voladizo del tejado. Estas partes de vigas que asoman hacia el exterior se denominan canes o canecillos. Para construir estos canecillos únicamente se tendrá que alargar la viga hasta la distancia que indiquen tanto las secciones como la planta de cubierta.

#### **6.6.3. Construcción de los forjados**

Como en los planos no se indica nada acerca de la forma de los forjados, esta se obtendrá únicamente de la información que proporcionen las fotografías.

Observándolas, se aprecia que existen varios tipos de acabados para los forjados: el primero se trata de bovedillas de arcos rebajados. Al parecer, este es el tipo de forjado original, y todos los demás son modificaciones o corresponden a añadidos posteriores. Otro tipo es el forjado de tipo plano. Por último, en parte del segundo piso, el forjado es de tablas de madera a la vista.

El único que puede crear problemas, es la generación del primer tipo de forjado. Para ello, basta seguir el proceso de construcción de los arcos rebajados en los vanos, pero sustituyendo la luz del vano por la distancia en línea recta entre las vigas.



Img. 6.11. Modelo alámbrico de una parte del artesonado y su forjado ya generados.

## **6.7. Construcción de fachadas**

### **6.7.1. Análisis de las fuentes disponibles**

Como ya se señaló con anterioridad, durante todo el proceso realizado hasta ahora no se han dibujado los planos de fachada. Por tanto, el modelo vectorial levantado hasta el momento sólo contaba con la parte interior, así como los vanos exteriores de los muros de la fachada.

Para el levantamiento de las fachadas se cuenta con diversas fuentes:

#### **1) Topografía:**

Como se mencionó anteriormente, se documentó mediante esta técnica tanto la totalidad de la fachada principal, como la mitad de la posterior.

Las dos fachadas formaban parte del modelo vectorial inicial, por lo que ya estaban perfectamente integradas con el interior del edificio antes de empezar el proyecto. Por lo tanto, es la fuente que más precisión va a ofrecer de las fachadas.

Sin embargo, cuenta con varios inconvenientes:

El primero es que las fachadas no están completamente documentadas por esta fuente. No sólo parte de la posterior, sino que también las laterales (norte y sur). Por lo que sería necesario la integración no sólo con el interior del edificio, si no que también con partes de la fachada cuya fuente sea diferente.

Pero el inconveniente más importante es que el modelo de la fachada medida por topografía no coincide con la parte del modelo interior levantado a partir de los planos, el cual sí está perfectamente integrado con la parte interior medida por topografía. Se está hablando de una diferencia que llega a 0,5 metros en el plano XY en algunas zonas, la cual se podría haber salvado si el vano se localizaba correctamente dentro de la estancia.

Mayor problema presenta la diferencia entre las dos partes en el eje Z. En algunos casos la diferencia alcanza 0,3 m, algo completamente insalvable, ya que los arranques de algunos vanos quedarían muy cercanos al nivel del suelo.

Este error tan amplio no es posible achacarlo a los errores acumulados en el proceso, ya que como quedó comprobado y explicado estos no llegaban a los 0,2 m.

Por lo tanto, tal magnitud debe ser atribuida a diferencias existentes entre las distintas fuentes.

Como consecuencia, y a pesar de ser la fuente con mayor fiabilidad, los modelos de las fachadas tomados por topografía quedan relegadas a un segundo plano.

Cabe reiterar, que no se descartan por ser peores, si no como consecuencia de esa diferencia abismal con el modelo del interior del edificio.

A pesar de todo, como se indicará posteriormente, para una parte del modelo de la fachada principal se utilizará esta fuente.

## 2) **Planos:**

Se cuenta con los planos de las fachadas principal y posterior. A diferencia del modelo de topografía, estos si representan la totalidad de las fachadas, pero tampoco se cuenta con planos de las fachadas norte y sur.

El error existente entre el modelo interior y los de las fachadas tomados por topografía, convierte a esta fuente en la opción principal.

Pero analizando los planos de fachada, se comprueba que estos son exactamente igual al modelo interior, ya que mayoritariamente éste último se levantó a partir de la misma fuente. Por tanto si se intentará integrar los planos de fachada en el modelo como se hizo con las plantas, se entraría en una redundancia.

### **6.7.2. Decisión elegida**

Después de haber hecho estos análisis, se toma la decisión de no introducir una información adicional en el modelo, puesto que para formar la fachada bastará simplemente con proyectar los huecos de los vanos del modelo interior, hacia un plano vertical de fachada común.

Puesto que en la zona central de la fachada principal estaba localizado el punto de inserción de las plantas de los diferentes pisos, el error entre el modelo de esta parte de la fachada y el del interior era mínimo (máximo 2 cm) y, dada la complejidad que presenta el conjunto formado por el pórtico y la logia, se toma la decisión de utilizar la parte del modelo tomado por topografía correspondiente a este conjunto.

### **6.7.3. Proceso**

Los errores inevitables cometidos en la integración de las plantas de los diferentes pisos en el modelo, hace que los límites de los vanos no coincidan en la misma vertical. Si para dibujar el plano de fachada simplemente se uniesen estos extremos sin modificarlos, la fachada quedaría a distinta profundidad según el piso.

Por lo tanto se deben hacer pequeñas modificaciones para contrarrestar estas diferencias entre pisos, y lograr que la fachada sea única y homogénea.

Para ello, se tiene que marcar primero el plano vertical que va a ocupar la fachada y posteriormente adaptar la profundidad de cada vano a ese plano.

Como plano vertical para la fachada se eligió la que marcaba la planta del piso bajo.

A continuación se adaptó de forma individual cada vano, para que su extremo exterior coincidiese con el plano de la fachada. Si el extremo del vano sobresale por más allá del plano, se recortará el vano. Si por el contrario no lo alcanza, se alargará.

Esta modificación, aunque reduce la precisión del modelo, se trata en el mayor de los casos de 4 cm, por lo que se consigue una enorme mejora estética a cambio de perder una precisión que no es mayor al error producido al integrar las plantas.

En cuanto a la integración del modelo del pórtico y de la logia rescatado del trabajo de topografía, esta fue muy simple. Bastó con realizar una pequeña modificación en las pequeñas fachadas laterales inmediatas a ellos.

## 6.8. Construcción de cubiertas y aleros

### 6.8.1. Introducción

Puesto que cuando se generó el artesonado de la segunda planta, se tuvo que marcar ya la estructura básica de la cubierta, la construcción de esta no va a presentar ningún problema.

Únicamente habrá que darle volumen, extruyendo hacia arriba los planos de faldones y tendidos.

En cuanto a la distancia hasta donde prolongar los tendidos tampoco existe dilema, simplemente hasta el extremo del alero que marcan los canecillos.

### 6.8.2. Proceso de generación

Como ya se ha mencionado, para levantar un tendido, se tienen que crear dos planos:

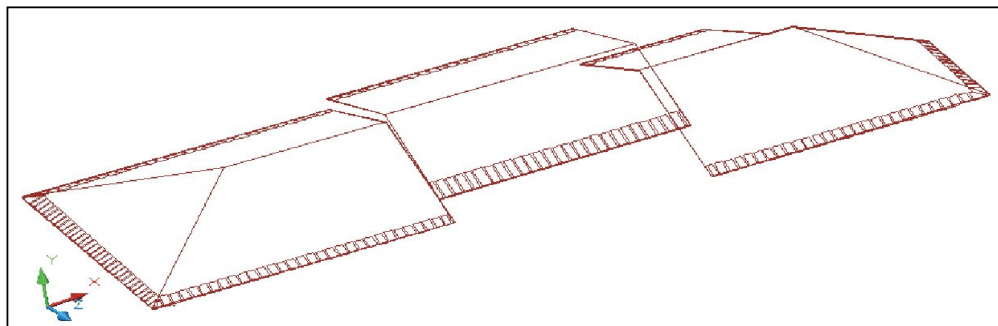
El primero va a ser el inferior, y es el que va a coincidir con el forjado del segundo piso. Comienza en el hastial del muro central y se prolonga hasta el final de los canecillos.

El segundo, el superior, se sitúa encima y de forma totalmente paralela al anterior. Arranca en el caballete central y se prolonga hasta el extremo del alero.

La distancia en la vertical entre estos dos planos marca la anchura de la cubierta.

Mencionar que si en vez de tratarse de un tendido, se trata de un faldón, la generación es similar.

Así se quedarán marcadas todas las líneas que representan las limatesas, caballetes y aleros de toda la cubierta.



Img. 6.12. Modelo alámbrico de la cubierta una vez finalizado.

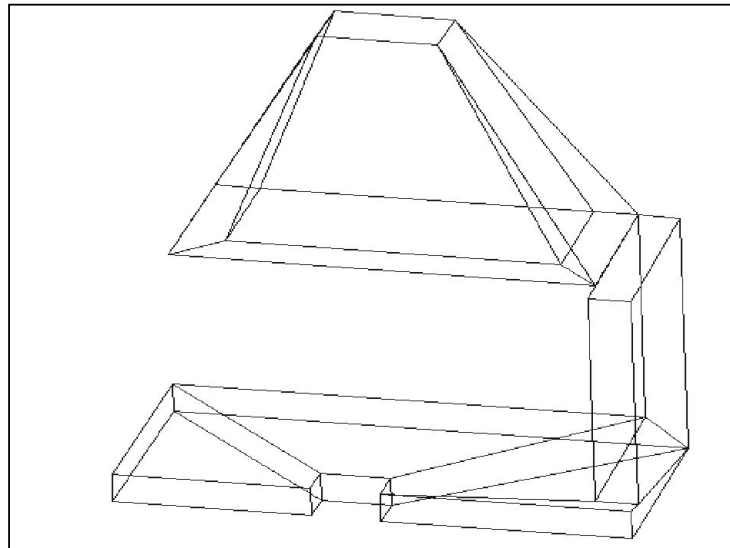
## 6.9. Generación de estructuras menores



Aparte de los elementos arquitectónicos propios del edificio, existen otros que no tienen ese carácter estructural, pero que son parte importante del conjunto, bien porque ayudan a comprender las funciones de las estancias o de los elementos en los que están situados, bien porque son elementos originales del Palacio.

Ejemplo de estas estructuras son los poyos de los cortejadores, o la chimenea de la entreplanta.

Estos elementos están perfectamente documentados en los planos de 1992, por lo que no supone ningún problema levantar los modelos individuales dentro del resto del modelo. Aparecen en las plantas y fueron digitalizados junto con el resto.



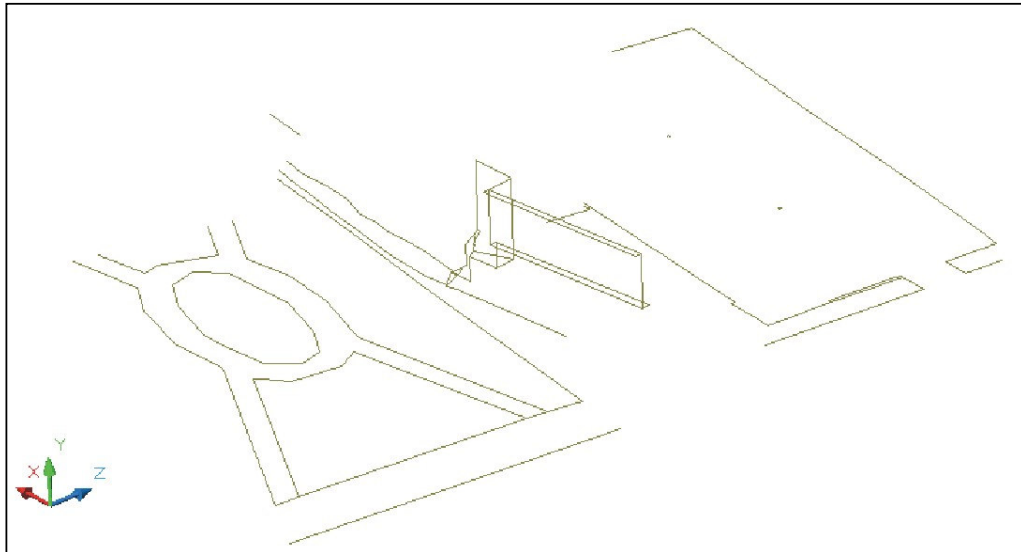
Img. 6.13. Ejemplo de estructura menor: hogar en la entreplanta.

## 6.10. Modelado del entorno

Para complementar el Palacio, se va a modelar parte del su entorno.

De este entorno, se tomó parte por topografía. En concreto la plaza anterior, el parque posterior, así como la parte trasera del edificio de nueva construcción levantado al sur del Palacio. De esta manera queda definido el nivel de ambas plazas, visualizando el desnivel existente entre ambas fachadas, ayudando a comprender la estructura del semisótano.

Por otro lado, para completar el entorno, así como el edificio ya mencionado, se utilizará la cartografía municipal y las ortofotos.



Img. 6.14. Modelo alámbrico del entorno medido por topografía.

## **6.11. Cubrimiento del modelo vectorial mediante superficies bidimensionales**

### **6.11.1. Introducción**

Una vez finalizado el modelo alámbrico, el siguiente paso será cubrirlo mediante caras bidimensionales. De esta manera, se logrará un aspecto macizo en la totalidad de la estructura, de forma que al observador le resulte mucho más cómodo y sencillo visualizar el modelo. Además, posibilitará la posterior aplicación de texturas sobre estas superficies.

Al igual que en el caso del modelo vectorial, habrá que distribuir las superficies que se van a generar en diferentes capas, con los mismos criterios que en el modelo vectorial: piso, fuente y material.

Pero a estos hay que añadirles uno nuevo, que tiene que ver con la posterior generación de un modelo virtual y que se explica a continuación:

Durante la generación del modelo virtual, el principal cometido que se va a llevar va a ser la aplicación de texturas apropiadas a los diferentes elementos, intentando imitar su verdadera apariencia. Pero en objetos de diferente morfología o orientación, si se aplican ciertas texturas a la vez en ellos, el resultado no va a ser el mismo. Por lo tanto, hay que aplicar también la distribución en capas diferentes de esos elementos que, aún siendo de materiales, fuentes y pisos similares, la textura va a quedar de manera diferente entre ellos.

Este es el caso del artesonado: las vigas longitudinales de una estancia tienen similar aspecto que las que las sustentan, que son transversales. Pero si se las aplicara la misma textura de madera a la vez a ambos grupos, las vetas quedarían de forma correcta y real en un grupo, pero en el otro quedarían de manera transversal, de modo irreal. Por lo tanto se tendría que dividir ambos grupos, vigas longitudinales y transversales en diferentes capas.

De esta manera se simplificará mucho en trabajo en el momento de generar el modelo virtual.

Por lo tanto los cuatro criterios seguidos para distribuir en capas diferentes las superficies bidimensionales que se vayan creando serán:

- Diferente piso
- Diferente fuente
- Diferente material
- Diferente morfología o orientación

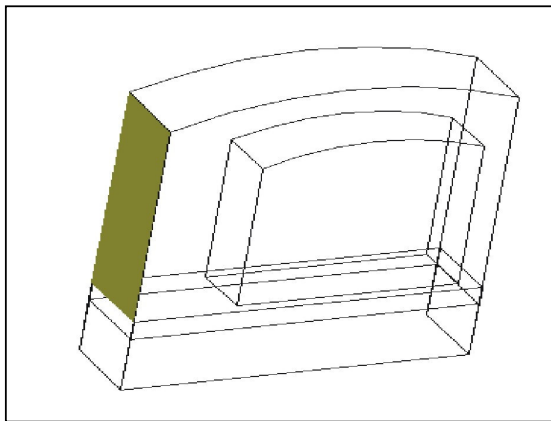
Como en el caso del modelo vectorial, bastará que uno de los diferentes criterios sea diferente entre dos elementos para que se distribuyan en capas diferentes.

### **6.11.2. Metodología seguida en la aplicación de superficies**

Según la morfología del elemento que se proceda a cubrir, los métodos de aplicación de caras bidimensionales al modelo alámbrico van a variar.

#### **Cara 3D:**

Se trata del caso más simple. Crea una superficie triangular o cuadrangular según se le marque tres o cuatro puntos característicos de la cara. Esta opción se utilizará para superficies planas, estructuras sencillas como son las paredes y las vigas.



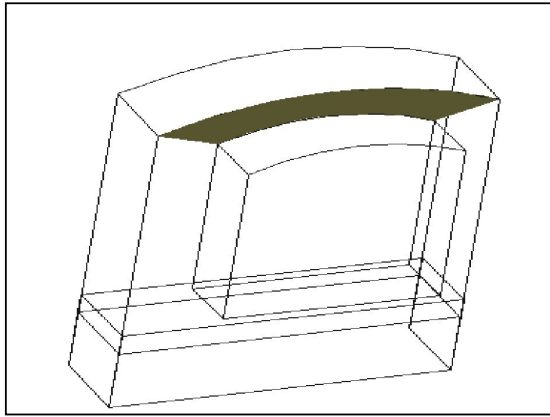
Img. 6.15. Cara 3D aplicada a un lado de un modelo alámbrico.

#### **Superficie tabulada:**

Se utiliza cuando se quiere crear una superficie delimitada por dos líneas curvas similares opuestas y los otros dos laterales rectos.

### **Superficie reglada:**

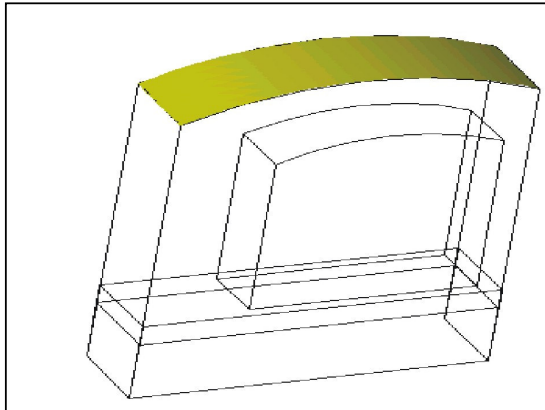
Esta opción va a ser la más útil para crear una superficie comprendida entre dos líneas, mínimo una de ellas curvas.



Img. 6.16. Superficie reglada aplicada en el mismo modelo anterior.

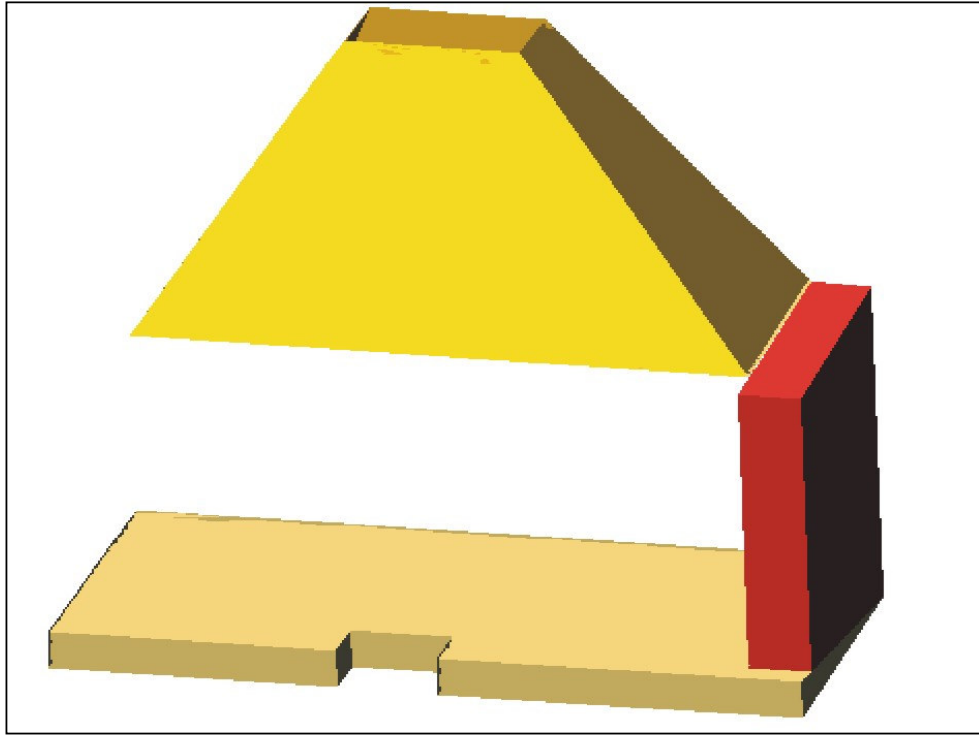
### **Superficie definida por lados:**

Esta tercera opción, a diferencia de las dos anteriores, permite delimitar el espacio de la superficie mediante cuatro líneas. Por lo tanto, será utilizado para superficies que vayan a cubrir espacios delimitados por más de dos líneas curvas.



Img. 6.17. Superficie definida por lados aplicada al modelo.

Utilizando estas herramientas se cubrirá la totalidad del modelo vectorial con superficies, distribuyendo estas en capas según el criterio establecido con anterioridad. De esta manera se logra ese aspecto macizo del modelo que se ha buscado en esta fase.



Img. 6.18. El hogar del que antes se presentó su modelo alámbrico, cubierto ya por superficies. Apréciase que los colores indican que se han separado en capas diferentes los distintos materiales.

## **6.12. Depuración de errores**

### **6.12.1. Introducción**

Una vez acabado la totalidad del modelo geométrico, el paso siguiente será corregir los, más que probables, errores que se hayan cometido durante su generación.

Se depurará el modelo directamente y al encontrarse errores serán corregidos de inmediato. Pero lo que se está intentando corregir es que no existan errores en el modelo completo, es decir, con todas las capas que van a ser visibles activadas e interactuando.

En Autocad, si se activaran todas las capas que van a ser visibles, sólo se podría inspeccionar la parte exterior del modelo. Por esto, será necesario exportar a otro formato el modelo, uno que permita la inspección libre buscada.

Este formato va a ser el VRML, que como se explicó con anterioridad, va a permitir explorar y por tanto detectar, aquellos errores que posee inicialmente el modelo.

### **6.12.2. Exportación de Autocad a VRML**

Para exportar el modelo realizado a lenguaje VRML, primero es necesario exportarlo a formato 3D Studio, ya que Autocad no cuenta con la opción de exportar directamente a este formato.

Una vez creado un nuevo fichero del modelo en formato 3D Studio, se iniciará el programa 3D Studio VIZ y se abrirá el fichero anteriormente exportado a este formato. Ahora, se abrirá el fichero que se acaba de crear.

El último paso será exportar desde 3D Studio al formato VRML.

### 6.12.3. Corrección de errores en el modelo

Para detectar los errores, se abrirá el fichero en formato VRML; se inicializará el programa visualizador CORTONA. A través de este programa, se podrá explorar con cualquier libertad la totalidad del modelo, tanto el exterior como el interior.

Al localizar un error, una zona que no está bien cubierta por cara 3D ó que falta de generar algún elemento, se corregirá en el modelo de Autocad ese error de forma inmediata.



Img. 6.19. Inspección del modelo en VRML buscando posibles errores en él.

Una vez inspeccionado todo el modelo en VRML, se repetirá otra vez el mismo proceso a partir del modelo de Autocad ya corregido. De esta manera se podrá comprobar que las correcciones efectuadas han sido satisfactorias y, en caso contrario, volver a corregir el modelo en Autocad.



## **7. GENERACIÓN DEL MODELO VIRTUAL**

### **7.1. Introducción**

Una vez completado y corregido el modelo geométrico, el siguiente paso será realizar el modelo virtual.

El objetivo de esta fase es dar al modelo geométrico una apariencia que se acerque a la realidad, de tal manera que el usuario que lo explore, pueda hacerse una idea de cómo es el Palacio, lo más aproximada posible a la real.

La herramienta informática que se va a utilizar para desarrollar este modelo virtual será el programa de modelado tridimensional 3D Studio VIZ.

### **7.2. Elección del método**

Durante la medición del Palacio que realizó el equipo del LDGP durante el mes de Julio de 2006, además de la parte tomada por topografía, se efectuó un trabajo fotogramétrico que abarcó la totalidad de las fachadas principal y posterior.

Estas composiciones, podían haber sido utilizadas para cubrir el modelo geométrico de ambas fachadas, pero al existir notables diferencias entre el modelo generado y ambos conjuntos fotogramétricos, y tras realizar unas pruebas se pudo comprobar que los resultados de su aplicación no iban a ser satisfactorios, por lo que se desechó esta opción.

La opción elegida, tanto para el interior como para las fachadas, fue finalmente la aplicación a cada elemento de texturas y sombras adecuadas, previamente seleccionadas.

### **7.3. Exportación desde AutoCad a 3D Studio**

Antes de realizar la exportación a formato 3D Studio, resulta conveniente comprobar que cada tipo de material se encuentre distribuido en capas diferentes. De esta manera el tratamiento posterior se simplificará de manera notable.

Se exportarán los elementos del mismo material y cualidades en el mismo fichero, ya que después estos van a tener el mismo tratamiento. Así, se tendrá todo el modelo exportado a una colección de ficheros en formato 3D Studio.

Para empezar a trabajar ya con el modelo en el entorno de 3D Studio VIZ, primero se tienen que importar los ficheros que en AutoCad se exportaron a este formato. Estos ficheros se irán importando uno a uno según el orden con el que se vaya a trabajar con ellos.

#### **7.4. Elección de texturas**

El siguiente paso va a ser la elección de las texturas que se van a aplicar a las diferentes partes del modelo.

Por textura se entiende la trama que imita la apariencia de un material y que va a ser aplicado en parte del modelo geométrico, con el fin de darle un aspecto cercano a la realidad.

Por cada material habrá que utilizar una textura. Esta se puede asemejar más o menos, desde la más simple que recuerda vagamente al color de material, hasta una que sea muy cercana a la realidad.

Para encontrar la textura necesaria, se puede buscar en Internet. Aquí existen multitud de páginas que ofrecen una infinidad de texturas totalmente gratuitas, las cuales se pueden descargar en formato JPG como una imagen cualquiera.

Es posible que se encuentren texturas que son fotografías reales, es decir, que no son composiciones. Estas texturas aplicadas a la geometría del edificio puede que queden muy bien, pero sin embargo se está cometiendo un grave error, puesto que no se trata de la imagen correspondiente al Palacio, por lo que se estaría engañando a cualquier persona que fuera hacer un uso posterior al modelo.



Img. 7.1. Textura aplicada en los muros de sillares de arenisca.

Por lo tanto, la textura perfecta será aquella que se acerque lo más posible a la realidad, pero que **al observarla se note que se trata de una composición**. Así, la persona que posteriormente observe el modelo, podrá conocer el material del que está compuesto un elemento, pero entenderá que la geometría de sus componentes (sillares, ladrillos...) no se corresponde con la realidad.

## 7.5. Biblioteca de materiales

La biblioteca de materiales es el menú del programa 3D Studio donde se van a controlar y administrar todo lo referente a las texturas que se han seleccionado para aplicar en el modelo.

Las texturas elegidas se tendrán que importar a la biblioteca de materiales. Para ello desplegaremos el menú de la biblioteca y se elegirá un mapeado difuso de tipo imagen bitmap. En la caja de diálogo correspondiente se elegirá la textura que se quiera utilizar.

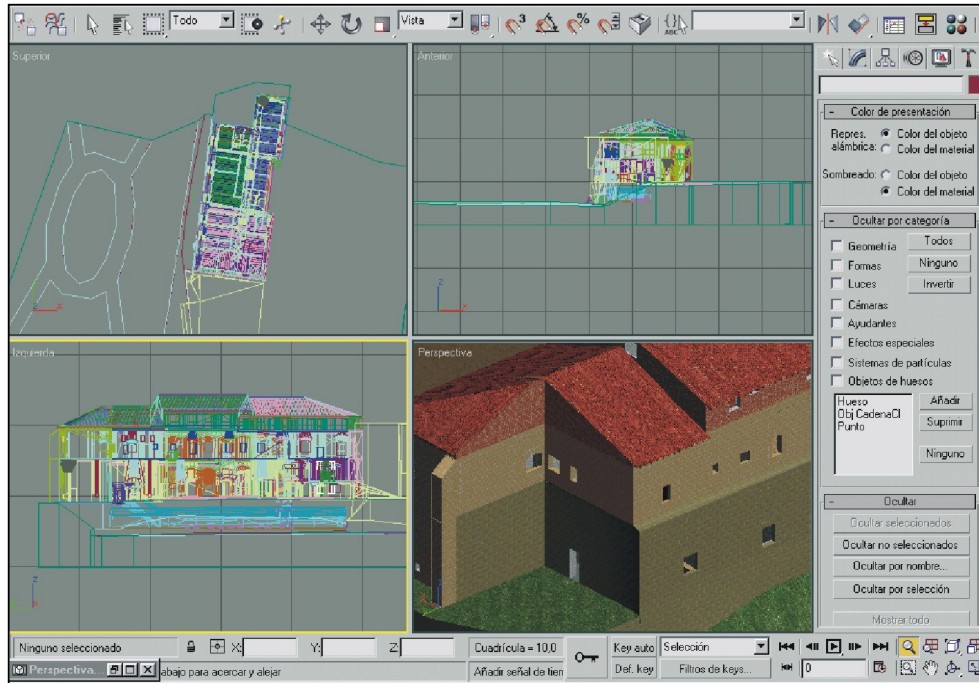
Advertir que en el primer apartado de la biblioteca de materiales, “Parámetros básicos de sombreador”, se activará la opción “2 lados”. De esta manera se aplicará la textura a ambos lados de la cara seleccionada. De lo contrario, podría ocurrir que el lado visible de la cara se quedase sin la aplicación de la textura.



Img. 7.2. Menú Biblioteca de Materiales.

## 7.6. Asignación de texturas

Para empezar el proceso de modelizado, primero se tiene que importar la parte con la que se quiere trabajar. Al seleccionar el fichero, surgirá un aviso en que se preguntará si con la parte importada se quiere sustituir a lo ya existente en el modelo, o si bien se quiere fusionar a él. Se seleccionará en todos los casos la opción fusionar.



Img. 7.3. Interfaz principal de 3D Studio VIZ

Con el objeto a trabajar seleccionado, se elegirá que el tratamiento que se le va a dar sea un “Mapa UVW<sup>5</sup>”, de esta manera se permitirá agregar texturas externas al programa.

A continuación se elegirá el tipo de mapeado con el que se quiere trabajar. Sólo se utilizarán tres: el de caja, el de plano y el de cara. Se elegirá uno u otro según la geometría del objeto o zona a modificar.

<sup>5</sup> Mapa UVW: controla el modo en que el mapeado y los materiales del procedimiento aparecen en la superficie de un objeto. Las coordenadas de mapeado especifican el modo en que las imágenes se proyectan en un objeto. El sistema de coordenadas UVW es similar al sistema de coordenadas XYZ.

Seleccionada la parte que se quiere modificar, en la biblioteca de materiales se elegirá el material a aplicar, y se pulsará la opción “Asignar material a la selección”. Si se activa la opción “Mostrar mapa en el visor” el modelo con las diferentes texturas asignadas se podrá ver en la pantalla principal del programa.

Una vez asignado el material, se podrá comprobar que el resultado es satisfactorio. Se modificará la orientación o la escala del mosaico hasta lograr que la textura tenga una apariencia correcta.

Para la comprobación del resultado se puede utilizar también la opción “Render”. Esta permite una definición mayor que la que ofrece el visor y por lo tanto ofrecerá una apariencia más cercana a lo que es el resultado verdadero.

Este proceso se llevará a cabo con todas las partes del modelo geométrico que hayan sido importadas a formato 3D Studio. Según se vayan importando las diferentes partes, se irán fusionando con el modelo preexistente, trabajando de manera ordenada e independiente con todos ellos.

### **7.7. Luces**

Como último paso del modelado virtual, se asignarán al modelo las luces necesarias, tanto exteriores como interiores, con el fin de crear sombras y un ambiente más realista.



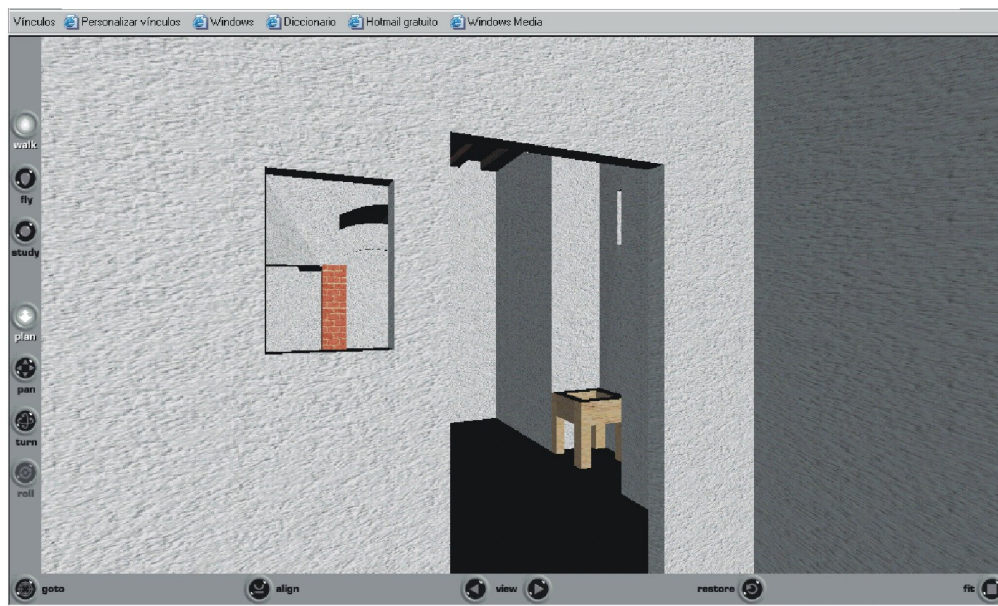
Img. 7.4. Aspecto del modelo virtual concluido.

Una vez importadas todas las partes y asignadas a todas ellas sus texturas correspondientes de forma correcta, estará concluido el modelo virtual.

## 8. Generación de un modelo virtual interactivo

El objetivo de este apartado es realizar un modelo que pueda ser explorado, tanto por el exterior como por el interior, de una manera libre.

Para ello el modelo virtual deberá ser traducido a lenguaje VRML como se explicó anteriormente. Para explorar el modelo se utilizará el programa visor de VRML Cortona, que se trata de un software gratuito y que se puede descargar de la red de forma sencilla.



Img. 8.1. Exploración del modelo a través del visualizador CORTONA

## **9. GENERACIÓN DE UNA VISITA GUIADA**

### **9.1. Introducción**

Como ya se explicó anteriormente, la magnitud y complejidad del Palacio hace que sea recomendable presentar el modelo de una forma dirigida, de tal manera que una persona que quiera realizar una visita virtual no encuentre posibles dificultades en el manejo del visualizador.

### **9.2. Elección del método**

La primera posibilidad que se planteó fue la de utilizar el propio programa de modelado tridimensional, ya que este cuenta con la herramienta “cámara” las cuales permiten programar presentaciones que posteriormente pueden ser activadas en el visualizador VRML. Se desechó esta posibilidad porque no se contaba con los conocimientos y la experiencia necesarios para poder llevar a cabo con éxito esta opción.

Otra opción barajada fue la de utilizar un grabador de vídeos AVI. Este grabaría los movimientos ordenados en tiempo real y de forma manual en el programa visualizador de VRML por un recorrido que interesase, creando un fichero de extensión *.avi*. Esta salida también se descartó, debido a que la calidad del vídeo no era satisfactoria, ya que las imágenes capturadas del visualizador se veían de forma discontinua entre ellas.

Como última posibilidad, se barajó la de realizar una presentación virtual interactiva a través de un editor de páginas web, disponiendo una serie de cámaras por todo el Palacio, y permitiendo al usuario elegir el mismo la cámara que desease utilizar. Esta fue finalmente la opción elegida y desarrollada.



### 9.3. Proceso

El primer paso que se debe realizar es el de ubicar todas las cámaras que se consideren necesarias por todo el modelo. Se tomó la decisión de colocar una cámara en cada estancia del Palacio, de esta manera el usuario tendría la oportunidad de visualizar todos los lugares del edificio de una forma directa y sencilla.

Para conocer las coordenadas en las que se deberían ubicar las cámaras, simplemente dentro del programa de diseño, en el modelo geométrico, se toman las coordenadas X, Y y Z de estos lugares.

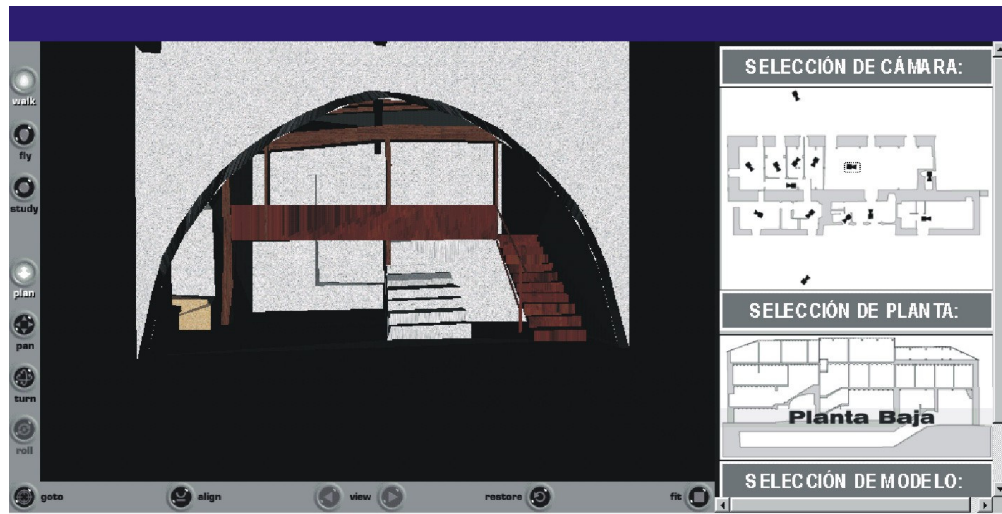
Una vez tomadas las coordenadas, se tiene que abrir el modelo virtual exportado a formato VRML con un procesador de textos. En este se pueden programar las cámaras así como sus características: nombre, coordenadas, orientación y campo de visión.

Como nombre de cada cámara se le asignará el código con el que se designaba a cada estancia en los planos utilizados, precedidos de la planta en la que se encuentren (B, E, 1 y 2). A continuación se asignarán las coordenadas en la que se quiere que se ubiquen, así como la orientación inicial que presente cada cámara. En cuanto al campo de visión a todas las cámaras se les otorgará el campo normal, que corresponde a la cifra 1, la cual no distorsiona la visión.

Una vez concluido el diseño de todas las cámaras, el siguiente paso es diseñar los croquis en los que se van a señalar las ubicaciones de las cámaras, así como sus orientaciones. Se presentarán por plantas y las cámaras vendrán representadas por un pequeño logotipo en el que se distinga su orientación.

Se diseñarán los carteles y botones que posteriormente serán utilizados en la presentación.

Terminado el diseño de todos los elementos que van formar parte de la presentación, se pasará ya a diseñar la presentación web. Para ello, en el programa de edición de páginas web se irán importando los elementos a utilizar que anteriormente se han creado, y se realizarán los hipervínculos pertinentes entre ellos.



Img. 9.1. Página Web

## **10. Generación de los modelos de fuentes**

### **10.1. Introducción**

El hecho de utilizar información proveniente de diversas fuentes, y por tanto de distinta precisión y verosimilitud, obliga a tener que indicar la procedencia de la información utilizada para generar las distintas partes. En caso contrario, podría llevar a la suposición de que todo el modelo posee el mismo grado tanto de precisión como de verosimilitud.

De esta manera, cualquier persona que observe el modelo virtual podrá conocer la fiabilidad que posee cada parte del mismo.

En estos modelos, la procedencia se deberá de indicar de forma clara, precisa y de una manera que no suponga ningún cambio en la geometría del modelo ni que pueda llevar a equívocos. Por tanto, el modo de presentación que se elija tendrá que cumplir todas estas condiciones.

### **10.2. Elección del atributo a representar**

Al principio se barajó la idea de representar por separado los niveles de precisión y verosimilitud de cada parte, bien utilizando un modelo para cada propiedad o bien combinándolas en uno mismo, utilizando para una el color y para otra la trama. Si se hubiese adoptado la primera solución, para que un futuro usuario del modelo conociese sus propiedades, le supondría tener que observar tres modelos a la vez. Por otro lado, con la segunda solución, al existir partes pequeñas diferenciadas, la identificación de la trama sería muy costosa. Ambas soluciones fueron descartadas por las razones expuestas.

Como última opción para la representación, estaba indicar directamente la fuente utilizada para la generación. De esta manera, al estar las fuentes ya jerarquizadas en tablas según sus dos propiedades, el observador conocerá inmediatamente estas. Esta fue la opción elegida.

Por tanto, junto al modelo virtual del Palacio siempre deberá aparecer un modelo en el que se indique que fuente se utilizó para la reconstrucción de cada parte.

Este tipo de modelo se le vaya a denominar a partir de ahora Modelo de Fuentes.

### **10.3. Criterio seguido para la división de las procedencias para su representación**

Aunque parecería lógico que la división para la representación coincidiera con las diferentes fuentes, si se analizan los elementos generados, se ve que algunos de ellos han sido creados a partir de una combinación de varias, ya que en esos casos la información procedente de la fuente principal se ha corregido atendiendo a otra. Por lo tanto, la división escrupulosa en niveles ceñidos a las diferentes fuentes no será total.

Realizando un análisis, las diferentes partes del modelo quedarían distribuidas en niveles de mayor a menor precisión, separando en un nivel diferente los elementos que hayan sido combinación de dos fuentes, que se situará en una posición intermedia a estas.

Atendiendo a este criterio se distinguirá entre los siguientes niveles:

- 1) **Generado a partir de mediciones topográficas:** se corresponde con la totalidad de la parte medida por el equipo del LDGP.
- 2) **Generado a partir de planos:** abarcará las zonas levantadas exclusivamente a partir de los planos de D. Julio Sabrás.
- 3) **Generado a partir de planos y modificados a partir de las fotografías:** tal vez el nivel más complicado por el hecho de que se utilicen varias fuentes a la vez. Es aquí donde se aplica el fundamento la mayor verosimilitud de las fotografías que los planos. En su mayoría se tratan de vanos que en los planos su acabado aparecía de forma diferente a como se veía en la fotografía, por lo que se tuvo en cuenta antes la verosimilitud de las fuentes sobre la precisión métrica. Se adaptó el acabado que se veía en las fotografías a las dimensiones de los vanos que se habían generado a partir de los planos.
- 4) **Generado a partir de las fotografías:** en este caso los elementos sólo estaban documentados por esta fuente. Por lo tanto, tanto la situación como

las dimensiones del elemento serán aproximadas. Únicamente la forma del elemento será la cualidad más aproximada a la realidad.

- 5) **Elementos estructurales lógicos no documentados:** como se deduce del nombre, ninguno de los elementos aquí situados están documentados por ninguna fuente. Como ya se explicó en el apartado “3. Documentación disponible” la existencia de estos elementos son deducidos por lógica estructural.
- 6) **Generado a partir de cartografía municipal:** solamente pertenecen a esta fuente algunas pequeñas zonas aisladas del entorno del palacio, que se han utilizado para completar algunos espacios.

#### 10.4. Elección de la variable visual a aplicar

Se tiene que estudiar la variable visual que va a ser más conveniente para la representación de las fuentes.

Se parte de las siete variables visuales universales: tamaño, forma, color, valor, orientación, grano y número.

En un primer análisis, se pueden descartar las variables de forma, tamaño y número, ya que supondría una modificación de la geometría del modelo.

La utilización de las variables orientación y grano generaría un modelo muy complicado, poco claro, en el que las diferentes partes no se distinguirían a primera vista, por lo que también quedan descartadas.

El mayor debate surge al elegir entre las variables valor ó color. La utilización de la variable valor, indicaría una clasificación jerárquica, algo que se busca por separado en las relaciones de precisión y verosimilitud. Un degradado de color parecería ser lo más apropiado para aplicar en el modelo. Sin embargo, no hay que olvidar que se van a representar las fuentes, y estas no son jerarquizables.

Analizando ahora la variable color, lo que se haría con ella sería asignar un color indicativo de fuente y por tanto, a través de las tablas, quedarían indicadas la precisión y la verosimilitud de cada zona. Esta solución permitiría un contraste cromático superior que en la anterior opción, por lo cual la identificación de la

fuelle utilizada sería inmediata. Además, no hay que olvidar que se utilizan pocos niveles, por lo que la identificación será aún más fácil.

Por tanto se aplicará la variable color, utilizando colores diferentes para indicar la procedencia de los elementos.

Los colores asignados las diferentes fuentes:

- **Generado a partir de mediciones topográficas:**



- **Generado a partir de planos:**



- **Generado a partir de planos y modificados a partir de las fotografías:**



- **Generado a partir de las fotografías:**



- **Elementos estructurales lógicos no documentados:**



- **Generado a partir de cartografía municipal:**



### **10.5. Elección de la forma de presentación**

Para la presentación del Modelo de Fuentes, se barajaron distintas ideas:

La primera opción, consistía en realizar un modelo similar al virtual, pero aplicando los colores a las diferentes zonas. Este modelo posteriormente sería traducido a lenguaje VRML y visualizarse de manera interactiva.

Otra opción barajada fue la representación del modelo mediante capturas de pantalla, de tal manera que el modelo no sería manejable, sino una imagen fija.

La decisión final fue realizar ambas opciones. Se realizará un modelo en AutoCad, redistribuyendo cada parte según su procedencia en distintas capas. Este modelo servirá tanto para exportar a lenguaje VRML, como para realizar las capturas de pantalla sobre él.

### **10.6. Proceso de generación de los Modelos de Fuentes**

Lo primero que se tiene que desarrollar va a ser un modelo de fuentes en AutoCad. Este modelo tiene que cumplir una serie de características necesarias para que se puedan desarrollar ambas salidas planteadas. Para conocer estas condiciones, primero se tiene que conocer las necesidades de ambos representaciones.

Para la creación del modelo de fuentes interactivo, la única condición que este exige es que las partes generadas a partir de las diferentes fuentes estén representadas en distintos colores.

Sin embargo, para realizar las capturas, el modelo no podría quedar representado en una única imagen, ya que los elementos que se encontrasen más cercanos al observador ocultarían a los que se encontrasen detrás, no pudiendo conocer la fuente utilizada. Por tanto, con esta opción se tendrían que utilizar varias capturas.

Para que la totalidad del modelo de fuentes quede visualizado, se tendrán que realizar representaciones planta por planta, con el fin de que las plantas superiores no oculten a la que interesa.

Además, en la visualización de cada planta, se tendrán que realizar tomas de diferentes posiciones, para que se pueda observar la totalidad de la planta.

No hay que olvidar que el conjunto del artesonado y el forjado va a tapar el interior de cada planta, por tanto habrá que eliminarlo para la representación del interior. Pero también es necesario indicar la fuente del techo, por lo que se reservará una captura adicional en cada planta para que se visualicen el artesonado y el forjado.

Por último, para que las fachadas y la cubierta queden bien visualizadas, se realizarán las capturas necesarias para que quede documentado todo el exterior.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las exigencias de las representaciones, las condiciones que el modelo en Autocad debe cumplir son las siguientes:

Los elementos procedentes de diferentes fuentes, deberán estar separados en distintas capas. Estos se tendrán que dividir a su vez en nuevas capas según la planta a la que pertenezcan, quedando las fachadas y la cubierta a parte, para una representación independiente.

Se desarrollará el modelo, partiendo del geométrico. Se cambiarán los elementos de capas, distribuyéndolos según las condiciones anteriormente impuestas.