

## 0. Contenido

<b>1. Introducción:</b>	2
1.1. <i>Agentes intervinientes en el proyecto real</i>	2
1.2. <i>Documentos y datos aportados</i>	2
1.3. <i>Ubicación y emplazamiento</i>	2
1.4. <i>Descripción del proyecto</i>	3
1.5. <i>Objetivos a alcanzar con el modelo BIM</i>	5
<b>2. Descripción de metodología de trabajo:</b>	5
2.1. <i>Agentes que interviene</i>	5
2.2. <i>Estructura de archivos utilizados</i>	6
<b>3. Condiciones de inicio</b>	6
3.1. <i>Métodos de modelado</i>	6
3.2. <i>Que método utilizo y por que</i>	13
<b>4. Modelado</b>	14
4.1. <i>Organización de los archivos</i>	14
4.2. <i>Archivo maestro</i>	16
4.2.1. <i>Concepto</i>	16
4.2.2. <i>Modelado de niveles y rejillas</i>	17
4.3. <i>Archivo de estructura</i>	19
4.3.1. <i>Creación del archivo</i>	19
4.3.2. <i>Vincular y trabajar en colaborativo</i>	20
4.3.3. <i>Análisis de la estructura</i>	24
4.3.4. <i>Materiales</i>	26
4.3.5. <i>Modelado de elementos estructurales</i>	28
4.3.6. <i>Cargas estructurales:</i>	39
4.3.7. <i>Condiciones de contorno</i>	44
4.3.8. <i>Depuración del modelo</i>	45
4.3.9. <i>Robot</i>	49
4.3.10. <i>Armar elementos en Revit</i>	53
4.3.11. <i>Conclusiones</i>	58
4.4. <i>Archivo de arquitectura</i>	59
4.4.1. <i>Vínculos</i>	59
4.4.2. <i>Características arquitectónicas del modelo</i>	60
4.4.3. <i>Modelado de cerramientos y particiones interiores</i>	61
4.4.4. <i>Modelado de muro cortina</i>	63
4.4.7. <i>Familia de puertas</i>	73
4.4.8. <i>Familia de ventanas</i>	82
4.5. <i>Archivo de instalaciones</i>	87
<b>5. Presupuestos</b>	150
<b>6. Conclusiones</b>	154

## 1. Introducción:

### 1.1. Agentes intervinientes en el proyecto real.

Proyecto realizado por el arquitecto **Guillermo Otaegui**, que se encargó de realizar el proyecto básico y el de ejecución tanto del área de arquitectura, como la de estructura.

En el área del cálculo y diseño de las instalaciones, se encargó el estudio de ingeniería **IDZ Ingeniería**.

### 1.2. Documentos y datos aportados

El estudio de arquitectura, proporcionó el estudio geotécnico, los planos arquitectónicos, detalles constructivos y planos estructurales.

El estudio de ingeniería, proporcionó los datos necesarios para realizar las familias MEP, para su posible cálculo con Revit, planos de las distintas instalaciones que tiene el proyecto e informes sobre la sostenibilidad energética.

### 1.3. Ubicación y emplazamiento

El proyecto está situado en la C// Auñamendi, Lezo.

Ocupa la parcela A1, del sector 01 de lezo. Esta parcela, cuenta con una superficie de 467 m<sup>2</sup>, de las cuales, se puede edificar un máximo de 240 m<sup>2</sup> de techo sobre rasante más sótano.

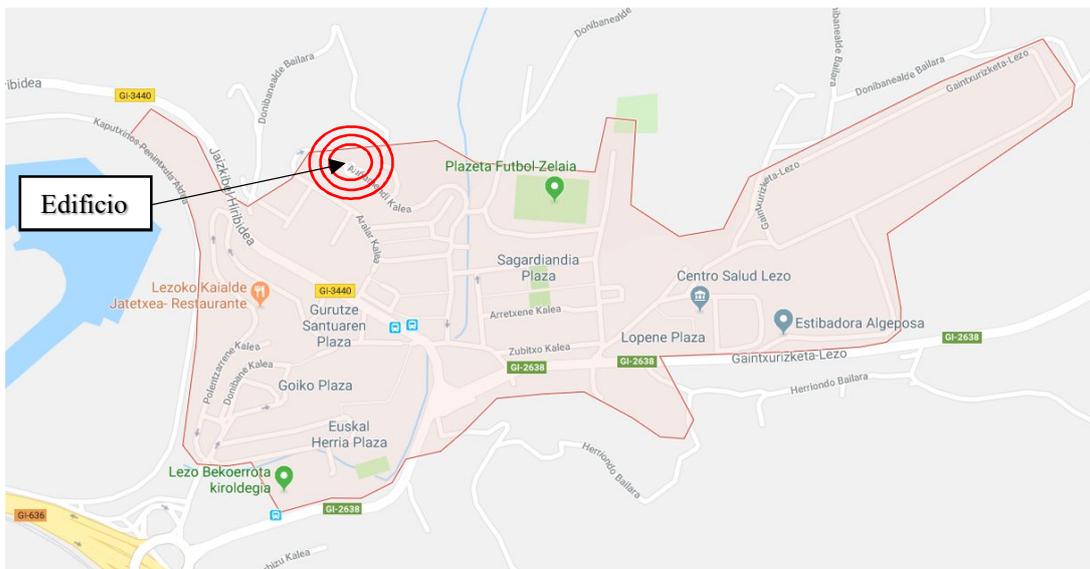


Imagen 1.1: Ubicación del edificio



Imagen 1.2: Emplazamiento del edificio

#### 1.4. Descripción del proyecto.

El proyecto que vamos a realizar, se trata de un edificio de 6 viviendas privadas, que cuenta con las siguientes características:

##### 1.4.1. Tipología de edificación:

PB (portal más garajes), P1-3 (6 viviendas), PC (zona instalaciones)

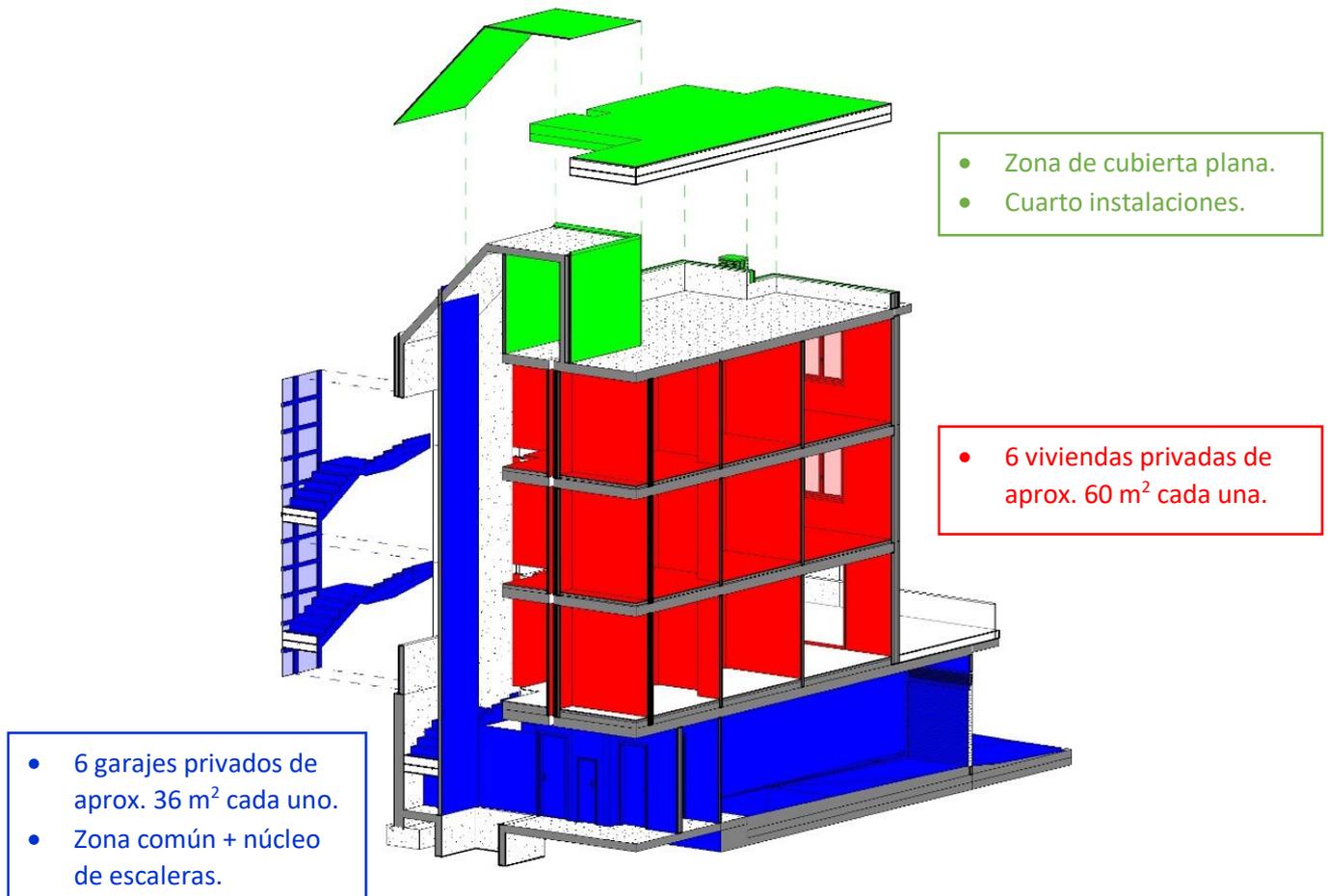


Imagen 1.3: Tipología de edificio

## 1.4.2. Superficies

<b>Superficies de habitaciones</b>			
<b>Nombre</b>	<b>Área</b>	<b>Perímetro</b>	<b>Volumen</b>
Garaje 3A	36.31 m <sup>2</sup>	28.66	94.02 m <sup>3</sup>
Garaje 2A	33.38 m <sup>2</sup>	27.51	93.94 m <sup>3</sup>
Garaje 1A	38.57 m <sup>2</sup>	29.57	114.23 m <sup>3</sup>
Garaje 1B	40.70 m <sup>2</sup>	30.05	120.55 m <sup>3</sup>
Garaje 2B	33.44 m <sup>2</sup>	27.50	99.05 m <sup>3</sup>
Garaje 3B	36.31 m <sup>2</sup>	28.67	100.84 m <sup>3</sup>
Zona común B	4.99 m <sup>2</sup>	9.75	14.76 m <sup>3</sup>
Zona común A	4.99 m <sup>2</sup>	9.75	14.76 m <sup>3</sup>
Cuarto Electricidad	No cerrado	No cerrado	No cerrado
Cuarto de basuras	No cerrado	No cerrado	No cerrado
<b>ARQ +00 PB: 10</b>	<b>228.69 m<sup>2</sup></b>	<b>191.46</b>	<b>652.15 m<sup>3</sup></b>
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	13.41 m <sup>3</sup>
01 - Sala-Comedor-Cocina	26.44 m <sup>2</sup>	24.15	70.06 m <sup>3</sup>
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	27.97 m <sup>3</sup>
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	28.91 m <sup>3</sup>
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	7.43 m <sup>3</sup>
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	9.45 m <sup>3</sup>
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	13.41 m <sup>3</sup>
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	28.91 m <sup>3</sup>
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	27.97 m <sup>3</sup>
01 - Sala-Comedor-Cocina	26.34 m <sup>2</sup>	24.10	69.79 m <sup>3</sup>
04 - Baño 1	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	9.45 m <sup>3</sup>
05 - Baño 2	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	7.43 m <sup>3</sup>
Terraza	No cerrado	No cerrado	No cerrado
Terraza	89.89 m <sup>2</sup>	77.30	238.20 m <sup>3</sup>
<b>ARQ +3 P1: 14</b>	<b>208.46 m<sup>2</sup></b>	<b>233.07</b>	<b>552.41 m<sup>3</sup></b>
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	13.41 m <sup>3</sup>
01 - Sala-Comedor-Cocina	22.09 m <sup>2</sup>	21.17	58.55 m <sup>3</sup>
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	27.97 m <sup>3</sup>
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	28.91 m <sup>3</sup>
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	7.43 m <sup>3</sup>
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	9.45 m <sup>3</sup>
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	28.91 m <sup>3</sup>
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	27.97 m <sup>3</sup>
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	13.41 m <sup>3</sup>
01 - Sala-Comedor-Cocina	22.09 m <sup>2</sup>	21.17	58.55 m <sup>3</sup>
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	7.43 m <sup>3</sup>
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	9.45 m <sup>3</sup>
Balcón	No cerrado	No cerrado	No cerrado
Balcón	No cerrado	No cerrado	No cerrado
Tendedero	2.07 m <sup>2</sup>	6.68	5.49 m <sup>3</sup>
Tendedero	2.10 m <sup>2</sup>	6.73	6.09 m <sup>3</sup>
<b>ARQ +6.18 P2: 16</b>	<b>114.16 m<sup>2</sup></b>	<b>163.27</b>	<b>303.05 m<sup>3</sup></b>
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	14.71 m <sup>3</sup>
01 - Sala-Comedor-Cocina	22.09 m <sup>2</sup>	21.17	58.55 m <sup>3</sup>
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	27.97 m <sup>3</sup>
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	28.91 m <sup>3</sup>
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	7.43 m <sup>3</sup>
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	9.45 m <sup>3</sup>
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	28.91 m <sup>3</sup>
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	27.97 m <sup>3</sup>
00 - Pasillo entrada	4.34 m <sup>2</sup>	9.34	12.63 m <sup>3</sup>
04 - Baño	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	9.45 m <sup>3</sup>
05 - Cocina	7.23 m <sup>2</sup>	11.70	19.17 m <sup>3</sup>
01 - Sala-Comedor	18.28 m <sup>2</sup>	18.18	48.45 m <sup>3</sup>
Balcón	5.22 m <sup>2</sup>	10.35	15.67 m <sup>3</sup>
Balcón	5.22 m <sup>2</sup>	10.35	15.67 m <sup>3</sup>
Tendedero	2.07 m <sup>2</sup>	6.68	5.49 m <sup>3</sup>
Balcón	2.10 m <sup>2</sup>	6.73	6.30 m <sup>3</sup>
<b>ARQ +9,18 P3:16</b>	<b>124.51 m<sup>2</sup></b>	<b>184.77</b>	<b>336.76 m<sup>3</sup></b>
Cuarto de máquinas	14.89 m <sup>2</sup>	27.54	26.57 m <sup>3</sup>
<b>ARQ +12,18 PC:1</b>	<b>14.89 m<sup>2</sup></b>	<b>27.54</b>	<b>26.57 m<sup>3</sup></b>
<b>Total general: 57</b>	<b>690.69 m<sup>2</sup></b>	<b>800.12</b>	<b>1870.93 m<sup>3</sup></b>

Tabla 1: Tabla de habitaciones. Exportada desde Revit

### 1.5. *Objetivos a alcanzar con el modelo BIM*

Como el proyecto de las 6 viviendas, está realizado en su totalidad con una metodología CAD y, puesto que contaba con toda la información necesaria, decidí realizar el mismo proyecto, pero utilizando la metodología BIM.

Una de las razones, por la cuales decidí realizar el proyecto utilizando la metodología BIM, es debido a que he tenido la oportunidad de trabajar en este mismo proyecto, utilizando la metodología CAD, en IDZ Ingeniería, y he visto el desarrollo y métodos de trabajo que se utilizan durante el diseño y cálculo de las instalaciones.

*Como fin último, se quiere conseguir la utilización del modelo para comparar la forma de trabajo que se lleva en un estudio de arquitectura tradicional y como sería en el caso de modelar con BIM, de la misma forma, comparar las conclusiones a las que llegamos en los cálculos de las instalaciones, con los cálculos que se han realizado por la ingeniería.*

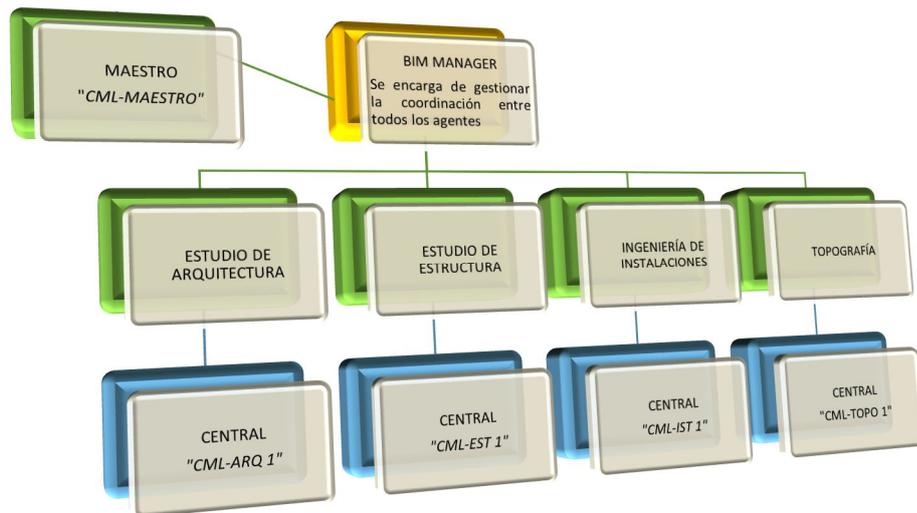
## 2. Descripción de metodología de trabajo:

El proyecto que vamos a realizar, no es de gran envergadura, con lo que se puede modelar incluso en un solo archivo, pero a modo de poder representar con más exactitud y encontrarnos todos los posibles problemas que pueden suceder durante el modelado de proyectos grandes y reales, vamos a intentar seguir la estructura de archivos que formarían estos proyectos.

### 2.1. *Agentes que interviene*

Situémonos en un hipotético caso de proyecto de gran envergadura, donde intervengan diversos agentes durante el modelado.

En una situación como esta, tenemos que tener clara la jerarquía de los distintos agentes intervinientes y la organización de archivos, la cual vamos a ajustarnos durante el transcurso del trabajo. Para ello, tenemos que ser conscientes de todos y cada uno de los agentes que van a intervenir en nuestro proyecto.



*Esquema 1: Organigrama jerárquico del proyecto*

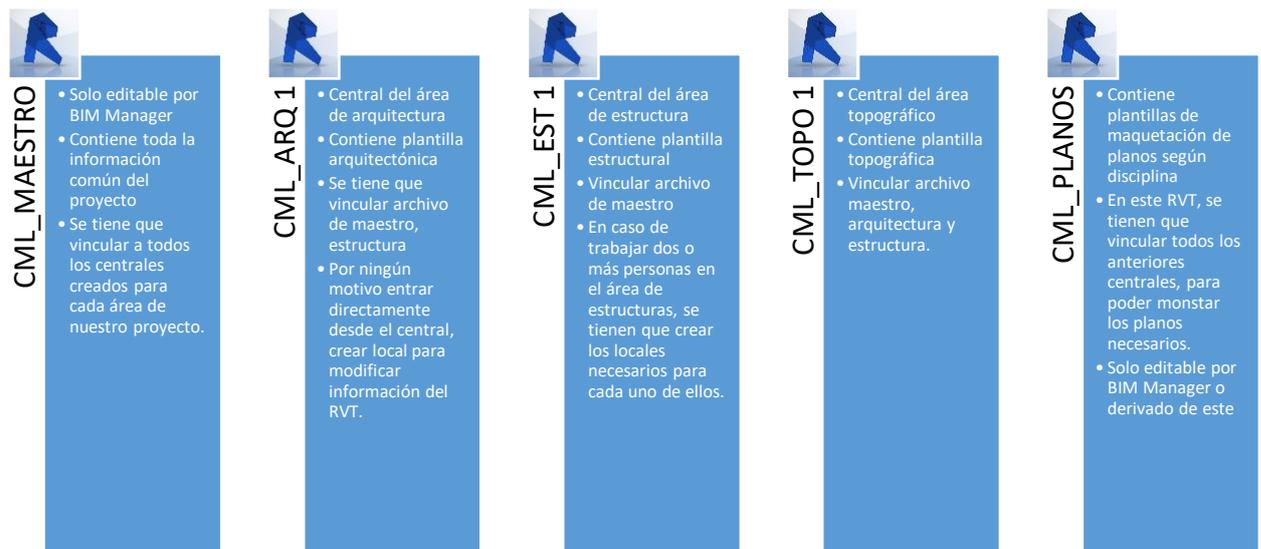
Como podemos observar en el anterior gráfico, vamos a desarrollar el proyecto, de manera que hay varios agentes o estudios intervinientes. Cada uno de esos estudios, tendrán su central creado y guardado en la plataforma de coordinación utilizada, en nuestro caso, lo vamos hacer utilizando la plataforma Dropbox, ya que es gratuita y podemos simular la problemática de distancia a la que se enfrentarían los agentes en un proyecto real.

Al archivo “*CML\_Maestro*”, y a cada uno de los centrales, solo va tener acceso el BIM Manager, puesto que es el encargado de organizar todos los modelos, y tener controlada toda la información que se va creando.

Los demás estudios, tendrán que crear un local para cada persona que vaya a trabajar sobre el modelo, y nunca acceder directamente del central situado en la plataforma.

## 2.2. Estructura de archivos utilizados

Para una buena ejecución y organización durante el modelado del proyecto, vamos a seguir las siguientes nomenclaturas de archivos.



Esquema 2: Estructura de archivos

## 3. Condiciones de inicio

### 3.1. Métodos de modelado

Para cumplir con los objetivos marcados en este proyecto, tenemos que definir el método por el cual vamos a conseguirlo, concretamente, vamos a definir el método que utilizaremos en el área de arquitectura.

En el mundo del modelado BIM, dentro del área de arquitectura, existen varios métodos de trabajo, para modelar los cerramientos, particiones interiores y los pavimentos arquitectónicos, por los cuales va a estar definido el proyecto.

Todos y cada uno de estos métodos, son utilizados, dependiendo del objetivo final marcado, es decir, dependiendo de cuál va ser el uso final que demos a nuestro modelo, si nos va servir para gestionar la obra, para sacar mediciones con un porcentaje de exactitud muy alto o simplemente vamos a realizar un modelado para visualizar la obra que se va a llevar a cabo.

Como uno de los objetivos que perseguimos en este proyecto, es obtener unas mediciones lo más exactas posibles, en el área de arquitectura, tenemos que analizar todos los métodos que nos ayudarían a conseguir nuestro objetivo. Los métodos que hemos tenido en cuenta, son los siguientes:

- Método por capas:

El método por capas, se basa en realizar un muro, tabique o suelo, mediante la opción por capas que nos da Revit.

En este caso, explicaremos como crear un tipo de muro configurado por capas. En el caso de los suelos, se realizaría de la misma forma, cambiando únicamente la categoría de familias de sistema que utilizamos.

- Para crear un tipo de muro por el método de capas, nos tenemos que ir a “*ficha arquitectura, en el grupo construir, muro arquitectónico*”.



Imagen 3.1: Ruta para crear un muro arq.

- En la ventana de propiedades de los muros, podemos encontrar los *parámetros de ejemplar* [1] (parámetros que solo afectan a los elementos seleccionados) y los *parámetros de tipo* [2] (parámetros que afectan todos los elementos del mismo tipo).

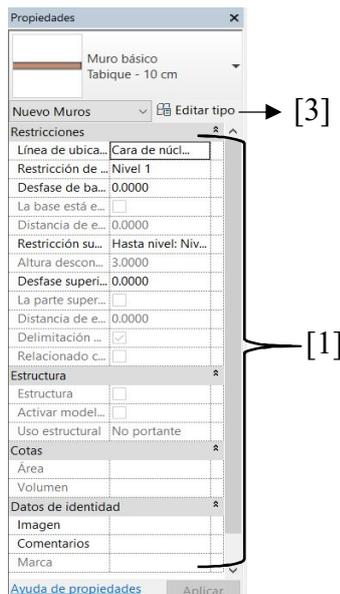


Imagen 3.2: Parámetros de ejemplar

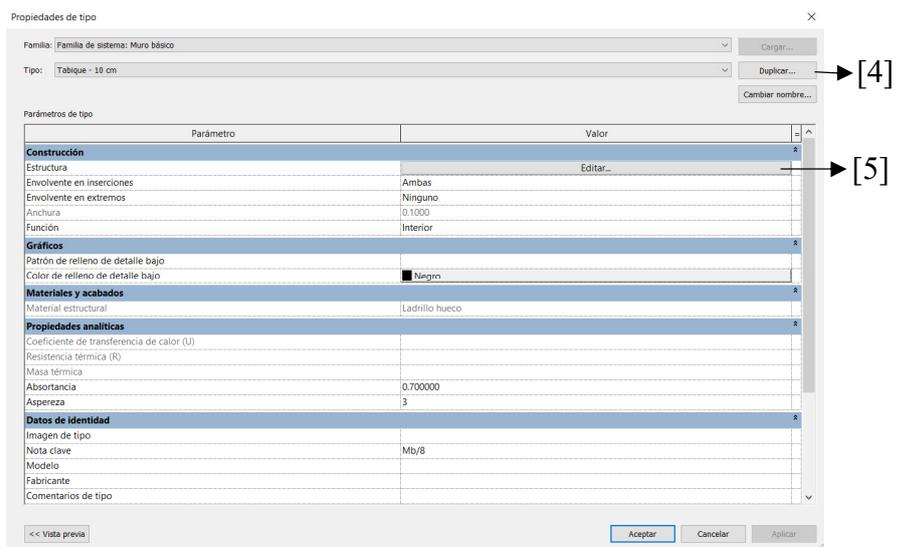


Imagen 3.3: Parámetros de tipo [2]

- Para crear un nuevo tipo de muro que esté compuesto por diversas capas, tenemos que darle un clip a “editar tipo” [3]. Nos saldrá una ventana como la imagen 3.2. Siempre que vayamos a crear un nuevo grupo, tenemos que darle un clip a “duplicar” [4], con esto, nos aseguramos, de que el nuevo tipo de muro que vayamos a realizar, no cambie las propiedades de uno que ya tenemos. Cuando hayamos realizado esta acción, Revit nos pedirá que demos un nombre a nuestro nuevo tipo creado, por lo tanto, le damos un nombre característico y aceptamos.

- Ya tenemos nuestro nuevo tipo de muro creado, ahora tenemos que modificar la composición de este, para ello, damos un clip al “*parámetro estructura: editar*” [5], y nos saldrá la siguiente ventana (imagen 3.4). En esta ventana, podemos encontrar todas las capas por las cuales está formado nuestro muro.

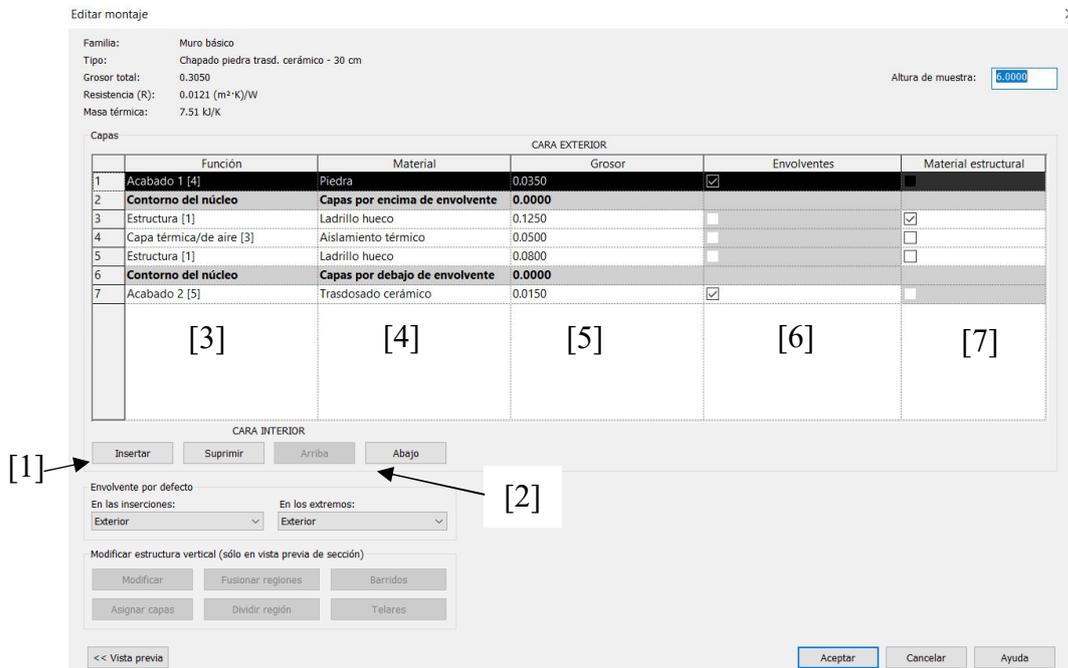


Imagen 3.4: Composición por capas de un muro

Para comenzar a crear las capas que van a conformar nuestro muro, tenemos que seleccionar el botón “*insertar*” [1], luego desplazarla en su lugar indicado, haciendo uso de las opciones “*arriba y abajo*” [2].

Como podemos observar, la primera columna de nuestra capa creada, hace referencia a la función [3]. Con el parámetro de función, lo que conseguimos, es ordenar nuestras capas con una jerarquía. Esta jerarquía, Revit la clasifica de la siguiente manera:

- Estructural: capa estructural de nuestro muro. No puede estar situada fuera del núcleo.
- Substrato: Es la capa del segundo nivel, representa una capa portante de un elemento, pero no es la parte estructural de todo el muro.
- Capa térmica: En esta capa, va situada la envolvente térmica que tengamos en nuestro muro.
- Acabado 1: Capa acabado.
- Acabado 2: Capa acabado.
- Capa membrana: No tiene espesor, por lo tanto, se utiliza en capas como pintura.

Además de esta jerarquía, Revit nos da otras condiciones que tenemos que respetar. Estas condiciones son:

- No podemos tener un nivel bajo, como el de “*Acabado 2*”, por encima de una capa de nivel alto, como “*Acabado 1*”.
- Cuando unamos dos muros que se intersequen, las capas de “*estructura*” se unirán con su mismo nivel.

En la columna de grosor [5], tenemos que asignar el grosor correspondiente a cada capa, en la columna envolvente [6], si activamos la palomilla, la capa asignada, en sus extremos finales, se unen un lado con el otro, pero solo de manera visual.

En la columna de material [4], tenemos que seleccionar el material que corresponde a cada una de nuestras capas. Para ello, damos clip en los puntos que nos aparecen al seleccionar el material de una capa, y nos saldrá la ventana siguiente:

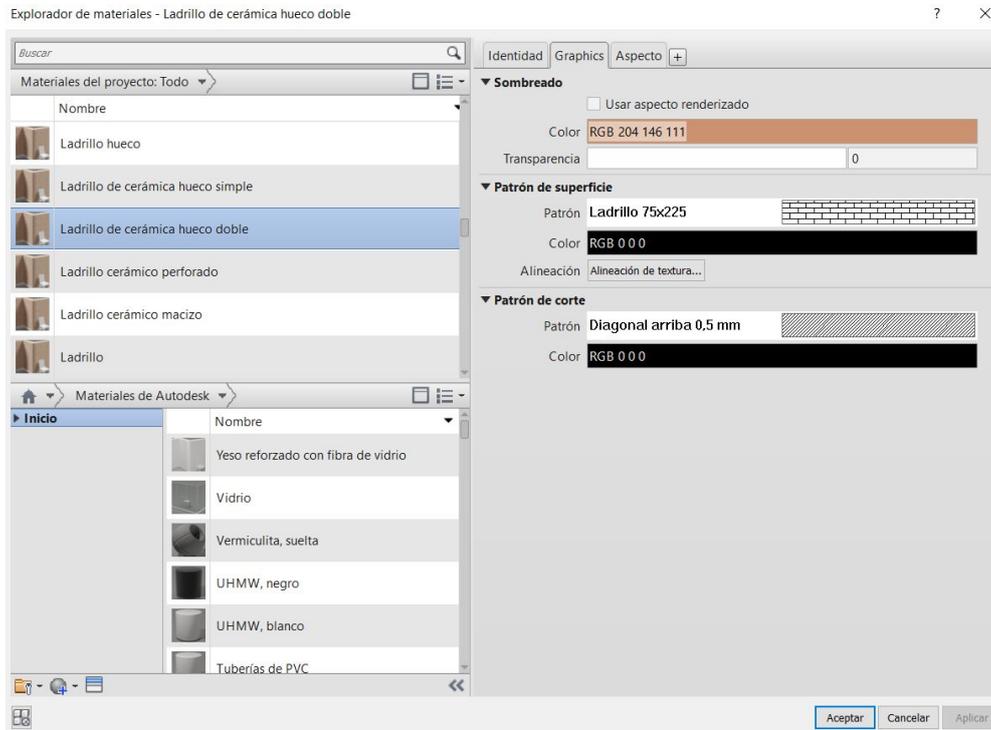


Imagen 3.5: Ventana de materiales

En esta ventana, podemos seleccionar el material que correspondiente a nuestra capa. Este material, lo podemos seleccionar desde la biblioteca que nos ofrece Revit por defecto o crearnos uno nuevo.

- Una vez que tengamos nuestro tipo de muro creado y perfectamente configurado, podemos modelarlos en nuestro proyecto. Cuando tengamos encuentros entre dos muros, o un muro con un elemento horizontal (suelos o cubiertas), unimos los dos elementos intersecados, y se unirán una capa con la otra, acorde al nivel de función que hayamos asignado a cada capa. Para unir nuestro muro con otro elemento, tenemos que dirigirnos a la “*ficha modificar, grupo geometría, unir*”.



Imagen 3.5: Ruta para unir dos elementos

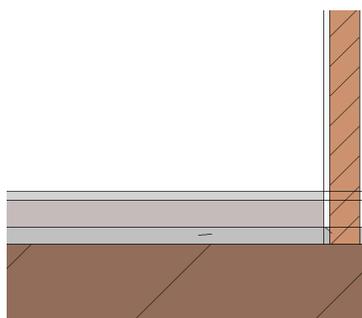


Imagen 3.6: Muro sin unir

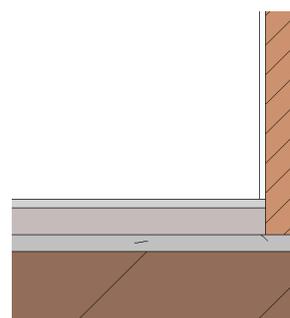


Imagen 3.7: Muro unido

- Este método, tiene algunos problemas a la hora de sacar mediciones, hacer detalles constructivos y el modelado real de algunos elementos. El problema más importante, sobre todo para sacar mediciones fiables, es que si nuestro muro, se interseca con el falso techo, algunas capas, como la de alicatado, no llegan hasta el forjado estructural, si no que muere al tocar al falso techo. Este problema, simplemente con este método, no lo podemos resolver, puesto que la capa de alicatado, tiene la altura del muro.

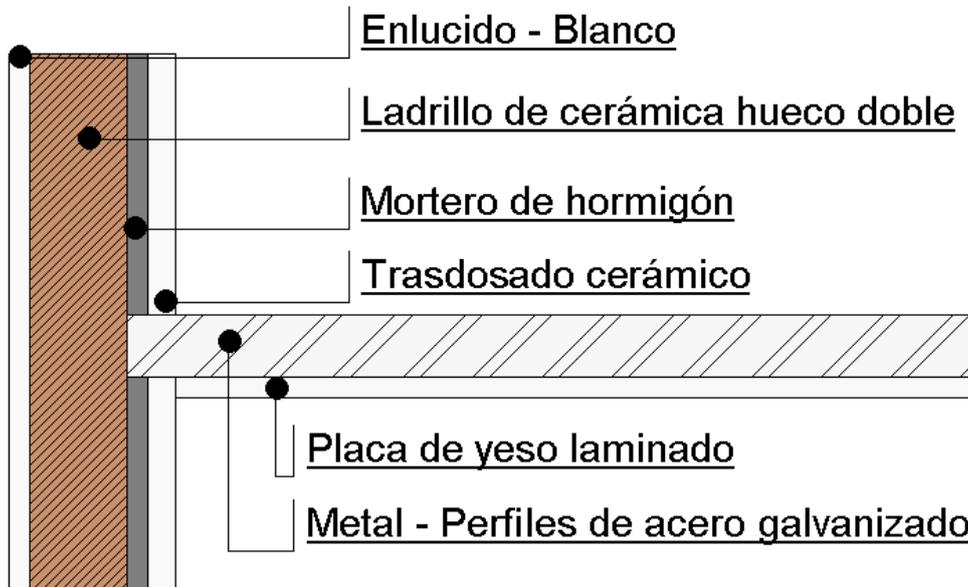


Imagen 3.8: Detalle muro-falso techo

Como consecuencia, no podemos sacar mediciones con una exactitud elevada, y no podemos cumplir nuestro objetivo marcado.

- Método capas+piezas:

- Para modelar con este método, primero tenemos que realizar nuestro modelo utilizando el método por capas, tal cual lo hemos explicado anteriormente.
- Este método de trabajo, se base en utilizar un proyecto realizado por el método de capas, y convertir cada muro en piezas. Para convertir nuestros muros en pizas, tenemos que tener nuestro proyecto terminado, o por lo menos con una definición de detalle elevado, puesto que las piezas, se trabajan de forma individual, de elemento en elemento, y si no tenemos todo definido, podemos encontrarnos grandes problemas.

Para convertir un muro en piezas, lo tenemos que realizar de la siguiente manera:

- Seleccionamos nuestro muro a convertir.
- Una vez que lo tengamos seleccionado, nos vamos a “*ficha modificar, grupo crear, piezas*”.

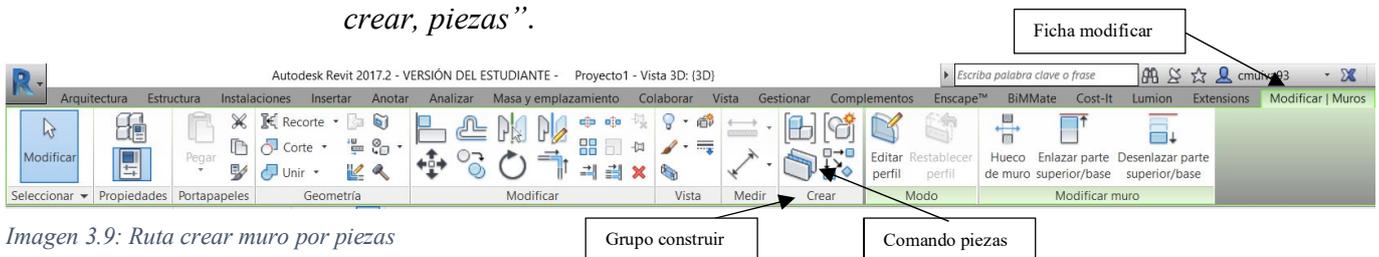


Imagen 3.9: Ruta crear muro por piezas

- Cuando tengamos nuestro muro por piezas, para poder modificar las capas que lo compone, tenemos que seleccionar una capa, y en las propiedades de ejemplar, activamos el parámetro de ejemplar “mostrar pinzamientos de forma” [1].

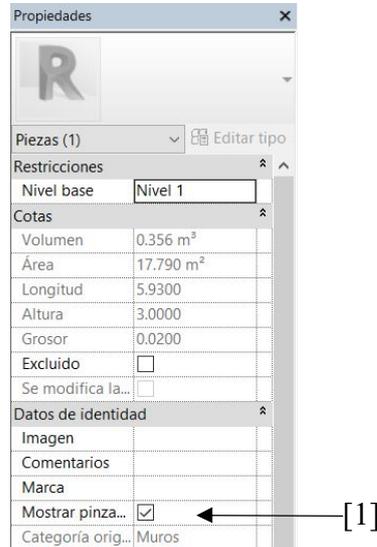


Imagen 3.10: Parámetros de ejemplar

Con este parámetro activado, podemos modificar la altura de cada uno de nuestras capas, y la ventaja que tiene, es que cambiamos las dimensiones de una de nuestras capas, en las mediciones que saquemos, nos saldrá con las medidas apropiadas.

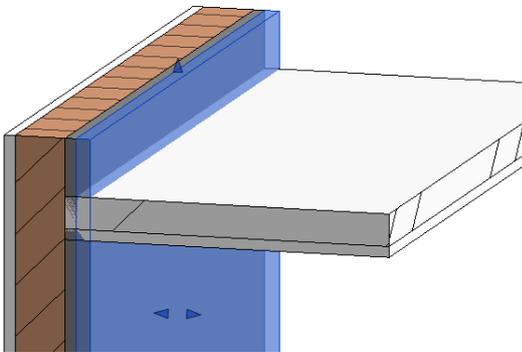


Imagen 3.11: Muro por capas. Pinzamientos de capa

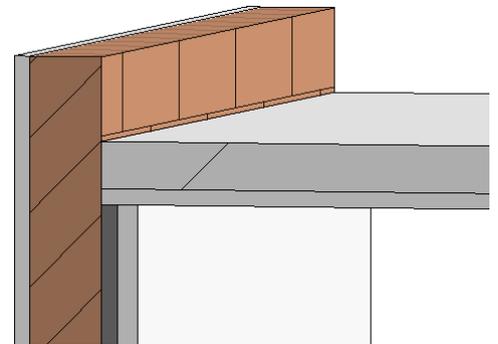


Imagen 3.12: Capas con alturas diferentes

- Utilizando este método, podemos conseguir las mediciones que estamos buscando, pero también presenta algunos inconvenientes.
  - Para cambiar las alturas de las capas, las tenemos que realizar una por una, lo cual conlleva un trabajo complicado. Por este motivo, es que tenemos que convertir nuestros muros en piezas, solamente cuando tengamos definidos todos nuestros muros.

- El inconveniente más importante que puede tener, es referente a la visualización gráfica. Cuando convertimos un muro en piezas, Revit nos cambia la visualización gráfica de nuestros elementos. Los casos más habituales que nos podemos encontrar en los proyectos reales, es que, a la hora de imprimir los planos, la mayoría los saca en detalle bajo. La diferencia entre sacar planos de sección en un muro por capas y uno por piezas, es que, en el caso del muro por piezas, no se puede visualizar el muro en detalle bajo, porque nos muestra todas las capas.

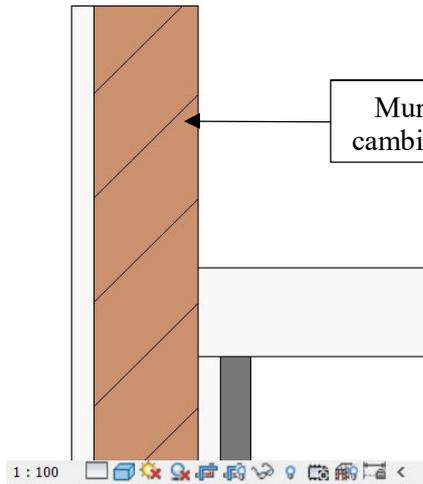


Imagen 3.13: Encuentro con detalle bajo

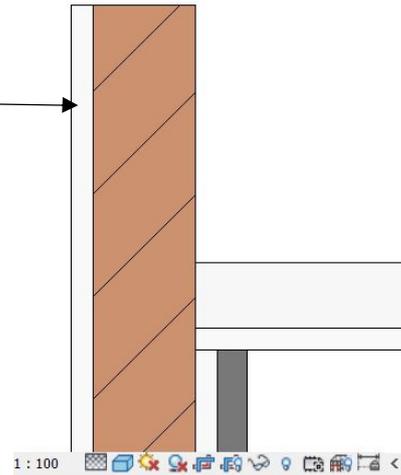


Imagen 3.14: Encuentro con detalle alto

- Método varios muros:**

- La idea de realizar un proyecto utilizando el método por varios muros, es el poder controlar todas las capas que componen nuestros muros. Para tener el control, desde el principio, de cada capa de nuestros muros, tenemos que empezar a dibujar cada capa como un muro individual. Obviamente, con este método, nos podemos olvidar de la jerarquía de capas que nos ofrece Revit, puesto que todas las capas, van a estar en el núcleo del muro.
- Para empezar a modelar los elementos, los tenemos que realizar de la misma manera que en el caso del método por capas, pero con la diferencia, que tenemos que crear tantos tipos, como capas totales tenga nuestro muro.
- Las herramientas que tenemos que tener en cuenta para modelar nuestros elementos de forma adecuada, son los siguientes:
  - El desfase que tenemos desde nuestra base. En este método, tenemos que tener presente, que estamos modelado acorde a la realidad, por lo tanto, cada capa tiene un desfase de altura determinado.

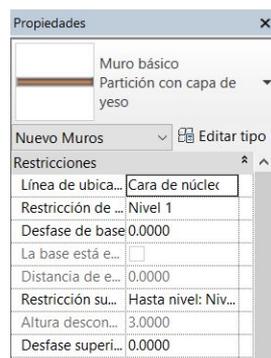


Imagen 3.15: Propiedades de ejemplar

- Las distintas opciones de modelado que nos da Revit, son los siguientes:
  - Línea de ubicación [1]: representa desde donde vamos a dibujar nuestro muro.
  - Desfase [2]: representa la opción de poder modelar nuestro elemento con un desfase en planta.
  - Estado unión [3]: nos permite dibujar dos elementos con sus extremos unidos o sueltos. (está opción está desde la versión 2017 de Revit).



Imagen 3.16: Opciones de comandos. Muros.

[1]

[2]

[3]

- El problema más grande que nos podemos encontrar cuando modelamos con este método, es que, a la hora de realizar un cambio en el modelo, es complicado realizarlo, puesto que hay que modelar varias capas, y tener en cuenta en todo momento, los desfases de alturas de cada una.

### 3.2. *Que método utilizo y por que*

Como ya hemos mencionado, los objetivos principales que seguimos con el modelo de arquitectura, es sacar unas mediciones que presenten un porcentaje muy alto de fiabilidad, y en base al estudio de los diversos métodos que hemos estudiado con anterioridad, hemos decidido usar el siguiente método:

- Vamos a utilizar *el método de varios muros*, debido a que, tenemos un proyecto bastante simétrico, por lo tanto, el modelado de cada capa de los muros, son similares y por otra parte también, porque es el método por el cual extraemos las mediciones lo más exactas posibles.

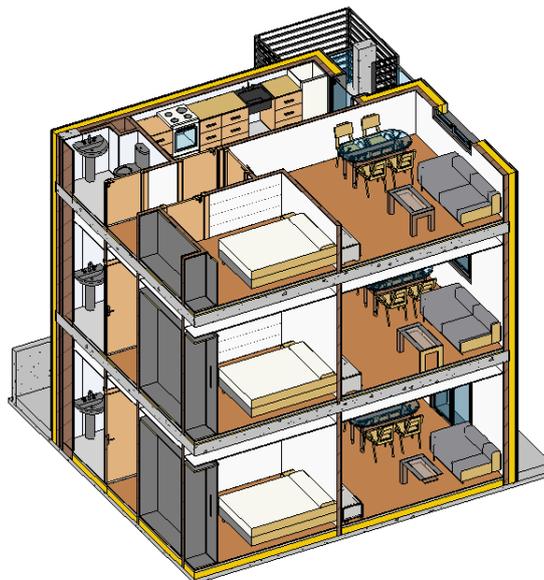


Imagen 3.17: Sección 3D. Método varios muros.

- Este método nos va a presentar algunos inconvenientes, sobre en los anfitriones de las familias. Como ya veremos, las familias que necesitan un muro como anfitrión (ventanas, puertas...etc.), solo pueden tener un anfitrión, y como nosotros hemos utilizado varios muros, para crear uno, la familia de puertas, por ejemplo, solo nos va a tener en cuenta un solo muro. Este problema lo podremos solucionar con las familias adecuadas.

## 4. Modelado

### 4.1. Organización de los archivos

#### 4.1.1. Archivo de parámetros compartidos:

El archivo de parámetros compartidos que utiliza Revit, sirve para coordinar nuestro proyecto con el de los demás, en cuanto a parámetros se refiere.

Los parámetros, en los modelos BIM que realizamos con Revit, son fundamentales, puesto que representan, coordinan y organizan, toda la información que contiene nuestro modelo. Por estos motivos, y dado que una de las bases de la metodología BIM es la información, tenemos que ser capaces de controlar, administrar e introducir, toda la información que necesitémos.

En los proyectos de grandes envergaduras, donde intervienen diversos agentes durante el proceso de modelado BIM, y donde tenemos una organización jerárquica marcada, el archivo de parámetros compartidos, lo suele controlar y modificar, el BIM Manager. Esto se realiza de esta forma, debido a que es un archivo común a todos los centrales, y, por lo tanto, si tuvieran acceso a este archivo todos los agentes intervinientes en el proyecto, pudieran modificar su contenido y provocar un gran daño al sistema de centrales creados.

Para crear un archivo de parámetros compartidos, tenemos que realizar las siguientes acciones:

- Nos dirigimos a la “ficha gestionar, en el grupo configuración, parámetros compartidos”.



- Nos saldrá la siguiente imagen, donde podemos distinguir las siguientes parte

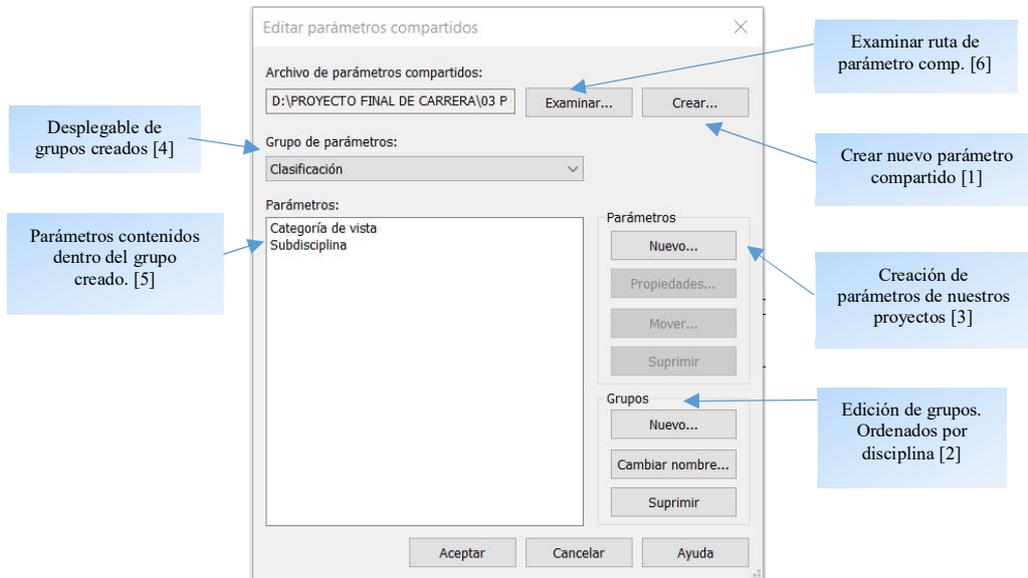


Imagen 4.2: Ventana de edición parámetros compartidos

- Lo primero que tenemos que hacer es, darle al botón de crear [1]. Se abrirá la siguiente ventana [imagen n], después, tenemos que buscar la ruta donde va a estar guardado nuestro archivo de parámetros compartidos, darle el nombre, y guardamos. Revit nos creará un archivo .txt que no lo podemos cambiar de ubicación, de nombre, y tampoco podemos modificar el archivo directamente abriendo con un lector .txt, puesto que se corrompería y no podríamos utilizarlo.

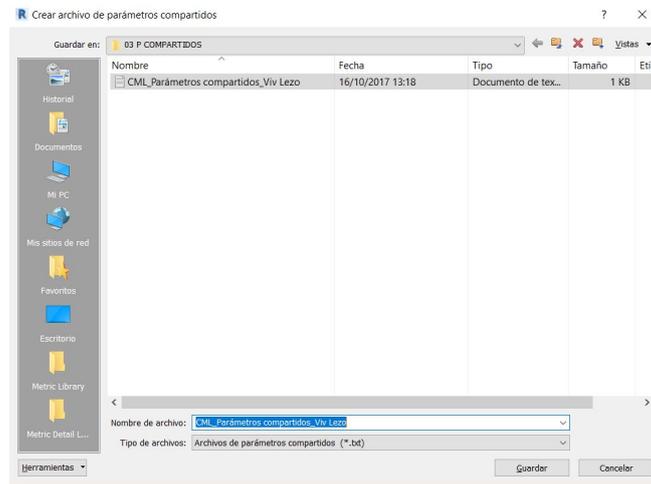


Imagen 4.3: Ventana, ruta ubicación de archivo P.C

- Una vez que tengamos nuestro archivo de parámetros compartidos creado, ya podemos trabajar con él, y crear los grupos en los que va a estar distribuido. Esto lo realizaremos de la siguiente manera:
  - Clicamos en el botón “nuevo” [2], para crear una categoría en nuestro proyecto. Escribimos el nombre de nuestra nueva categoría y le damos a aceptar.

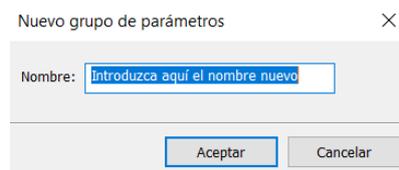


Imagen 4.4: Ventana, nombre de grupos de los P.C

- Una vez creada nuestra categoría, la podemos ver en el desplegable de categorías [4], por lo tanto, ya podemos crear los parámetros [3] que necesitemos en las distintas áreas que componen nuestro proyecto.

Cuando le damos a crear un nuevo parámetro, nos sale la siguiente ventana, la cual tenemos que personalizar dependiendo del parámetro que vayamos a crear.

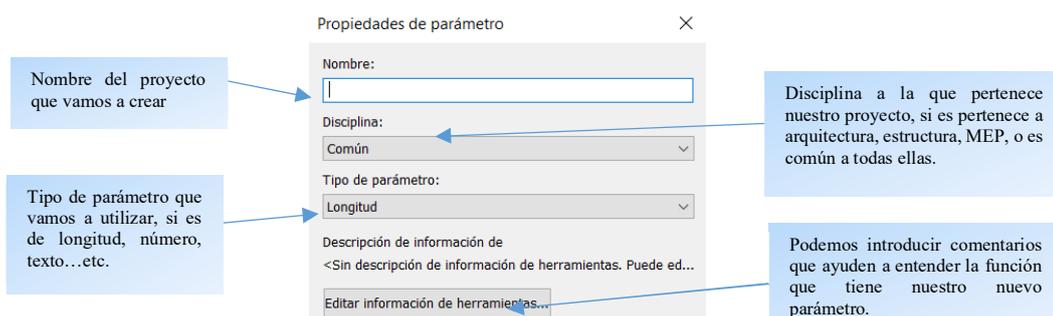


Imagen 4.5: Ventana propiedades del parámetro

## 4.2. Archivo maestro

### 4.2.1. Concepto

El archivo de maestro, es el que alberga toda la información común que comparten las distintas disciplinas del proyecto.

Antes de comenzar a explicar el proceso de creación, tenemos que explicar algunos conceptos básicos para entender la información que vamos a introducir en nuestro maestro.

Lo primero que vamos a explicar son la interpretación de coordenadas que Revit nos ofrece, las cuales son muy importantes para trabajar de manera colaborativa.

Revit nos ofrece tres puntos de coordenadas diferentes, que son:

- Punto origen de proyecto: no tiene una representación gráfica en Revit, pero no podemos modelar nada, que esté más lejos de 20 millas desde este punto.
  - Este punto, es el que tiene en cuenta Revit, para copiar y pegar desde el portapapeles.
  - Es al que se refiere Revit, si a las coordenadas las colocamos como coordenadas internas.
  - La única forma de encontrar el punto de origen de nuestro proyecto, en el caso de que lo tuviésemos perdido, es hacer un CAD, e insertarlo de origen a origen. Con este método, podemos localizar nuestro punto de origen de proyecto.
  - En las cotas y niveles de elevación, se tiene que poner en “*origen de coordenada: Relativo*”, de esta forma, las cotas que pongamos, se referirán a nuestro punto de origen.
- Punto base de proyecto: su representación es un círculo con una X.

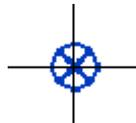


Imagen 4.6: Punto base de proyecto

- Este punto es el que define un origen de coordenadas relativas de mi modelo. Está pensado para colocar como base de replanteo de planos topográficos (pensado un poco para el desarrollo en obra).
  - Revit se refiere a este punto, cuando ponemos las coordenadas o las acotaciones, como “*punto base de proyecto.*”
- Punto de reconocimiento (surveit point): su representación es un triángulo con una X.

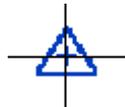


Imagen 4.7: Punto de reconocimiento

- Es un punto conocido de la tierra, un punto con las coordenadas reales.
  - Es un punto que utiliza Revit, cuando vinculamos por coordenadas compartidas.
  - Es el punto al que se refiere Revit, cuando ponemos niveles o cotas, por punto de reconocimiento.
- Los puntos de base de proyecto y de reconocimiento, los podemos ver en cualquier vista si lo activamos desde el atajo de teclado “*VV, en el apartado de emplazamiento, punto base de proyecto y punto de reconocimiento*”.

- Si desplazamos nuestro punto base de proyecto, todo el proyecto se viene con él, sin embargo, si tachamos el clip [1] que aparece cuando está seleccionado, y lo desplazamos, solo se mueve el punto base de proyecto.  
 Cuando muevo el punto de reconocimiento, lo único que muevo es el origen de coordenadas de mi proyecto.



Imagen 4.8: Visualización de clip activado

#### 4.2.2. Modelado de niveles y rejillas

Como el primer archivo que vamos a modelar, va a ser el archivo de estructuras, vamos a colocar los distintos niveles, con referencia de acabado superior de los forjados estructurales. Para crear niveles nuevos, nos tenemos que a “ficha arquitectura, grupo referencia, niveles”.



Imagen 4.9: Ruta creación niveles

Haciendo uso de este comando, vamos dibujando los distintos niveles de nuestro proyecto, los cuales, como ya hemos mencionado con anterioridad, van de forjado estructural a forjado estructural.

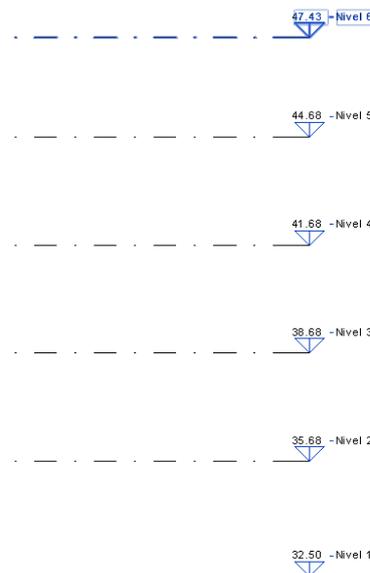


Imagen 4.10: Niveles

Para dibujar las distintas rejillas que tienen nuestro proyecto, lo tenemos que hacer desde “*ficha arquitectura, grupo referencia, rejillas*”.



Imagen 4.11: Ruta creación de rejillas

Las rejillas, las tenemos que dibujar respecto al eje de los pilares, o muros estructurales. En nuestro caso, como tenemos ambas opciones, hemos elegido los ejes de los pilares de hormigón y los ejes de los muros estructurales.

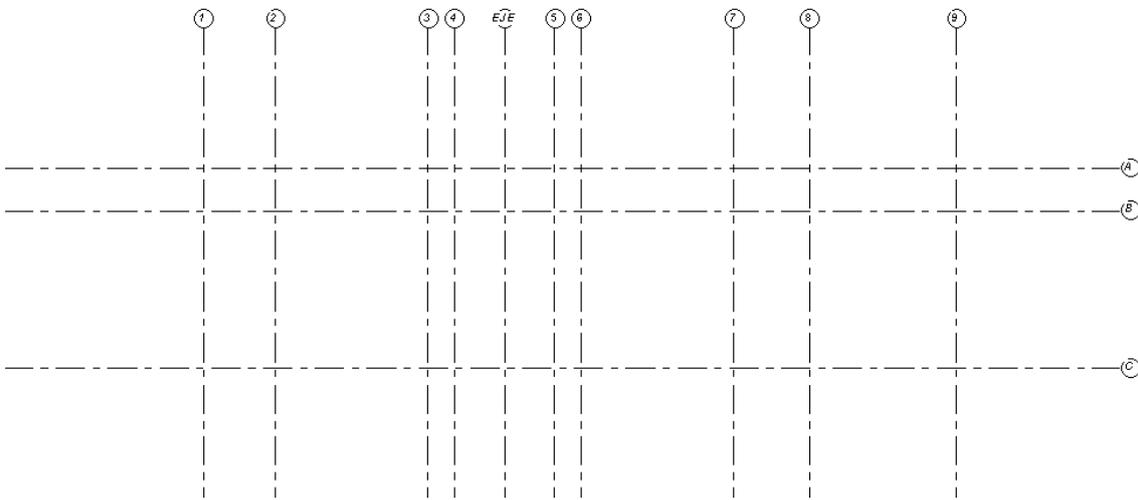


Imagen 4.12: Rejillas

Este archivo, no tiene necesidad de ser un central, puesto que, a él, solo va a tener acceso el BIM Manager, y su función básica, es aportar los datos necesarios a los demás archivos.

### 4.3. Archivo de estructura

#### 4.3.1. Creación del archivo

Para crear nuestro archivo RVT de estructuras, tenemos que hacer uso de la plantilla estructural que Revit nos ofrece.

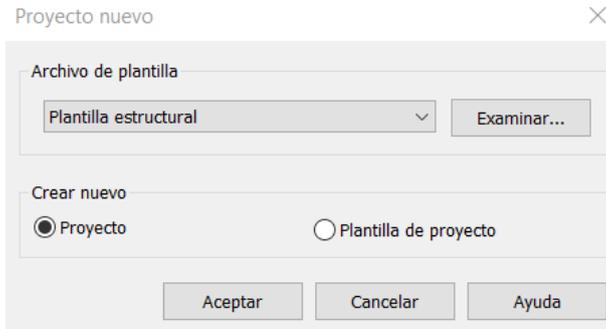


Imagen 4.13: Ventana RVT nuevo. Plantilla estructural

Una vez que lo tengamos creado y guardado con el nombre adecuado, procederemos a convertirlo en un archivo ventral.

Para convertir nuestro RVT en un archivo central, nos tenemos que ir a “ficha colaborar, grupo gestionar colaboración, colaborar”.

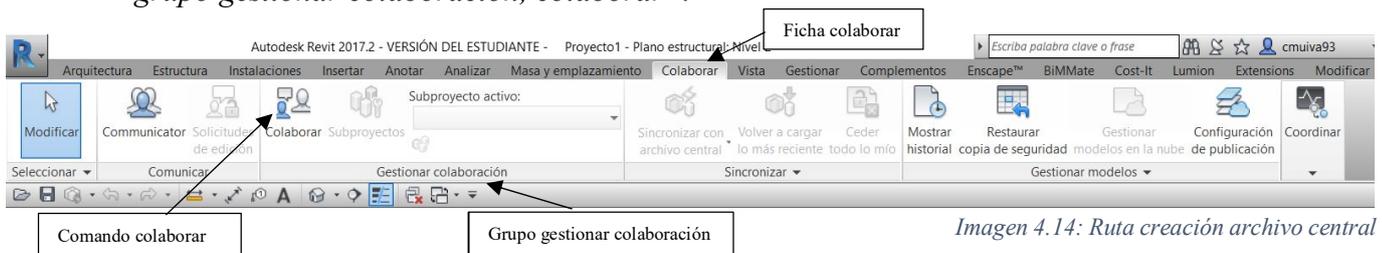


Imagen 4.14: Ruta creación archivo central

Después, nos va a salir la siguiente imagen, donde tenemos que elegir la plataforma con la cual vamos a trabajar de forma colaborativa. Las dos opciones posibles que nos ofrece Revit son:

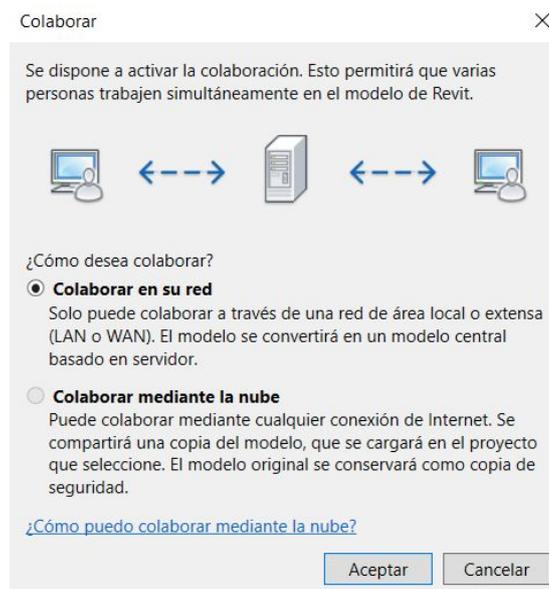


Imagen 4.15: Ventana archivo central

- Colaborar en su red: Solo podemos colaborar en una red LAN o WAN. (nosotros lo aremos con esta opción, debido a que tenemos guardado nuestro archivo en la plataforma colaborativa, Dropbox).
- Colaborar mediante la nube: podemos trabajar con una nube, donde estaremos todos conectados y sincronizando a la vez.

Una vez que hayamos creado nuestro archivo central, tenemos que darle a guardar, y nos saldrá la imagen siguiente. Esta ventana, nos informa de que después de guardar nuestro archivo, este se convertirá en un archivo central. Revit nos ofrece esta opción, sobre todo, por si queremos cambiar el nombre a nuestro archivo, porque de lo contrario, si lo convertimos en central, no vamos a poder cambiar el nombre a nuestro archivo.

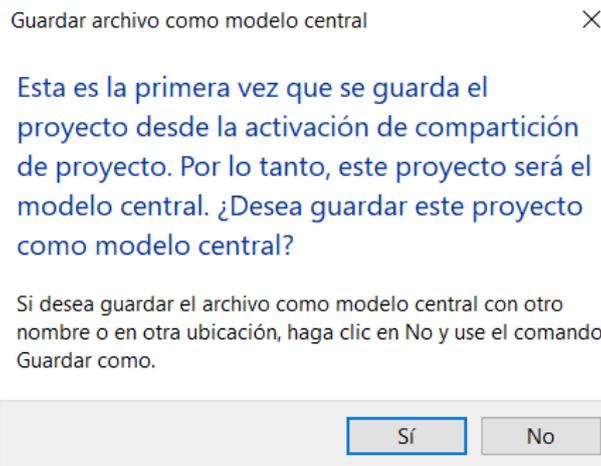


Imagen 4.16: Ventana guardar archivo colaborativo

Cuando ya tengamos nuestro archivo central en funcionamiento, si nos fijamos en la ruta de ubicación (en nuestro caso en la plataforma de Dropbox), se nos crea una carpeta con el mismo nombre que nuestro archivo, la cual, nunca la tenemos que:

- Borrar la carpeta
- Modificar el contenido interno
- Cambiar de nombre a la carpeta
- Siempre tiene que estar en la misma ubicación que el RVT central.

#### 4.3.2. Vincular y trabajar en colaborativo

Una vez que tenemos nuestro archivo central de estructuras, tenemos que vincularlo con nuestro RVT maestro, para obtener los datos comunes de nuestro proyecto.

Para vincular el RVT a nuestro archivo de estructuras, tenemos que ir a “ficha insertar, grupo vincular, vincular Revit”.

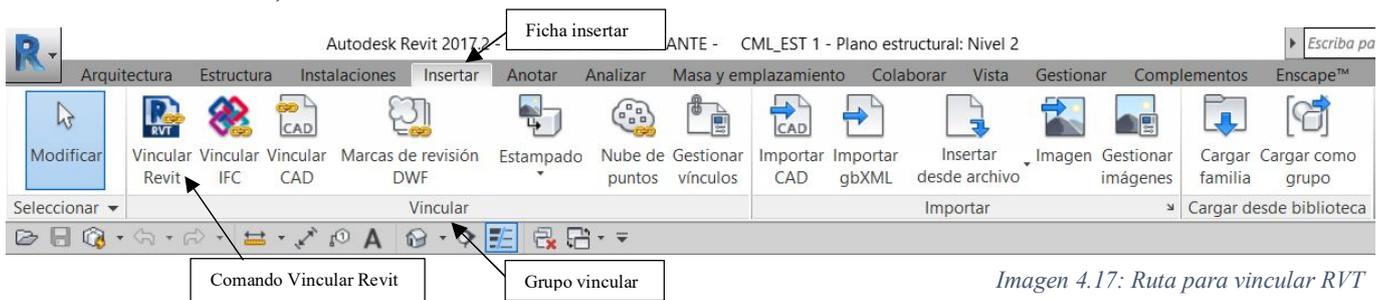


Imagen 4.17: Ruta para vincular RVT

Se nos abrirá la ventana siguiente, donde tenemos que buscar la ruta del archivo RVT que queremos vincular.

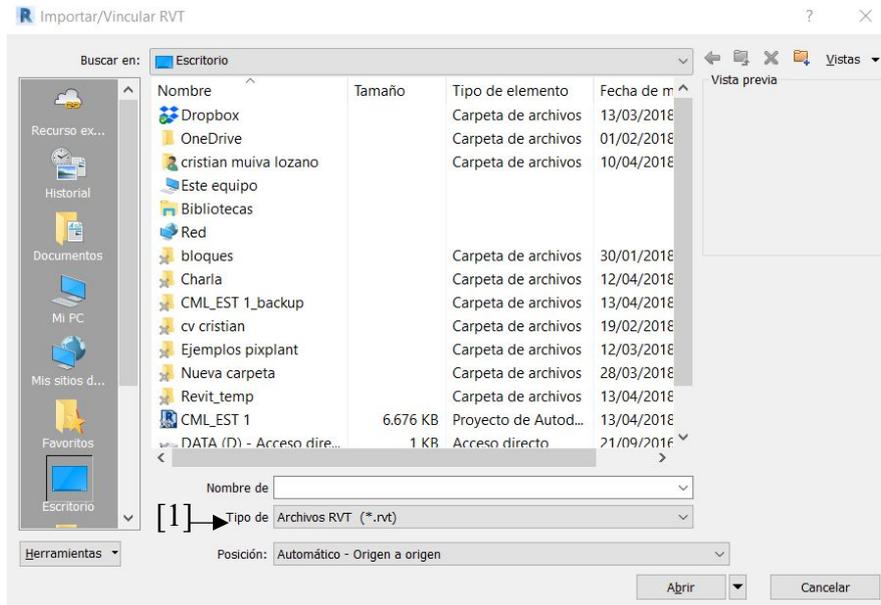


Imagen 4.18: Ventana para buscar RVT a vincular

Antes de aceptar el vínculo, como este va a ser el primer archivo que vamos a vincular y, además, el RVT que vamos a vincular es el maestro, de donde vamos a sacar todos los datos, lo tenemos que realizar vinculando archivo de “centro a centro”. Con esta posición [1] de vínculo, nos aseguramos que nuestro archivo maestro, va a insertarse justo en el centro del archivo estructuras.

Una vez que tengamos nuestro archivo de maestro, vinculado con el de estructuras, tenemos que configurarlo, para poder trabajar de forma colaborativa. Para trabajar de forma colaborativa, tenemos que realizar las acciones siguientes:

- Como nuestro RVT maestro, tiene todos los datos necesarios, tanto de coordenadas como de rejillas, niveles...etc. tenemos que comenzar a adquirir toda esa información.
- Lo primero que tenemos que adquirir, son las coordenadas reales que va a tener nuestro proyecto. Para adquirir los datos relacionados con las coordenadas de nuestro proyecto, que están presente en el archivo de maestros, nos tenemos que ir a “*ficha gestionar, ubicación de proyecto, adquirir coordenadas*”.

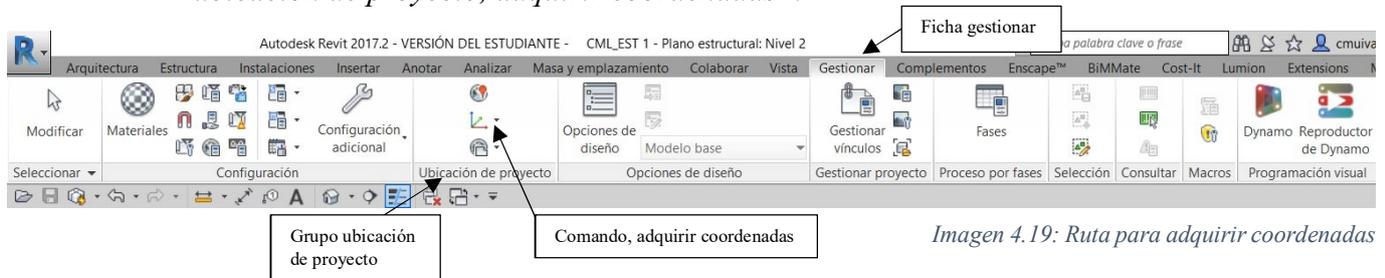


Imagen 4.19: Ruta para adquirir coordenadas

Aunque Revit, no nos indique nada, lo siguiente que tenemos que hacer, es seleccionar el vínculo del cual queremos adquirir las coordenadas, si no lo seleccionamos, Revit no terminará la acción.

- Lo segundo que tenemos que hacer, don adquirir tanto las rejillas y niveles que van a conformar nuestro proyecto. Para coordinar todos estos elementos, tenemos que irnos a “*ficha colaborar, grupo coordinar, copiar/supervisar*”.

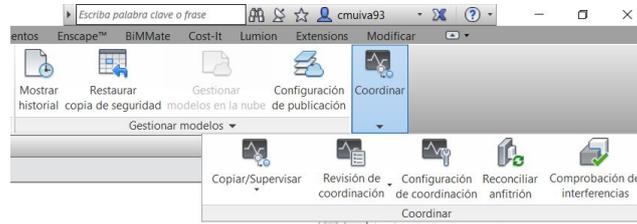


Imagen 4.20: Ruta copiar/supervisar elementos

Con estas herramientas, podemos coordinar todos nuestros archivos, de manera que cuando hagamos un cambio en uno, se vea reflejado en el otro. Antes de coordinar las rejillas y los niveles, vamos a explicar un poco las funciones de estas herramientas.

- Opciones: con esta herramienta, podemos configurar los elementos que Revit nos deja copiar/supervisar.

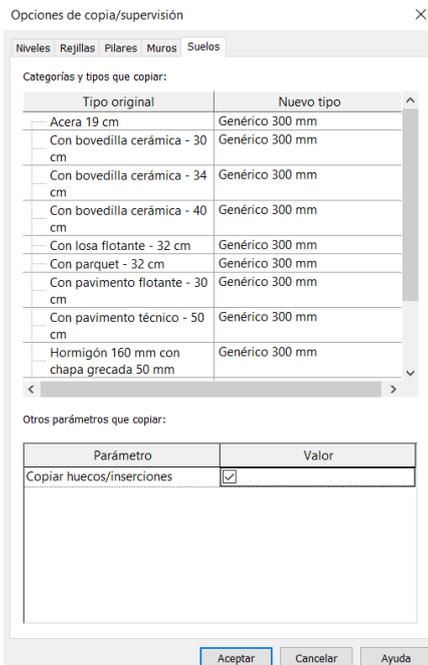


Imagen 4.21: ventana configuración suelos

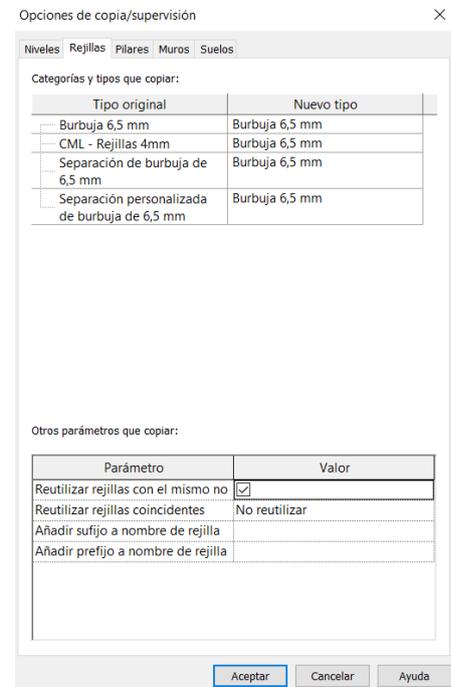


Imagen 4.22: Ventana configuración rejillas

Como podemos observar en las anteriores imágenes, con esta herramienta, podemos configurar, cuando copiamos elementos del archivo vinculado, como queremos que sean en nuestro archivo, es decir, si en el maestro tenemos una familia de rejillas dibujadas, pero no queremos tener esa familia en nuestro archivo de estructuras, si no que queremos una creada por nosotros, configurando las opciones con esta venta, podemos controlar esos cambios. Además, cada categoría de elementos, nos ofrecen una serie de parámetros correspondientes a cada categoría, donde las podemos modificar a nuestro gusto.

- Copiar: la función que tiene esta herramienta, es tal como indica su nombre. Con esta herramienta, podemos copiar elementos del archivo vinculado, en este caso, las rejillas y los niveles. Revit nos copia todos los elementos que selecciones, respetando la configuración que hayamos puesto con anterioridad.

Para usar esta herramienta, solo tenemos que seleccionarla, y luego, seleccionar el elemento que queremos copiar.

- Supervisar: con esta herramienta, lo que hacemos, es supervisar un elemento que nosotros tengamos modelado en nuestro proyecto, con un elemento del archivo vinculado, de esta forma, entre los dos elementos supervisados, existe un vínculo entre ellos, que, si uno se mueve, en el otro archivo nos avisa que se ha movido.
- Copiar pode lotes: la acción que realiza esta herramienta, es copiar todos los elementos de una categoría en particular. Si seleccionamos esta herramienta, nos saldrá la siguiente ventana, donde podemos elegir la categoría que queremos copiar.

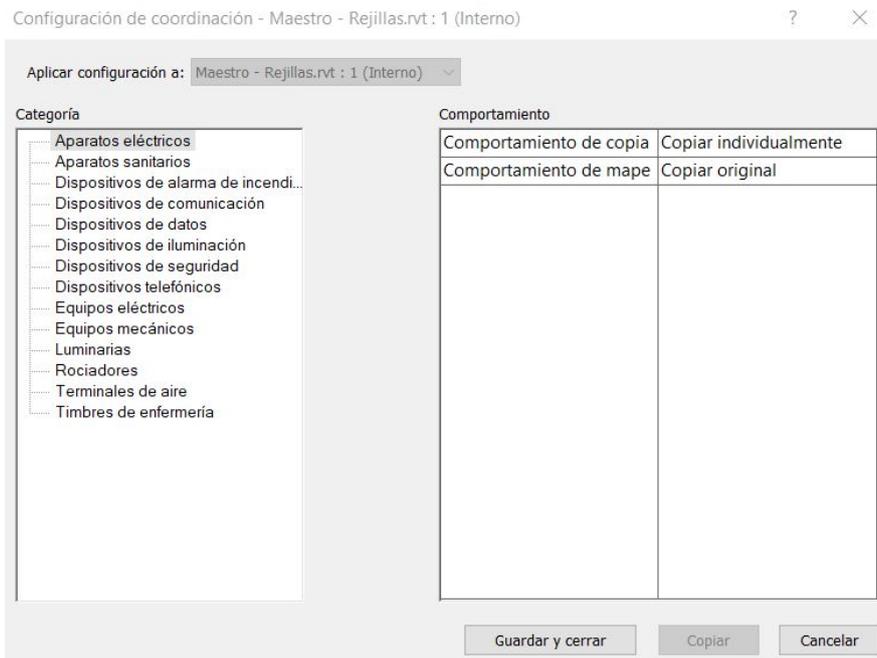


Imagen 4.23: Ventana para seleccionar categoría a copiar

En nuestro caso, como aún no tenemos nada modelado, solo vamos a copiar/supervisar, los niveles y las rejillas que conformarán nuestro proyecto. Para ello, como ya hemos explicado antes, nos vamos a la herramienta de copiar, y seleccionamos, en una vista de planta, todas las rejillas de nuestro maestro, de manera que una a una, se nos van copiando a nuestro archivo de estructuras.

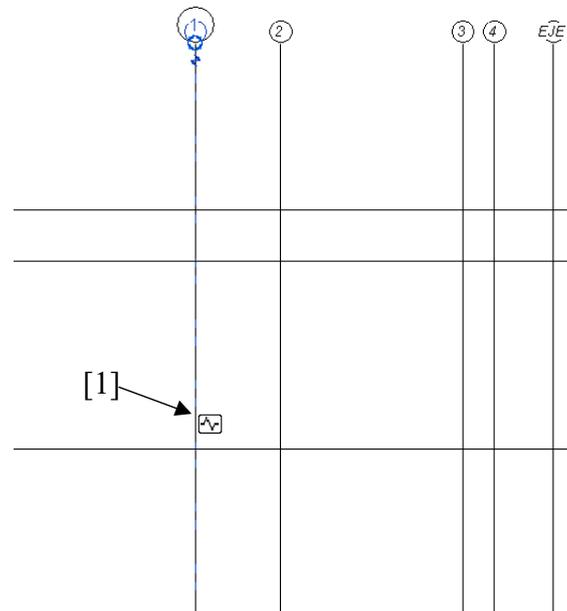


Imagen 4.24: Rejillas supervisadas

Cuando copiamos un elemento, este se nos selecciona y nos aparece un símbolo [1], el cual nos indica que ese elemento está supervisado por un elemento del vínculo. Este mismo símbolo, nos aparece en el caso de supervisar dos elementos.

Este mismo proceso realizamos para dibujar los niveles de nuestro proyecto, con la única diferencia, que tenemos que hacerlo desde una vista de alzado o sección.

#### 4.3.3. Análisis de la estructura

El proyecto que vamos a desarrollar, está compuesto por una estructura de hormigón armado. La cimentación del edificio es superficial, debido a la buena consistencia del terreno. En el informe geotécnico, donde se nos indica la estabilidad y resistencia del suelo donde vamos a edificar, nos indica, que las zapatas que podemos usar como soporte de nuestro edificio, pueden ser unas zapatas superficiales, debido a que encontramos terreno firme a poca profundidad de rasante.

#### Cotas y tipología de las cimentaciones

**PARCELAS A1-A2.** A las cotas a las que queda la solera de ambos edificios (cota +31,4 – A1, cota +32,0 – A2) se encuentra la Unidad U2 de roca sana o poco meteorizada, pudiendo aparecer puntualmente la Unidad U1 en pequeños espesores. En estas condiciones la tipología de cimentación recomendada es la de tipo superficial o directo, mediante zapatas aisladas o corridas. Como cota de cimentación quedaría la resultante de excavar dichas zapatas bajo la solera de sótano (aproximadamente a cota +31,0 en la parcela A1 y +31,5 en la parcela A2).

Imagen 4.25: Recomendación del geotécnico

En cuanto a la estructura que está por encima de rasante, nos encontramos con muros de contención realizado con hormigón armado, HA-25, los cuales están en contacto directo con el terreno.



Imagen 4.26: Detalle de estructura, muro contención

También tenemos muros de carga, que no están en contacto directo con el terreno, así como pilares estructurales y forjados, todos ellos, realizados con hormigón armado, HA-25.



Imagen 4.27: Sección estructural, núcleo de escaleras

#### 4.3.4. Materiales

Revit trae una serie de materiales estructurales, los cuales llevan configuradas, sus condiciones físicas. Estas condiciones físicas que tienen los materiales, Revit los utiliza para calcular nuestra estructura, puesto que son estas, las que dan toda la resistencia a nuestro modelo. Como la estructura con la que va a estar compuesta nuestro proyecto, no coincide con los materiales que Revit trae por defecto, tenemos que crear nuestros propios materiales, a los que vamos a darles sus condiciones físicas correspondientes, tal y como nos dicen, los datos aportados por el estudio de estructura.

Para crear los materiales que vamos a necesitar, nos tenemos que ir a “*ficha gestionar, grupo configuración, materiales*”.

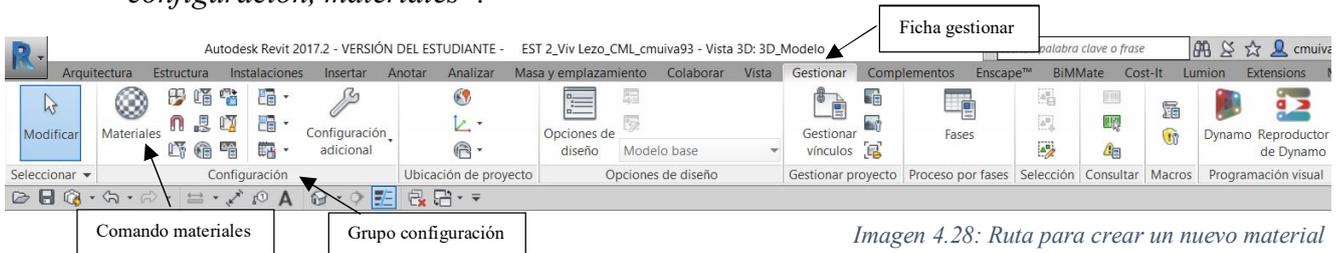


Imagen 4.28: Ruta para crear un nuevo material

Nos saldrá la siguiente ventana, donde nos aparece, los materiales que Revit nos trae por defecto con la plantilla de estructuras.

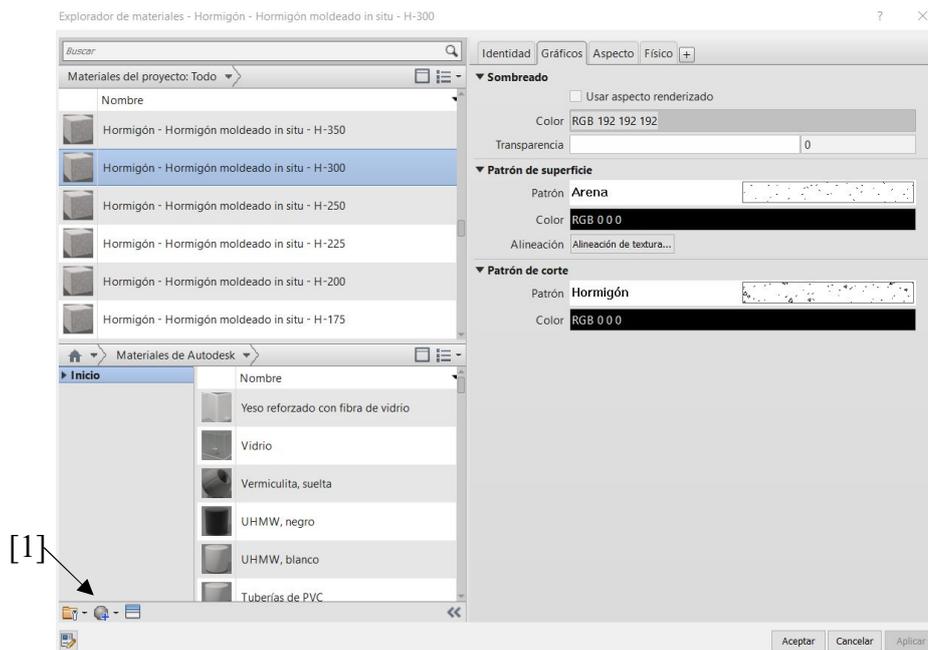
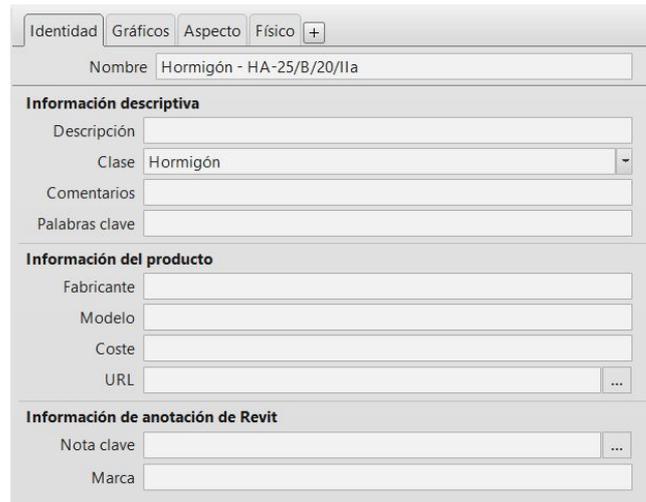


Imagen 4.29: Ventana administración de materiales

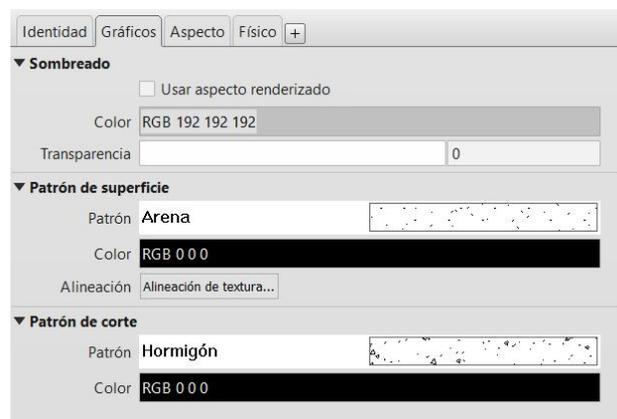
Para crear un material estructural nuevo, podemos hacerlo de dos formas, con la opción de nuevo material [1], o duplicando uno de los materiales que tenemos creados. En nuestro caso, lo vamos a realizar de la segunda forma, puesto que, si duplicamos un material de hormigón que nos viene creado en Revit, podemos cambiar los valores de sus parámetros físicos.



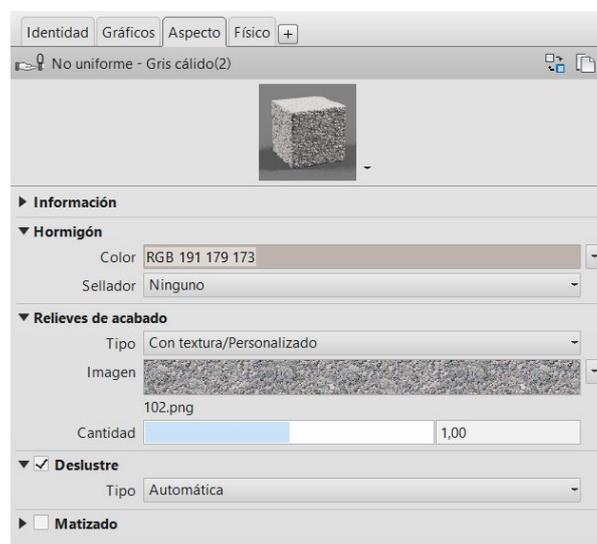
*Imagen 4.30: Datos del material*

En la anterior ventana (imagen 4.30), podemos cambiar dos datos que nuestro material va a tener. Estos datos son muy importantes, sobre todo para realizar mediciones y sacar presupuestos (sobre todo los parámetros de nota clave y marca).

En las siguientes ventanas (imagen 4.31 y 4.32), podemos modificar el aspecto gráfico que va a tener nuestro elemento modelado, y el aspecto real que va a tener cuando lo rendericemos, respectivamente.

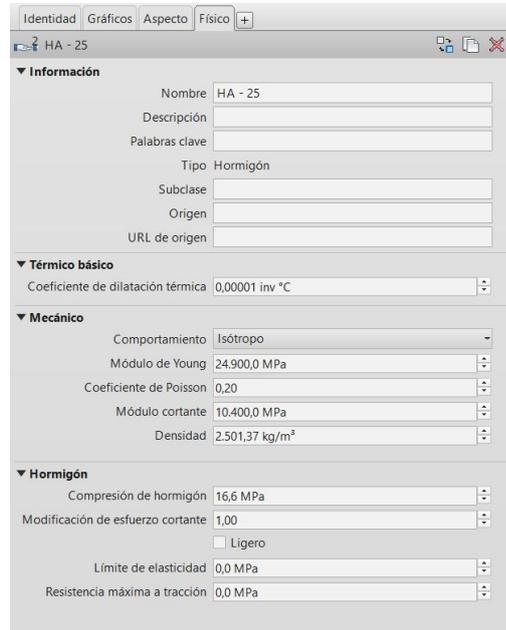


*Imagen 4.31: Visualización gráfica*



*Imagen 4.32: Visualización Render*

La parte más importante de nuestro material estructural nuevo, es la parte física. Como podemos observar en la siguiente ventana (imagen 4.33), podemos introducir, diversos factores de cálculos tanto mecánicos como térmicos. Con estos datos, Revit va a ser capaz de calcular nuestra estructura y darnos resultados, acordes con los datos introducidos.



Sección	Propiedad	Valor
Información	Nombre	HA - 25
	Descripción	
	Palabras clave	
	Tipo	Hormigón
	Subclase	
	Origen	
	URL de origen	
Térmico básico	Coefficiente de dilatación térmica	0,00001 inv °C
Mecánico	Comportamiento	Isótropo
	Módulo de Young	24.900,0 MPa
	Coefficiente de Poisson	0,20
	Módulo cortante	10.400,0 MPa
	Densidad	2.501,37 kg/m³
Hormigón	Compresión de hormigón	16,6 MPa
	Modificación de esfuerzo cortante	1,00
	<input type="checkbox"/> Ligero	
	Límite de elasticidad	0,0 MPa
	Resistencia máxima a tracción	0,0 MPa

Imagen 4.33: Configuración de la resistencia del material

Una vez que tengamos nuestro material, perfectamente configurado, ya podemos utilizarlos para los elementos que tengamos modelado en nuestro proyecto.

#### 4.3.5. Modelado de elementos estructurales

Como ya hemos visto anteriormente, nuestro proyecto, está compuesto por una estructura realizada con hormigón in situ, por lo tanto, vamos a ver, el modelado de todas y cada una de las partes de las que se compone.

Antes de comenzar a modelar nuestros elementos, tenemos que tener en cuenta, que Revit trabaja con familias, y cada familia, tiene un tipo de elementos diferentes. Cuando vayamos a dibujar nuestros muros, pilares y forjados, tenemos que crear con anterioridad, todas las posibles familias que vayamos a utilizar en nuestro proyecto. No es preciso configurarlas con toda su información, ya que después, vamos a poder modificar sus configuraciones.

Para crear un nuevo tipo o bien podemos duplicar uno ya existente o cargar una familia nueva, en el caso de los pilares.

Para duplicar los elementos que ya nos vienen creados, por ejemplo, un muro, solo tenemos que seleccionar un tipo, entrar en sus parámetros de tipo y duplicarlo. Cuando ya tengamos nuestro tipo duplicado, ya podemos editar su estructura interna y asignar las características a nuestro nuevo tipo.

- Muros estructurales: Para modelar muros estructurales, nos tenemos que dirigir a “ficha estructura, grupo estructura, muro estructural”.

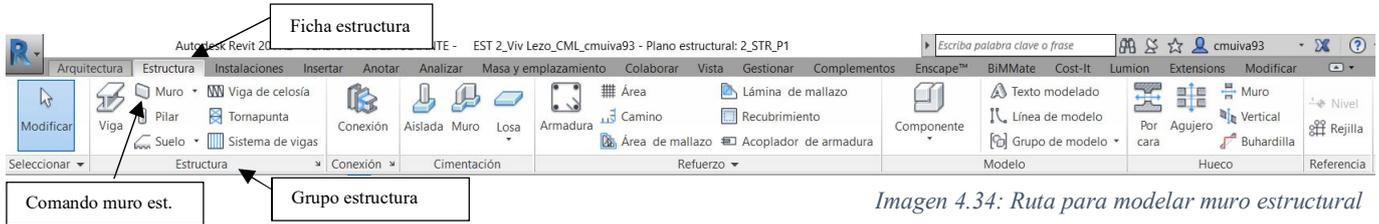


Imagen 4.34: Ruta para modelar muro estructural

Antes de comenzar a modelar nuestro muro, tenemos que tener claro las herramientas que nos dan. Las herramientas para modelar un muro, son las siguientes:



Imagen 4.35: Herramientas para modelar muro

- Profundidad/Altura [1]: Con esta herramienta, podemos decidir, como comenzar a modelar nuestro muro, es decir, si elegimos la opción de profundidad, el muro que modelemos, va a comenzar desde el nivel que estemos hacia abajo, sin embargo, si elegimos “Altura”, el muro comenzará a modelarse, desde el nivel donde estemos y hacia arriba.
- Conectado [2]: Después de elegir desde donde comenzar a modelar nuestro muro, tenemos que elegir, hasta donde lo queremos modelar. Con esta herramienta, lo que hacemos, es limitar la altura que va a tener nuestro muro. En el caso de que no esté conectado a ningún nivel, es decir, que tenga una altura libre, lo dejamos como no conectado, y le damos la altura correspondiente en el espacio que se nos queda activado [3].
- Línea de ubicación [4]: Mediante esta herramienta, podemos controlar, en una vista de planta, desde que cara modelar nuestro muro.
- Los demás comandos, son como los muros arquitectónicos.

Si tenemos un plano DWG donde apoyarnos, es mucho más fácil modelar los muros, puesto que Revit, también nos da la opción de selector de líneas, donde podemos seleccionar las líneas, que representan un muro en el DWG y Revit nos dibuja un muro [5].

- Pilares estructurales: Los pilares estructurales los podemos realizar de dos formas distintas, podemos introducir un pilar que nos viene cargado en Revit, con sus debidas modificaciones de tipo, o bien, podemos crear una nueva familia de pilares personalizada. Para este proyecto, hemos decidido crear una familia nueva de pilares, a la que vamos a personalizar con todos los detalles que nos pueden salir en un plano estructural.
  - Para crear nuestra familia de pilar personalizado, partimos desde un pilar cargado en Revit. Una vez que tenemos seleccionado nuestro pilar, editamos la familia [1]. Para no dañar la familia de Revit, realizamos un “guarda como”, y lo ubicamos en nuestra carpeta de familias nuevas.

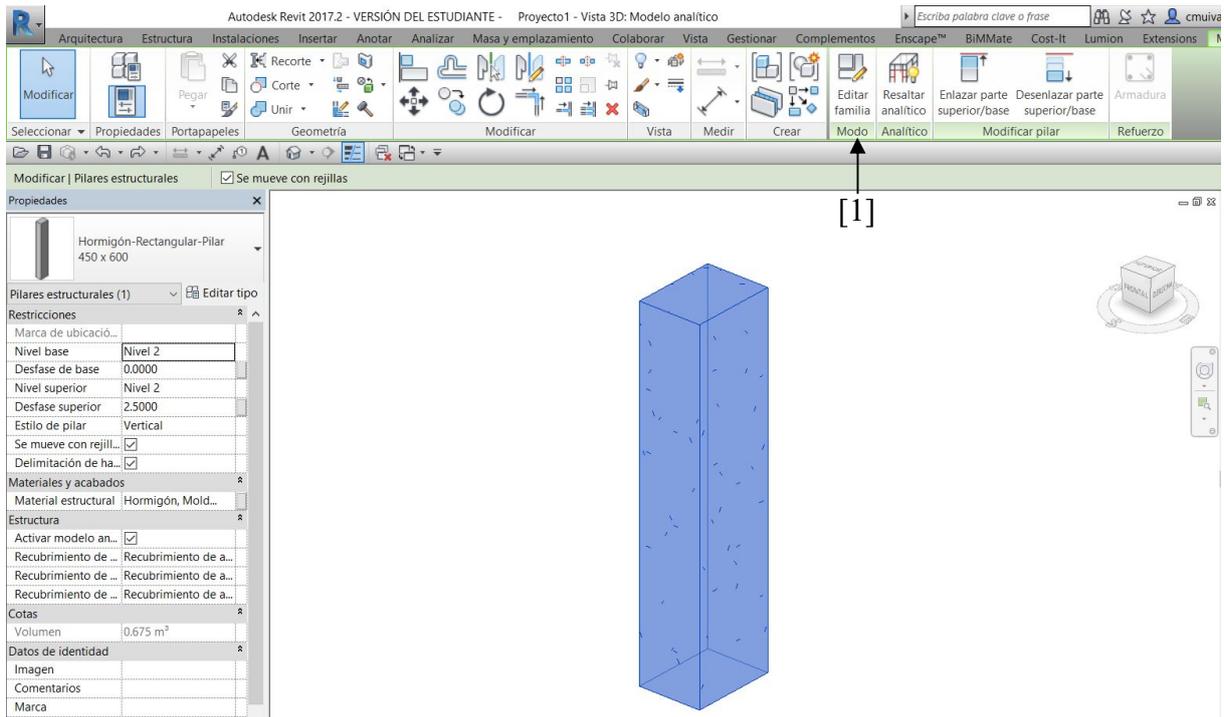


Imagen 4.36: Pilar estructural

- Cuando estemos dentro de la familia, comenzamos a editarla para que se comporte como nosotros lo deseemos. Lo primero que vamos a realizar, es mover de ubicación nuestra geometría del pilar (geometría realizada con una extrusión). Para desplazar nuestra geometría, nos vamos a una vista de planta [1] (nivel de re. inferior), seleccionamos nuestra geometría y la desplazamos.

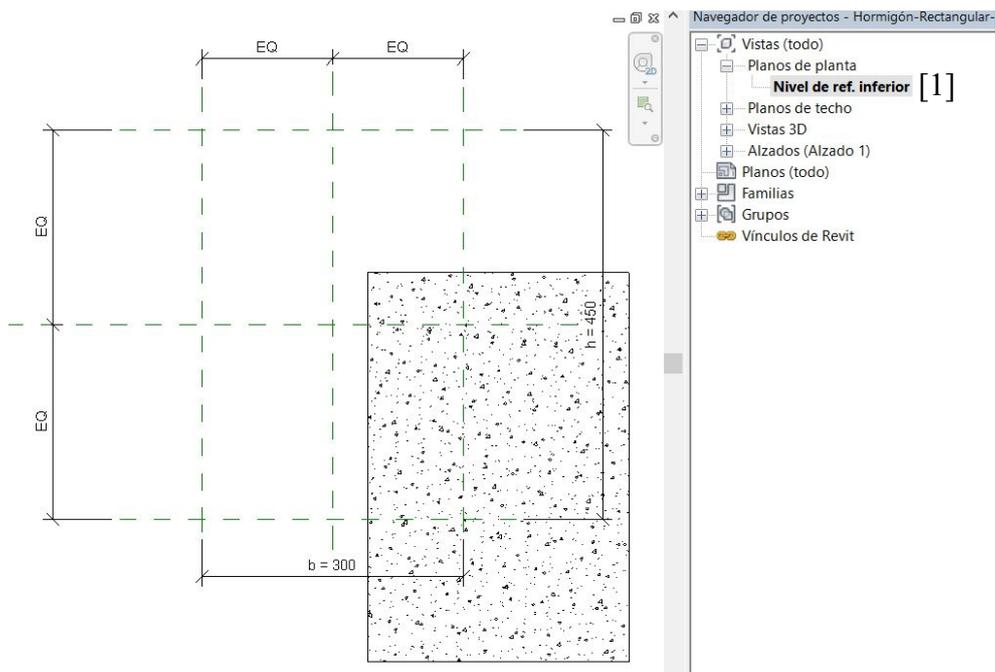


Imagen 4.37: Pilar desplazado de sus ejes

Cuando desplazemos el pilar de su ubicación inicial, nos saldrá un aviso como en la imagen 4.38. Revit, con este aviso, nos quiere decir que, si eliminamos las restricciones, vamos a poder mover nuestro pilar, puesto que cuando se creó, restringieron los bordes de la extrusión a los planos de referencias creado (líneas discontinuas verdes). Como nosotros buscamos que nuestra extrusión, no esté sujeta a ningún plano de referencia, pues eliminamos todas las restricciones que tuviera.

Autodesk Revit 2017

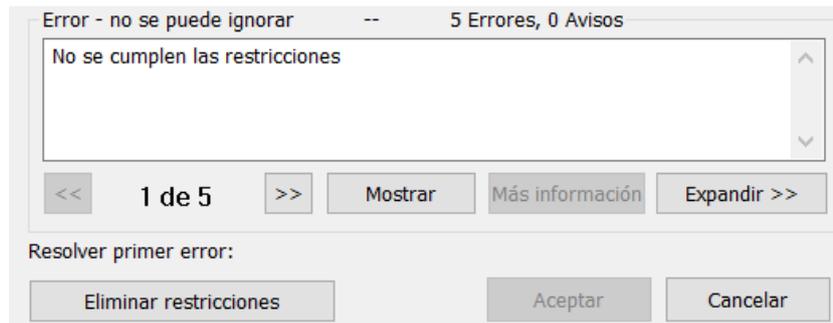


Imagen 4.38: Ventana de aviso

- Para tener nuestro pilar controlado, vamos a crear dos planos de referencias nuevos (con atajo de teclado “RP”), uno vertical y otro horizontal. Estos dos planos, van a tener un tipo de línea nueva, para diferenciarlos de los demás (líneas discontinuas rojas).

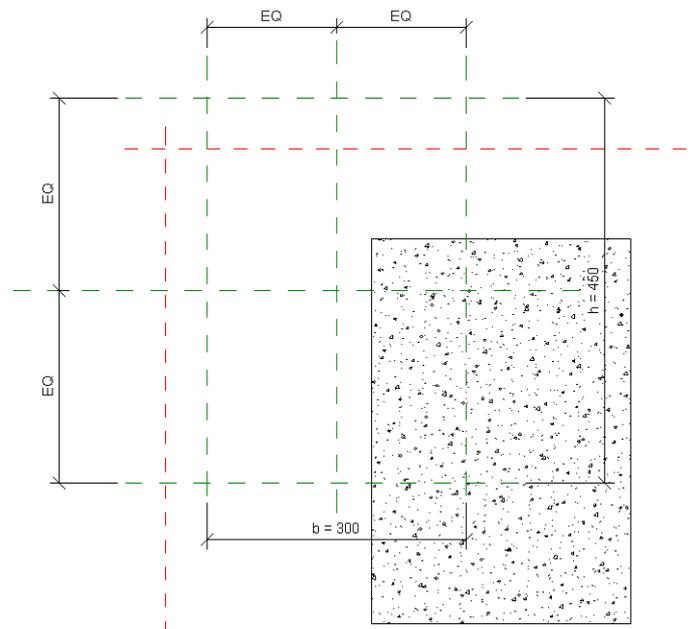


Imagen 4.39: Pilar con nuevos planos de referencia

Acotamos estos nuevos planos a los centrales, y damos un parámetro de longitud y cota. Los parámetros tienen que ser de ejemplar, puesto que la posición de cada pilar, va a variar según ejemplar.

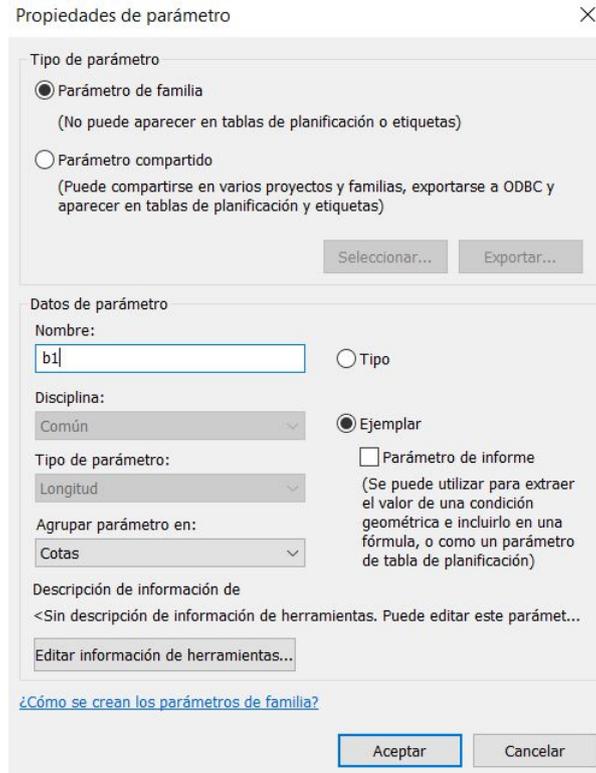


Imagen 4.40: Ventana de creación de parámetro

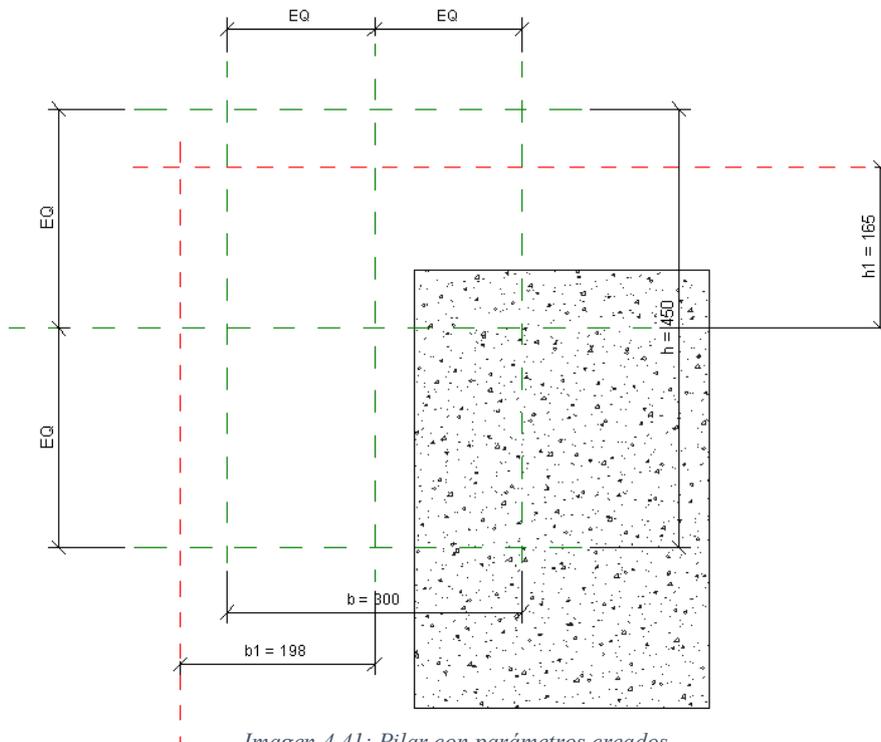


Imagen 4.41: Pilar con parámetros creados

- Para realizar los símbolos de anotaciones, que usamos habitualmente en los planos estructurales, tenemos que crearlos en diferentes familias de anotaciones. Para realizar nuestro pilar personalizado, hemos creado 3 tipos de símbolos diferentes.

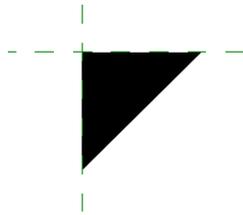


Imagen 4.42: Pilar en esquina

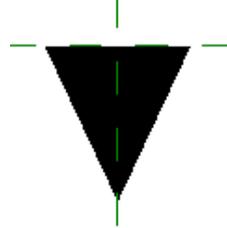


Imagen 4.43: Pilar una cara

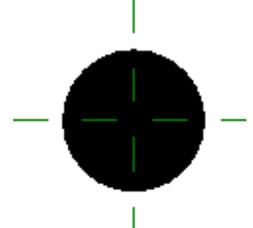


Imagen 4.44: Pilar centrado

Estos símbolos, los introducimos a nuestra familia de pilar, como familias anidadas, y los colocamos en la intersección de los dos planos de referencias principales.

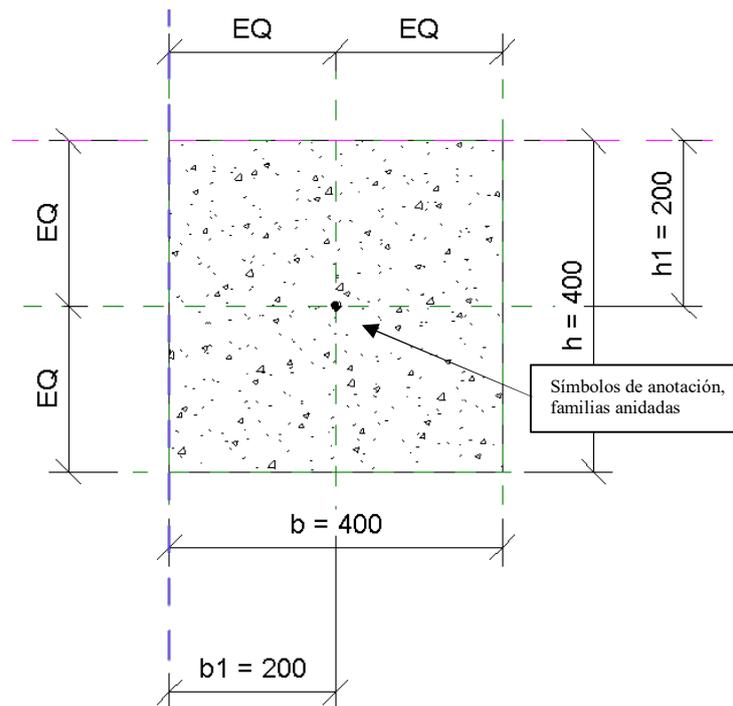


Imagen 4.45: Pilar con familias anidadas

- Para terminar, vamos a intentar parametrizar nuestro pilar, para que realice las funciones que teníamos previstas. El resultado final que vamos a conseguir, es tener la posibilidad de elegir la posición de nuestro pilar, si queremos que sea de esquina, de una cara o que esté centrado. Para ello, lo que vamos hacer, es crear dos parámetros de visibilidad, uno de cara fija [1] y el otro de esquina fija [2]. Estos parámetros tienen que ser de ejemplar, por las mismas razones de antes.

También, creamos 3 parámetros de visibilidad y de ejemplar, para los símbolos que hemos introducido como familias anidadas [3].

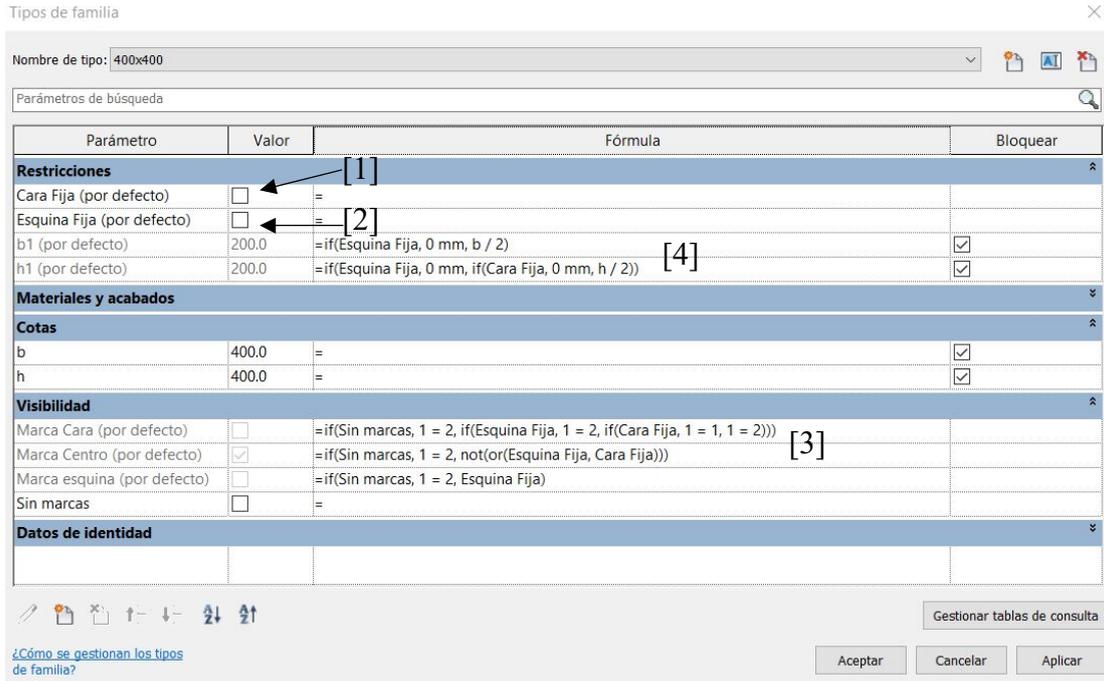


Imagen 4.46: Configuración de parámetros

Como podemos observar en la imagen 68, los parámetros de longitud “b1 y h1” [4] tienen fórmulas de condiciones incorporadas. Estas fórmulas son iguales que las utilizadas en las tablas Excel. En estos dos parámetros, intentamos relacionarlos con los dos de visibilidad creados anteriormente [1 y 2], mediante la fórmula condicional “if” cuya función es colocar un parámetro si se cumple una condición y si no se cumple, colocar el otro parámetro.

Para terminar, alineamos las caras de nuestro pilar a los planos de referencias nuevos (líneas discontinuas rojas), y los restringimos para que se muevan con ellos.

- Lo siguiente que tenemos que hacer, es crear los diferentes tipos de pilares que vamos a utilizar en nuestro proyecto, para ello, clicamos en “nuevo tipo” [5] (imagen 4.46), le damos un nombre nuevo, y configuramos nuevamente esa vista para que se comporte como nosotros deseamos.
- Una vez que tengamos nuestra familia de pilar creada, ya podemos cargarla en nuestro proyecto.



Imagen 4.47: Pilar esquina fija

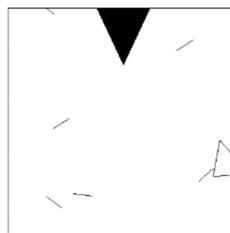


Imagen 4.48: Pilar cara fija

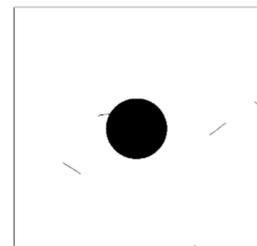


Imagen 4.49: Pilar centrado

- Forjados estructurales: Para crear forjados estructurales, nos tenemos que dirigir a “ficha estructura, grupo estructura, suelo”.

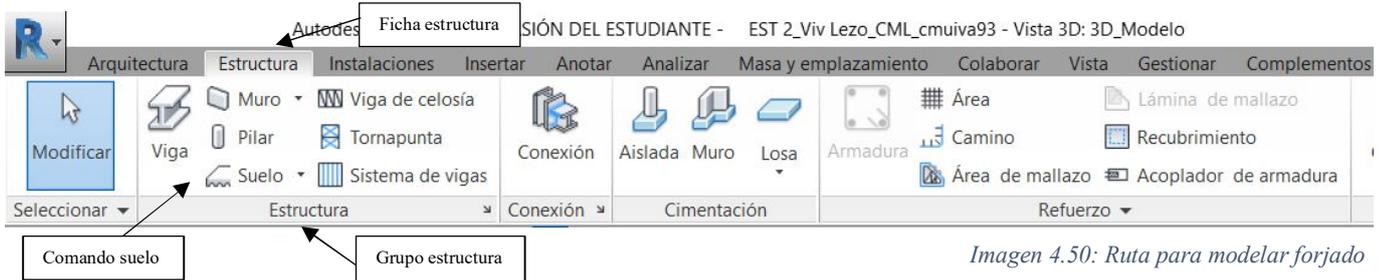


Imagen 4.50: Ruta para modelar forjado

Para modelar un forjado estructural, al igual que en los pilares y los muros, tenemos que crearnos nuestros tipos de forjados que vayamos a utilizar en nuestro proyecto.

- Primero, tenemos que situarnos en la planta donde vayamos a modelar nuestro forjado, y tener en cuenta una serie de aspectos a la hora de modelar.
  - El contorno de nuestro forjado, tiene que ser cerrado.
  - No tiene que haber ninguna línea fuera del contorno.
  - Si dibujamos un bucle cerrado dentro de nuestro contorno, obtendremos un hueco en nuestro forjado.

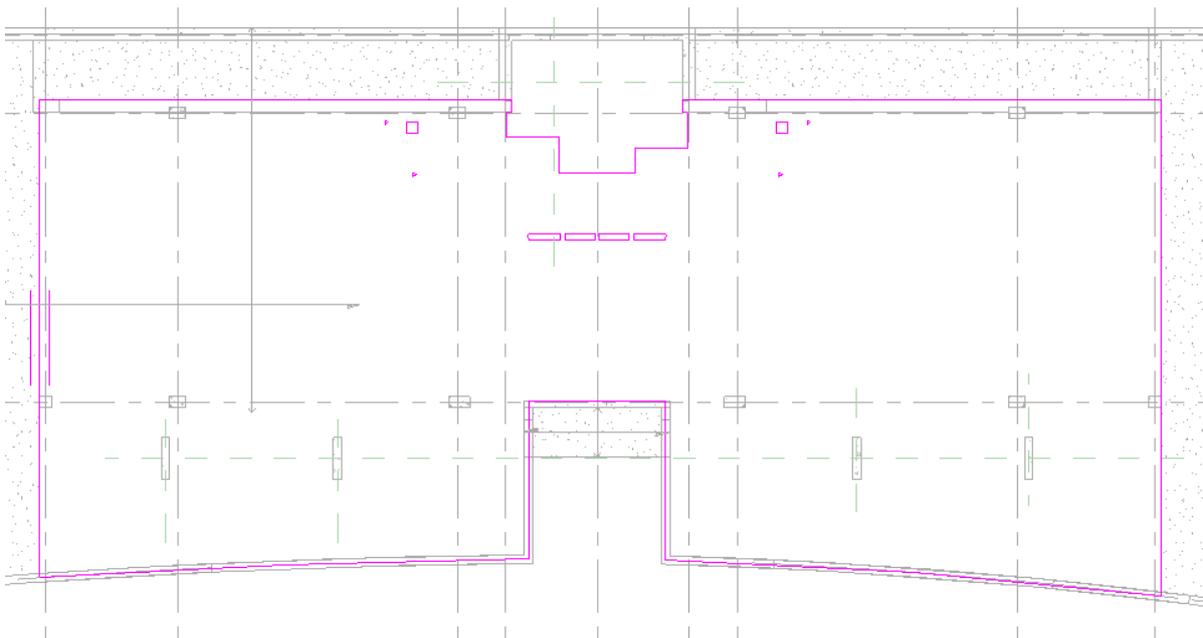


Imagen 4.51: Líneas de contorno forjado estructural

- Zapatas: Para modelar las zapatas, lo primero, tenemos que tener un anfitrión donde colocarlas, ya sea un pilar o un muro estructural.

Para colocar, tanto una zapata corrida como una aislada, nos tenemos que dirigir a “ficha estructura, grupo cimentación, aislada o muro”.

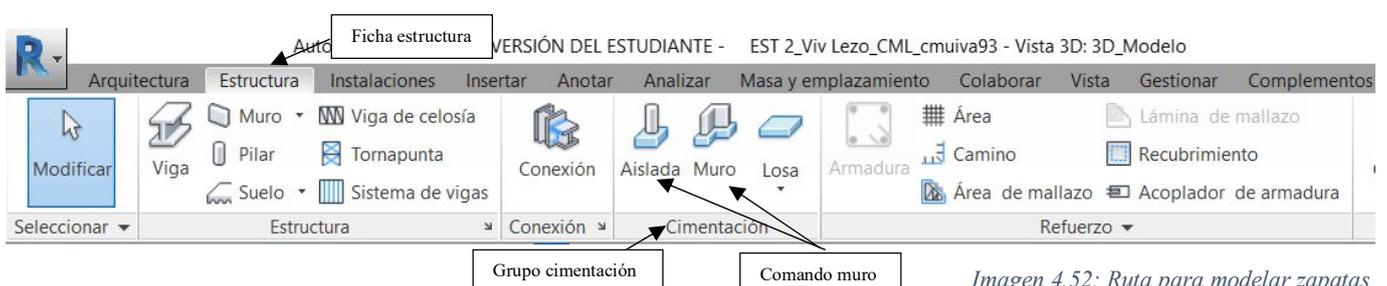


Imagen 4.52: Ruta para modelar zapatas

Las zapatas aisladas, son familias externas, por lo tanto, las podemos crear y configurar con las dimensiones que nosotros queramos.

Como en nuestro proyecto, las zapatas que vamos a utilizar, son zapatas de hormigón armado normales, vamos a utilizar las que Revit nos trae por defecto, con la diferencia, que vamos a crear nuestros nuevos tipos, acordes con las dimensiones que vamos a utilizar.

Para modelar las zapatas, simplemente, tenemos que seleccionar el anfitrión donde va a ir colocadas, y se nos dibuja con la misma longitud, en el caso del muro, y centrada, en el caso del pilar.

- En este proyecto, tenemos una forma particular de zapata. Como el edificio se encuentra en terreno con pendiente, las zapatas elegidas para soportar el edificio, tienen un desnivel entre algunas zonas, por lo tanto, se necesita un elemento de unión entre ambos niveles.

Para solucionar este problema, se optó por construir un elemento singular de unión.



Imagen 4.53: Detalle salto en cimentación

Como podemos observar, la cimentación por la que se optó, tiene una forma singular. Esta forma, Revit no la puede modelar con una cimentación normal, por lo tanto, para resolver este problema, hemos optado modelarla utilizando masas in situ.

Para modelar una masa in situ, nos tenemos que ir a “ficha masa y emplazamiento, grupo masa conceptual, masa in situ”.



Imagen 4.54: Ruta para modelar masa in situ

Para modelar una masa in situ, tenemos que dibujar el perfil de nuestra figura a modelar.

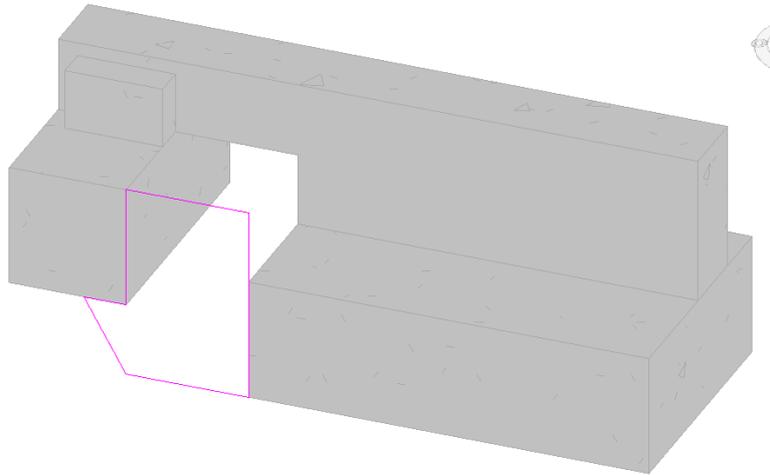


Imagen 4.55: Perfil de zapata singular

Una vez que tengamos la figura colocada, procedemos a crear un volumen de masa, la cual nos crea una figura tridimensional, con la forma de perfil que le hemos dado. Para que nuestra masa in situ, tenga la misma categoría que las demás zapatas, tenemos que asignarle la categoría adecuada, para ello, nos dirigimos al comando “*parámetros y categorías de familia*” [1].



Imagen 4.56: Comando de parámetros y categorías

Cuando seleccionemos el comando anterior, nos saldrá la siguiente imagen, donde tendremos que cambiar la categoría a la que pertenece nuestra masa creada.

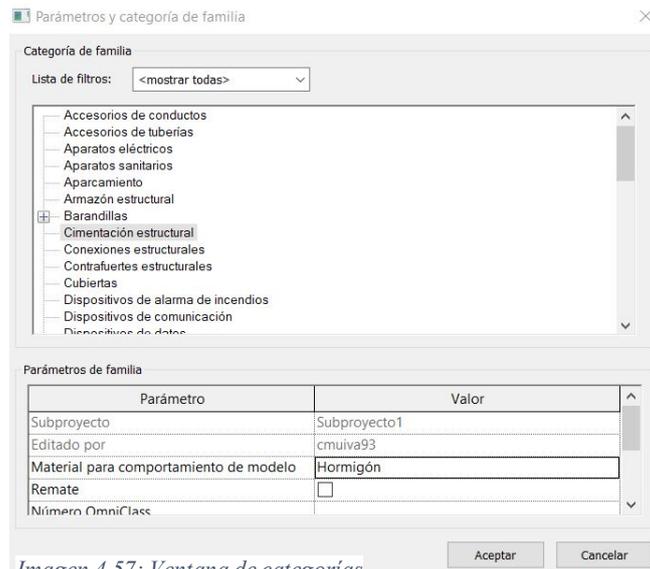


Imagen 4.57: Ventana de categorías

Como podemos observar en la siguiente imagen, después de crear nuestra masa in situ, podemos modificar la longitud que esta va a tener, haciendo uso de los tiradores de la masa.

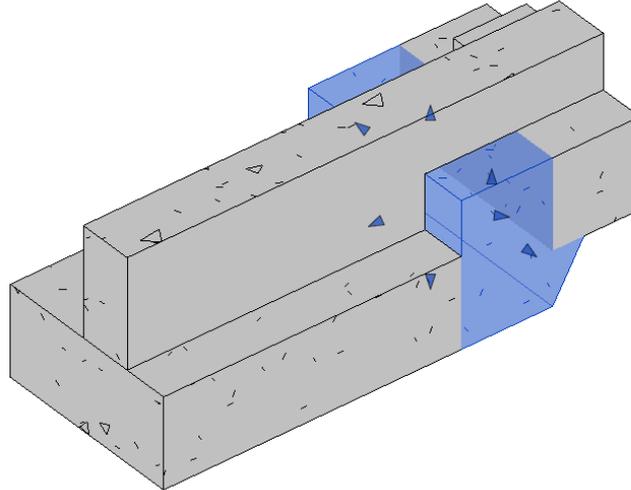


Imagen 4.58: Masa in situ terminada

- Esta cimentación singular, presentó algunos problemas en las zonas frontales, debido a que tenemos un muro curvo. Como consecuencia, para modelar la masa in situ, he tenido que asignar planos de referencia en una cara plana, y luego adaptarlo al muro curvo.

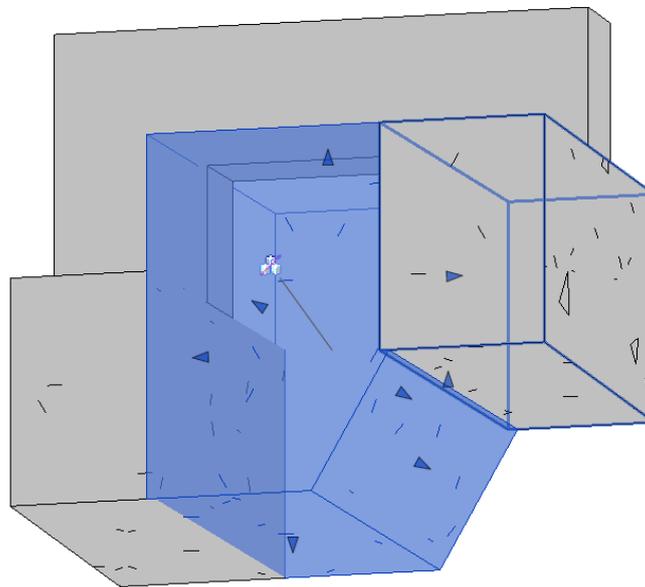


Imagen 4.59: Masa in situ en muro curvo

Debido a este problema, tenemos pequeñas desviaciones en la parte inferior de la zapata (imagen 4.59), pero como son pequeñas, están dentro de un margen de error aceptable.

- Ventanas y puertas: Las ventanas y las puertas, en la plantilla arquitectónica, Revit las interpreta como simples huecos en el muro. Para colocar una ventana o puerta, nos tenemos que dirigir a “*ficha arquitectura, grupo construir, ventana/puerta*”.



Imagen 4.60: Ruta creación puerta/ventana

Como podemos ver en la siguiente imagen, Revit, interpreta las puertas y las ventanas como simples huecos en el muro, por lo tanto, solo tiene en cuenta, el volumen que descuenta del muro, para sacar las futuras mediciones.

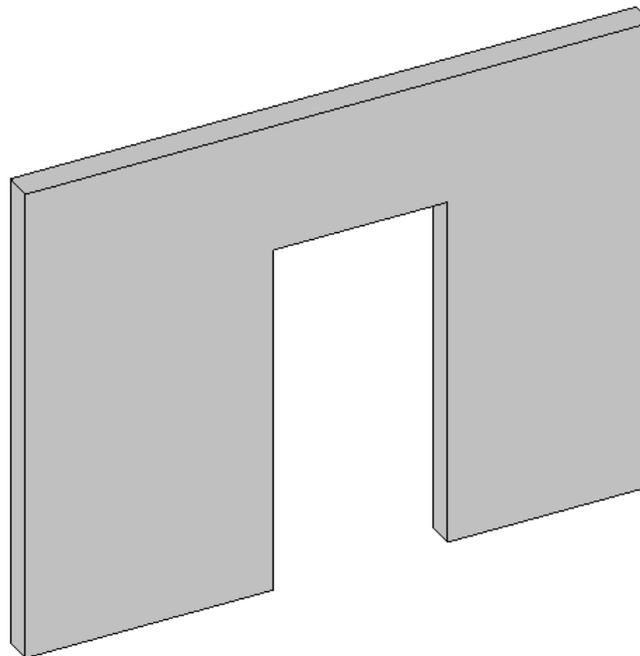


Imagen 4.61: Puerta en muro estructural

#### 4.3.6. Cargas estructurales:

Revit nos permite crear cargas, que sean capaces de interactuar con nuestro modelo analítico. Para configurar las diferentes cargas que vamos a tener en nuestro proyecto, nos tenemos que dirigir a “*ficha gestionar, grupo configuración, configuración estructural*”.

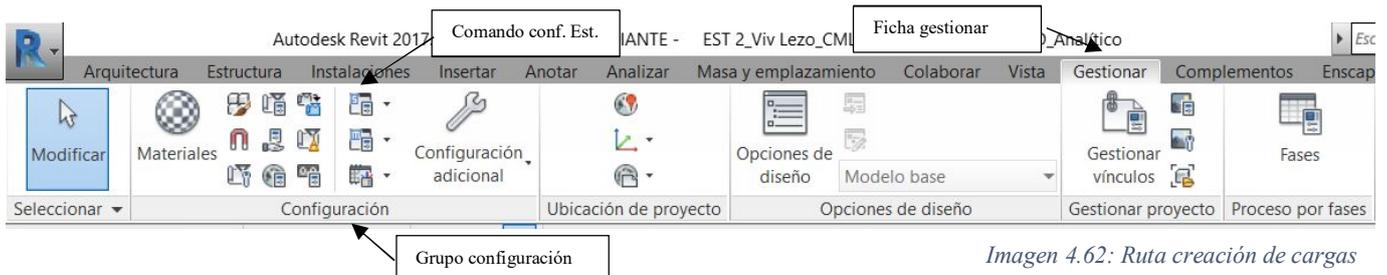


Imagen 4.62: Ruta creación de cargas

Cuando nos vamos a esta configuración, nos saldrá la siguiente venta (imagen 4.63), donde podemos configurar los casos de cargas, con los cuales nos podemos encontrar en nuestro proyecto.

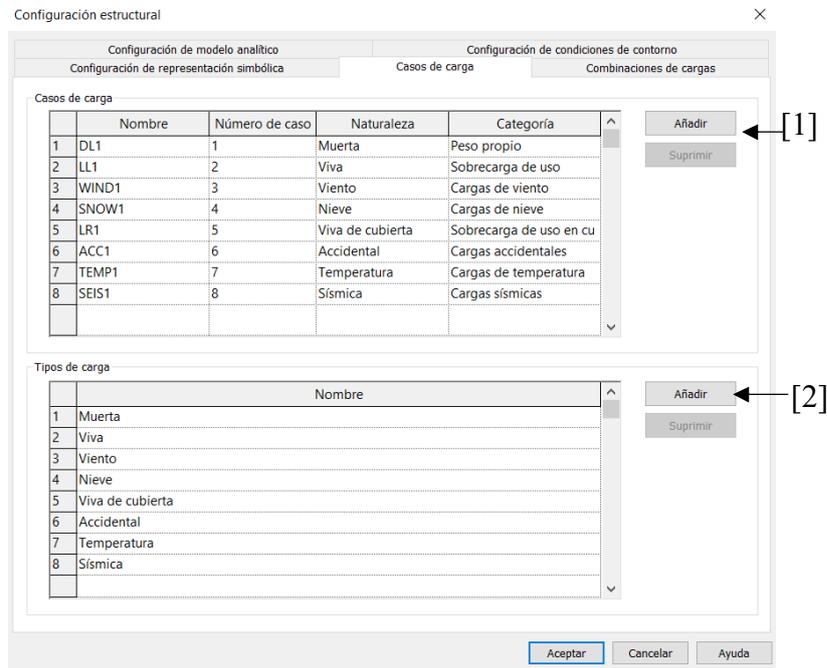


Imagen 4.63: Casos de casos de carga

Para crear un nuevo caso de carga, lo que tenemos que hacer es:

- Crear un nuevo caso de carga [1]
- Darle un nombre y número único para esa carga
- Elegir la naturaleza a la que va a pertenecer nuestra nueva carga. Para crear un nuevo tipo de carga, solo tenemos que añadir un “tipo de carga” a nuestro modelo [2], y ya la tendremos disponible en nuestro desplegable de categorías.

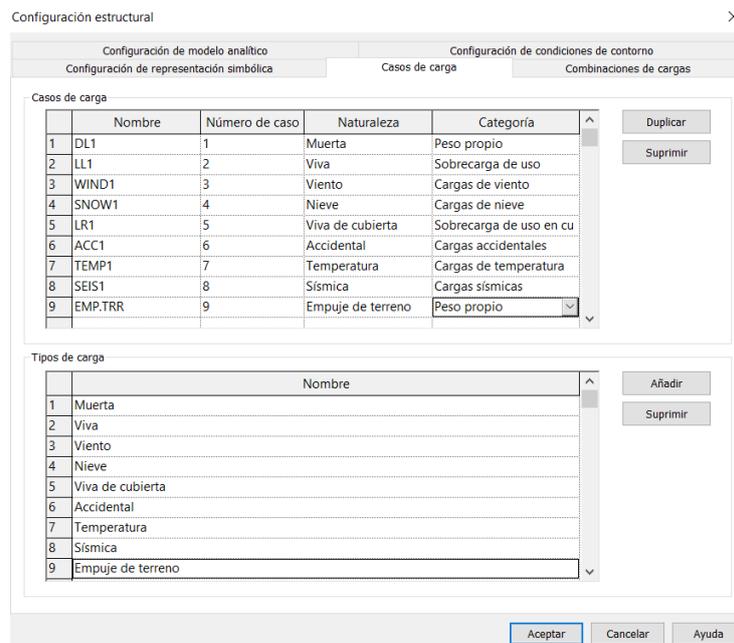


Imagen 4.64: Nuevo caso de carga creado

Cuando tenemos los distintos casos de cargas creados, podemos comenzar a realizar las diferentes combinaciones de cargas que nos exige el código técnico. Para crear una nueva combinación de carga, estando en la misma ventana, nos dirigimos al apartado de “Combinaciones de cargas”, en donde nos aparecerá, la siguiente ventana.

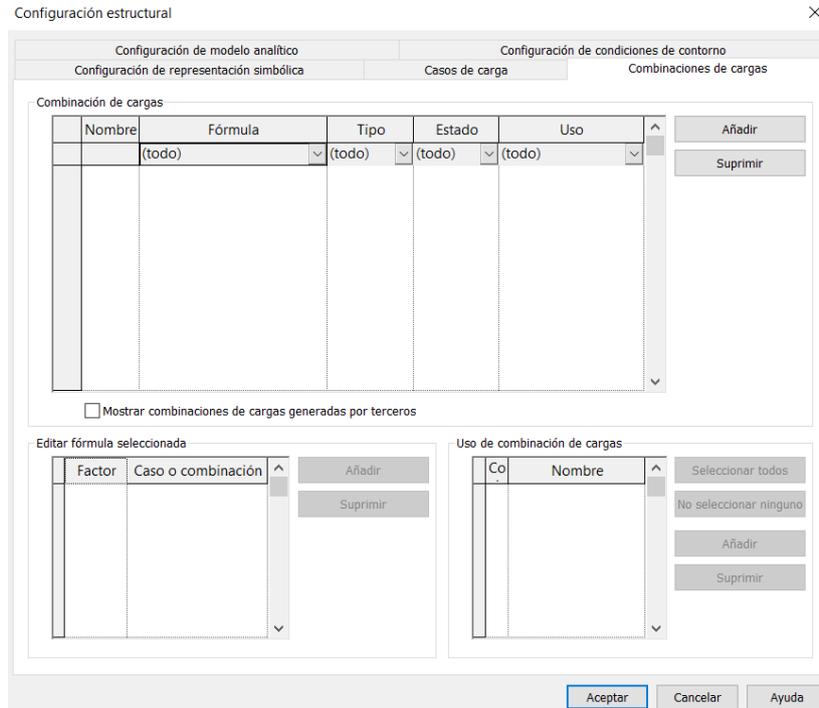


Imagen 4.65: Ventana de combinaciones de cargas

En esta ventana, es donde podemos comenzar a crear nuestras nuevas combinaciones, tal y como nos marca el CTE\_SE. Para crear una combinación de carga, tenemos que realizar lo siguiente:

- Le damos al botón de añadir [1], y se nos abrirá una nueva línea, en donde le tenemos que introducir el nombre que va a tener nuestra combinación de carga.
- Para crear la fórmula que va a respetar esta combinación, la tenemos que crear en la tabla inferior izquierda [2]. En esta tabla, tenemos que darle al botón añadir [3], introducir un factor por el cual va a estar multiplicada nuestra carga, y elegir el tipo de carga que vamos a utilizar, creado anteriormente. Los datos en el apartado de “fórmula” de la tabla principal, se rellenan solos.
- Tenemos que elegir el tipo de combinación a la cual va a pertenecer, si es del tipo combinación o envolvente [4].
- Otro factor importante, es la elección del fin último que se le va a dar a esa carga, si es para el cálculo como límite de servicio o límite último, de nuestra estructura [5].
- El uso que le vamos a dar a nuestra combinación, lo tenemos que elegir, desde la tabla inferior derecha. En esta tabla, le damos al botón añadir [6], y damos un nombre al nuevo uso. Para que se rellene este campo en la tabla principal, tenemos que activarlo en esta tabla.

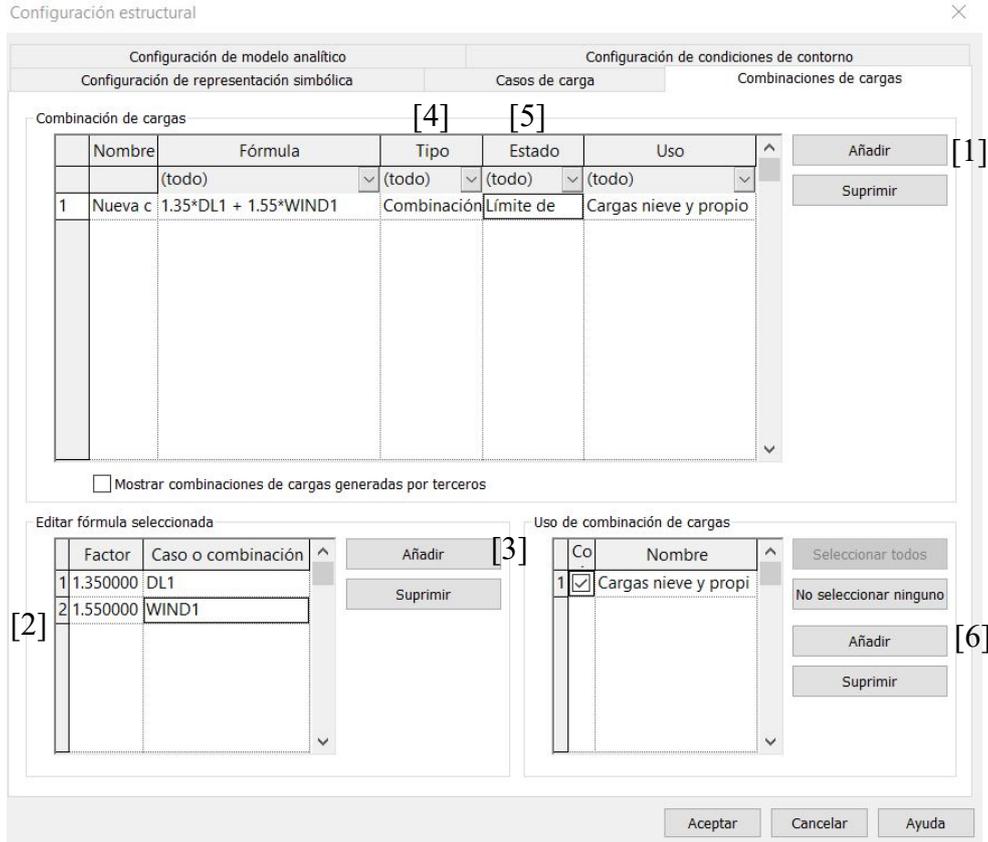


Imagen 4.66: Configuración de nueva combinación de cargas

Para introducir cargas a nuestro proyecto, nos tenemos que ir a “ficha gestionar, en grupo modelo analítico, cargas”.

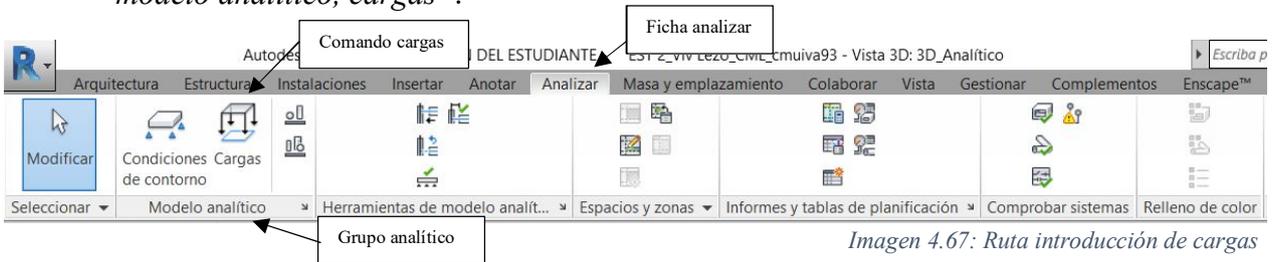


Imagen 4.67: Ruta introducción de cargas

En Revit, podemos introducir las cargas de nuestro proyecto, con distintos casos, como cargas puntuales, como cargas lineales horizontales o inclinadas, o como cargas superficiales, como podemos ver en la siguiente imagen.

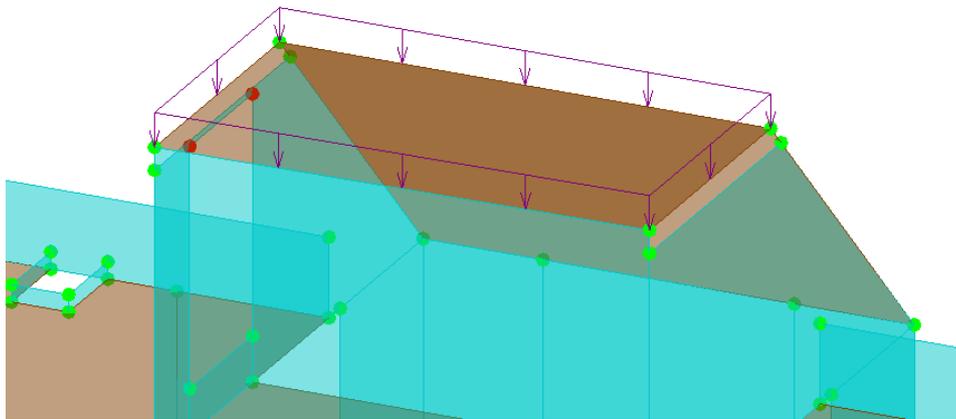


Imagen 4.68: Opciones de cargas

Como ya tenemos nuestras cargas, correctamente definidas, ya podemos introducirlas para que hagan trabajar a nuestra estructura. Para ello, abrimos nuestro modelo analítico. El modelo analítico, puede ser de planta (podemos colocar con más facilidad las cargas) o en una vista 3D (tenemos que tener cuidado con los planos de ubicación).

En este caso, vamos a introducir una carga producida por el peso propio de la cubierta, para ello, nos vamos a insertar una carga superficial hospedada, puesto que lo vamos a hacer en una vista 3D analítica.

- La carga superficial hospedada, nos permite introducir una carga a un elemento modelado, solamente con seleccionar una de sus caras.
- Como vamos a introducir la carga de peso propio que va a soportar la cubierta plana, tendremos que seleccionar la cara superior de la losa de cubierta.



*Imagen 4.69: Carga superficial de peso propio*

Para controlar el valor de nuestra carga, si la seleccionamos, en sus propiedades de ejemplar, nos aparece una serie de parámetros de fuerza, donde podemos controlar el esfuerzo realizado por el elemento, en cada uno de sus ejes.

Propiedades	
Cargas superficiales	
Carga de área 1	
Cargas superficiales (1)	Editar tipo
Análisis estructural	
Caso de carga	DL1 (1)
Naturaleza	Muerta
Orientar a	Proyecto
Carga proyectada	<input type="checkbox"/>
Fuerzas	
Fx 1	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Fy 1	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Fz 1	-1.00 kN/m <sup>2</sup>
Datos de identidad	
Descripción	
Comentarios	
Subproyecto	Subproyecto1
Editado por	cmuiva93
Proceso por fases	
Fase de creación	Nueva construcción
Fase de derribo	Ninguno
Otros	
Reacción	<input type="checkbox"/>
Área	10.137 m <sup>2</sup>

*Imagen 4.70: Propiedades de carga*

#### 4.3.7. Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno, las utilizamos para dar un valor a la cimentación de un proyecto, en el caso de que no sepamos, la forma concreta de las zapatas.

La interacción entre Revit y Robot, se ejecuta adecuadamente utilizando las condiciones de contornos, a falta de zapatas definidas.

Para introducir condiciones de contornos, nos tenemos que dirigir a “ficha analizar, grupo modelo analítico, condiciones de contorno”.

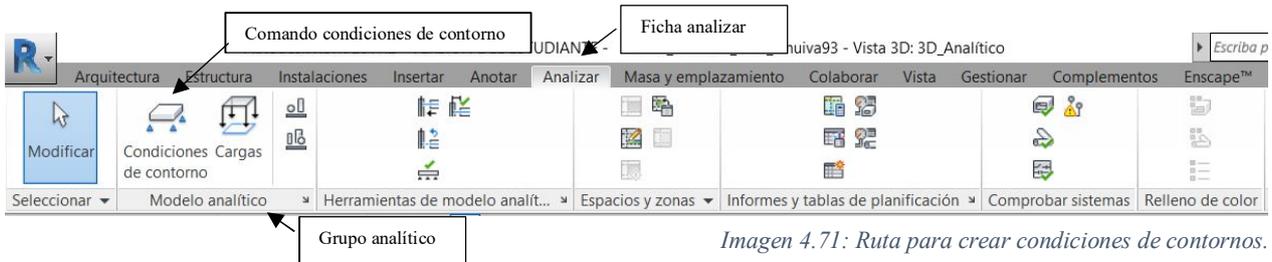


Imagen 4.71: Ruta para crear condiciones de contornos.

Hay cuatro “estados de contorno” que Revit reconoce y utiliza. Estos estados son:

- Fijo: Con lo cual, decidimos que nuestro extremo de un pilar, por ejemplo, sea un empotrado fijo (no tenga translaciones ni rotaciones, en ningún eje) [1].
- Articulación: El empotramiento en nuestro elemento modelado va a tener la característica de articulado (rotaciones libres en sus ejes) [2].
- Articulación deslizante: va a tener todos sus ejes libres, excepto la translación en el eje Z [3].
- Usuario: Con esta opción, podemos elegir todas las combinaciones posibles en nuestro empotramiento [4].

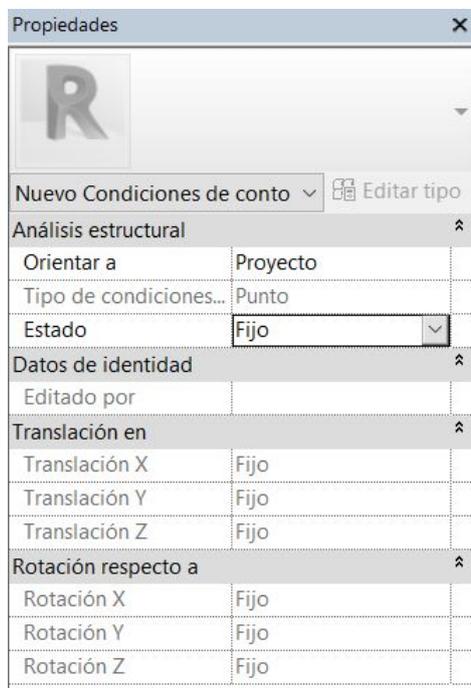


Imagen 4.72: Condiciones de contorno fijo [1]

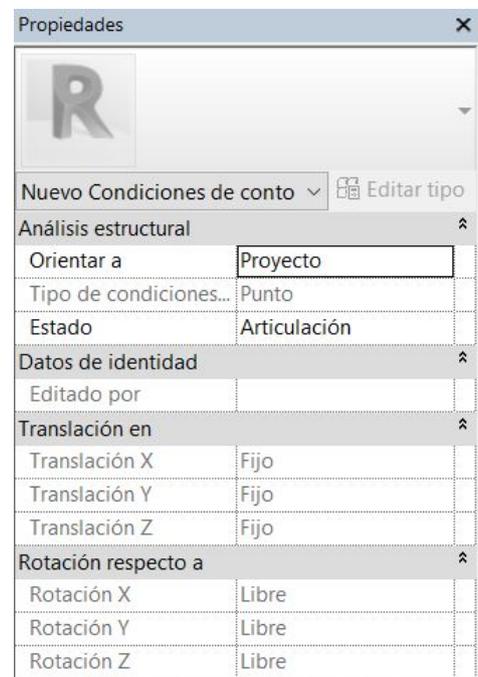


Imagen 4.73: Condiciones de contorno articulada [2]

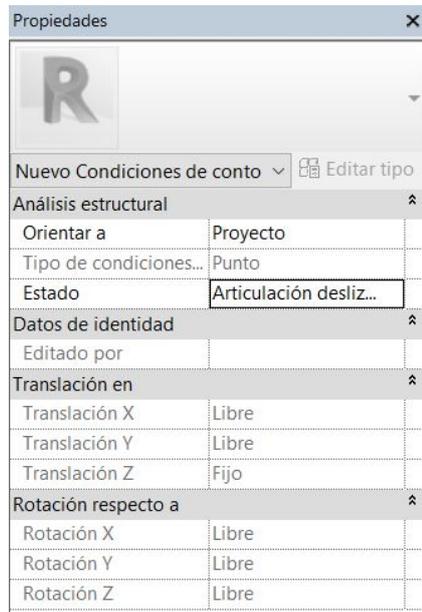


Imagen 4.74: Condiciones de cont. art. deslizante [3]

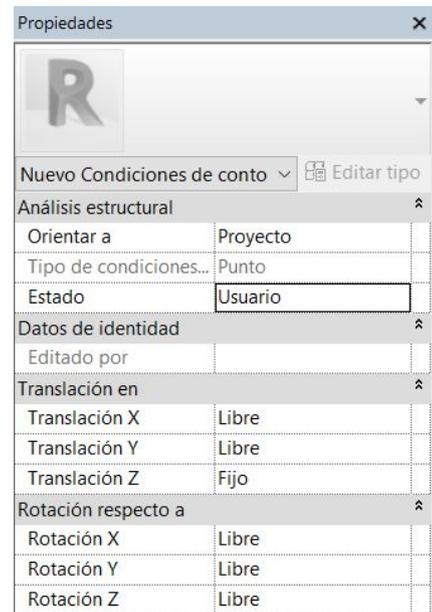


Imagen 4.75: Condiciones de cont. por usuario [4]

#### 4.3.8. Depuración del modelo

Antes de pasar nuestro modelo a Robot structure, para calcularlo, tenemos que realizar una serie de ajustes y limpieza en nuestro modelo, sobre todo, para no complejizar el cálculo que va a realizar Robot, en nuestro modelo.

El primer ajuste que podemos realizar, es la unión de los elementos analíticos que no están unidos en mi modelo, como podrían ser nodos, muros separados y losas que no se tocan. Siempre, podemos configurar nuestro modelo, para que tenga unas tolerancias mínimas, pero por si eso no fuese suficiente, podemos gestionarlo desde la herramienta “ajustar modelo analítico” (atajo de teclado AA). Esta herramienta, la podemos encontrar en “ficha grupo herramientas de modelo analítico, modelo analítico”.

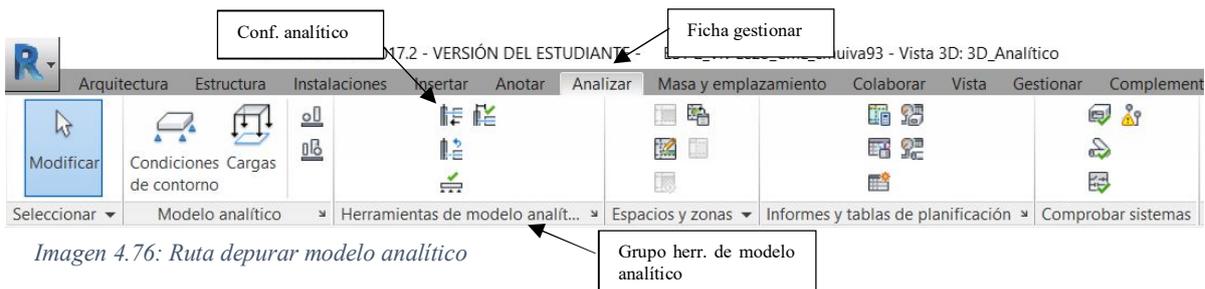


Imagen 4.76: Ruta depurar modelo analítico

Con esta herramienta, lo que conseguimos son tres formas de limpiar de errores nuestro modelo analítico.



Imagen 4.77: Ventana para editar analítico

- Ajustes de muro: En este caso, si tenemos dos muros que, en nuestra geometría de arquitectura, si se están tocando, pero en nuestro modelo analítico, no hay ningún contacto entre ambos muros, lo podemos solucionar con esta herramienta. Para usarla, lo que tenemos que hacer es, seleccionar el borde vertical (los horizontales no puede cambiarlos), de un muro desplazado, y seleccionar el borde del muro, al cual queremos alinearlos.

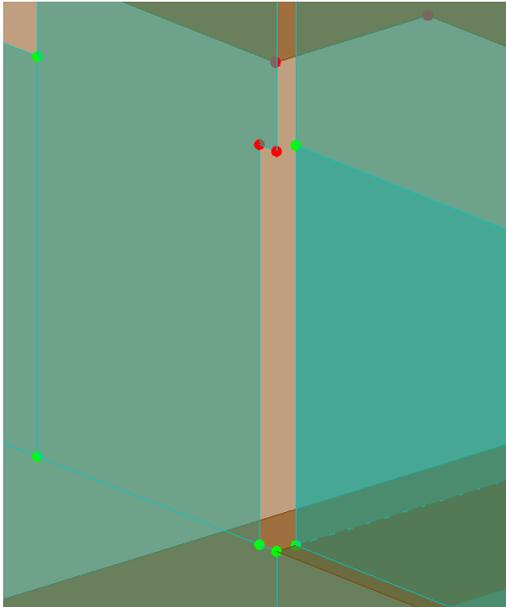


Imagen 4.78: Analíticos separados

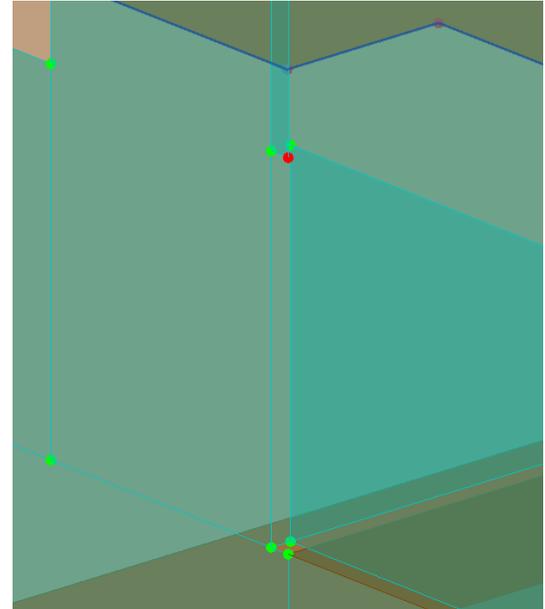


Imagen 4.79: Analíticos unidos

- Vínculo analítico: Con esta herramienta, unimos dos nodos que están gráficamente separados, pero que, en realidad, deberían de estar unidos. Como podemos ver en las anteriores imágenes, en los muros que hemos unidos, tenemos un nodo de color rojo, por lo tanto, no está unido a ningún elemento de soporte o transmisión de carga. Para resolver este problema, utilizamos esta herramienta, con la cual, si pinchamos sobre el nodo rojo, y luego sobre el que queremos que está vinculado a él, estos se nos unen, y se vinculan analíticamente.

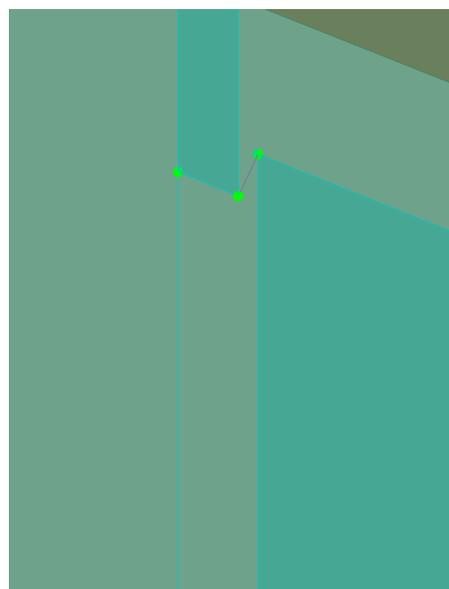


Imagen 4.80: Nodos unidos

- Huecos: Con esta herramienta, podemos simplificar el cálculo que va a realizar robot de nuestra estructura, puesto que, para calcular, Robot realiza una malla gráfica por todo nuestro modelo, calculando punto por punto. Si nosotros tenemos un hueco que es pequeño, y que estructuralmente, no presentaría un problema, lo podemos despreciar, haciendo uso de esta herramienta. Para utilizarla, cuando la tengamos activas, se nos iluminarán todos los huecos que tenemos en nuestro proyecto, y si desactivamos el hueco, este se desaparece, pero solo en la vista analítica.

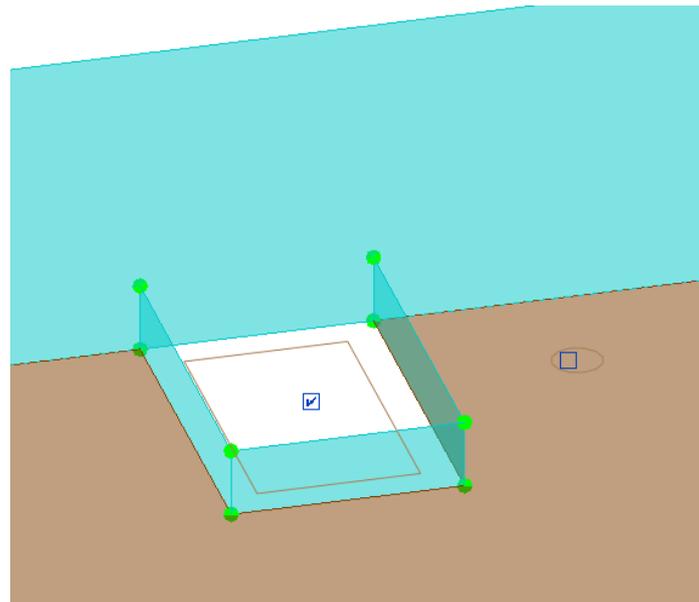


Imagen 4.81: Desactivación de huecos

La segunda forma, que tenemos para depurar nuestro modelo analítico, antes de pasarlo a Robot, es desactivando la geometría analítica, de los elementos que no representen un problema a la hora de calcularlo, es decir, todos los elementos que, aunque si tiene una geometría real armada, no supone un problema estructural, puesto que soporta su propio peso o es meramente arquitectónico.

En nuestro modelo, tenemos algunos elementos que no representan ningún problema estructural como, por ejemplo, el peto de hormigón que sobresale por encima del balcón.

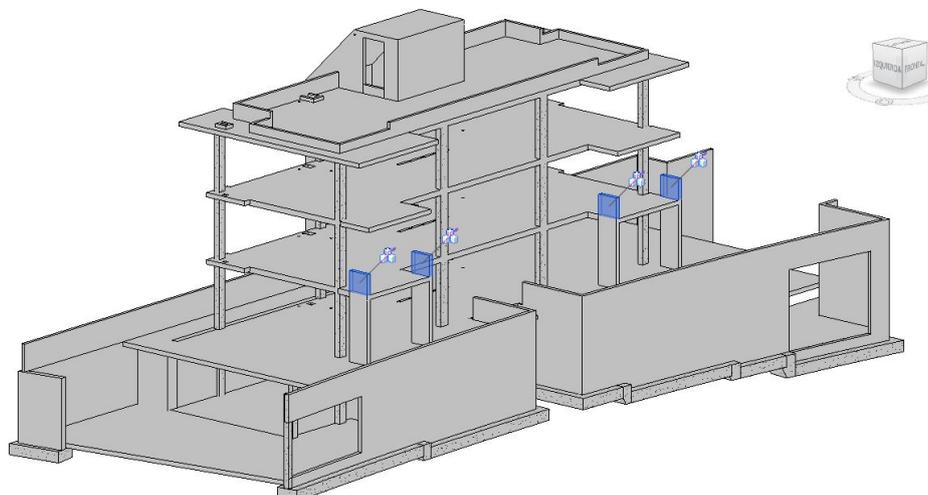


Imagen 4.82: Petos sin analítico

Para desactivar el modelo analítico de estos elementos estructurales, los seleccionamos y desactivamos el parámetro de ejemplar, “activar modelo analítico” [1].

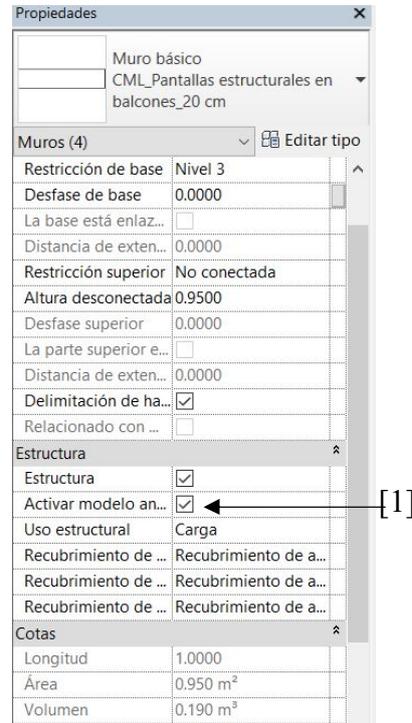


Imagen 4.83: Propiedades de ejemplar

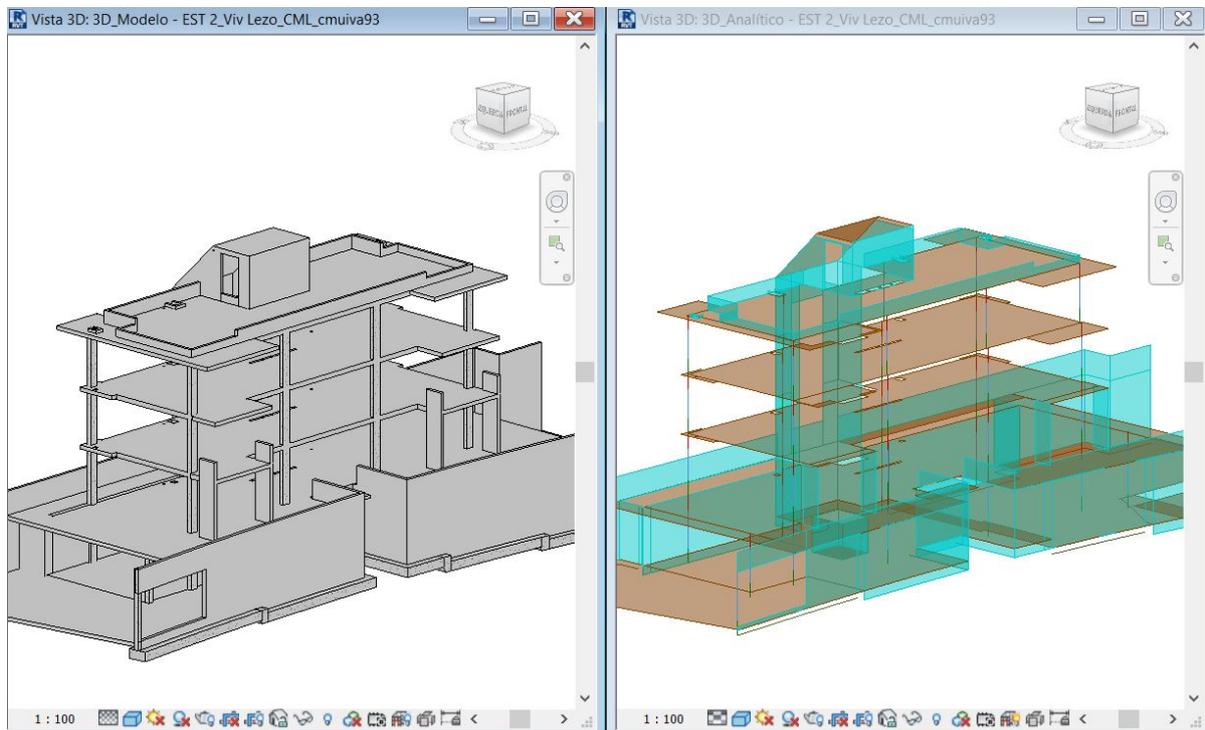


Imagen 4.84: Petos modelado, pero sin analítico

#### 4.3.9. Robot

Para realizar un vínculo entre Robot y Revit, tenemos que tener nuestro modelo limpio, es decir, puestas las cargas correctamente (aunque lo podemos realizar también en robot), desactivados los pequeños huecos que complicasen el cálculo y tener el mínimo número de nodos desactivados.

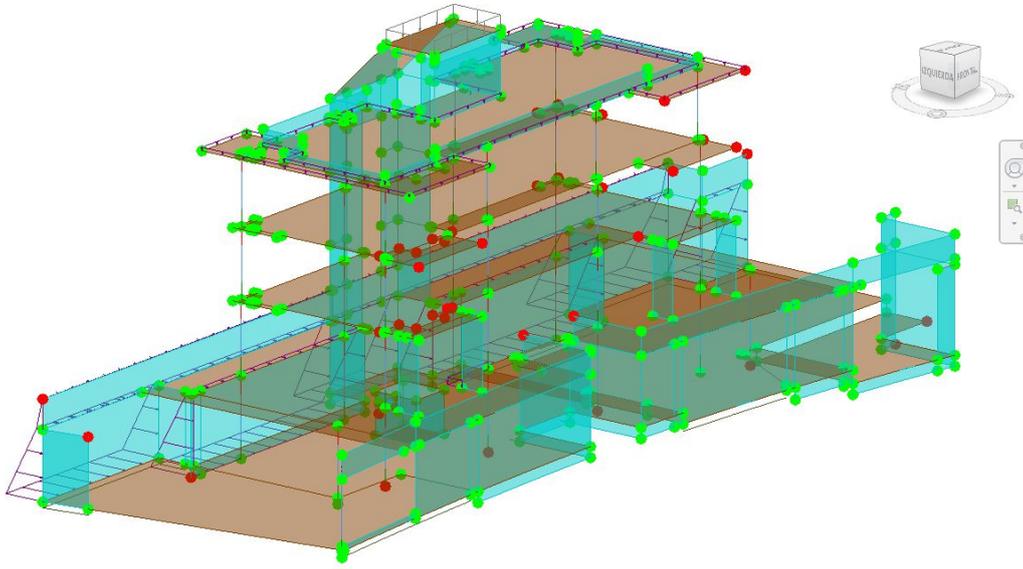


Imagen 4.85: Modelo analítico completo

Los errores más comunes que nos suele dar al vincular nuestros archivos, es que algún elemento de nuestro modelo, no tenga un material con condiciones físicas. Como ya sabemos, para que robot haga el cálculo de nuestra estructura, tenemos que asignar el material, el cual vamos a utilizar en cada elemento estructural.

Para vincular nuestros modelos, nos tenemos que ir a “ficha analizar, grupo análisis estructural, Vincular Robot”.

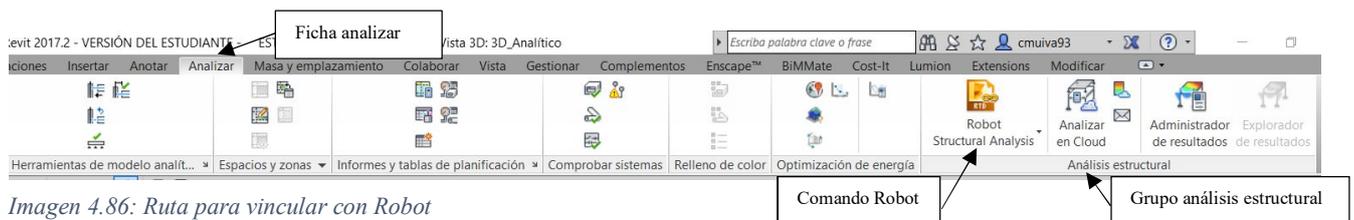


Imagen 4.86: Ruta para vincular con Robot

Cuando comencemos a vincular nuestro archivo con Robot, nos saldrá la siguiente ventana, donde podemos elegir cualquiera de sus funciones.

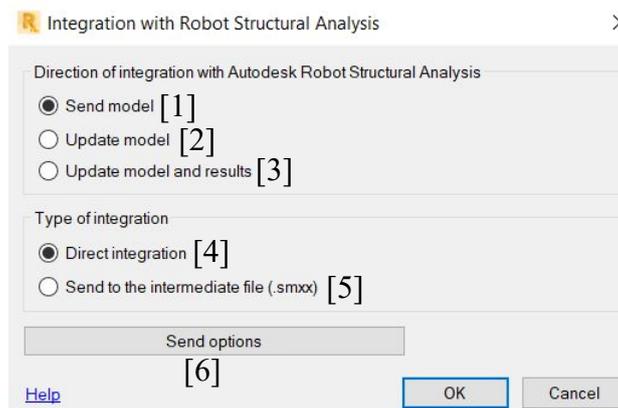


Imagen 4.87: Ventana para vincular con Robot

- Modo de envío
  - Enviar modelo [1]: Lo que realizamos con esta opción, es enviar, nuestro modelo analítico, a Robot, y vincularlo a la vez.
  - Recargar modelo [2]: Cuando estamos trabajando en robot, y hemos realizado cambios en nuestro modelo, mediante esta herramienta, la podemos recargar en el analítico de Revit.
  - Recargar modelo y resultados [3]: Si además de realizar cambios en nuestro modelo, hemos calculado los elementos estructurales, mediante esta herramienta, podemos recargar todo ello en Revit.
- Tipo de integración
  - Integración directa [4]: Si queremos que nuestro modelo esté vinculado con Robot.
  - Enviar modelo [5]: Si solo queremos enviar nuestro modelo analítico a un agente, externo a nosotros o nuestra empresa.
- Opciones de envío [6]: Si clicamos, podemos elegir los elementos que queremos que se envíen a Robot. Podemos elegir si queremos que se envíen o no, las cargas propias, los planos de vistas, los elementos de hormigón y las conexiones estructurales.

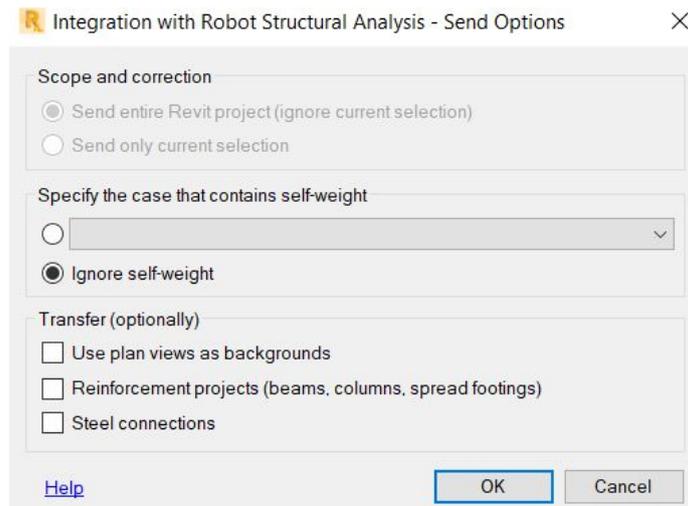


Imagen 4.88: Opciones de envío

Cuando terminemos de configurar y seleccionar las opciones de envío, le damos a aceptar, y comenzará a enviarse la información, al terminar de enviarse, se abrirá automáticamente el programa de Robot, donde ya podemos comenzar a trabajar, en nuestro modelo estructural.

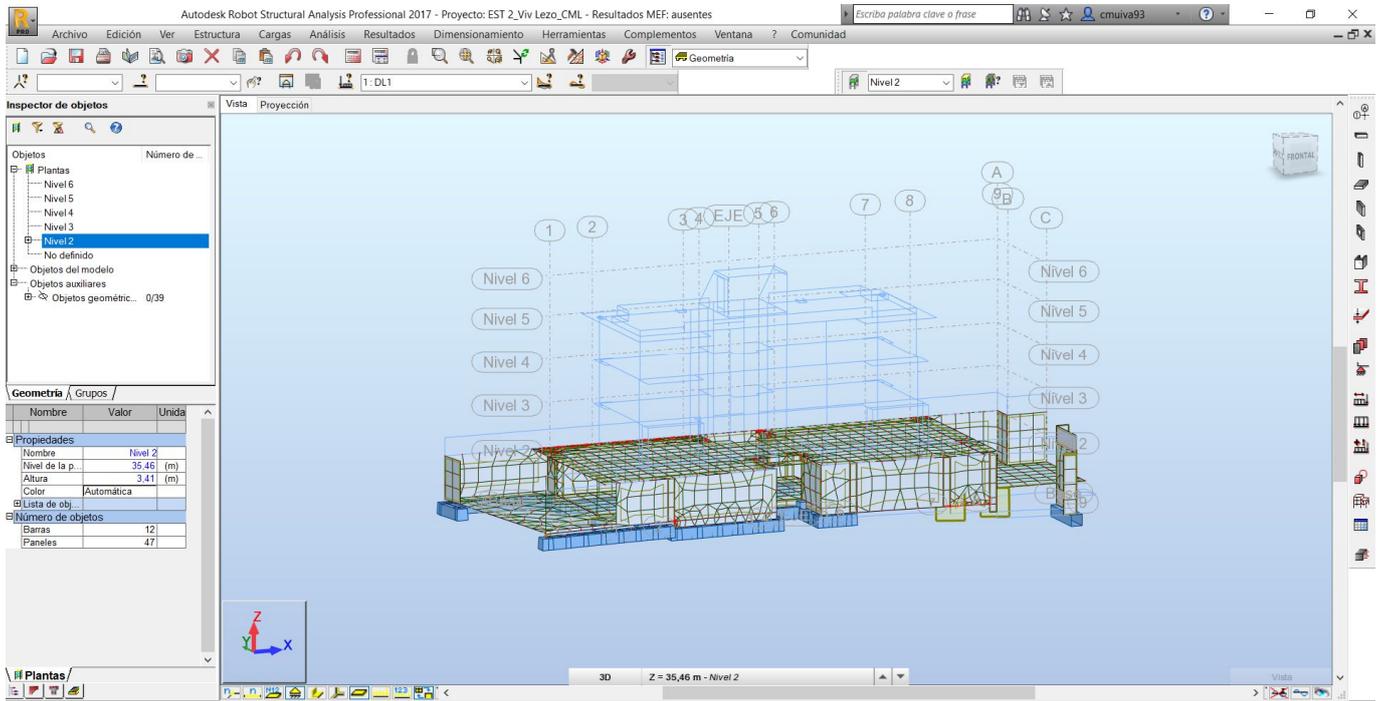


Imagen 4.89: Interfaz de Robot

Las principales características que nos aporta Robot, es que, calcula las estructuras de forjados y muros de hormigón, con una malla que cubre el área del elemento. Como ya hemos comentado anteriormente, si hay huecos en nuestro forjado, que tienen unas dimensiones pequeñas, se pueden quitar, sobre todo para evitar una gran complejidad en la malla estructural. Para armar nuestros elementos de hormigón, lo podemos realizar, tanto en Robot Estructure, como en Revit.

Con el programa de Robot Estructure, podemos colocar cargas nuevas a nuestra estructura, armar los elementos de hormigón, y seleccionar los perfiles metálicos de los que se componen la estructura.

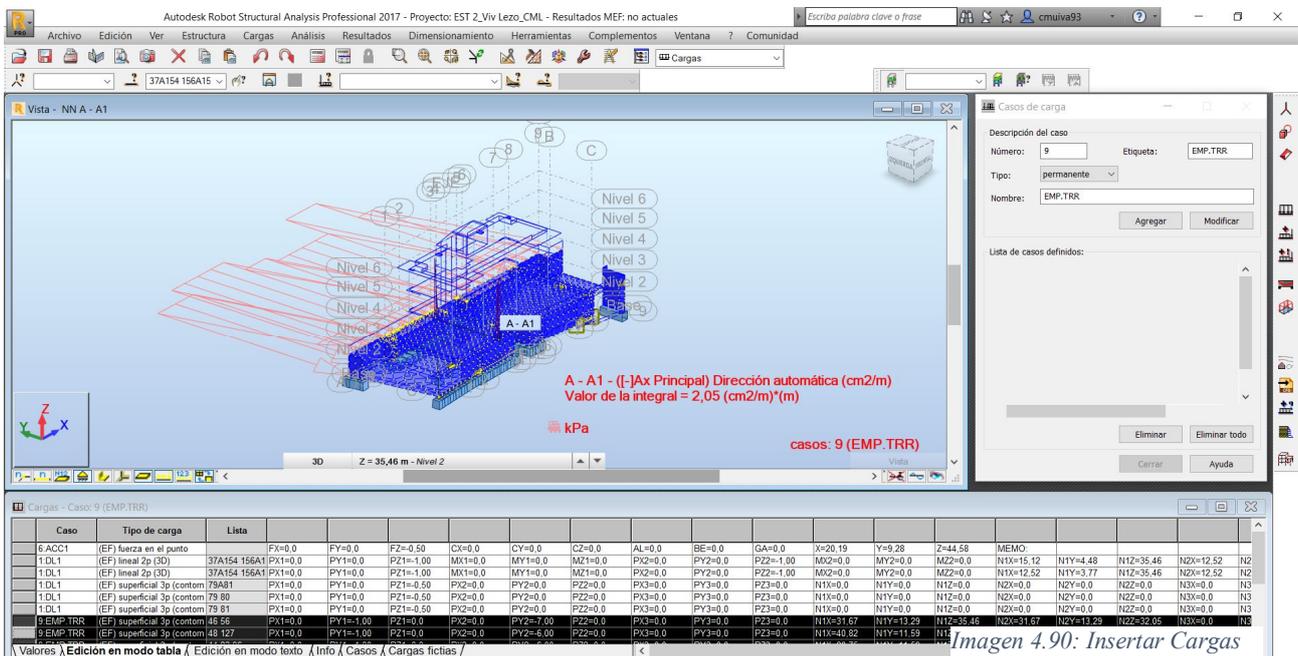


Imagen 4.90: Insertar Cargas

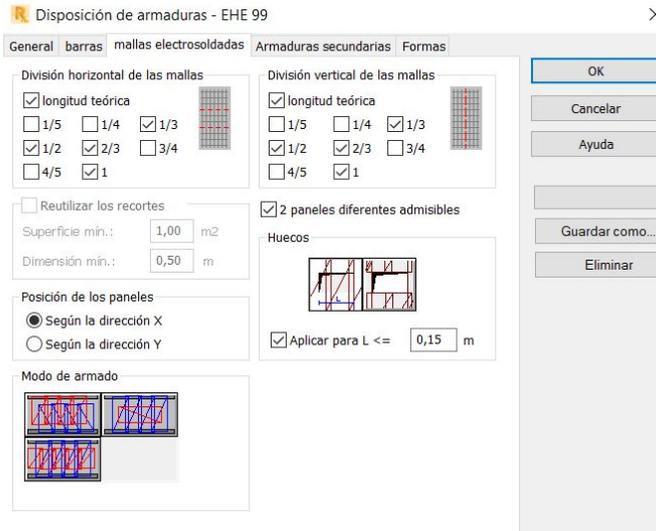


Imagen 4.91: Configuración de armaduras según normativa

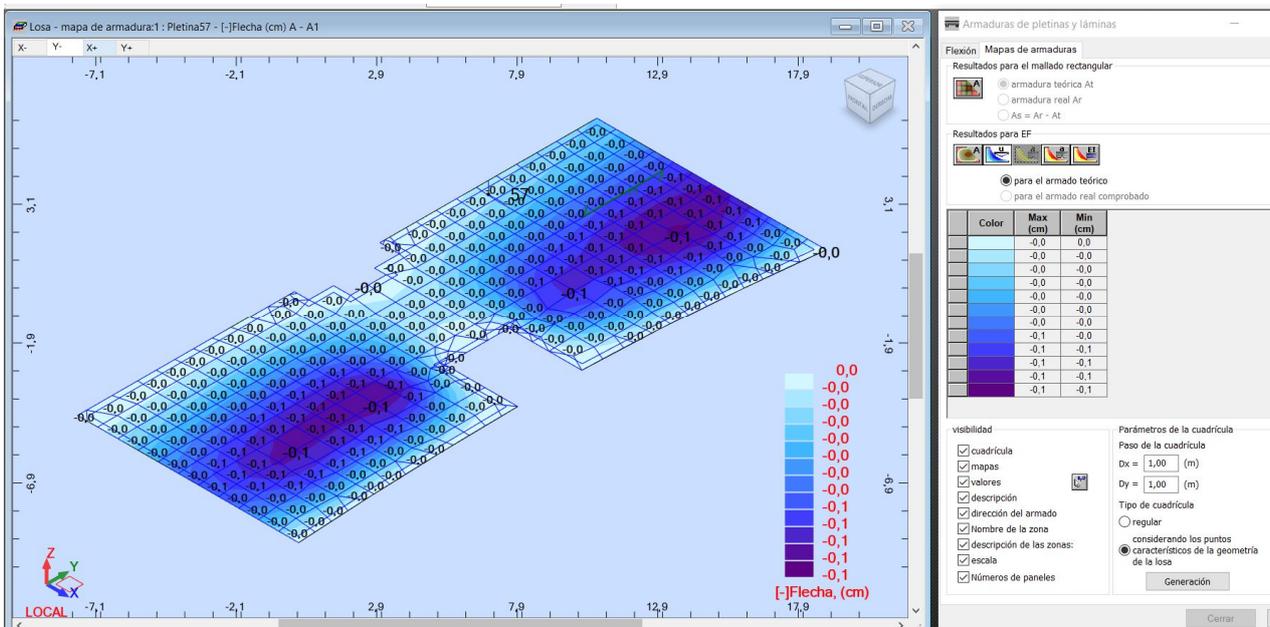


Imagen 4.92: Diagramas de deformaciones

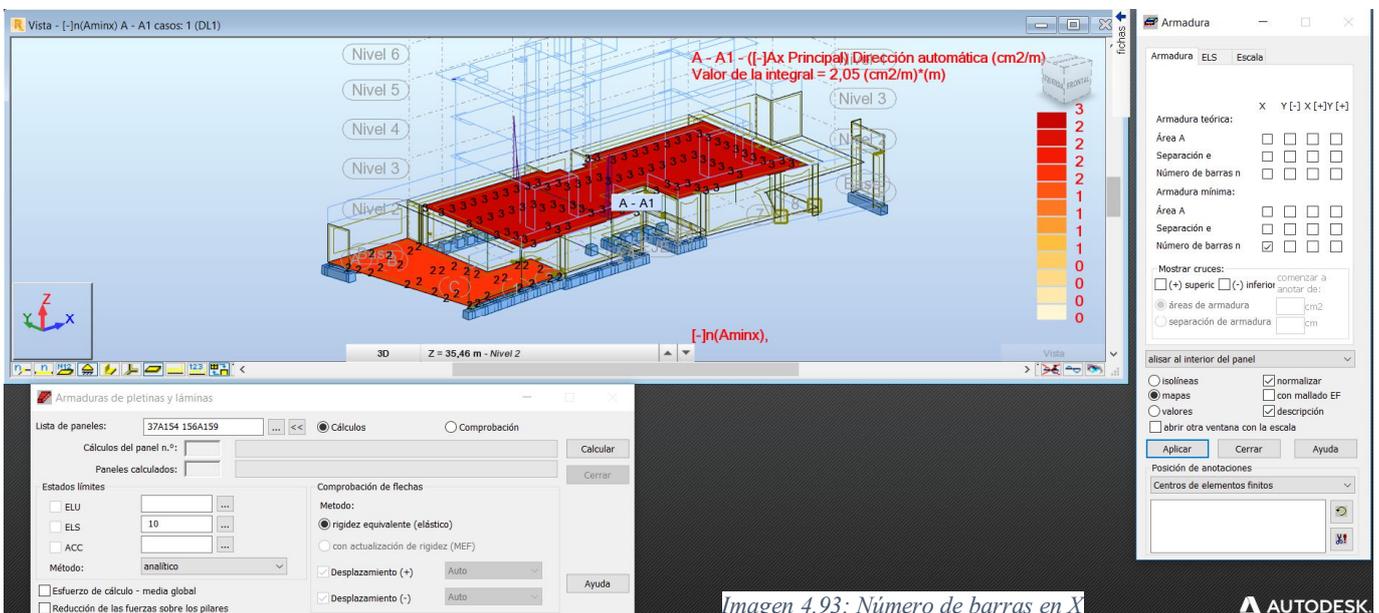


Imagen 4.93: Número de barras en X

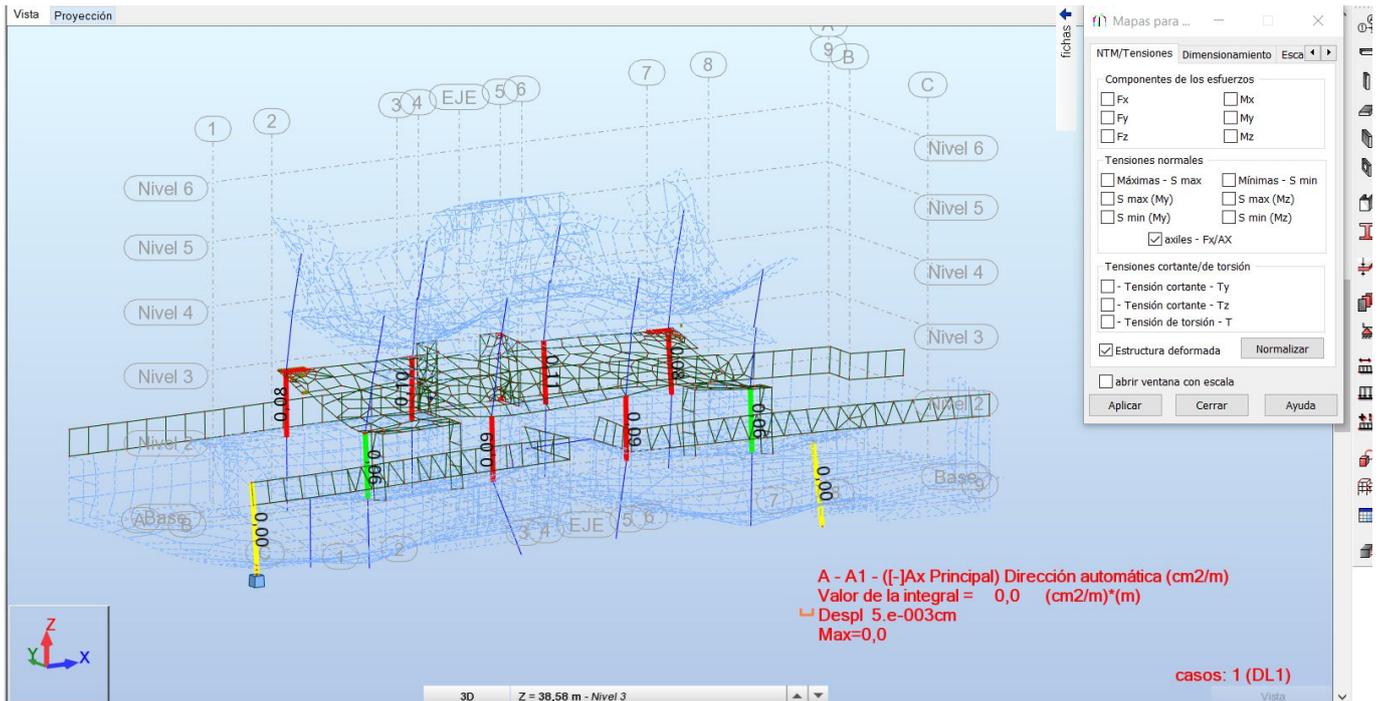


Imagen 4.94: Deformaciones de la estructura

#### 4.3.10. Armar elementos en Revit

Como ya hemos mencionado anteriormente, también podemos armar nuestros elementos estructurales en Revit.

Para armar nuestros elementos, lo podemos realizar de dos formas, manualmente o con una extensión de Revit. Para armar manualmente, nos tenemos que situarnos en una sección estructural, seleccionar un elemento estructural y armar [1] el elemento.

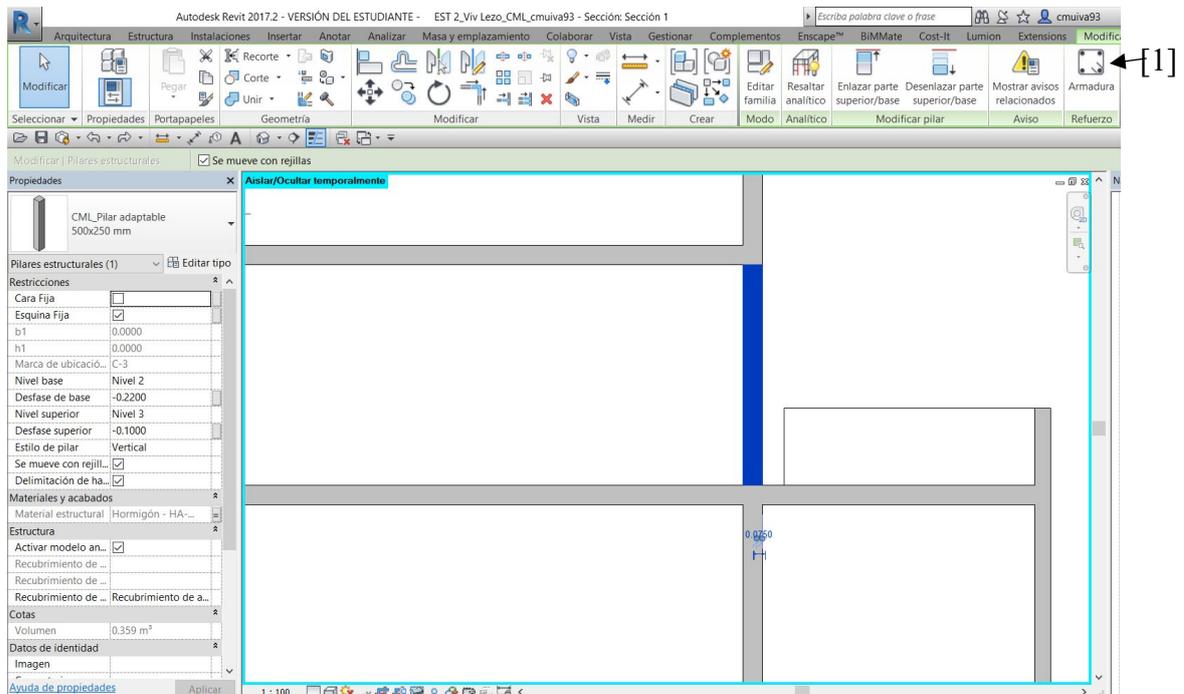


Imagen 4.95: Pilar para armar

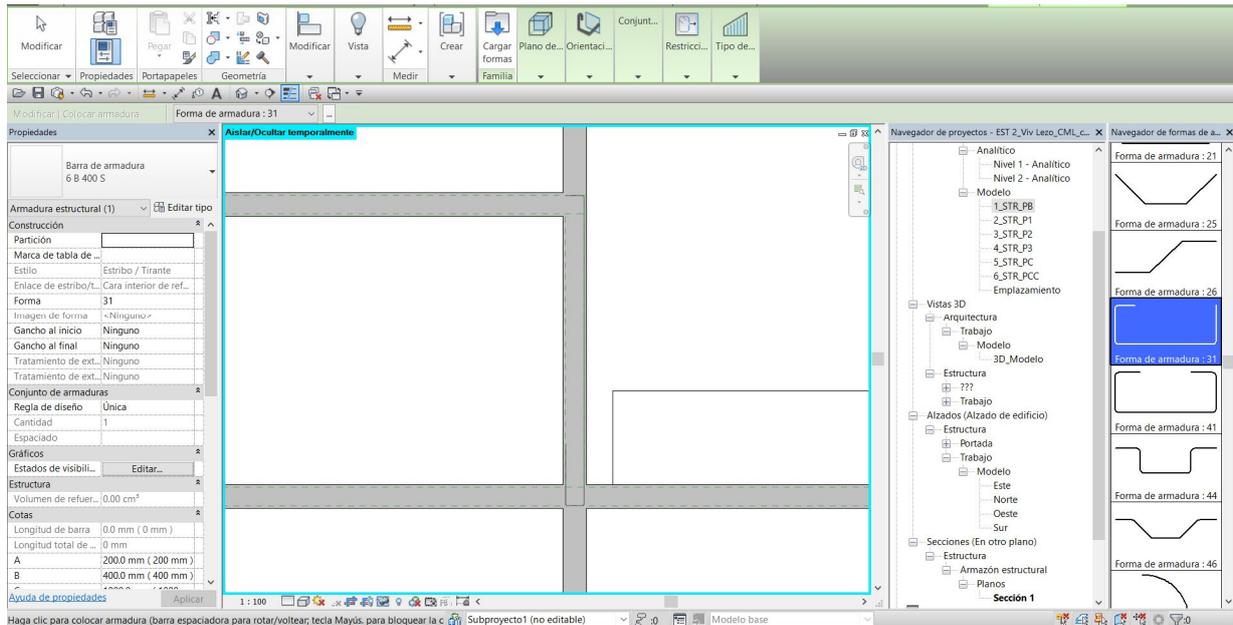


Imagen 4.96: Perfiles para armar

Seleccionamos un perfil de barra, y nos acercamos al elemento que vamos a armar. Como podemos observar, se coloca la barra seleccionada en nuestro elemento seleccionado. De esta forma, podemos armar nuestros elementos estructurales, pero de una forma lenta y poco automática. Para realizar de manera más automática, podemos utilizar las extensiones que nos ofrece Revit. Cuando descargamos la extensión, la podemos encontrar en “*ficha extensiones, grupo autodesk Revit extensions*”.

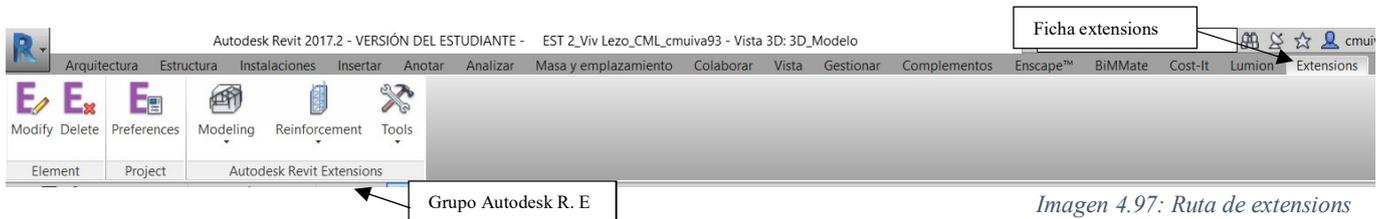


Imagen 4.97: Ruta de extensiones

Para armar un elemento de nuestra estructura, utilizando las extensiones, tenemos que realizar lo siguiente:

- Tenemos que seleccionar un elemento de nuestra estructura. Para este ejemplo, vamos a seleccionar un pilar estructural (tenemos que estar en una vista de sección).

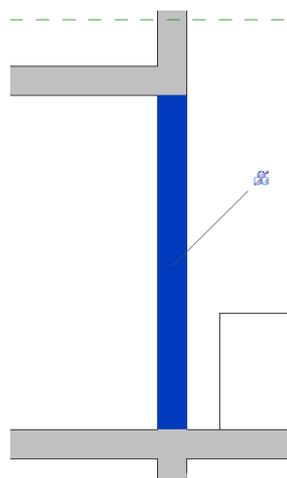


Imagen 4.98: Pilar seleccionado para armar

- Nos dirigimos a la ruta de las extensiones (imagen 119), y haciendo uso del comando “*Reinforcement\_Columns*”, nos abrirá la siguiente ventana.

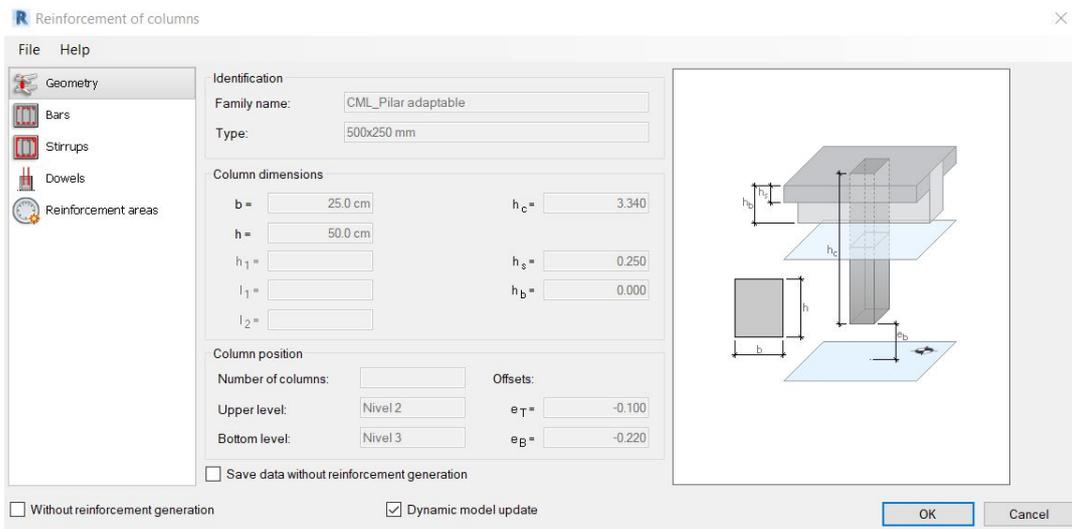


Imagen 4.99: Configuración para armar un pilar

- En esta ventana, podemos configurar el armado que vamos a colocar a nuestro pilar. Como podemos observar, la extensión, ya nos detecta las dimensiones que tiene el elemento seleccionado. Lo siguiente que podemos configurar, son las barras verticales, los estribos de unión, la condensación de esos estribos, el tipo de esperas de cada pilar, y los diámetros de las barras.

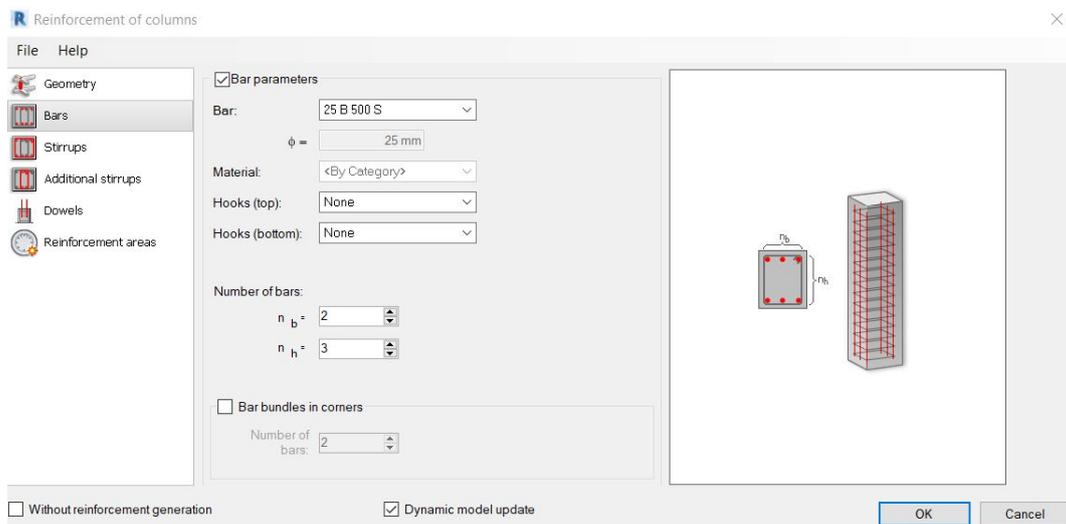


Imagen 4.100: Configuración de las barras

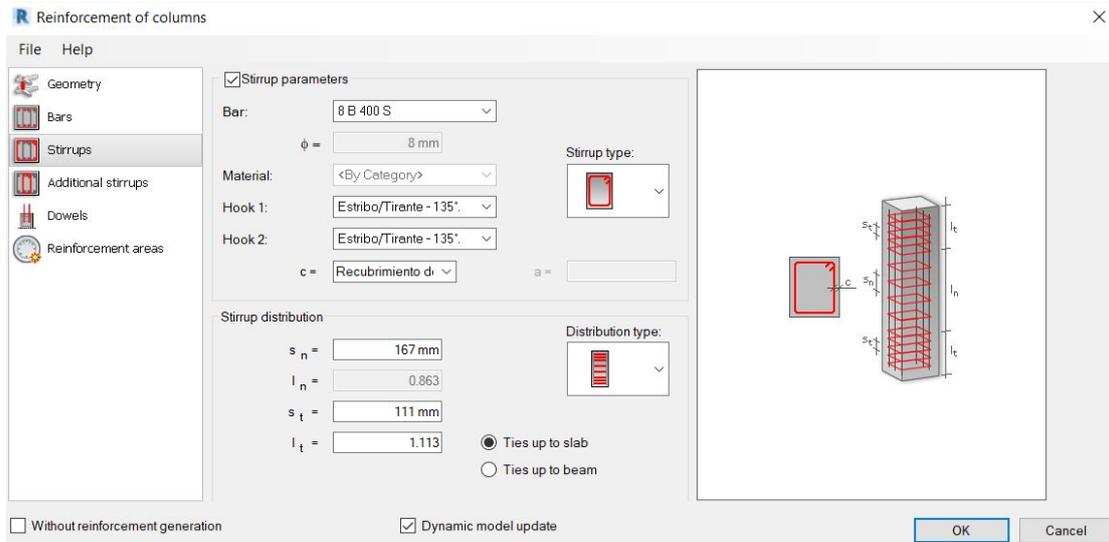


Imagen 4.101: Configuración de los estribos

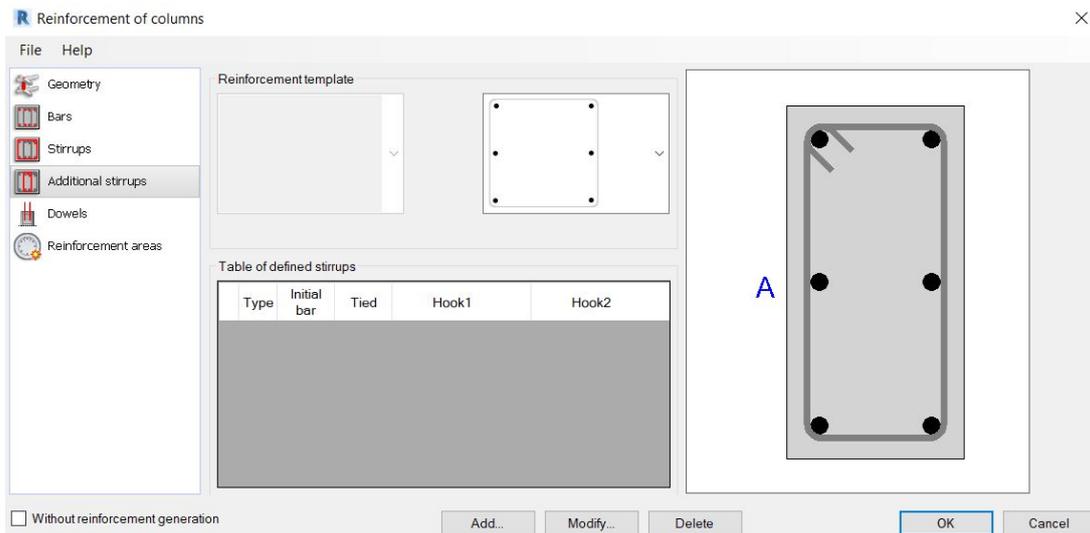


Imagen 4.102: Opciones de estribos de refuerzo

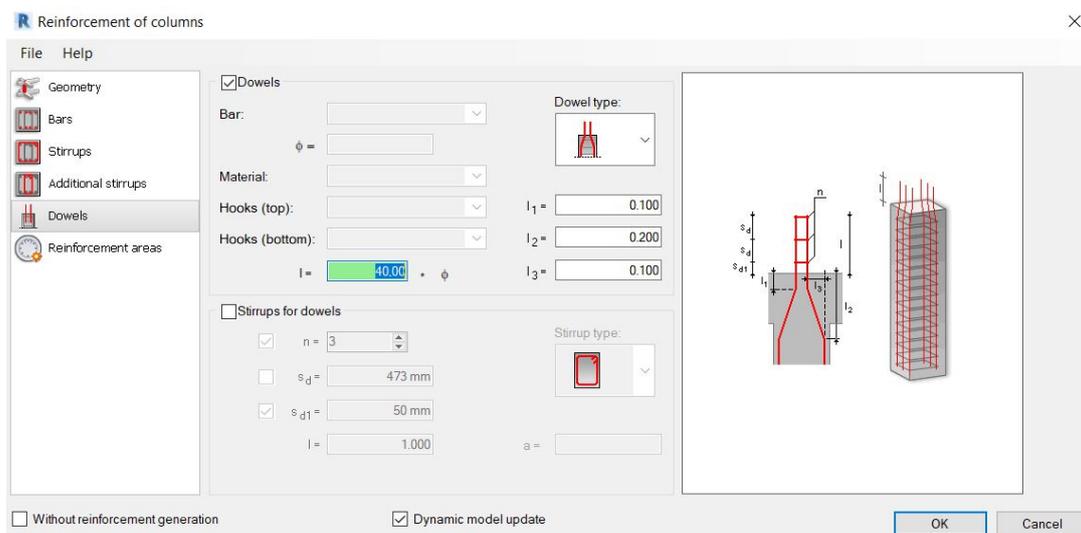


Imagen 4.103: Configuración de esperas

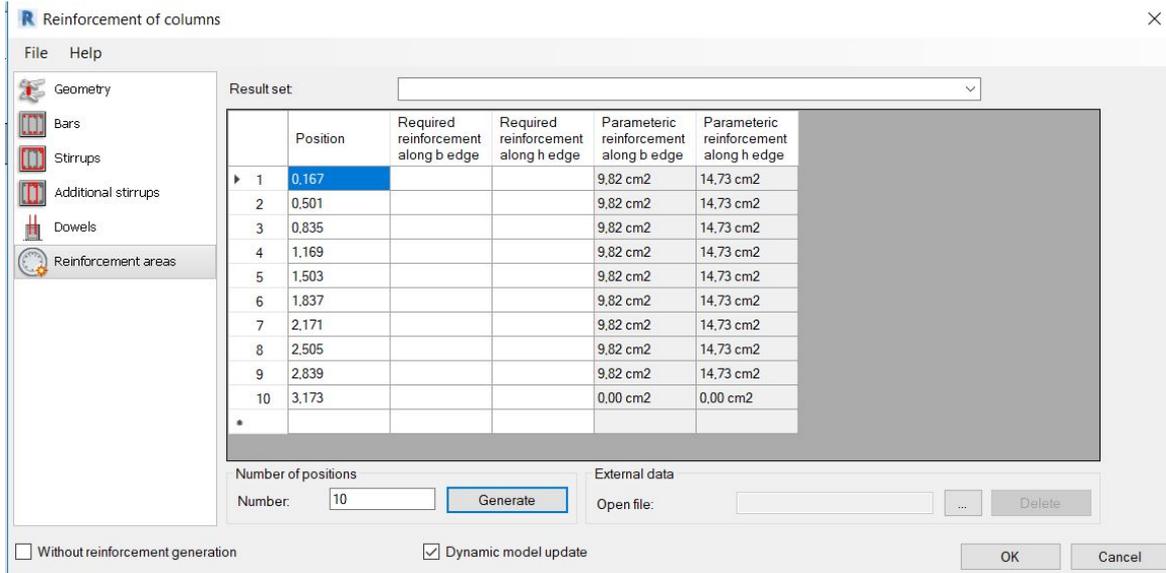


Imagen 4.104: Configuración de posiciones de estribos

- Si aceptamos la configuración de nuestro armado, Revit nos dibujará los armados que hemos configurado en nuestro pilar.

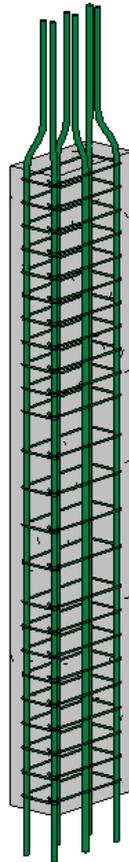


Imagen 4.105: Pilar armado



Imagen 4.106: Sección estructural

- De esta forma, vamos armando todos los elementos estructurales, de manera más automática, y con una configuración predeterminada.

#### 4.3.11. Conclusiones

Las posibilidades de realizar un proyecto de estructuras en Revit, en mi opinión, es muy viable, puesto que además de modelar nuestros elementos estructurales, también tenemos la posibilidad de vincularlo con otros archivos, para su futuro cálculo.

Nuestro modelo analítico, no solo se puede vincular con Robot, sino que también podemos vincularlo, con otros programas especialistas en calculo de estructuras.

Como podemos observar, nuestro modelo en Revit, es versátil y además útil. En mi caso, el proyecto de estructuras que he realizado, me ha servido para darme cuenta de muchos aspectos que pasaba por alto durante las clases como, por ejemplo, los detalles en los encuentros de los elementos, ya que tenemos que considerar una gran cantidad de variables, para poder realizar un encuentro adecuado.

Los modelos 3D, me ayudaron a entender mejor los conceptos de deformaciones, pandeo y además a comprender la importancia de los recubrimientos necesarios para las armaduras de nuestros elementos.

Como resultado final de nuestro proyecto de estructuras, he podido comprender, la importancia que tiene el coordinar esta parte de un edificio, con otras, ya que de no tener en cuenta las demás partes del proyecto, podría incrementar el costo de la obra en la realidad.

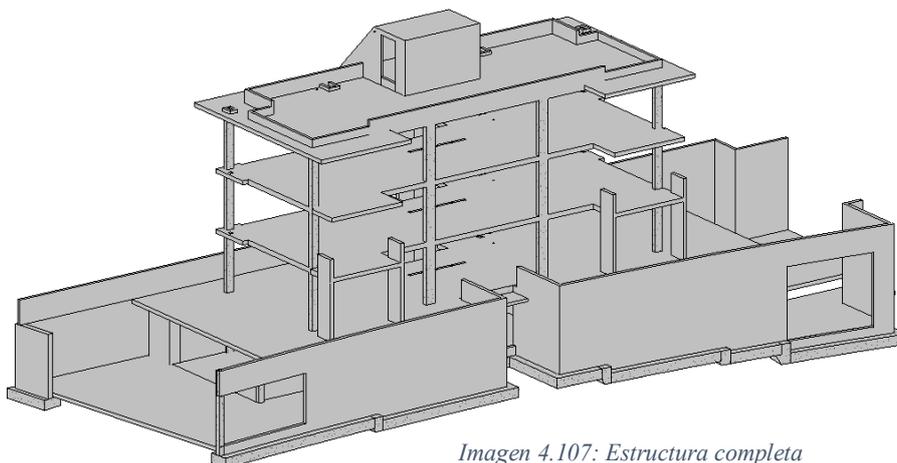


Imagen 4.107: Estructura completa

## 4.4. Archivo de arquitectura

### 4.4.1. Vínculos

En el RVT de arquitectura, tenemos que tener vinculados los siguientes archivos:

- **Maestro:** Con este archivo, adquirimos los parámetros comunes, tal como lo hemos realizado con el RVT de estructuras. Como es el primer archivo que vinculamos, lo tenemos que hacer de “*centro a centro*”, de esta manera, nos aseguramos de que se inserta en el centro de nuestro proyecto. Cuando lo tenemos insertado, adquirimos sus coordenadas y todos los demás parámetros comunes.
- **Estructura:** Para poder dibujar adecuadamente la arquitectura, vinculamos el RVT de estructura, sobre todo para tener una base donde apoyar todos nuestros elementos modelado. Este archivo, lo introducimos por “*coordenadas compartidas*”, ya que ambos archivos, tienen las mismas coordenadas que el maestro.

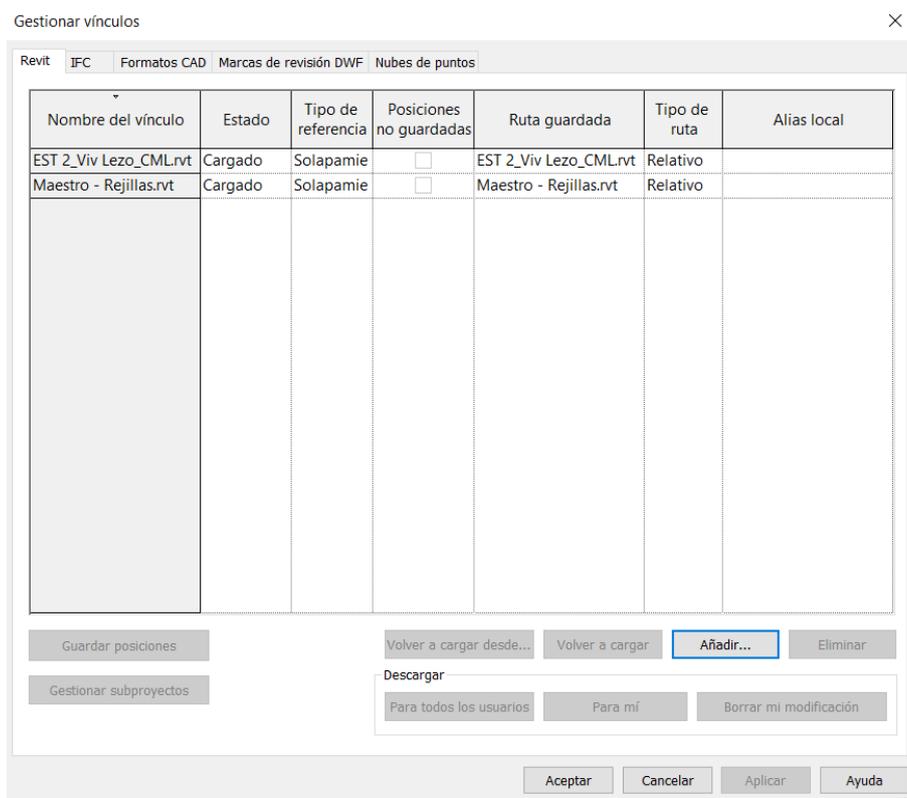


Imagen 4.108: Vínculos de archivos

#### 4.4.2. Características arquitectónicas del modelo

- Fachada: La fachada consta de placas Fabetón sujetas con perfiles de aluminio, aislamiento de poliestireno extruido, soporte de ladrillo media asta, y un acabado interior de lucido de yeso (en cuartos secos) y alicatado cerámico (en cuartos húmedos).

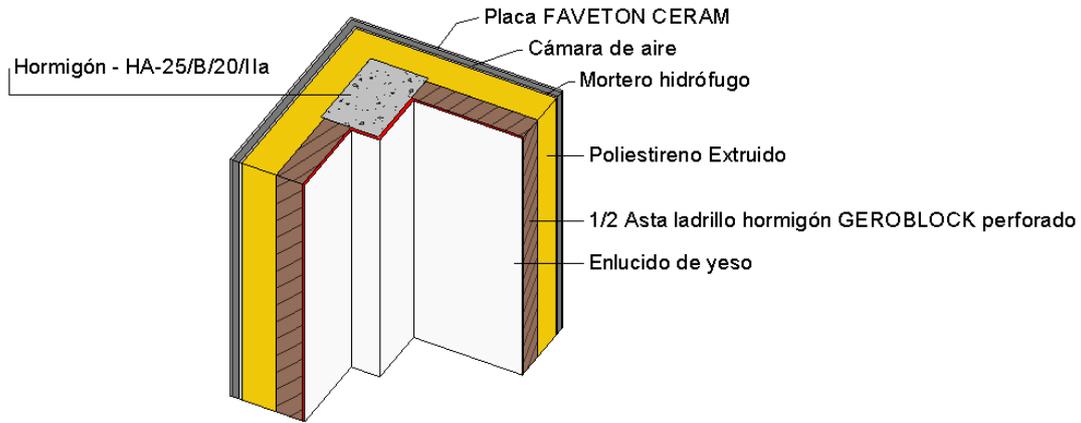


Imagen 4.109: Despiece de fachada

- Las divisiones interiores, están realizadas con tabicón lucido por ambas caras en los cuartos secos, y con un alicatado cerámico, en los cuartos húmedos.
- Para proteger la zona de tendederos, está dotada de un sistema de lamas de aluminio.

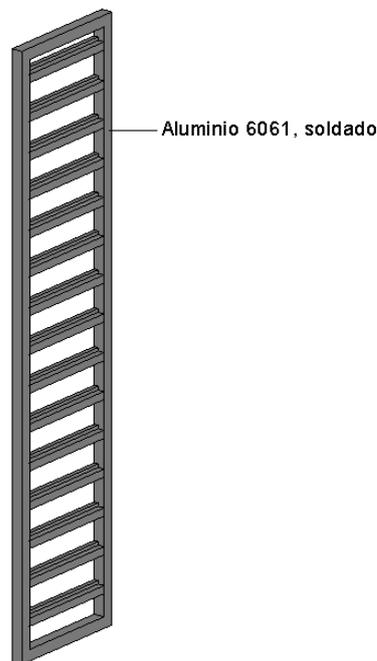


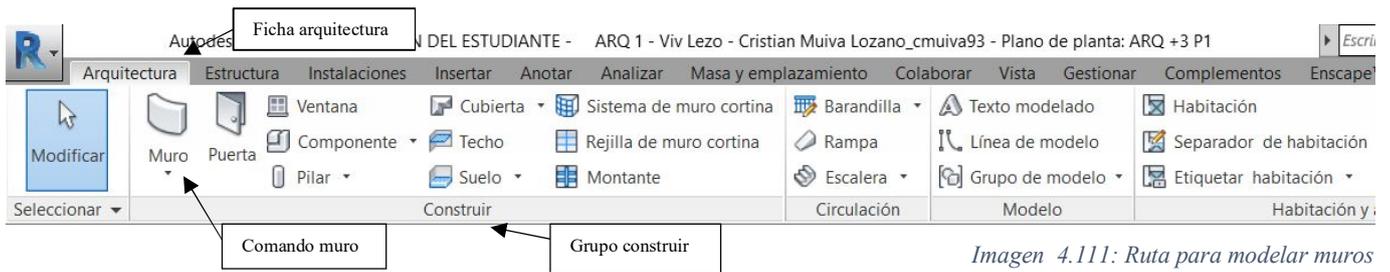
Imagen 4.110: Familia de lamas

#### 4.4.3. Modelado de cerramientos y particiones interiores

Antes de modelar nuestros elementos, como ya hemos explicado anteriormente (apartado 3.2), lo vamos a realizar mediante el método de varios muros. Para realizarlo mediante este método, tenemos que tener claros una serie de aspectos:

- Las distintas capas que van a conformar nuestros muros. Cuando las tengamos definidas, procederemos a crear todos los tipos necesarios de muros.
- Los distintos desfases de bases y alturas, que van a tener nuestras capas.
- Los materiales, los cuales van a conformar dichas capas.

Para modelar, tanto los cerramientos como las particiones interiores, los tenemos que realizar desde “ficha arquitectura, grupo construir, muro”.



Mediante esta ruta, podemos modelar los diferentes muros que conforman nuestro cerramiento, y las particiones interiores. Cuando estamos modelado los muros, tenemos que tener en cuenta, la línea de ubicación, puesto que nos facilitará la labor de modelado.

*Como recomendaciones de modelado, podemos decir que, es mejor modelar nuestros muros planta por planta, aunque tengamos un mismo muro para toda una fachada. Esto lo realizamos de esta manera, debido a que, en las futuras mediciones de cerramientos y tabiquería, se puede realizar de manera ordenada.*



Imagen 4.112: Muros planta por planta

En algunos casos, es necesario adaptar nuestro muro al entorno, es decir, si tenemos un muro, que debe de estar recortado por los laterales, con un perfil concreto. Para resolver este problema, podemos editar el perfil de nuestro muro, y adaptarlo a las necesidades que tengamos. Esta forma de trabajar, no es la más adecuada, puesto que, si nos encontramos en proyectos grandes, cuando queramos modificar tamaño, por ejemplo, de nuestro muro, va a realizar cosas extrañas, y en la mayoría de los casos, no vamos a saber el porqué.

Para editar el perfil de un muro, tenemos que realizar lo siguiente:

- Seleccionamos el muro a editar

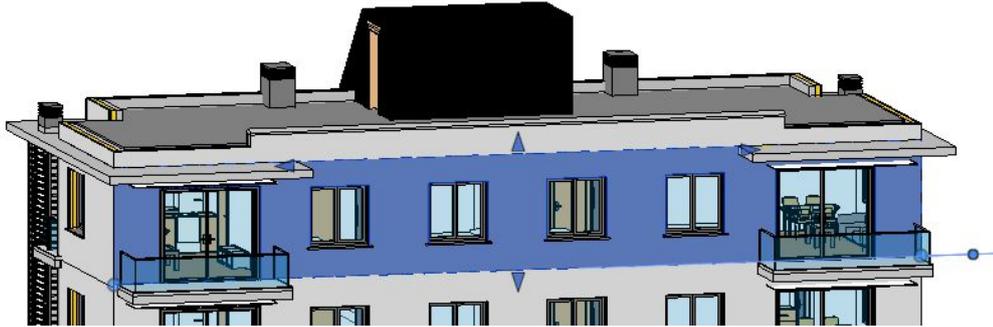


Imagen 4.113: Muro seleccionado

- Cuando lo tenemos seleccionado, en la cinta de opciones, nos aparece el comando de “editar perfil”. Si usamos este comando, nos mostrará el perfil que tiene nuestro muro en líneas rosas. Estas líneas, las podemos modificar y cambiar el perfil de nuestro muro.



Imagen 4.114: Comando editar perfil

Para editar el perfil del muro, tenemos que tener en cuenta, las mismas condiciones de cierre de contornos, ninguna línea fuera de lugar y que todos los bordes estén unidos.

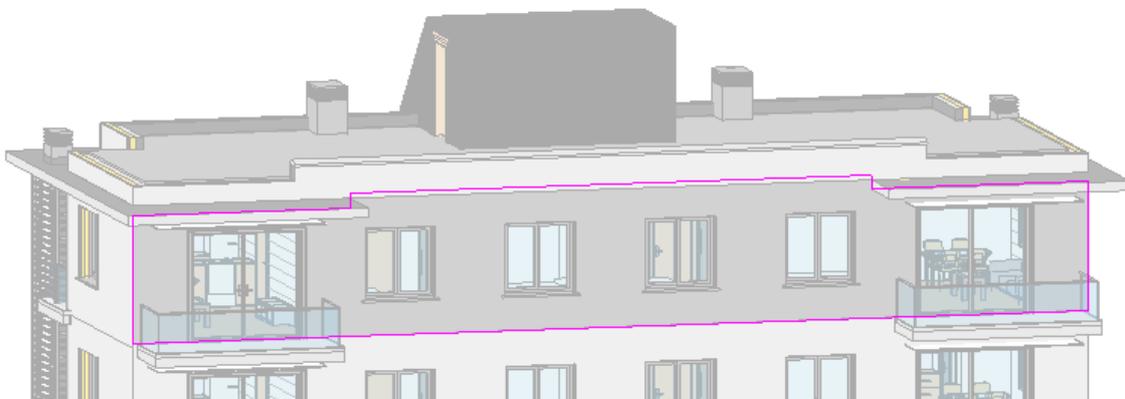


Imagen 4.115: Perfil de muro

#### 4.4.4. Modelado de muro cortina

El muro cortina, está presente en la cristalera de la fachada norte del edificio. Para realizar este muro cortina, no hemos tenido muchas dificultades, puesto que es sencillo, tanto sus paneles, como los montantes que tiene.

Antes de empezar a modelar nuestro muro cortina, hemos estudiado los perfiles de los montantes que van a realizar la función de soporte, de los paneles.

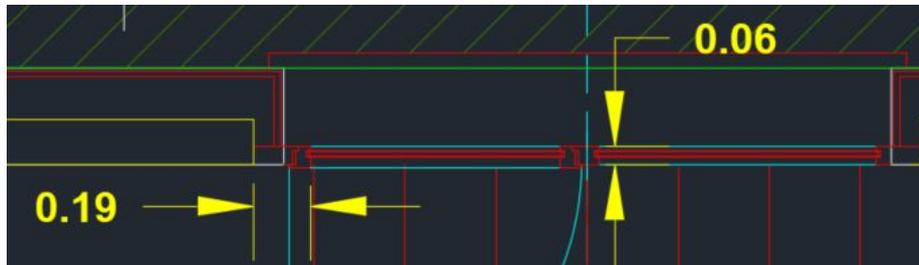


Imagen 4.116: Perfiles de muro cortina

Como podemos observar, el muro cortina, está compuesto por tres montantes verticales, que presentan un perfil rectangular.

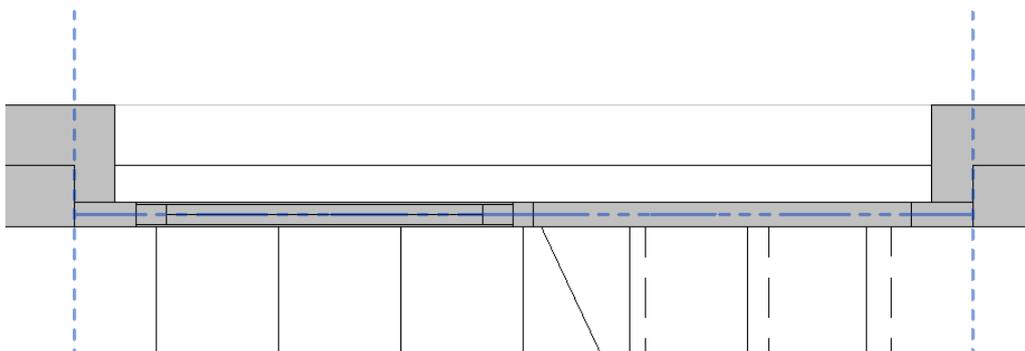


Imagen 4.117: Perfiles en Revit

Para modelar nuestro muro cortina, nos dirigimos a “ficha arquitectura, grupo construir, muro cortina”.

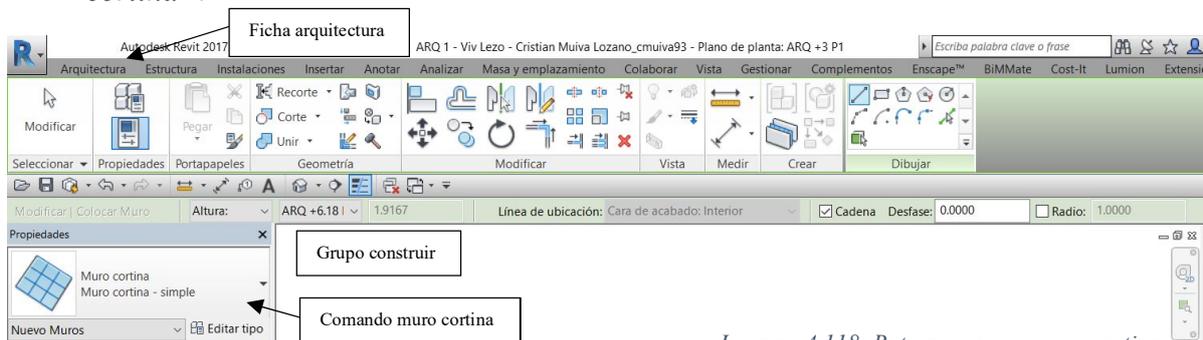


Imagen 4.118: Ruta para crear muro cortina

De esta forma construimos nuestro muro cortina simple. Posteriormente, tenemos que colocarles las rejillas de muro cortina, tanto en vertical como horizontal, y después, los montantes con los perfiles adecuados.



Imagen 4.119: Elementos del muro cortina

Otro elemento arquitectónico, que hemos modelado con muro cortina, son los paneles de lamas de aluminio.

Para crear este elemento, lo que hemos realizado, es crear un panel de muro cortina, mediante una familia parametrizada, que hemos realizado de la siguiente forma:

- Lo primero que hemos realizado, para crear este panel de muro cortina, es crearnos una familia, con la categoría de modelo genérico. En esta familia, lo que realizamos, es el modelado de una lama.

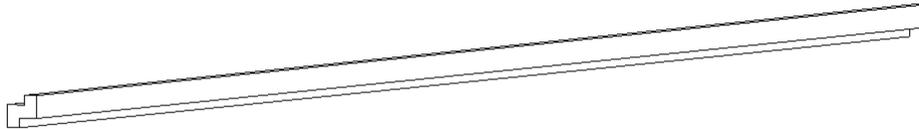


Imagen 4.120: Familia de lama

Esta familia, tiene que estar parametrizada, para poder anidarla en la siguiente, y controlar las dimensiones y materiales necesarios.

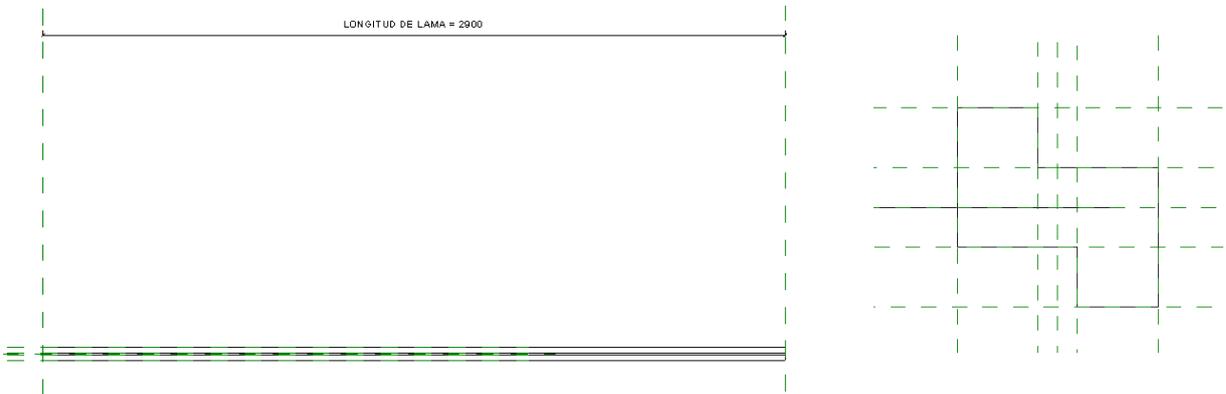


Imagen 4.121: Parametrización de lamas

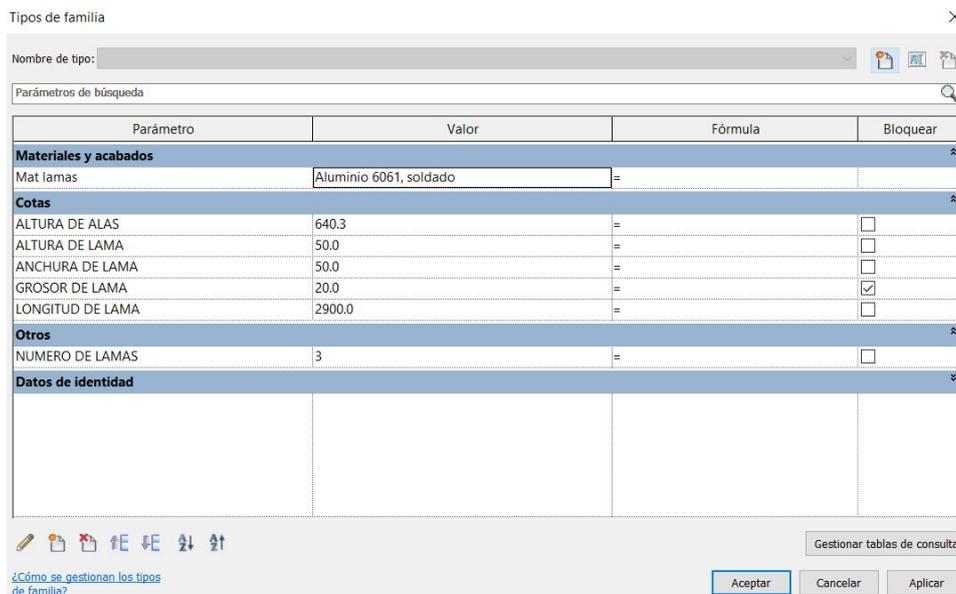


Imagen 4.122: Parámetros de lama



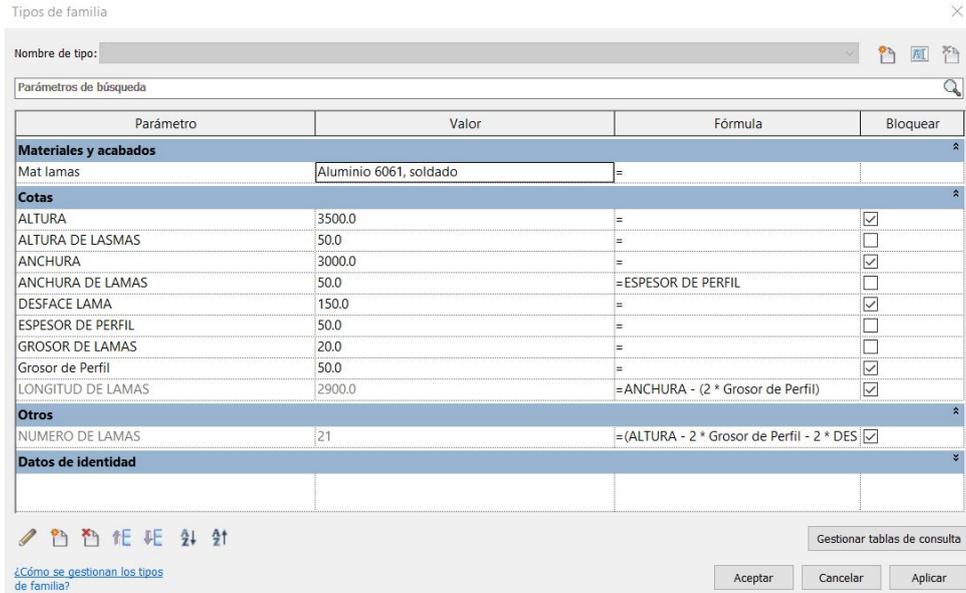


Imagen 4.125: Parámetros de panel

- Este panel, que lo hemos realizado en una familia de modelo genérico, la anidamos en una nueva familia que tenga la categoría de paneles de muro cortina.

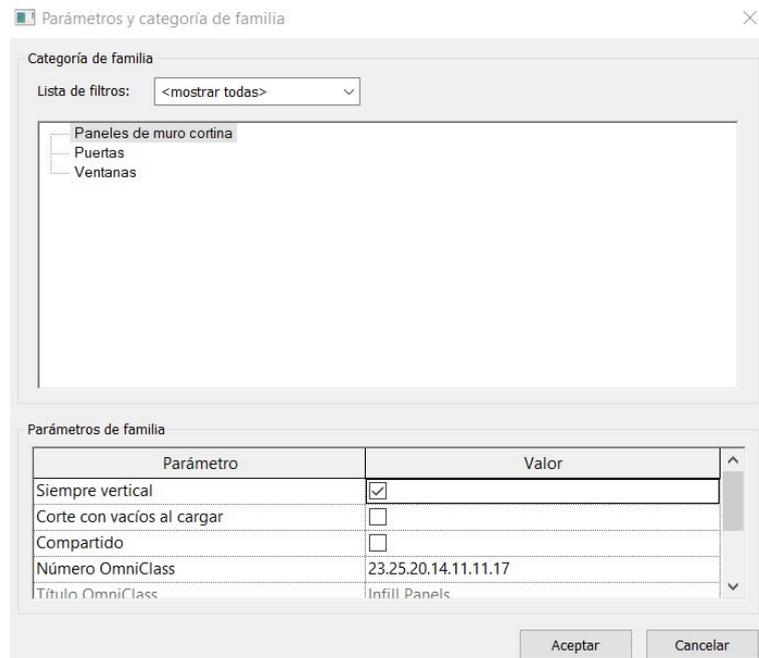


Imagen 4.126: Categoría de familia

Como esta familia, es exclusiva de los paneles de muro cortina, damos los parámetros necesarios a nuestro panel. Para vincular los parámetros entre todas las familias, tenemos que relacionar los parámetros de la familia anidada.

Tipos de familia

Nombre de tipo:

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
<b>Construcción</b>			
Tipo de construcción		=	
<b>Materiales y acabados</b>			
Acabado		=	
Mat lamas	Aluminio 6061, soldado	=	
<b>Cotas</b>			
ALTO (informe)	3500.0	=	
ANCHO (informe)	3000.0	=	
DESFACE DE LAMA	150.0	=	<input type="checkbox"/>
ESPESOR DEL PERFIL	50.0	=	<input type="checkbox"/>
GROSOR DE LAMAS	20.0	=	<input type="checkbox"/>
GROSOR PERFIL	50.0	=	<input type="checkbox"/>
<b>Propiedades analíticas</b>			
Construcción analítica	<Ninguno>	=	
Transmitancia de luz visual		=	
Coefficiente de incremento de calor solar		=	
Resistencia térmica (R)		=	
Coefficiente de transferencia de calor (U)		=	
<b>Datos de identidad</b>			

Imagen 4.127: Parámetros vinculados

- Este panel de muro cortina, lo cargamos a nuestro proyecto, y como ya tiene la categoría de panel muro de cortina, lo podemos utilizar en nuestro sistema de muro cortina.
- Si tenemos un panel de muro cortina, lo seleccionamos y en las propiedades de ejemplar, elegimos nuestro nuevo panel creado y ya lo podemos utilizar.

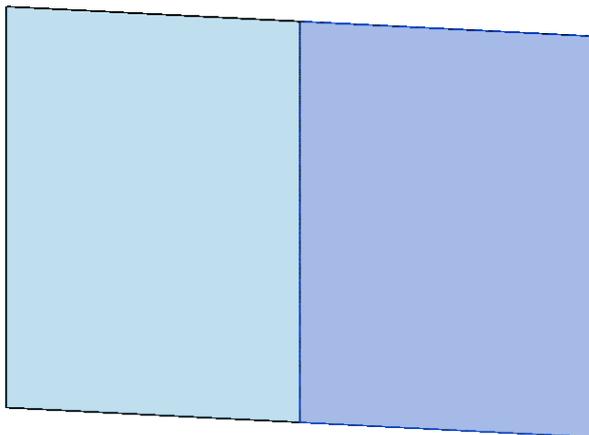


Imagen 4.128: Panel seleccionado

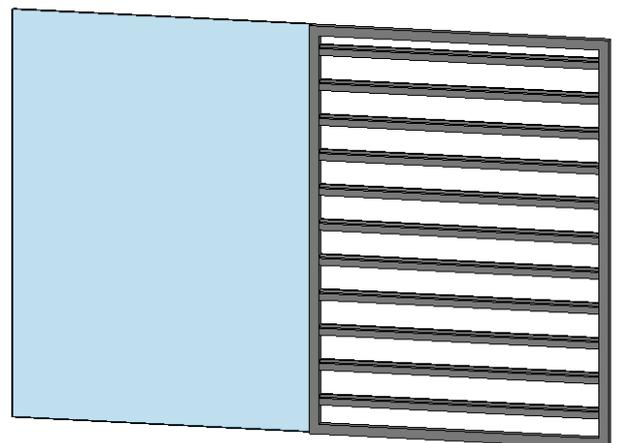


Imagen 4.129: Panel creado

#### 4.4.5. Modelado de suelos arquitectónicos

Para modelar los suelos arquitectónicos de nuestro proyecto, tenemos que dirigirnos a “ficha arquitectura, grupo construir, suelo”.

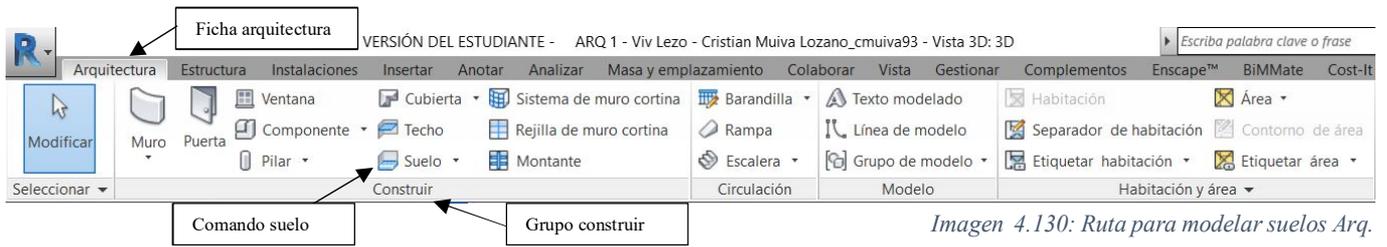


Imagen 4.130: Ruta para modelar suelos Arq.

Como recomendación, tenemos que tener en cuenta, la distancia entre los bordes de nuestro suelo, es decir, hay que saber, hasta donde llega cada capa, ya que una capa de recrecido, tendrá más metros cuadrados, que una capa de acabado cerámico.

Para modelar nuestros suelos arquitectónicos, hay que respetar las mismas condiciones que realizamos para los otros elementos, condiciones como que, el perímetro tiene que estar totalmente cerrado, no tienen que quedar líneas sueltas ni solapadas.

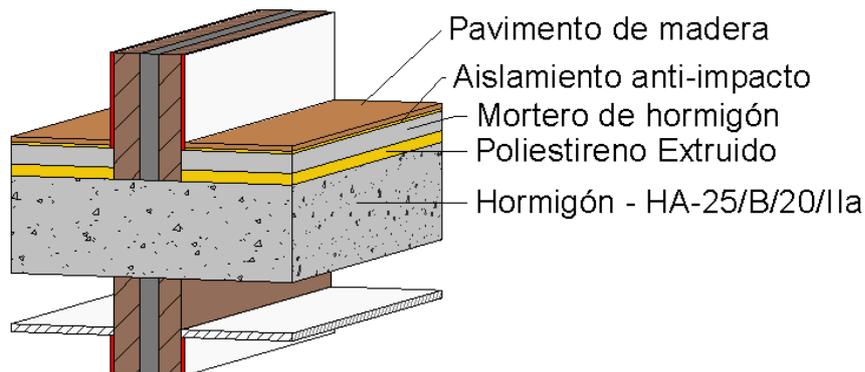


Imagen 4.131: Despiece de suelos arquitectónicos

#### 4.4.6. Modelado de escaleras

Las escaleras en Revit, las podemos modelar de dos formas distintas (en las versiones nuevas de Revit), como escalera por componente o por escaleras por boceto.

La versión de escalera por boceto, la podemos realizar desde “ficha arquitectura, grupo circulación, escaleras por boceto”.



Imagen 4.132: Ruta para crear escalera por boceto

Cuando accedemos a crear escalera por componente, se nos activan las opciones de modelado de la escalera.

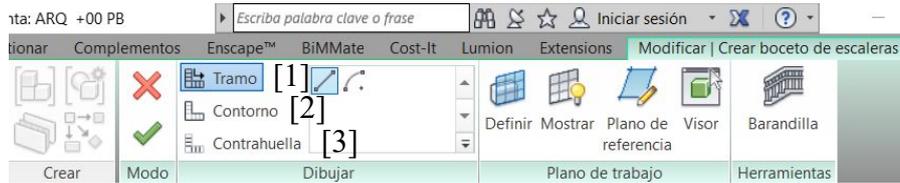


Imagen 4.133: Herramientas para modelar escaleras por boceto

Si seleccionamos la opción tramo [1], podemos dibujar los tramos de escaleras que queramos, ya que Revit, según la configuración de escaleras que le hayamos hecho, nos calcula cuantas contrahuellas entra entre esas dos alturas.



Imagen 4.134: Tramo de huella detectado

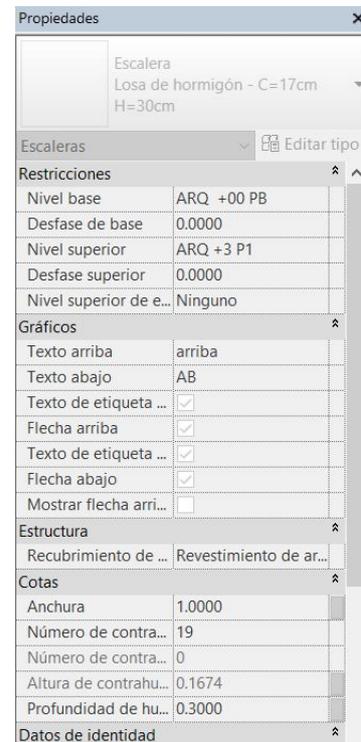


Imagen 4.135: Parámetros de ejemplar

Si dibujamos una parte del tramo en una dirección, y luego queremos dibujar lo que falta del tramo en una perpendicular, por ejemplo, solo tenemos que dibujar el primer tramo, luego dibujar el segundo, con la dirección que queramos, y Revit nos dibujará un descansillo con las mismas dimensiones y características que nuestros tramos.

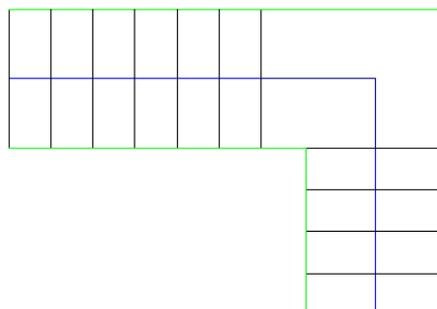


Imagen 4.136: Escalera con dos tramos

Si, por otra parte, tenemos una escalera con formas singulares, la podemos realizar mediante un contorno de escalera (imagen 4.133 [2]). Para realizar un contorno de escalera, tenemos que tener en cuenta lo siguiente:

- El contorno, no puede ser un bucle cerrado, si no, los extremos o bordes laterales de la escalera.
- Todas las líneas de escaleras, tienen que estar unidas, pero tiene que haber dos líneas siempre.

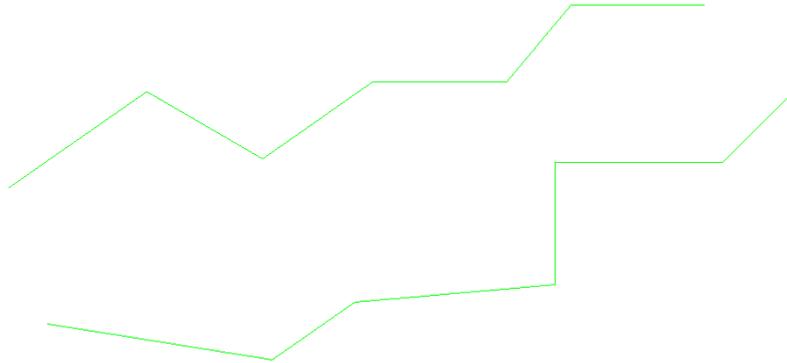


Imagen 4.137: Contorno de escalera por boceto

- Para dibujar las contrahuellas (imagen 4.133 [3]), de nuestra escalera, tenemos que tener en cuenta, que las contrahuellas, tiene que cerrar el contorno, es decir, siempre van a ir dos contrahuellas, al inicio y fin del contorno.

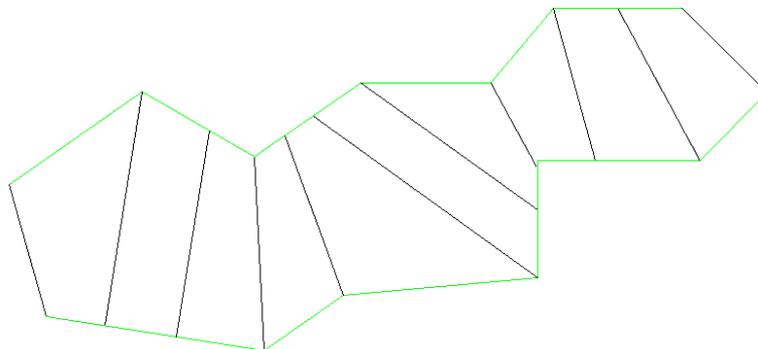


Imagen 4.138: Contornos con contrahuellas

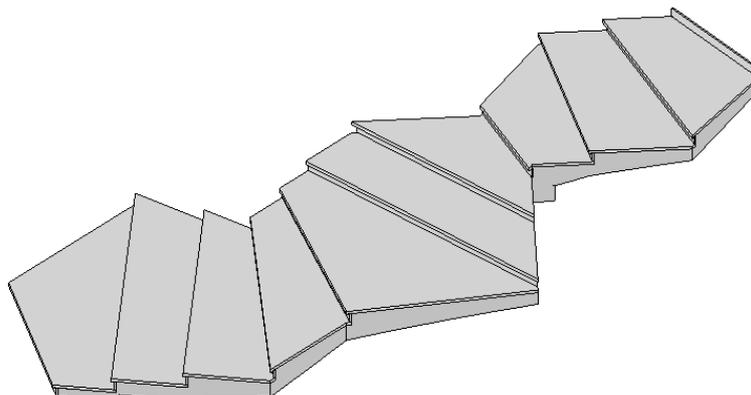


Imagen 4.139: Escalera singular por boceto

Pero en el proyecto que estamos desarrollando, no tenemos una escalera con forma singular, por lo tanto, utilizamos la segunda forma de modelar una escalera. La forma que utilizamos, es modelar nuestra escalera por componentes. Para modelar una escalera por componentes, tenemos que dirigirnos a “*ficha arquitectura, grupo circulación, escalera por componente*”, al igual que en el caso anterior.

Las particularidades que tiene esta escalera, es que trabaja con distintas familias anidadas en ella, por lo tanto, lo que estamos controlando, no son sus aspectos de forma, que suelen tener el mismo, sino que, estamos controlando sus parámetros.



Imagen 4.140: Opciones de modelado, escalera por componente

Como podemos darnos cuenta, en las herramientas de modelado, que nos dan las escaleras por componentes, vienen familias de tramo, de descansillo y soportes.

En el momento, cuando dibujamos un tramo, Revit calcula las contrahuellas que necesitamos.



Imagen 4.141: Tramo de escalera por componente

Una de las grandes diferencias, entre este tipo de escaleras y la escalera por boceto es, que en la escalera por componentes, puedo hacer girar la escalera sobre sí misma, cuando la estoy modelando, sin embargo, en la escalera por boceto, solo puedo dibujar, tramos encerrados en un contorno recto.

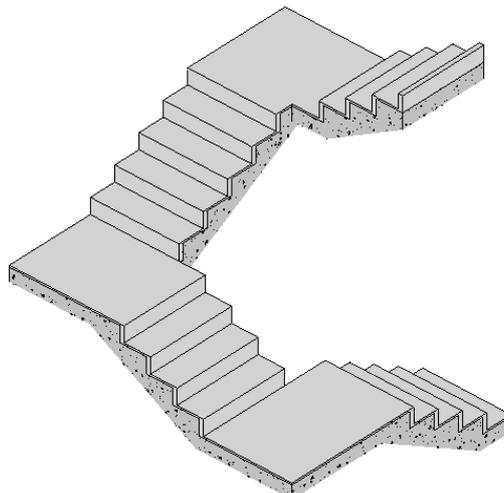


Imagen 4.142: Escalera por componente

Para controlar, o crear un nuevo tipo de escalera por componente, tenemos que seleccionar un tramo de la escalera, y entramos en sus propiedades de ejemplar.

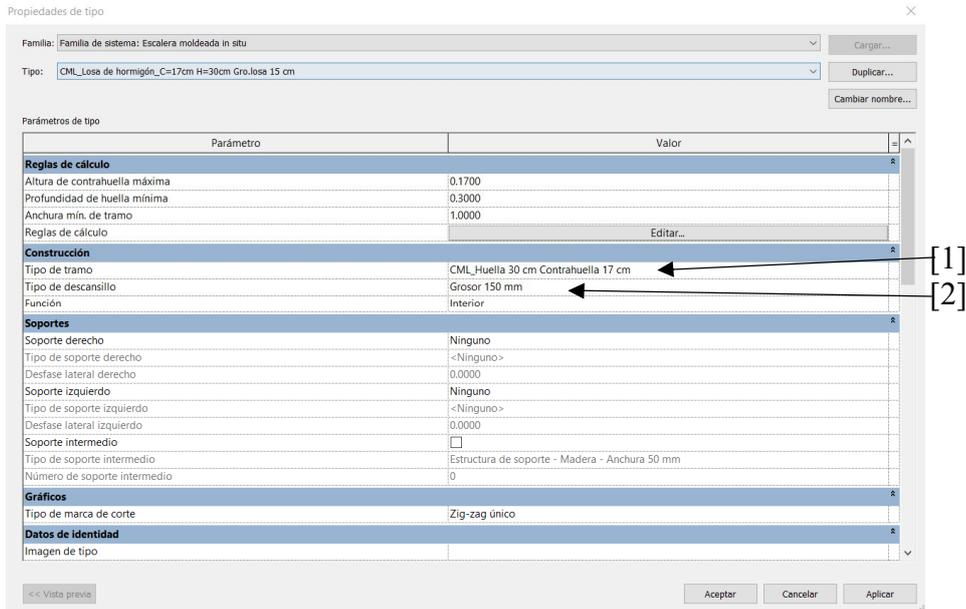


Imagen 4.143: Propiedades de ejemplar de escalera por componente

Como podemos observar, nuestra escalera por componente, trae anidadas las familias de tipo de tramo [1] y tipo de descansillo [2]. También, podemos controlar los soportes estructurales, y los datos gráficos.

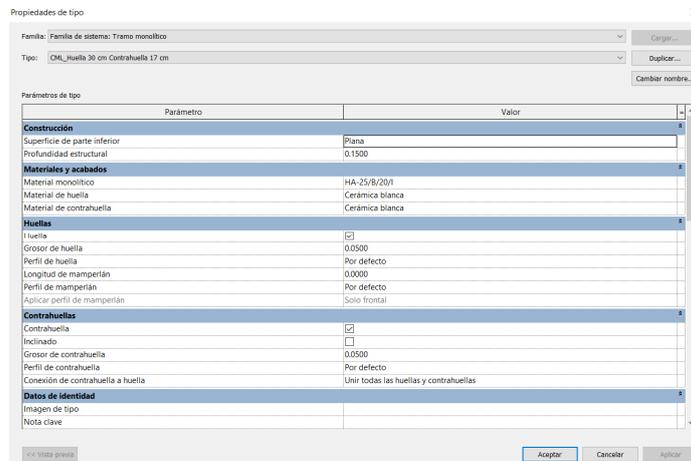


Imagen 4.144: Propiedades de tramo

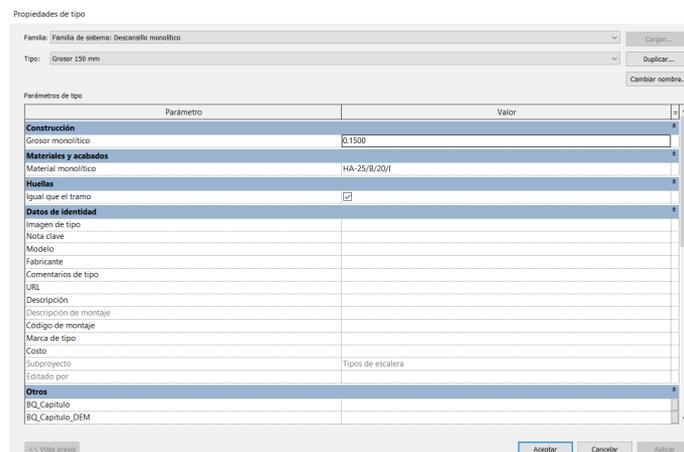


Imagen 4.145: Propiedades de descansillo

Si queremos controlar las reglas de cálculo, con las que Revit controla el número de contrahuellas de cada tramo, nos tenemos que ir al parámetro de tipo, “reglas de cálculo” (imagen 4.143).

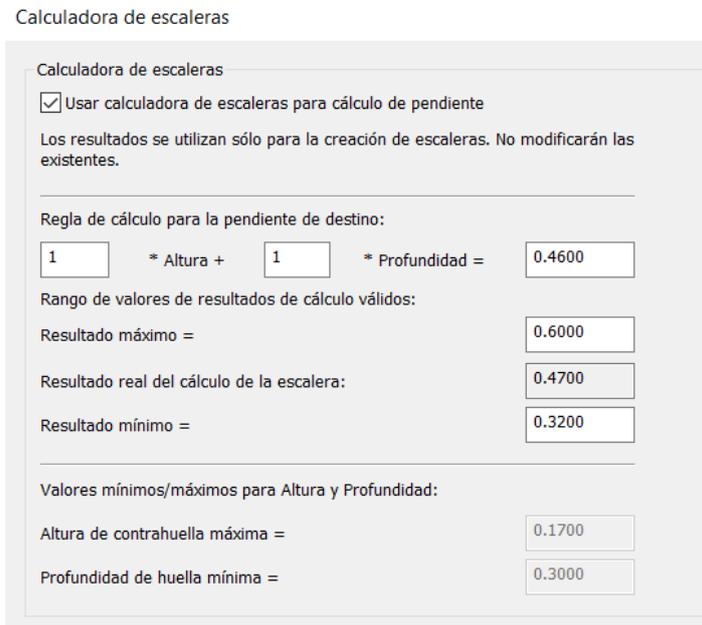


Imagen 4.146: Reglas de cálculo

#### 4.4.7. Familia de puertas

Uno de los grandes inconvenientes que nos encontramos, a la hora de utilizar el método por varios muros, es que, si colocamos una familia de puerta o ventana, solo selecciona un muro como anfitrión, por lo tanto, los demás muros que conforman nuestro cerramiento, no los toma en cuenta.

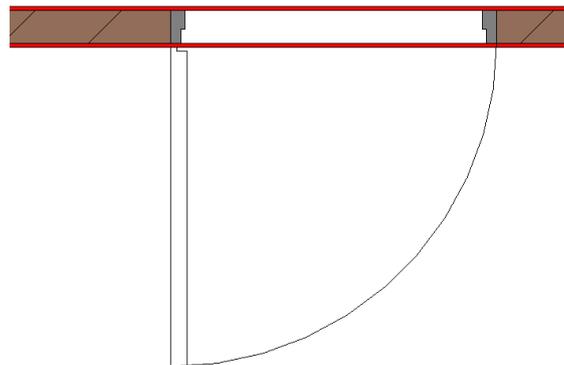


Imagen 4.147: Puerta en varios muros

Para resolver parte de este problema, tenemos que hacer uso de la herramienta, “unir” elementos, que la encontramos en “ficha modificar, grupo geometría, unir”.



Imagen 4.148: Ruta para unir elementos

Para unir nuestros muros, solo tenemos que clicar en la herramienta, y seleccionar los elementos que queremos unir. Cuando los muros estén unidos, ya tenemos parte del problema resuelto, pero todavía la familia de la puerta, no se adapta a nuestro cerramiento.

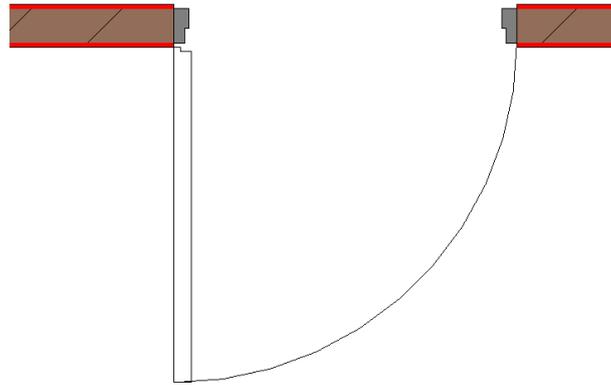


Imagen 4.149: Muros unidos

Para resolver el problema de la puerta, nos tenemos que crear una familia nueva, capaz de adaptarse a nuestro cerramiento. Para crear nuestra nueva familia de puertas tenemos que hacer lo siguiente:

- La primera familia que nos vamos a crear, será el pomo de la puerta. Para crear una familia de pomo, nos creamos una familia, de *modelo genérico basada en cara*, de esta forma, nos aseguramos que se colocará en la cara de la hoja de la puerta.

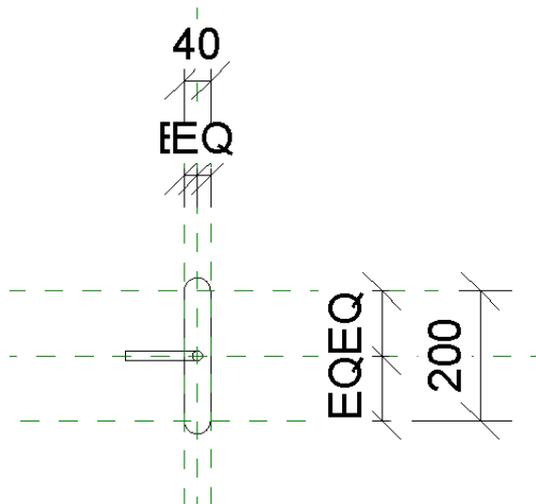


Imagen 4.150: Vista planta de pomo

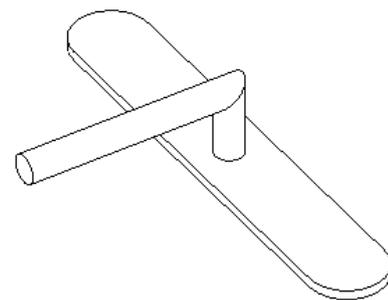


Imagen 4.151: Vista 3D de pomo

- Como queremos tener el mayor control de los elementos, la mejor forma de realizarlo, es anidando las familias unas a otras, de esta forma, cada familia se comportará como un grupo con parámetros. La familia de pomo que hemos creado, la anidamos a una nueva de *modelo genérico*, donde modelaremos la hoja de la puerta. En esta hoja, colocaremos nuestro pomo, de forma que podemos controlar su posición, tanto de forma vertical, como en horizontal.

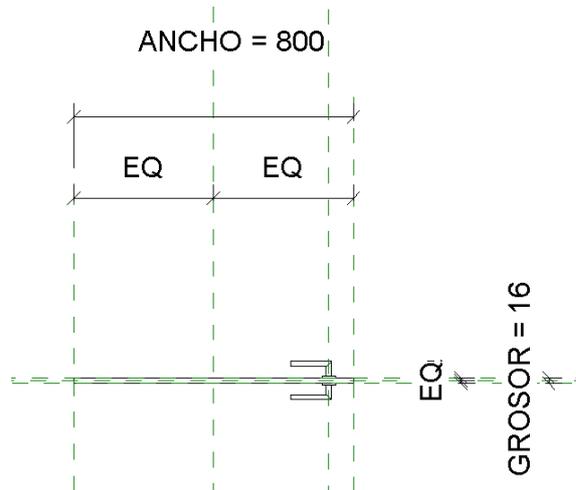


Imagen 4.152: Vista planta de hoja de puerta

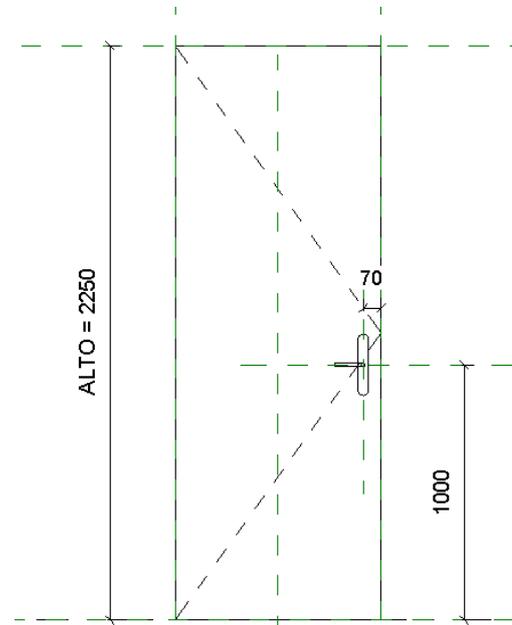


Imagen 4.153: Alzado frontal hoja de puerta

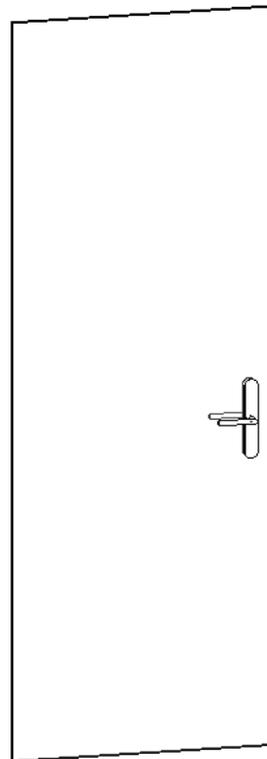


Imagen 4.154: Vista 3D hoja de puerta

- Como ya tenemos nuestra hoja de puerta creada y controlada con parámetros, lo que vamos a hacer a continuación, es anidarla a una nueva familia de *categoría puertas*, para que Revit detecte la categoría adecuada de nuestra familia. Si abrimos una plantilla de familia de puerta, nos encontramos con unos parámetros de sistemas ya creados dentro de la propia plantilla. Estos parámetros, no lo podemos borrar ni cambiar, por lo tanto, los podemos utilizar o simplemente, dejarlos sin uso.

Tipos de familia

Nombre de tipo: [ ]

Parámetros de búsqueda [ ]

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
<b>Construcción</b>			
Función	Interior	=	
Cierre de muro	Por anfitrión	=	
Tipo de construcción		=	
<b>Cotas</b>			
Altura	2000.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Anchura	1000.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Anchura aproximada		=	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura aproximada		=	<input checked="" type="checkbox"/>
Grosor		=	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Propiedades analíticas</b>			
Construcción analítica		=	
Transmitancia de luz visual		=	
Coefficiente de incremento de calor solar		=	
Resistencia térmica (R)		=	
Coefficiente de transferencia de calor (U)		=	
<b>Parámetros IFC</b>			
Operación		=	
<b>Otros</b>			
Proyección marco ext.	25.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyección marco int.	25.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Anchura de marco	75.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Datos de identidad</b>			

¿Cómo se gestionan los tipos de familia?
   
 [Aceptar] [Cancelar] [Aplicar]

Imagen 4.155: Parámetros de sistema. Familia de puerta métrica

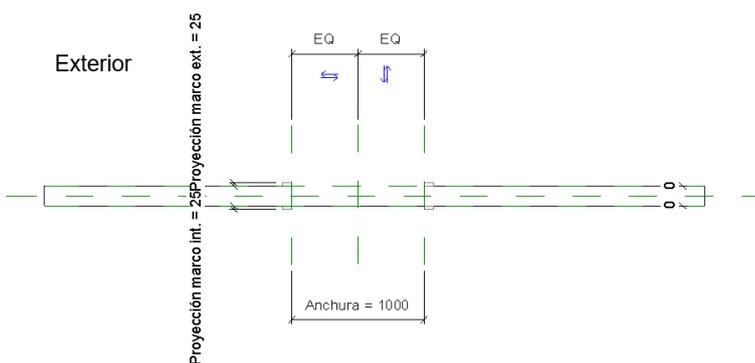


Imagen 4.156: Vista planta de familia puerta métrica

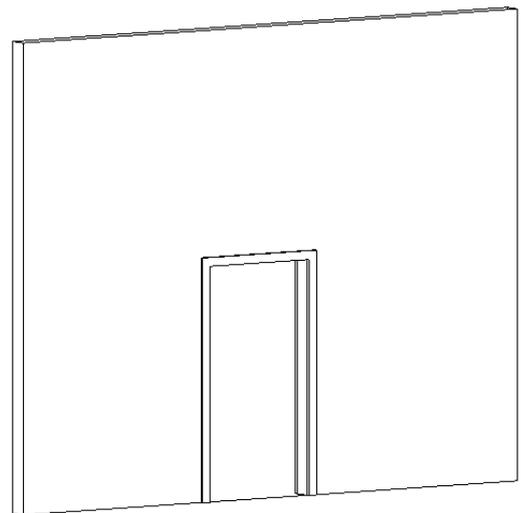


Imagen 4.157: Vista 3D de familia puerta métrica

Como podemos observar, la familia trae cargada, un muro donde alojarse como anfitrión, cuando la insertemos en nuestro proyecto, también nos trae cargado un hueco en ese muro, el cual podemos controlar paramétricamente, con el ancho de la puerta.

- La familia de hoja de puerta, que hemos creado con anterioridad, la anidamos a esta nueva familia, y adquirimos todos sus parámetros que tiene, y con los cuales, podemos controlar nuestra familia de hoja de puerta. Para adquirir los parámetros de una familia anidada, tenemos que seleccionarla y entrar en propiedades de tipo.

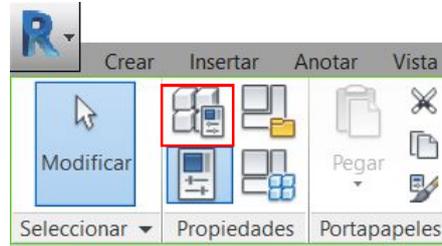


Imagen 4.158: Propiedades de tipo

Cuando estamos dentro de las propiedades de tipo de nuestra *familia hoja de puerta* vinculamos los parámetros a los nuevos que hemos creado en la *familia de puerta métrica*.

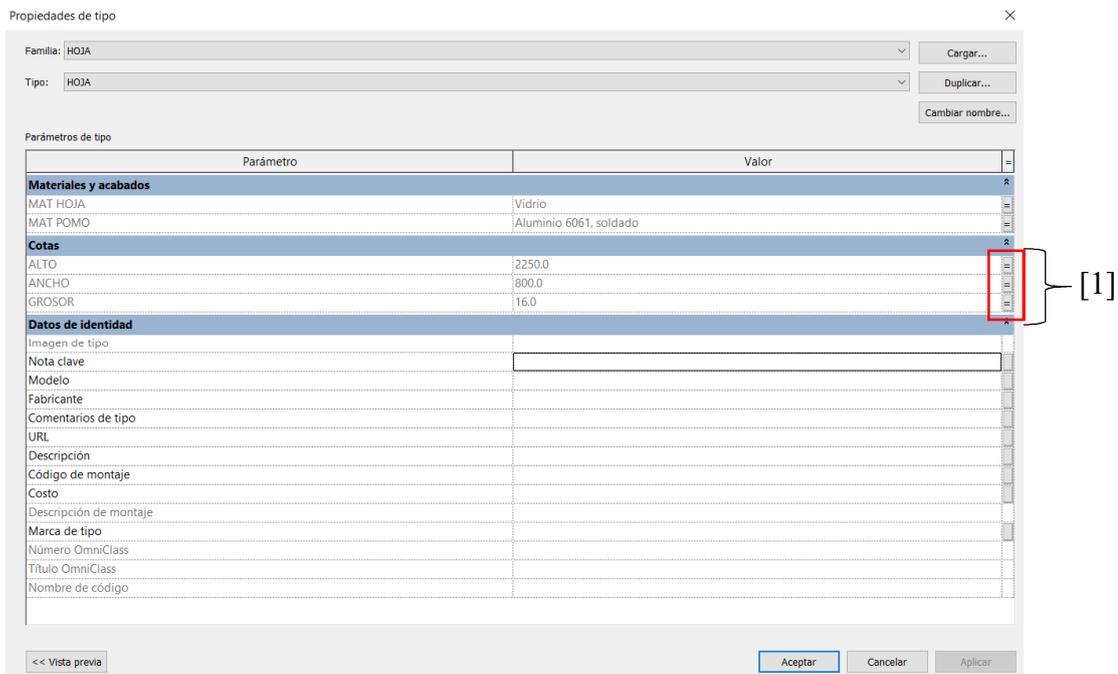


Imagen 4.159: Propiedades de tipo de familia anidada

Para vincularlos, tenemos que darle clip al botón de vínculo [1], y nos saldrá la ventana siguiente (imagen 4.160), donde tenemos que elegir, con que parámetros queremos vincularlo.

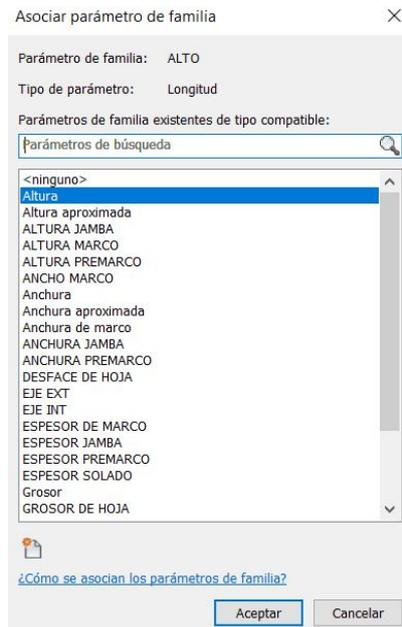


Imagen 4.160: Vinculación de parámetros

De esta forma, tenemos todos los parámetros de la familia hoja de puerta, vinculados a la familia de puerta métrica, y podemos controlar todas las medidas, con solo un parámetro general.

Tipos de familia

Nombre de tipo: CML\_Puerta balconera Alum una hoja\_80x225

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
<b>Materiales y acabados</b>			
MAT HOJA	Vidrio	=	<input type="checkbox"/>
MAT JAMBA	Aluminio 6061, soldado	=	<input type="checkbox"/>
MAT POMO	Aluminio 6061, soldado	=	<input type="checkbox"/>
MAT PREMARCO	Aluminio 6061, soldado	=	<input type="checkbox"/>
<b>Cotas</b>			
ALTURA JAMBA	2265.0	=Altura + 15 mm	<input checked="" type="checkbox"/>
ALTURA MARCO	2266.0	=Altura + ESPESOR DE MARCO	<input checked="" type="checkbox"/>
ALTURA PREMARCO	2416.0	=Altura + ESPESOR DE MARCO + ESPE	<input checked="" type="checkbox"/>
ANCHO MARCO	832.0	=Anchura + (2 * ESPESOR DE MARCO)	<input checked="" type="checkbox"/>
ANCHURA JAMBA	830.0	=Anchura + 30 mm	<input checked="" type="checkbox"/>
ANCHURA PREMARCO	932.0	=Anchura + (2 * ESPESOR DE MARCO)	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura	2250.0	=	<input type="checkbox"/>
Anchura	800.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Anchura aproximada		=	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura aproximada		=	<input checked="" type="checkbox"/>
DESFACE DE HOJA	50.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
EJE EXT (por defecto)	50.0	=	<input type="checkbox"/>
EJE INT (por defecto)	50.0	=	<input type="checkbox"/>
ESPESOR DE MARCO	16.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
ESPESOR JAMBA	90.0	=	<input type="checkbox"/>
ESPESOR PREMARCO	50.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
ESPESOR SOLADO	100.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
GROSOR DE HOJA	16.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
GROSOR JAMBA	20.0	=	<input type="checkbox"/>
GROSOR MARCO (por defecto)	100.0	=GROSOR MURO	<input type="checkbox"/>
GROSOR MURO (por defecto)	100.0	=EJE EXT + EJE INT	<input type="checkbox"/>
GROSOR PREMARCO (por defecto)	100.0	=GROSOR MURO	<input type="checkbox"/>
Grosor		=	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Propiedades analíticas</b>			
Construcción analítica	<Ninguno>	=	<input type="checkbox"/>
Transmitancia de luz visual		=	<input type="checkbox"/>

Gestionar tablas de consulta

Imagen 4.161: Parámetros de familia puerta métrica

Como una de las condiciones, por las cuales hemos realizado esta nueva familia de puerta, es el poder controlar el espesor de la puerta, para conseguirlo, hemos tenido que hacer lo siguiente:

- Primero, tenemos que dejar obsoleto, el parámetro de sistema “*grosor*”, puesto que este parámetro, controla el grosor del muro, y por lo tanto el grosor de nuestra puerta, pero no queremos que el grosor del muro anfitrión controle nuestra puerta, si no controlarla nosotros manualmente, y así adaptar la puerta, a cualquier grosor de muro que nos encontremos.

ESPESOR JAMBA	95.0	=	<input type="checkbox"/>
ESPESOR PREMARCO	50.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
ESPESOR SOLADO	100.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
GROSOR DE HOJA	50.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
GROSOR JAMBA	20.0	=	<input type="checkbox"/>
GROSOR MARCO (por defecto)	400.0	=GROSOR MURO	<input type="checkbox"/>
GROSOR MURO (por defecto)	400.0	=EJE EXT + EJE INT	<input type="checkbox"/>
GROSOR PREMARCO (por defecto)	400.0	=GROSOR MURO	<input type="checkbox"/>
<b>Grosor</b>			<input checked="" type="checkbox"/>

Propiedades analíticas

Imagen 4.162: Parámetro “*grosor*” no utilizado

Para controlar el grosor de nuestra puerta, nos creamos dos parámetros de “ejemplar” ya que cada puerta, puede tener un grosor diferente. Con estos dos parámetros de ejemplar creados, controlamos en la totalidad el grosor de nuestra puerta. Los parámetros de ejemplar son, “EJE EXT” y “EJE INT”.

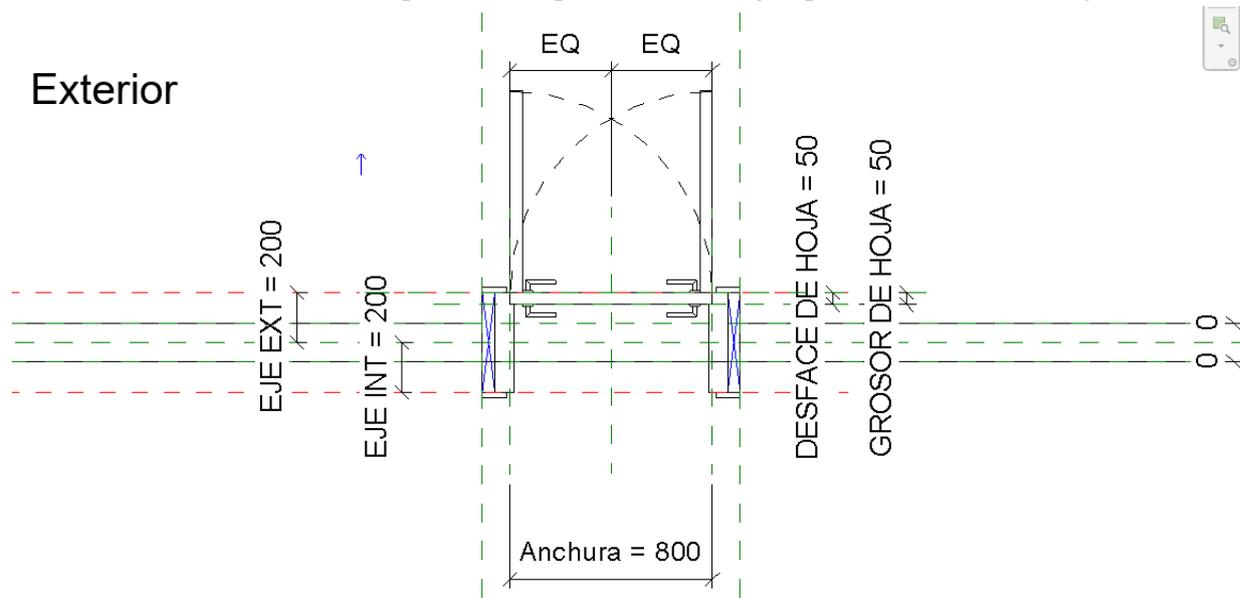


Imagen 4.163: Vista de planta, parámetros de grosor

Como podemos observar, ya no importa el grosor del muro anfitrión, si no el valor que le demos a los nuevos parámetros creados.

- Para resolver la visualización en planta y alzado, tenemos que crearnos nuevas familias de *elementos de detalles*, para que solo se puedan ver en planta o en alzado. Estas familias, son simplemente representativas, puesto que son líneas que representan un objeto. Para crear nuestra familia de detalle, que represente a nuestra puerta, la tenemos que crear con los mismos parámetros, ya que luego, vamos a cagar esta familia, a la *familia de puerta métrica*.

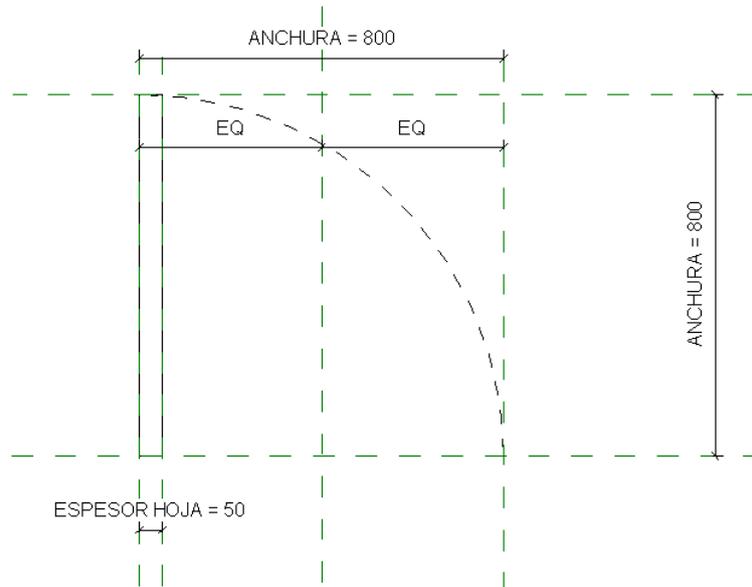


Imagen 4.164: Vista planta familia de elemento de detalle

Como Revit, trabaja con detalles de visualizaciones, cuando cambiamos el nivel de detalle de nuestra vista (en un proyecto), las visualizaciones de los objetos cambian, para dar más detalle o dar menos. Como queremos que la puerta cambie el nivel de detalle, dependiendo de cuál queremos ver, tenemos que crear tres familias diferentes, que representen al detalle bajo, medio y alto.

Después de anidar esta familia a la *familia de puerta métrica*, si queremos controlar la visualización, en los distintos casos de nivel de detalle, tenemos que hacer lo siguiente:

- Seleccionar la familia anidad, en este caso, seleccionamos la *familia de elemento de detalle*.
- Cuando la tengamos seleccionado, se abrirán nuevas herramientas en la cinta de opciones. Tenemos que seleccionar “*configuración de visibilidad*”.



Imagen 4.165: Opciones de visualización

- Se nos abrirá una ventana donde tenemos que elegir, en que situaciones queremos que nuestra familia se vea, para ello, desactivamos o activamos las casillas de detalles.

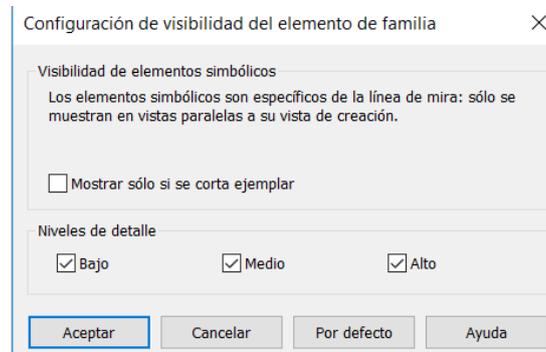


Imagen 4.166: Configuración de visibilidad

- Para completar la familia nuestra familia de puerta, y de cara a las futuras mediciones que vayamos a realizar, hemos optado por configurarla, de tal manera, que podemos sacar los datos en tablas de planificación. Los datos que queremos obtener, son:
  - Dimensiones de puerta
  - Material de puerta
  - El tipo de puerta (si es de derechas o izquierdas).

Los dos primeros parámetros, ya los tenemos controlados, pero el último parámetro (el tipo de puerta), no tenemos nada que nos otorgue esa información.

Para configurar nuestra puerta con ese parámetro, hemos creado dos *parámetros compartidos* de visualización, con los que podemos controlar la apertura de nuestra puerta. Estos parámetros, al ser compartidos, nos aseguramos que aparezcan en las tablas de planificación y cantidades de nuestros proyectos.

Otros			
APERTURA DERCHA (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
APERTURA IZQ. (por defecto)	<input checked="" type="checkbox"/>	=	
Proyección marco ext.	25.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyección marco int.	25.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Anchura de marco	75.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>

Imagen 4.167: Parámetros de tipo de puerta

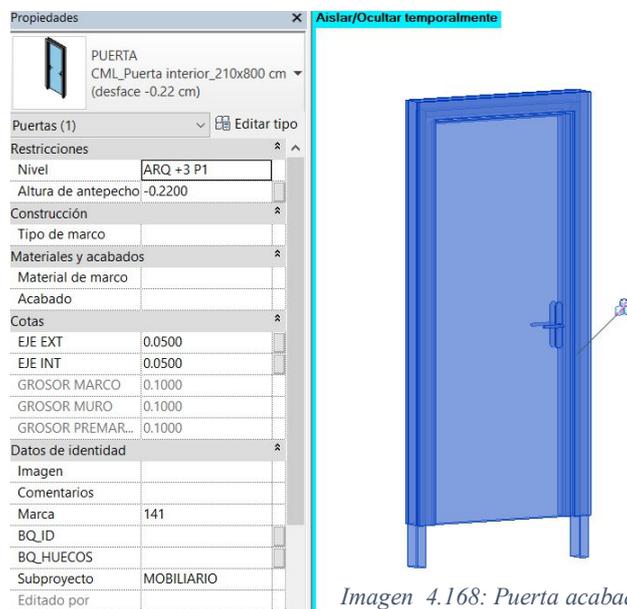


Imagen 4.168: Puerta acabada

#### 4.4.8. Familia de ventanas

Como es evidente, si tenemos el problema de los muros en las familias de las puertas, también tenemos el mismo problema en las familias de las ventanas, por lo tanto, tenemos que crearnos una nueva familia de ventana, que pueda adaptarse a nuestro método de trabajo.

- Empezamos nuestra ventana, creando una *familia de modelo genérico basado en cara*, donde modelamos la manilla que va a tener nuestra ventana. Esta manilla, también estará parametrizada y configurada.

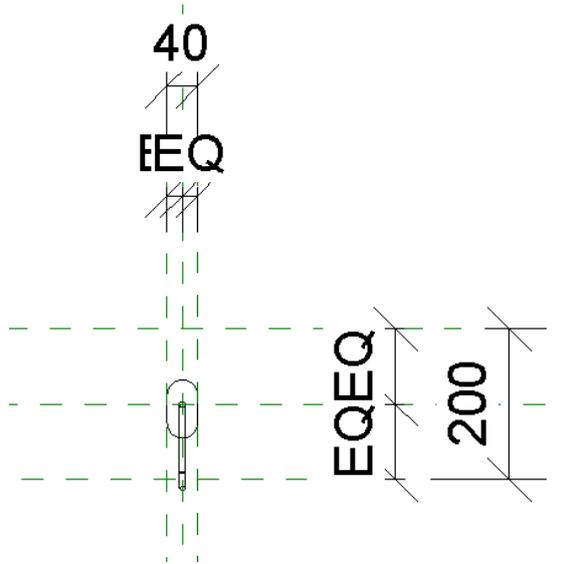


Imagen 4.169: Vista planta de manilla

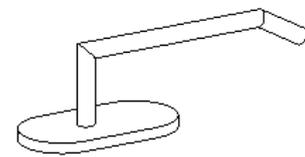


Imagen 4.170: Vista 3D de manilla

- Anidamos esta *familia de manilla* a una nueva familia, también con categoría genérica. En esta nueva familia, modelamos la hoja con la manilla, de la que va a estar compuesta nuestra ventana. En esta familia, modelamos el marco de ventana, el panel de cristal y nuestra familia anidada de manilla.

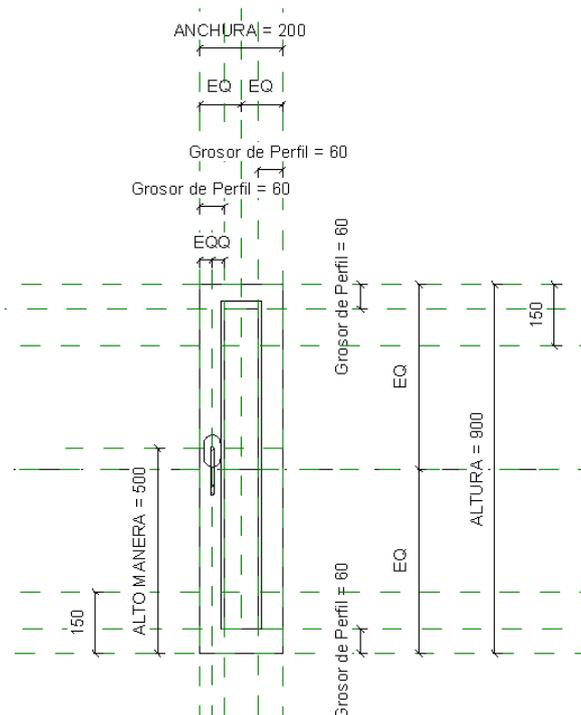


Imagen 4.171: Vista de alzado de hoja ventana

- Como nuestra familia de ventana, llevará incorporada un alfeizar, tenemos que modelarla en una familia de modelo genérico, para posteriormente anidarla. Para modelar nuestro alfeizar, hemos dibujado el perfil que va a tener, y lo hemos parametrizado, para que cambie de dimensiones, acorde a las medidas de nuestra ventana.

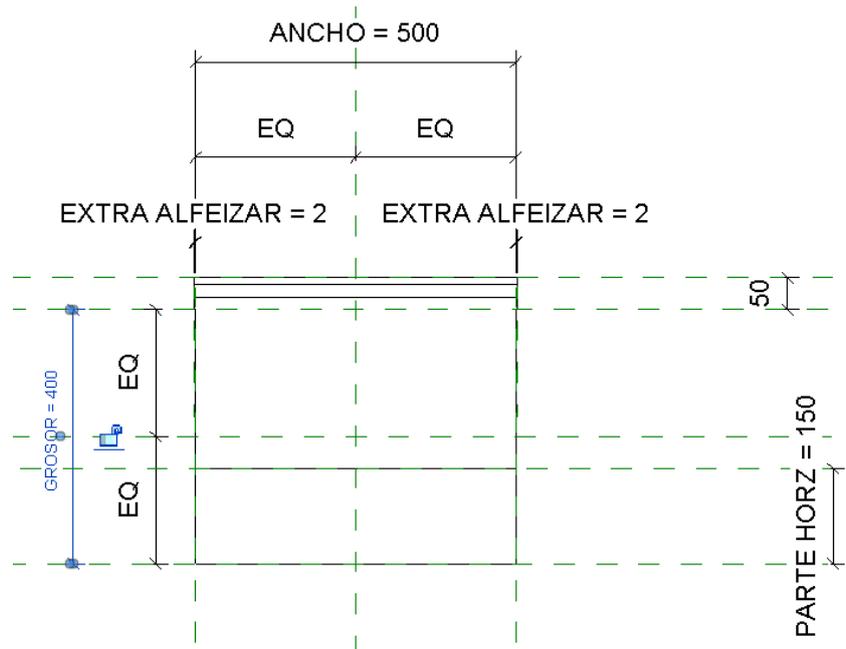


Imagen 4.172: Vista planta de alfeizar

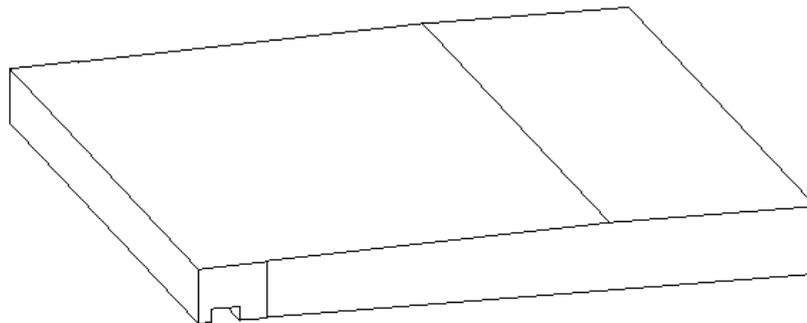


Imagen 4.173: Vista 3D de alfeizar

Como podemos observar, el alfeizar tiene una parte horizontal, y otra parte inclinada, además de su correspondiente goterón.

- Por último, tenemos que anidar todas las familias a una nueva de categoría *familia de ventana métrica*, que al igual que la puerta, nos viene creadas unos parámetros de sistema, los cuales tenemos que inutilizar y crear nuevos. Anidamos todas las familias externas a nuestra ventana, y adquirimos sus parámetros para controlarlos de forma general. Como resultado, tenemos una ventana de dos hojas, parametrizada y totalmente compatible con nuestro método de trabajo.

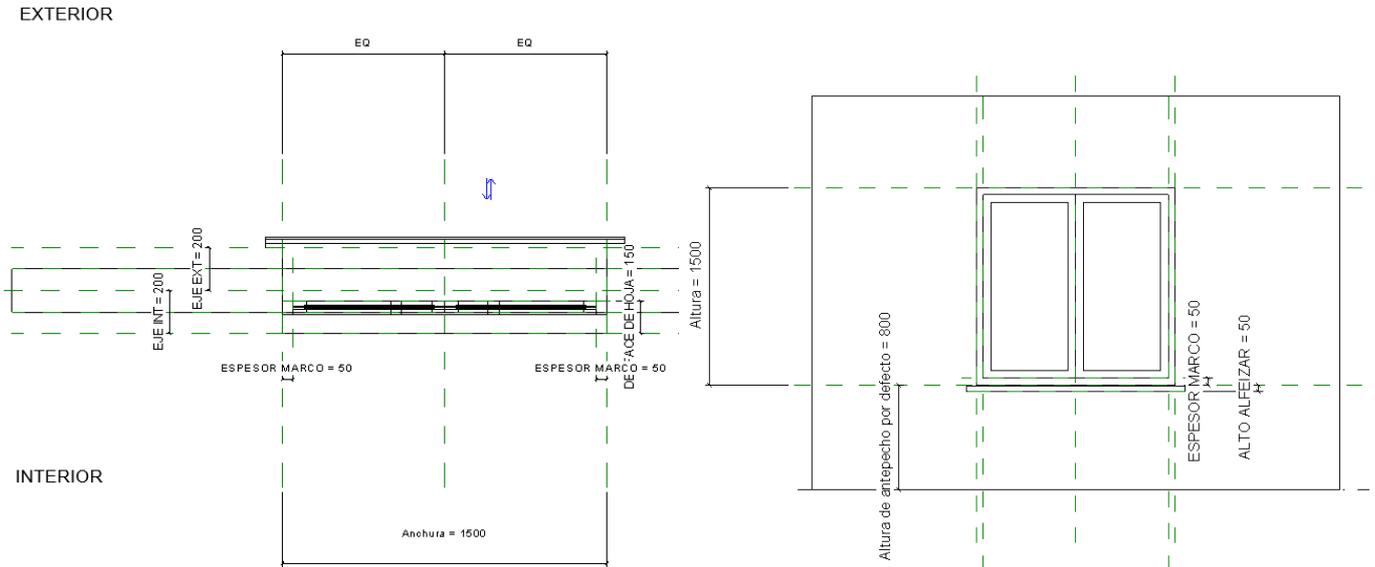


Imagen 4.174: Vista planta de ventana

Imagen 4.175: Vista alzado de ventana

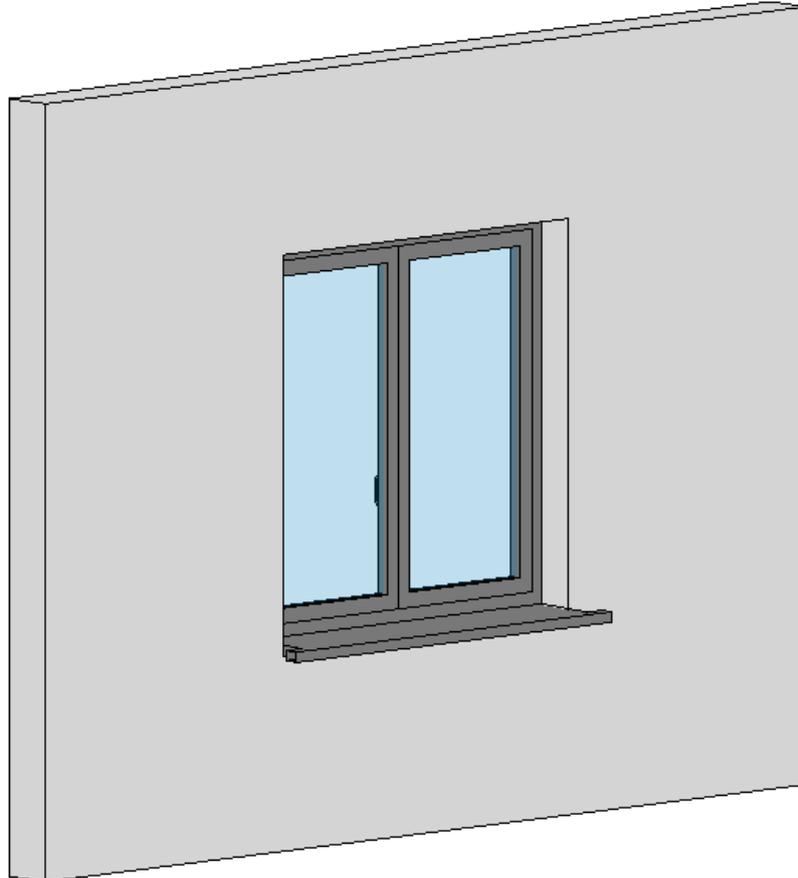


Imagen 4.176: Vista 3D de ventana

#### 4.4.9. Habitaciones

Las habitaciones son elementos muy importantes en nuestro proyecto, puesto que nos van a delimitar las distintas zonas de nuestro edificio. Pero no solo realizan esta función, sino que también, nos aportan información sobre los acabados, el área, el volumen...etc. de nuestras habitaciones.

Para modelar nuestras habitaciones, nos tenemos que dirigir a “*ficha arquitectura, grupo habitaciones y área, habitaciones*”.

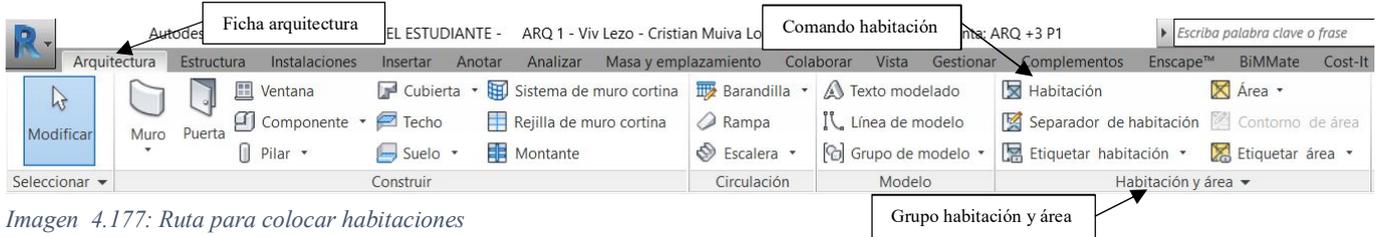


Imagen 4.177: Ruta para colocar habitaciones

Para colocar una habitación, debemos de tener en cuenta, los distintos elementos que nos delimitan las habitaciones. Estos elementos son:

- Muros (estructurales o arquitectónicos)
- Falsos techos
- Cubiertas
- Losas
- Plataformas de construcción
- Separadores de habitación (para delimitar la habitación en zonas sin elementos modelados)

Todos los anteriores elementos delimitan habitación, pero siempre y cuando, tengamos activado su parámetro de ejemplar, “*delimitación de habitación*”.

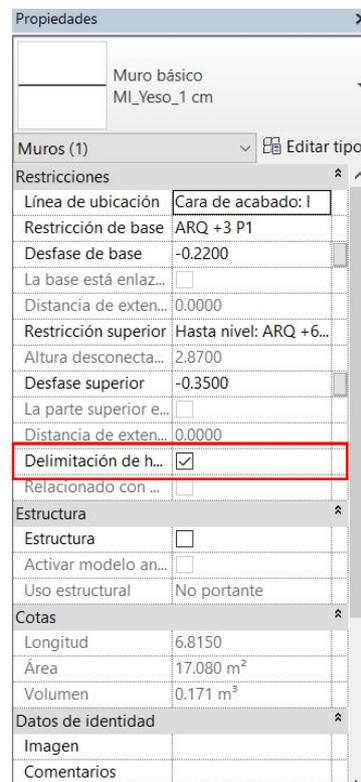


Imagen 4.178: Parámetros de ejemplar de muro

Dentro de cada habitación, se alojan dos tipos de familias, la *familia de etiqueta de habitación* y la *familia de habitación*. Estas dos familias son distintas, puesto que, la primera me etiqueta las habitaciones que tengo en mi modelo, y la segunda, me puede dar parámetros que me sirven para las mediciones de elementos.

Si seleccionamos la familia de habitación, dentro de sus parámetros de ejemplar, nos encontramos con parámetros de acabados de la base, techo y muro. Si rellenamos estos parámetros con los acabados correctos, en una tabla de planificación y cantidades, podemos obtener mediciones mucho más precisas y con más información. Anexo 1

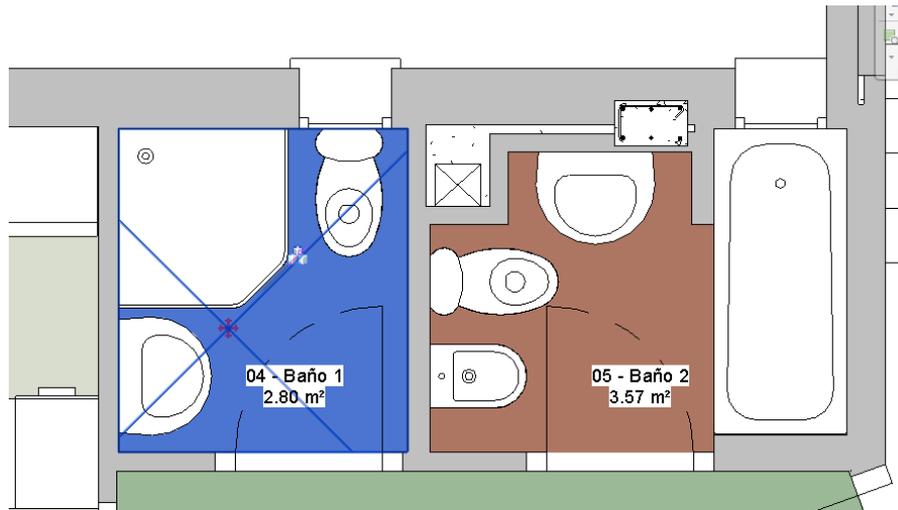


Imagen 4.179: Habitación seleccionada

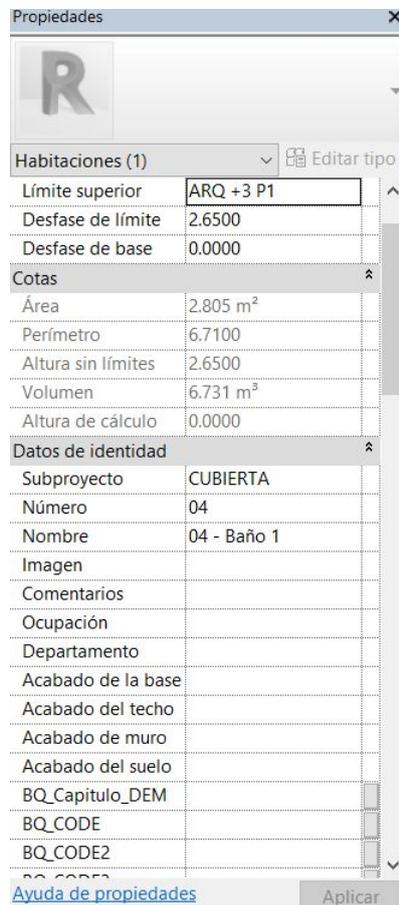


Imagen 4.180: Propiedades de ejemplar habitaciones

## 4.5. Archivo de instalaciones

### 4.5.1. Características de plantilla:

Revit nos ofrece una plantilla donde poder trabajar con más agilidad y mayor facilidad las instalaciones.

Las características más significativas que nos podemos encontrar son las siguientes:

#### 4.5.1.1. Familias, sistemas y enrutamientos MEP

Con la plantilla MEP, nos trae cargadas familias, tales como tuberías, codos, aislamientos de tuberías...etc.

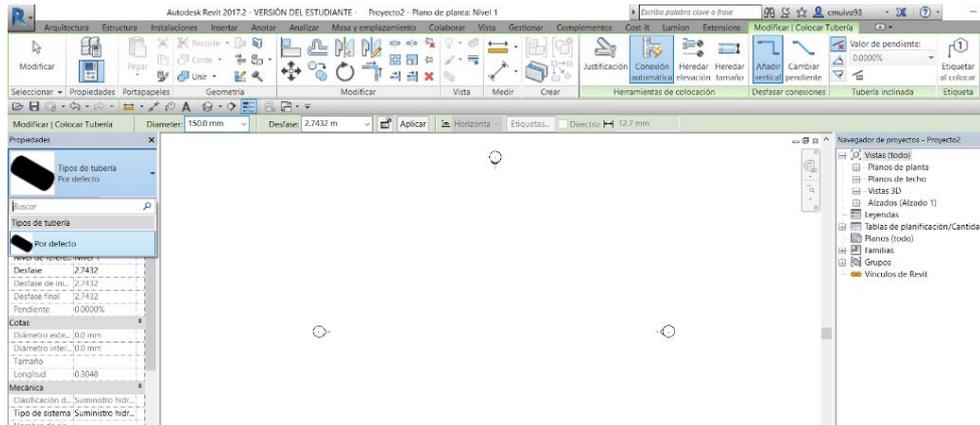


Imagen 4.181: Familias de la plantilla arquitectónica

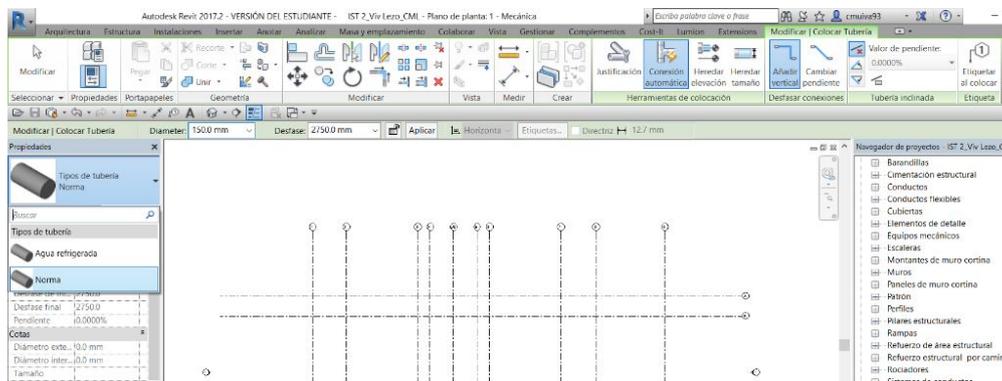


Imagen 4.182: Familias de la plantilla MEP

Las anteriores imágenes, nos muestran dos archivos RVT que están iniciados con diferentes plantillas, en la imagen 4.181, podemos observar un archivo iniciado con una plantilla arquitectónica y la imagen 4.182, está iniciada con una plantilla MEP.

Con estas imágenes, lo que hacemos es una comparativa entre estas dos plantillas, y la necesidad de empezar un proyecto de instalaciones con una plantilla adecuada, puesto que, si no lo realizamos de esta forma, tenemos que cargar todas y cada una de las familias y características que necesitemos para modelar las instalaciones.

En la imagen 4.181, hemos ido a la “*ficha instalaciones, en Fontanería y tuberías, tuberías*”. Si realizamos esta acción, podemos observar, que solo nos deja modelar la *tubería por defecto* que nos trae Revit, por lo que, si queremos dibujar distintos tipos de tuberías, tenemos que crearlas y darles sus características.

En la imagen 4.182, hemos realizado las mismas acciones, y nos podemos dar cuenta que la plantilla MEP nos trae más opciones de configuración, es decir nos da más configuraciones definidas de tuberías, por lo tanto, podemos realizar más acciones de modelado y cálculo de las instalaciones.

Otra de las características de la plantilla MEP, es que nos trae cargada los sistemas de enrutamientos de todas las conexiones de tuberías y conductos. Los enrutamientos de tuberías, por ejemplo, son parecido a una base de datos, de donde Revit obtiene toda la información para modelar nuestras instalaciones. Cuando vamos a modelar las tuberías de suministro de agua caliente/fría, realizamos un tramo recto, y luego uno perpendicular, Revit detecta el cambio, y con un enrutamiento en el tipo de tubería que nosotros estamos dibujando, el dibuja el codo adecuado para esa conexión.

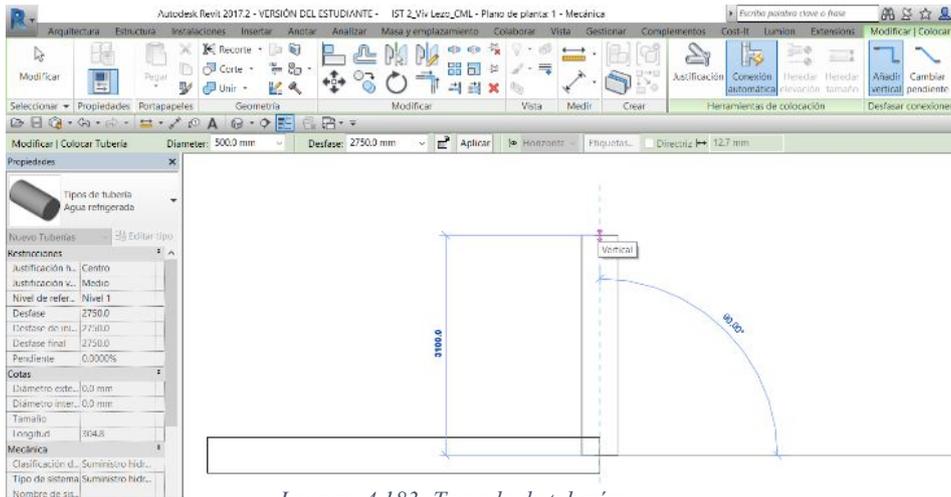


Imagen 4.183: Trazado de tuberías

En esta imagen, nos podemos dar cuenta que estamos dibujando un tramo de tubería, y como hemos iniciado el proyecto con una plantilla MEP, Revit ya trae cargada un *tipo de tubería*, que está contenida dentro de un *sistema de tubería* que, a su vez, obtiene la información necesaria, para ayudarnos a dibujar nuestras instalaciones, desde un *enrutamiento*.

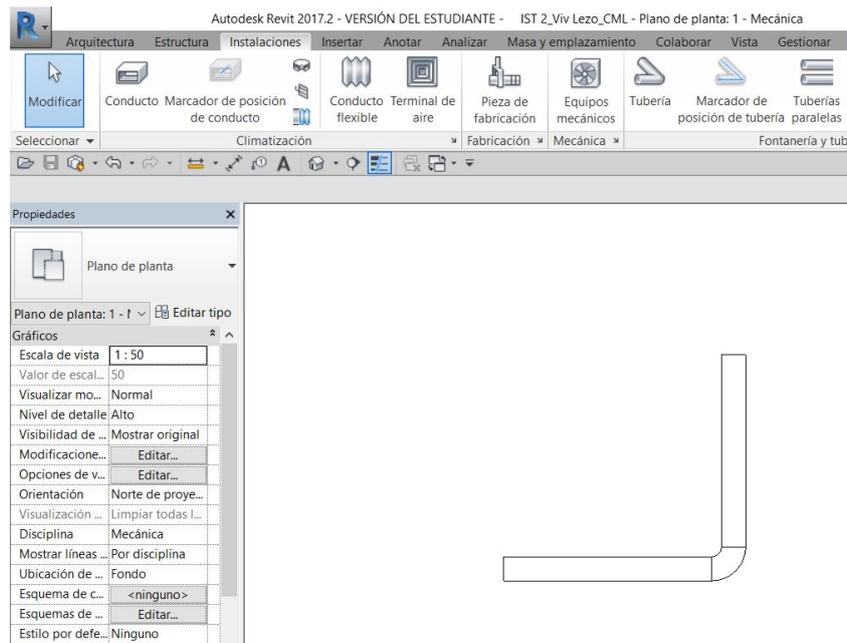


Imagen 4.184: Trazado de tubería terminado

Como podemos ver, Revit nos dibuja el tipo de conexión que nosotros hemos elegido en el *enrutamiento*, en el caso de no haberlo configurado, no permitiría unir los dos tramos de tuberías.

Si por lo otro lado, iniciamos nuestro proyecto con una plantilla arquitectónica, vamos a tener el problema de que no tenemos enrutamientos creados, por lo tanto, no podremos crear los tramos de tuberías que nosotros necesitamos, mientras no carguemos las familias MEP, asignemos sistemas de tuberías y configuremos enrutamientos nuevos.

En la siguiente imagen, representa lo que hemos mencionado antes, como hemos iniciado el proyecto con una plantilla arquitectónica, al intentar dibujar dos tramos de tuberías perpendiculares, no lo permite (signo de prohibido en el extremo), puesto que no tiene cargada ninguna familia capaz de unir esos dos tramos.

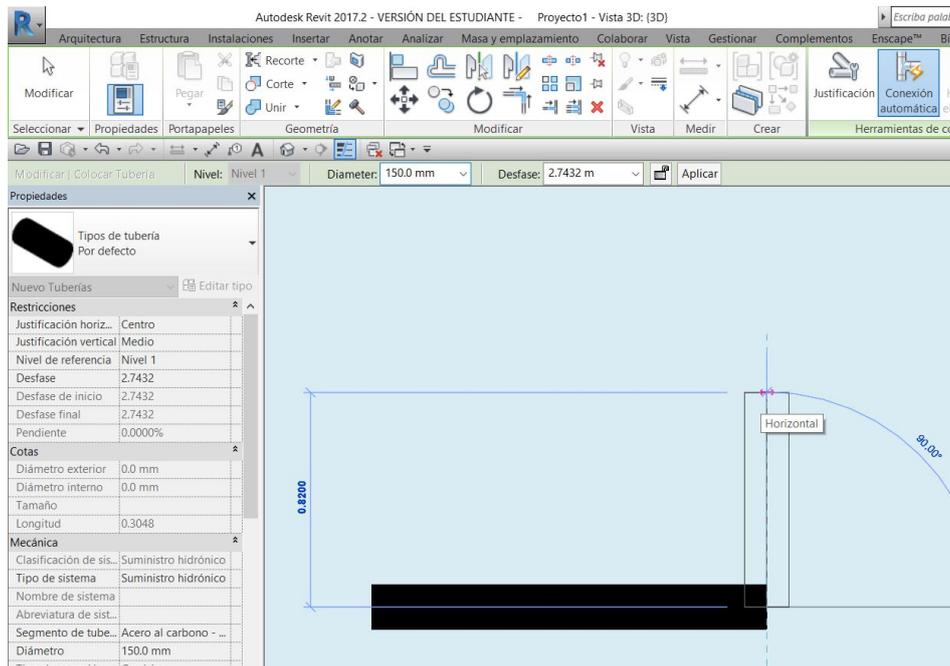


Imagen 4.185: Trazado de tuberías en plantilla Arq.

#### 4.5.1.2. Filtros

Los filtros, son de gran ayuda durante el modelado de los elementos, que forman nuestro proyecto. No solo pueden ayudarnos de forma visual en las plantas, alzados, secciones y modelos 3D, sino que también, pueden ayudarnos para realizar las mediciones con las tablas de planificaciones.

En cuanto a las diferencias entre la plantilla MEP y las demás que nos ofrece Revit, es sobre todo los diferentes filtros de visualización. Como podemos ver en la siguiente imagen, ya vienen creados distintos tipos de filtros basados en reglas, de los cuales, podemos hacer uso de todos ellos, según nos convenga.

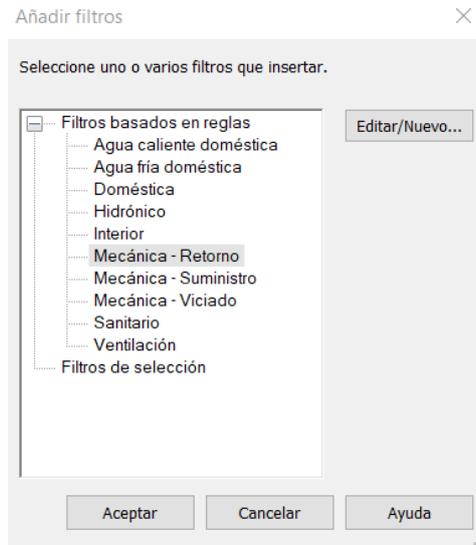


Imagen 4.186: Filtros de plantilla MEP

Para activar un filtro en una de nuestras plantillas, tenemos que ir a la vista donde esté activada la plantilla de visualización, y haciendo uso del atajo de teclado “VV”, nos abre la ventana de modificaciones de gráficos de nuestra plantilla. En esta ventana, vamos al apartado “Filtros” y en la parte inferior le damos a “añadir”.

Realizando estas acciones, podemos seleccionar el filtro que queremos aplicar y le damos a “Aceptar”.

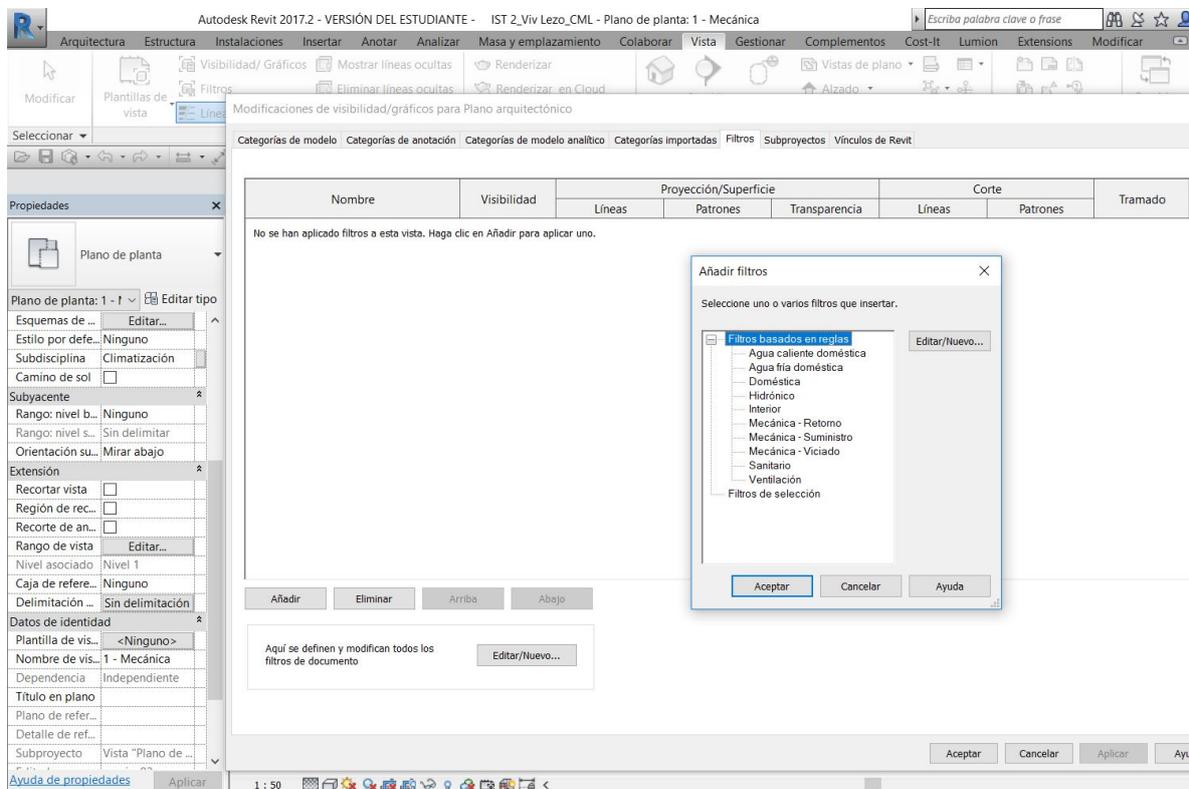


Imagen 4.187: Filtros de vista

Cuando le demos aceptar, el nombre del filtro nos aparecerá dentro de la clasificación de filtros, y una vez en esta situación, podemos hacer las modificaciones necesarias para que el filtro se comporte como deseemos.

Por ejemplo, si en nuestro modelo no queremos ver el “*sistema de agua caliente doméstica*”, añadimos a el filtro de agua caliente doméstica, como lo hemos realizado anteriormente, luego en la columna “*Visibilidad*” [1] tenemos que quitarle la selección, y damos a aceptar [2], de este modo, quitamos todos los sistemas de agua caliente doméstica.

De la misma manera, podemos cambiar la visualización de todo el sistema, por ejemplo, si lo queremos ver de un color en particular, tanto los patrones de superficies [3], los patrones de corte [4] o si lo queremos ver en una escala de grises [5].

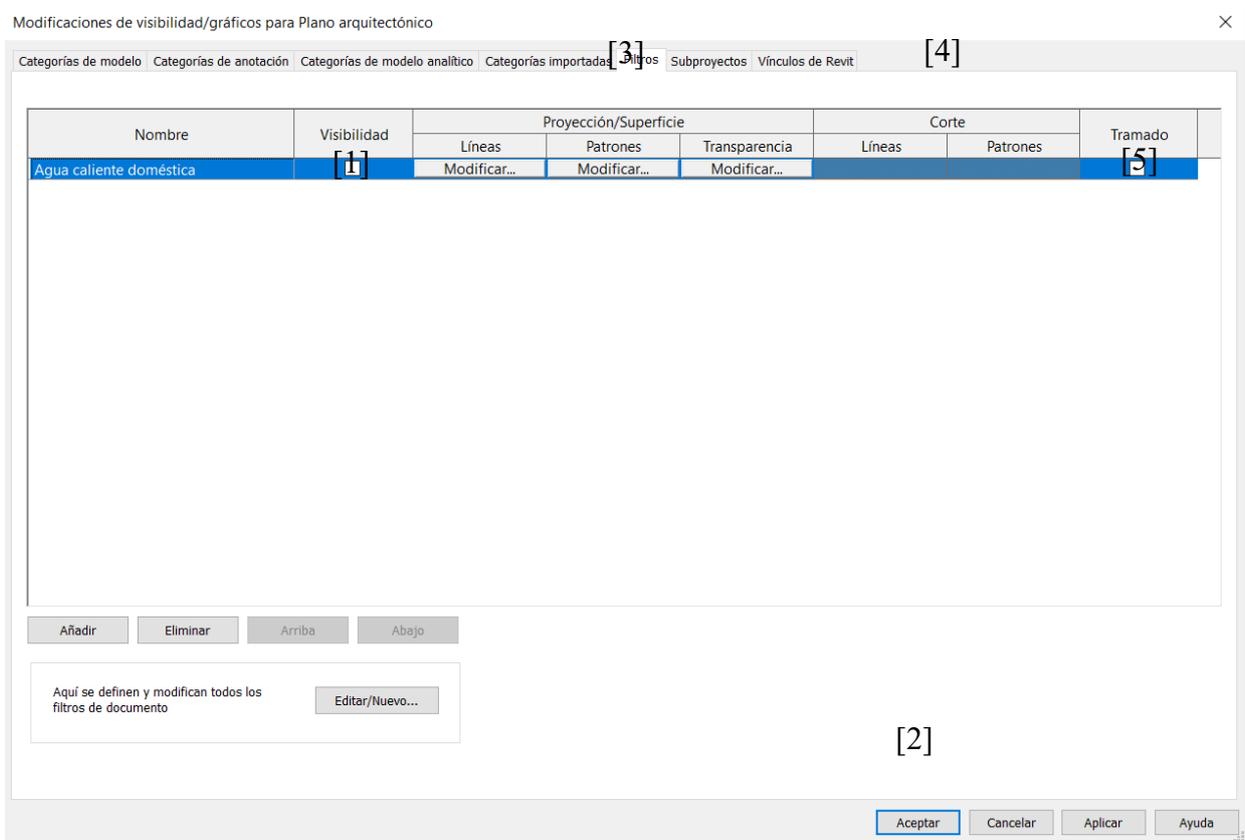


Imagen 4.188: Configuración de filtros

#### 4.5.2. Características de un sistema MEP

Para comenzar hablando sobre MEP en Revit, tenemos que aclarar una serie de ideas principales, que son las bases de todo el sistema MEP.

Las principales características que podemos distinguir son las siguientes,

Dentro del mundo MEP de Revit, tenemos que distinguir el concepto de **aparato y equipos**.

- Los **aparatos** solo pueden tener un **equipo**, por lo tanto, si a un aparato le asignamos un equipo nuevo, se olvida del anterior y me lo enlaza con el nuevo.
- Un **equipo** puede ser aparato de otro equipo, es decir, se puede integrar, dentro de un sistema aún más grande, y en dicho sistema, realizar la función de aparato. Por ejemplo, dentro de un sistema de aire acondicionado para instalaciones grandes, como **aparato** final, tenemos a los difusores, cuyo **equipo** son las VAV, pero a la misma vez, este es **aparato** de una UTA.
- Como consecuencia, para modelar las instalaciones en MEP, tenemos que tener en cuenta, que siempre trabaja con sistemas, y que, dentro de cada sistema, hay un equipo que controla a los distintos aparatos.



Esquema 3: Organización de los sistemas MEP

- Los equipos y aparatos, son familias cargables MEP, donde tienen una geometría de la pieza real, y unos conectores donde insertamos información de cálculo. Gracias a estos conectores, nosotros podemos simular cálculos en Revit y mediante los sistemas, Revit puede entender la instalación y darnos datos sobre ella. Los conectores de nuestras familias definen:



Esquema 4: Conectores de familia

- Otras de las características que tenemos que tener presentes, es que la unión entre los aparatos y los equipos, son las tuberías. Los *tipos de tuberías* que vamos a tener en nuestro proyecto, lo tenemos configurar en el enrutamiento. El enrutamiento, es una base de datos, de las cuales Revit va a adquirir los datos para resolver las distintas uniones que nos podamos encontrar.

Preferencias de enrutamiento ? X

Tipo de tubería: Agua refrigerada

Segmentos/tamaños...

Contenido	Tamaño mín.	Tamaño máx.
<b>Segmento de tubería</b>		
Cobre - B	8.000 mm	25.000 mm
Acero, al carbono - Serie 40	32.000 mm	600.000 mm
<b>Codo</b>		
M_Codo - Genérico: Norma	8.000 mm	25.000 mm
M_Codo - Soldado - Genérico: Norma	32.000 mm	600.000 mm
<b>Tipo de conexión preferido</b>		
Te	Todo	
<b>Conexión</b>		
M_Te - Genérica: Norma	8.000 mm	25.000 mm
M_Te - Soldada - Genérica: Norma	32.000 mm	600.000 mm
<b>Cruz</b>		
M_Cruz - Genérica: Norma	8.000 mm	25.000 mm
M_Cruz - Soldada - Genérica: Norma	32.000 mm	600.000 mm
<b>Transición</b>		
M_Transición - Genérica: Norma	8.000 mm	32.000 mm
M_Transición - Soldada - Genérica: Norma	32.000 mm	600.000 mm
<b>Unión</b>		
M_Empalme - Genérico: Norma	Todo	
<b>Brida</b>		
Ninguno	Ninguno	
<b>Tapón</b>		
M_Tapón - Genérico: Norma	8.000 mm	25.000 mm
M_Tapón - Soldado - Genérico: Norma	32.000 mm	600.000 mm

Imagen 4.189: Configuración de enrutamiento

### 4.5.3. Instalación Fontanería

Antes de empezar a modelar el trazado, el cual va a seguir nuestra instalación, lo primero que tenemos que hacer, es cargar las familias de aparatos y equipos que van a intervenir en nuestros sistemas, de lo contrario, no podremos modelar nuestras tuberías con un sentido real. No obstante, la creación de estas familias externas, las explicaremos al final de este apartado, puesto que es interesante, llevar un orden acorde a la realidad, por ello, vamos a explicar cómo creamos las tuberías de nuestras instalaciones, como las unimos y para finalizar, como creamos las familias que se encargan de calcular.

- Sistema de tuberías: Si nos vamos al navegador de proyectos, y buscamos “*Sistemas de tuberías*”, desplegamos ese apartado, y nos encontramos con una clasificación propia e inamovible de Revit. Lo de inamovible, es porque Revit, solo tiene creado esos tipos de sistemas (imagen 4.190). En la clasificación de otros, podemos configurar uno nuevo, como un sistema para la red de gas, pero siempre va a pertenecer a la clasificación de sistemas otros.

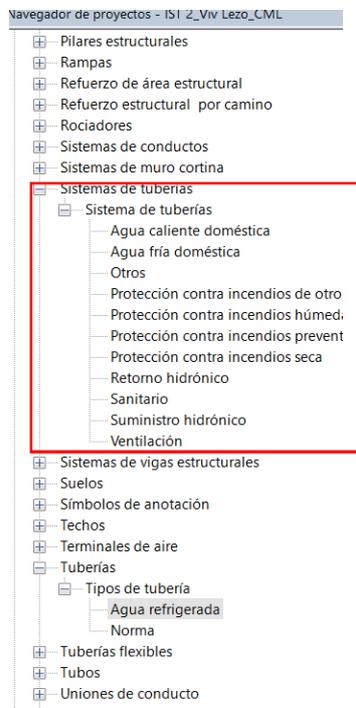


Imagen 4.190: Sistemas de tuberías de MEP

Dentro de sistemas de tuberías, nosotros podemos hacer subcategorías, que pertenecerán a una que nos dé Revit, pero con nuestra configuración. De este modo, podemos crear la subcategoría de Pluviales, que estará dentro de la familia de sistemas *Sanitario*.

Para crear las subcategorías, tenemos que seleccionar, por ejemplo, la familia de sistema “Sanitario”, y le clicamos botón derecho, y duplicamos. Después de haber duplicado nuestro tipo de familia, la puedo configurar y dar el nombre que elijamos para ordenar nuestras instalaciones.

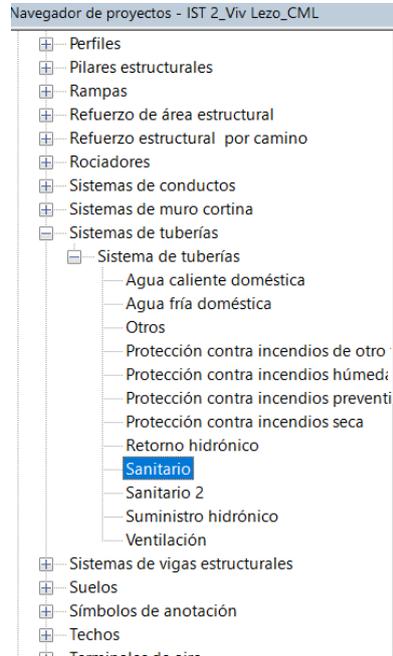


Imagen 4.191: Categoría a duplicar

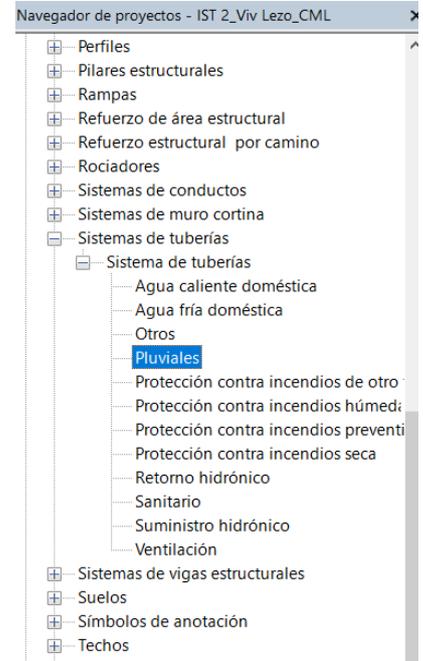


Imagen 4.192: Subcategoría creada

Si entramos en sus propiedades de tipo, de la nueva subcategoría creada, podemos modificar las características del nuevo sistema, es decir, podemos darle algunas distinciones que lo diferencien de los demás.

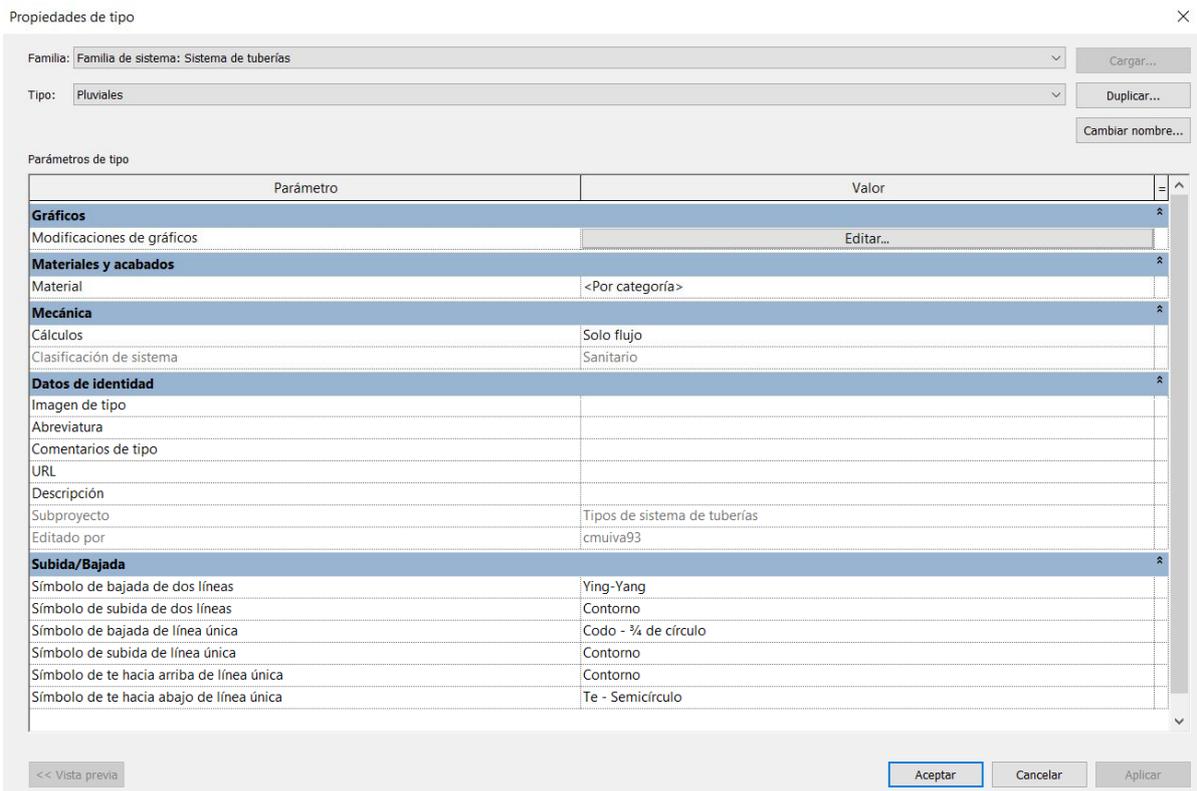


Imagen 4.193: Propiedades de tipo de subcategoría nueva

Lo primero que podemos realizar en esta ventana (imagen 4.193), es modificar los gráficos de dibujo que va a tener nuestro sistema. Lo único que nos permite cambiar en la visualización es el grosor de nuestras tuberías, el color por el cual va a estar representado nuestros elementos modelados, y el tipo de línea que vamos a utilizar.

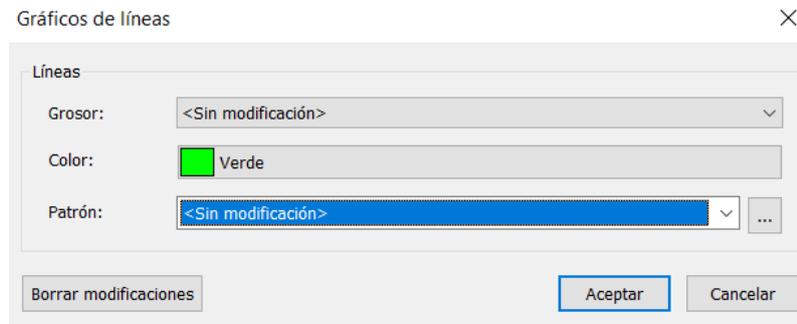


Imagen 4.194: Configuración de visualización de los sistemas

Otras de las características que podemos modificar en la ventana de propiedades de sistema (imagen 4.193), es el tipo de material de nuestro nuevo sistema.

En los parámetros de cálculos, podemos elegir, como calcular nuestro sistema de tuberías. Las opciones que nos dan son, *solo flujo*, *ninguno* o *rendimiento*.

Una de las recomendaciones que tenemos que tener en cuenta, es que, en los datos de identidad, en la sección de *abreviatura*, tenemos que darle una nomenclatura singular para nuestro sistema, debido a que esta abreviatura será la que nos muestre Revit, cuando creamos un sistema con aparatos y equipos.

- Tipos de tuberías:
  - Para comenzar a explicar, el proceso de creación por el cual ha pasado nuestros tipos de tuberías, debemos explicar cómo se crean un segmento de tubería, es decir, el tipo de tramo que vamos a tener (como por ejemplo cobre, reticulado...etc.).
  - Para configurar un nuevo tramo de tubería, nos tenemos que ir "*ficha gestionar, configuración, configuración MEP*".

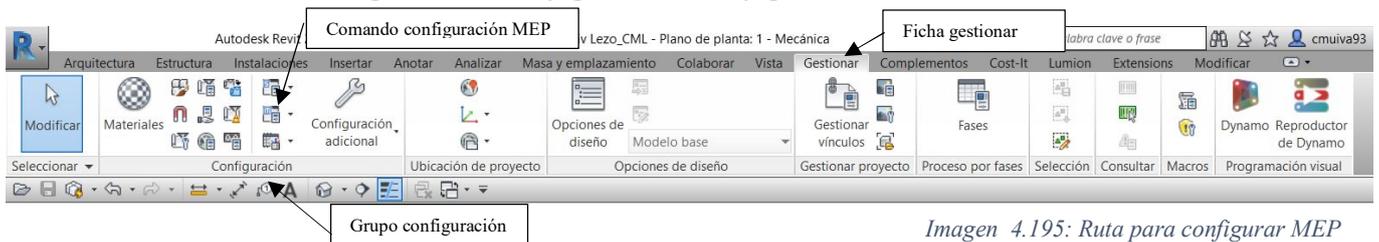


Imagen 4.195: Ruta para configurar MEP

- Nos saldrá una nueva ventana, como la imagen siguiente, donde podemos configurar todas las funciones y aplicaciones que tienen nuestros sistemas MEP. Para crear un nuevo tramo de tubería, nos tenemos que ir a la parte de “*configuración de tuberías, segmento y tamaños*”. Como podemos ver en la imagen 4.196, nos sale los tramos de tuberías que nos trae Revit.

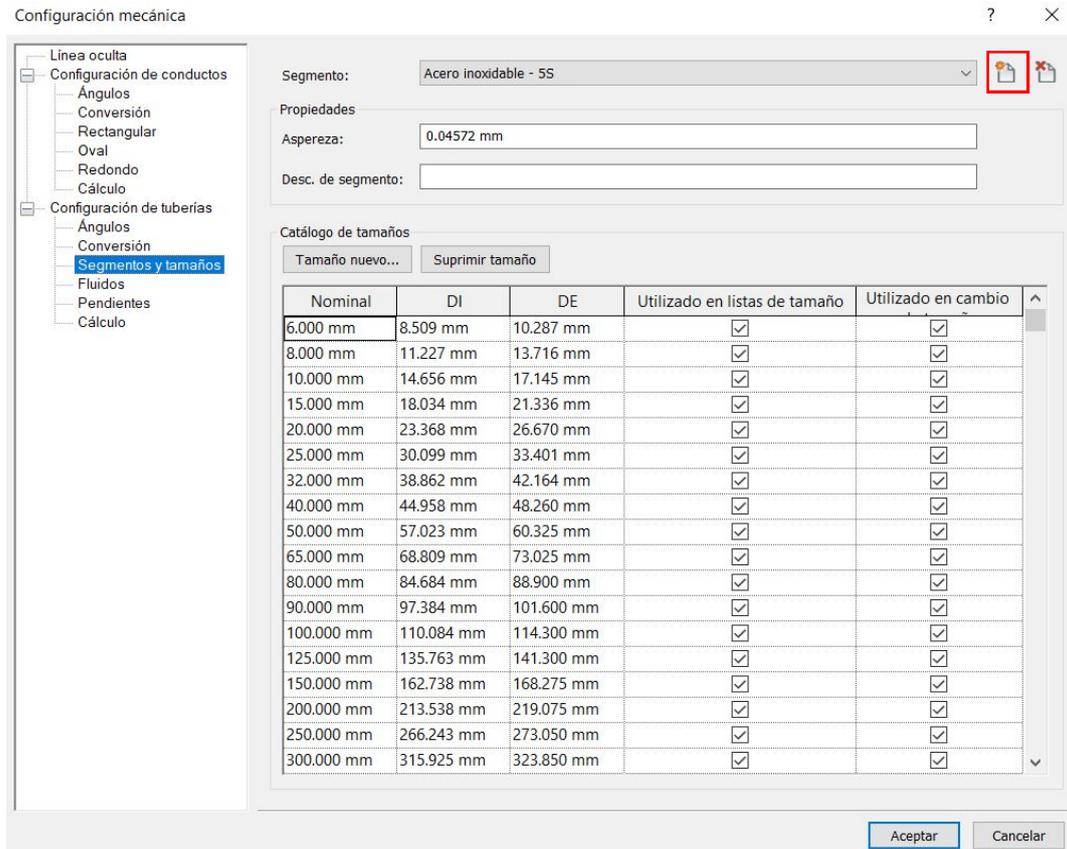


Imagen 4.196: Segmento y tamaños

Para crear un nuevo tramo, nos tenemos que ir a la “crear un nuevo tramo”. Nos saldrá una ventana (imagen 4.197) donde podemos configurar nuestro nuevo segmento de tubería. Las configuraciones que podemos realizar en esta ventana, pueden ser, cambiar solo material [1], el cual elegimos el tipo de material que va a tener nuestro segmento. Serie/Tipo [2], donde podemos elegir la serie o tipo a la que pertenece nuestro segmento, en caso de que, una misma marca, tengan diferentes tipos de segmentos. Material y Serie/Tipo [3], con esta selección, podemos dar todas las características que necesitemos para el nuevo segmento de tubería. El apartado de “*Duplicar cat. De tamaños de*” [4], hace referencia al tramo que vamos a duplicar, es decir, como Revit ya tiene creados distintos tramos, para crearnos uno nuevo, Revit duplica un tramo existente, por ese motivo, tenemos que elegir que segmento existente duplicar.

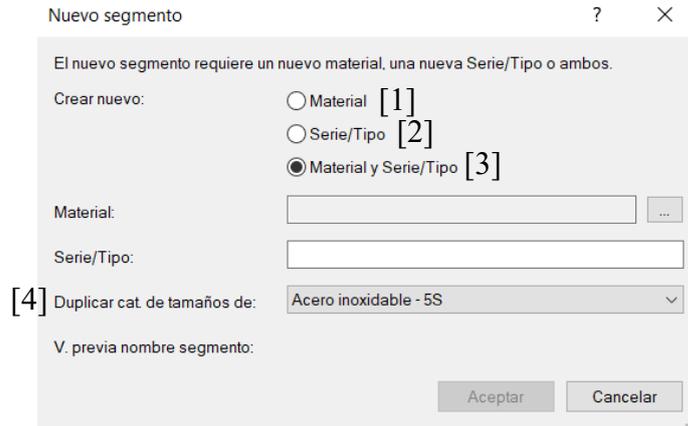


Imagen 4.197: Crear nuevo segmento

- Una vez que tengamos nuestro segmento creado, como lo hemos duplicado de uno ya existente, los diámetros que nos crea, son los del anterior segmento, por lo tanto, tenemos que borrarlos todos, excepto uno, debido a que no podríamos crear un nuevo diámetro, sin uno base.
- Si clicamos en “*tamaño nuevo*”, nos saldrá una ventana como la imagen siguiente, donde tenemos que introducir los datos siguientes:

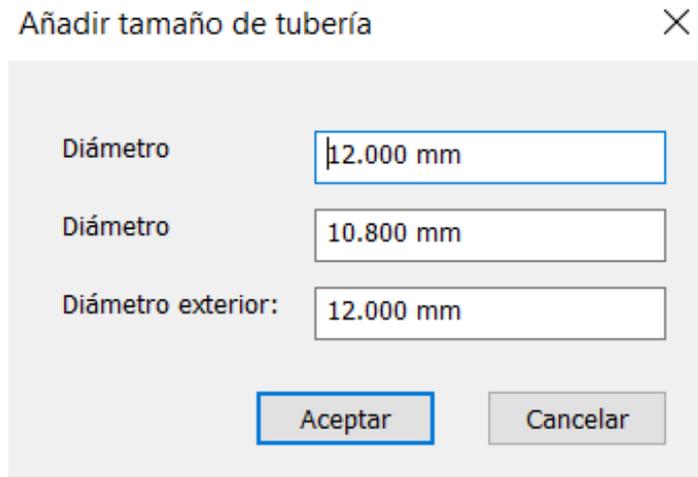


Imagen 4.198: Crear nuevo diámetro

- Para acabar, tenemos que darle al botón “*aceptar*”, y de esta forma, ya tendríamos nuestro nuevo segmento de tubería creados.

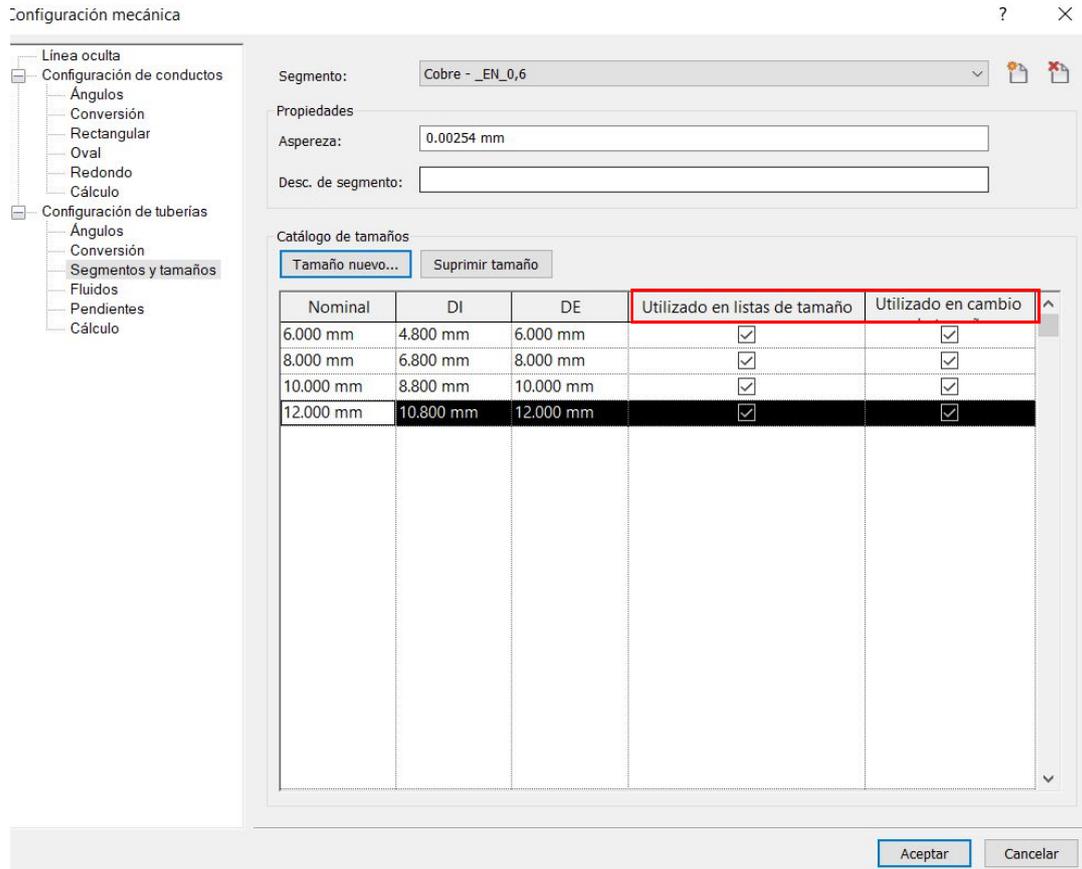


Imagen 4.199: Nuevo segmento de tubería

- También mencionar, que las columnas de “utilizar en listas de tamaño” “utilizar en cambio de tamaño”, hacen referencia, la primera, si la mantenemos seleccionadas, significa que cuando dibujemos nuestro tramo de tubería, en el desplegable que nos dan para elegir el diámetro, podemos seleccionarlos todos los que estén marcados aquí. La columna de utilizar en cambio de tamaño, hace referencia a cuando hacemos el cálculo de las instalaciones, es decir, cuando las vamos a colocar un diámetro real que dependa del flujo, por ejemplo, las tuberías que tenemos, se cambiarán para ajustarse con el flujo que tenemos, y se nos cambiará de diámetros las tuberías, cuando calculemos nuestro trazado de tuberías.
- Una vez que tengamos creado y configurado adecuadamente nuestros segmentos de tuberías, ya podemos crear un “tipo de tubería” desde nuestro navegador de proyecto. Para ello, nos vamos al navegar de proyecto, en el apartado de familias, y buscamos “tipos de tuberías”, seleccionamos uno que nos venga por defecto, lo duplicamos y entramos a sus propiedades. Nos saldrá la siguiente ventana (imagen 200).

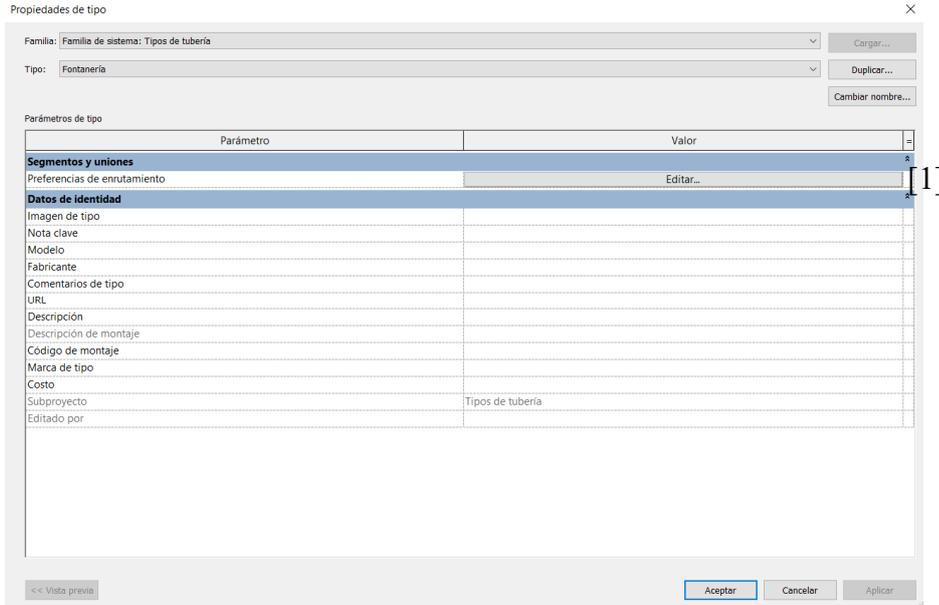


Imagen 4.200: Propiedades de tipo

- Para configurar el comportamiento de nuestros trazados de tuberías, es decir, como queremos que se comporte, cuando tengamos un diámetro determinado en las uniones, intersecciones...etc., tenemos que ir a “preferencias de enrutamiento” [1].
- En esta nueva ventana, nos encontramos la configuración del comportamiento de nuestra red de tuberías. Lo primero que tenemos es, “segmento de tubería” [1], donde tenemos que añadir el segmento creado por nosotros, y el intervalo de diámetros que queremos abarcar. Las siguientes opciones que me dan, son una configuración para las uniones que nos podamos encontrar, durante el modelado. En el caso de tener una familia MEP para cada una de las uniones, desde esta ventana las podemos cargar, y de esta forma, se nos insertan en nuestro tipo de tuberías, y por lo consiguiente, sistema de tubería.

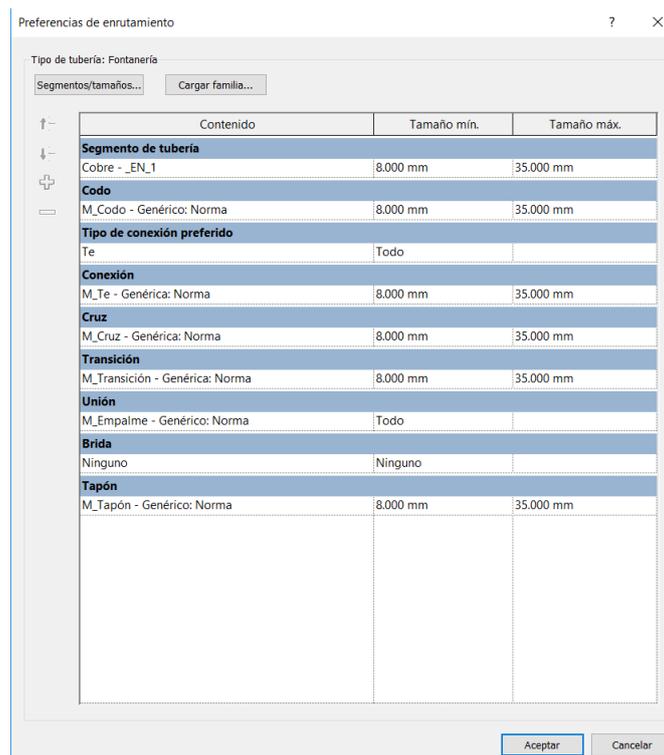


Imagen 4.201: Enrutamiento de tuberías

- *Modelado de tuberías:*

Para realizar el modelado de las tuberías que conforman el proyecto, hemos decidido realizarlo por la misma metodología.

- Una vez que tenemos insertado todos y cada uno de nuestros equipos y aparatos, procedemos a crear las tuberías que van a conectar estos elementos.

Lo primero que tenemos que realizar es, seleccionando todos los elementos (equipos y aparatos), que van a formar parte de nuestro sistema. En este caso, crearemos un sistema de agua caliente sanitaria. Este sistema, lo componen todos los aparatos y equipos que reciben agua caliente sanitaria.

Si seleccionamos todos los elementos que van a componer el sistema de ACS, o por decirlo de otro modo, todas las familias que en su interior tengan el conector de ACS, se activará un comando nuevo en la paleta de herramientas, “*ficha modificar, grupo crear sistemas, tuberías*” [1]. Si seleccionamos este nuevo comando, lo que estamos haciendo es crear un nuevo sistema de tuberías, el cual ya hemos configurado con anterioridad.

*Como recomendación, se suele poner delante de cada sistema creado, la empresa la cual lo crea, o en proyectos pequeños, la persona encargada de crear dicho sistema.*

Cuando clicamos sobre la herramienta “*tuberías*”, se abre una nueva ventana [2], donde con el desplegable, podemos elegir el tipo de sistema que queremos crear (son los mismos que hemos configurado desde el navegador de familias), siempre y cuando, todos los equipos, tengas el mismo conector dentro de las familias, de lo contrario, no se puede formar el sistema. La opción de “*nombre de sistema*” viene dado a través de la “*abreviatura*” que le dimos al sistema cuando lo creamos.

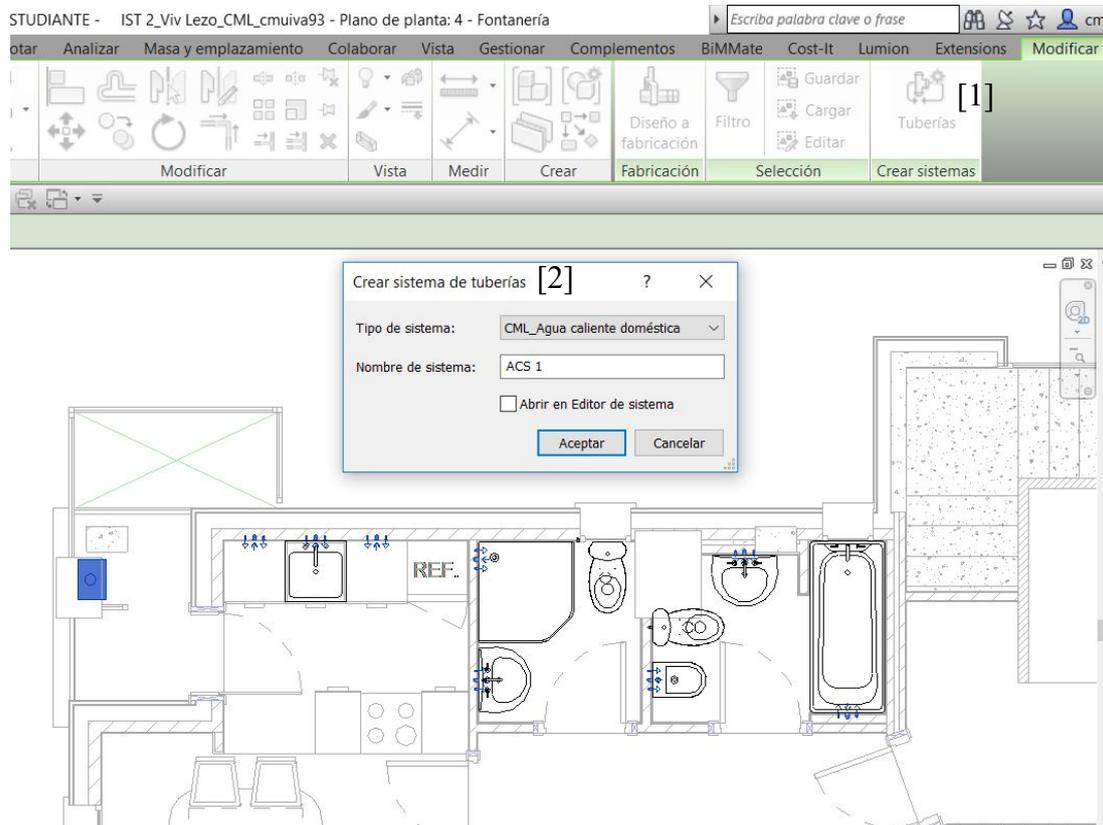


Imagen 4.202: Crear sistemas de tuberías

- Después que creamos el sistema, los equipos y aparatos que componen este sistema, se colorearán del color que le hayamos asignado a nuestro sistema. En este caso, como se trata del sistema ACS, es de color rojo.

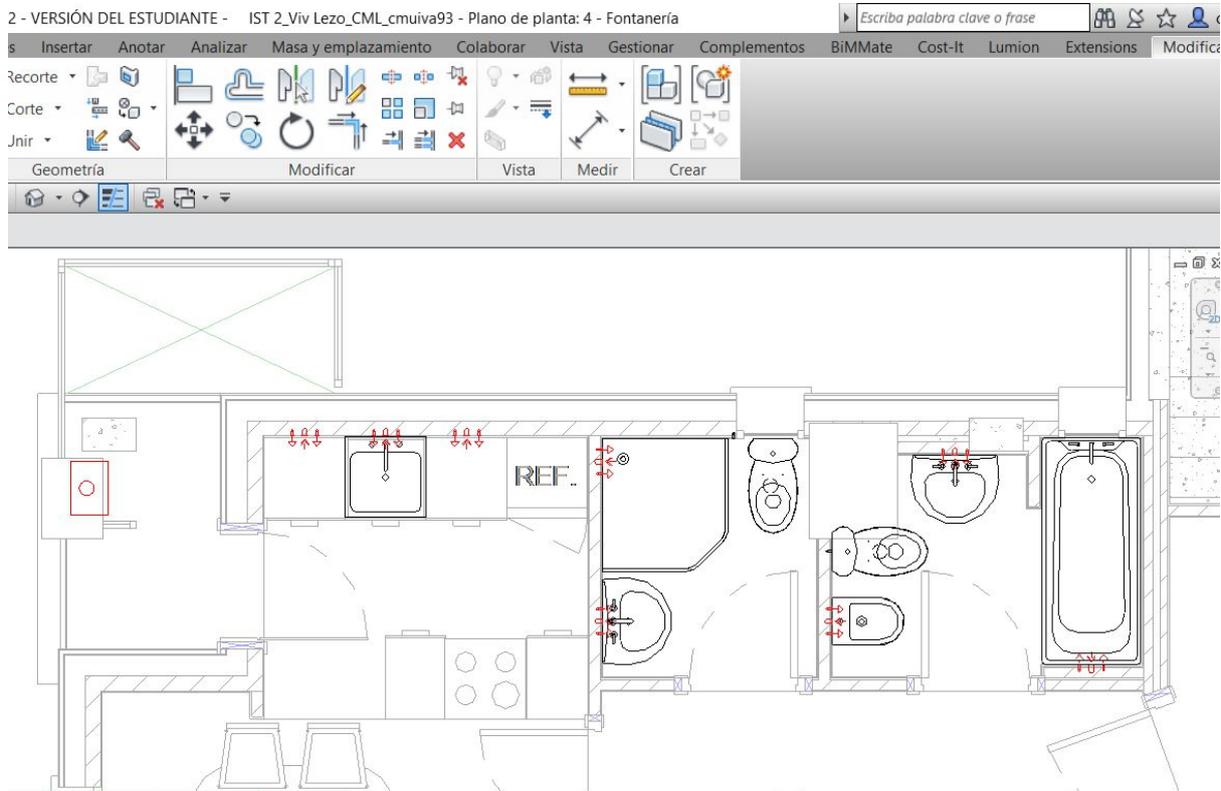


Imagen 4.203: Sistema de agua caliente

Una característica que tenemos que tener en cuenta, sobre el color de los sistemas de tuberías, es que, cuando asignemos dos sistemas de tuberías diferentes, a nuestro aparato, este se volverá de color negro.

- Para dibujar nuestra red de tuberías, podemos hacerlo de dos formas distintas, la primera, se trata de trazar nuestra red de tuberías de forma manual, es decir, ir dibujando nuestra red, de manera individual en cada elemento, luego unir un elemento con otro, hasta llegar a nuestro equipo. Esta forma de dibujar la red de tuberías, es lenta y nos podemos encontrar con problemas a la hora de movernos a través del programa.

Las siguientes imágenes, nos muestran una familia de *toma mural* que utilizamos para simular un aparato como un lavabo, fregadero...etc.

En estas imágenes, nos podemos dar cuenta que, si los seleccionamos, nos dan la opción de dibujar desde cualquier conector que tenga la familia, por lo tanto, si pinchamos sobre uno de los símbolos, ya sea ACS, AF o Saneamiento, nos comenzará a dibujar una tubería que sale desde ese conector.

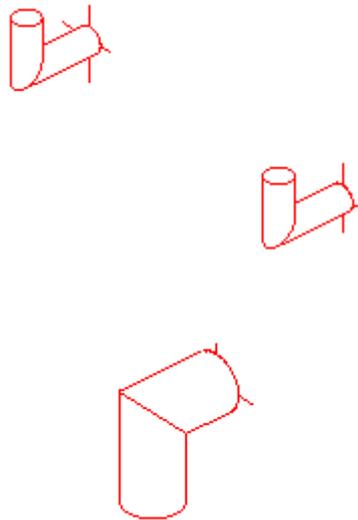


Imagen 4.204: Vista 3D de toma mural

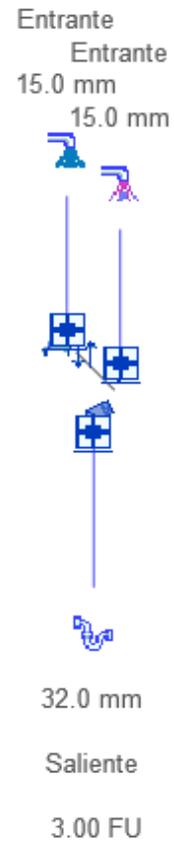


Imagen 4.205: Símbolos de conectores

- Otra manera de dibujar una red de tuberías, y que es mucho más rápida que la anterior, es haciendo uso del “trazado automático” que nos ofrece Revit. Para dibujar mediante trazados automáticos, tendremos que seleccionar el sistema creado, para ello, nos colocamos sobre uno de los elementos que lo compone, y clicando con el “tabulador”, hasta seleccionar un cuadrado de rayas (como el que podemos ver en la imagen 4.206).

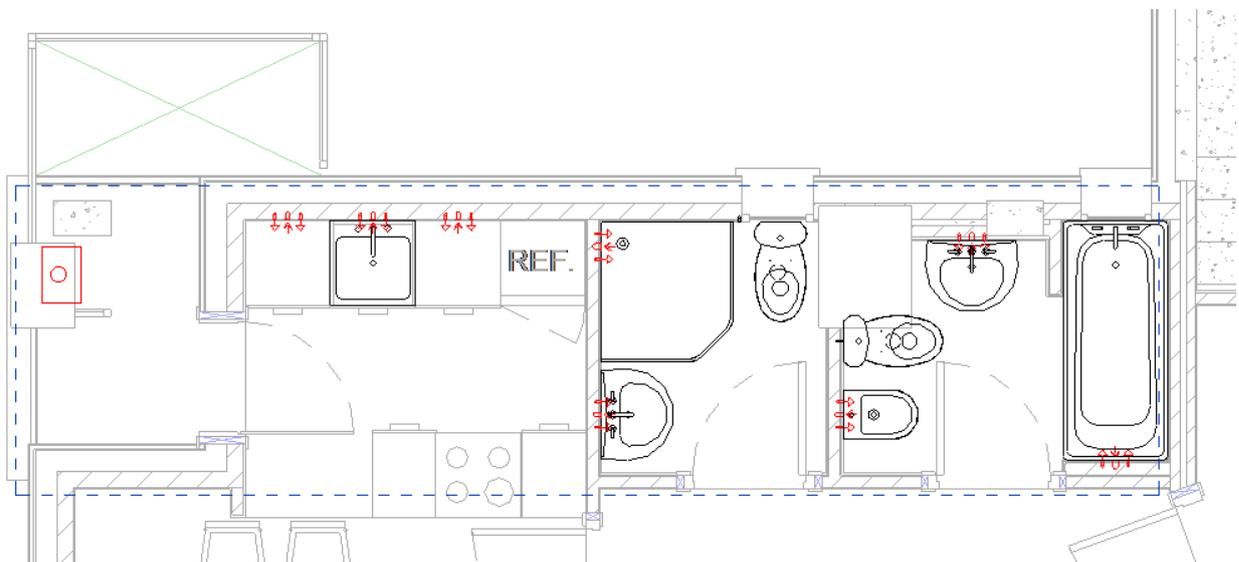


Imagen 4.206: Selección de sistema

- Una vez que tengamos seleccionado nuestro sistema, lo primero que tenemos que hacer para generar un trazado automático, es darle un equipo a todo el sistema, puesto que ahora mismo, el entiende que todos los elementos que lo componen son aparatos. Para darle un equipo a nuestro sistema, con el sistema seleccionado, nos sale las herramientas siguientes (imagen 4.207). Haciendo uso de estas herramientas, elegimos “seleccionar equipos”, y pinchamos sobre nuestro equipo de sistema, que, en este caso es la caldera.

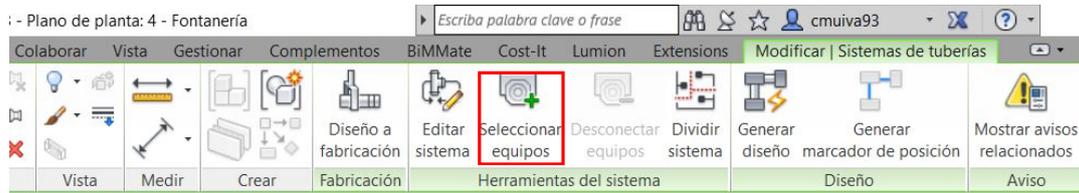


Imagen 4.207: Herramientas de sistema

Cuando seleccionemos equipo, el navegador de sistemas, cambiará el orden, y nos aparecerá todo ordenado y dentro de nuestro equipo de caldera.

Navegador de sistema - IST 2_Viv Lezo_CML_cmuiva93		
Vista:	Sistemas	Todas las disciplinas
Sistemas		Flujo Tamaño
+	Sin asignar (159 elementos)	
	Mecánica (0 sistemas)	
	Fontanería (1 sistemas)	
	CML_Agua caliente doméstica	
	CML_Caldera mural condensación_ZWBE 25-30 3C: Caldera tipo	N/D 28 mm
	ACS 1	1.4 L/s
	CML_Toma mural_Bidé: CML_Bidé	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Ducha: CML_Bañera	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Ducha: CML_Ducha	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Fregadero cocina: CML_Fregadero cocina	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Lavabo: CML_Lavabo privado	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Lavabo: CML_Lavabo privado	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Lavadora_Lavabajillas: CML_Lavabajillas	0.2 L/s 15 mm
	CML_Toma mural_Lavadora_Lavabajillas: CML_Lavabajillas	0.2 L/s 15 mm
	Electricidad (0 sistemas)	

Imagen 4.208: Navegador de sistema

- Una vez tengamos todo configurado, un sistema, que contenga a un equipo que a la vez contenga a varios aparatos, tenemos que darle a la herramienta “Generar diseño”.



Imagen 4.209: Herramientas de sistema

Cuando activemos la herramienta “generar diseño”, se nos activará una nueva cinta de opciones, para trabajar los diseños.

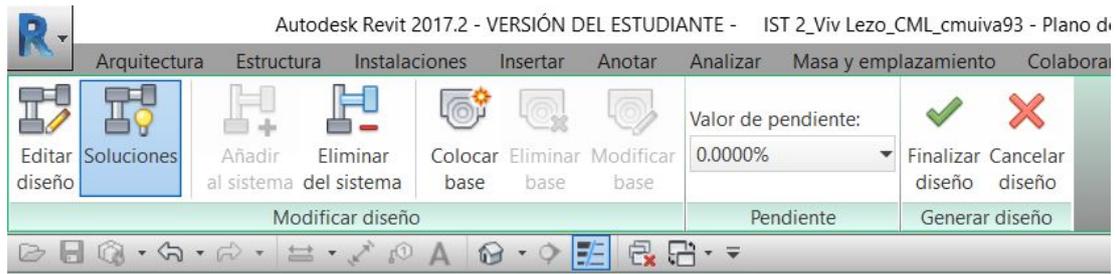


Imagen 4.210: Herramientas de opciones de diseño

- Con estas herramientas, podemos modificar el comportamiento del diseño automático que Revit realiza.
  - Si seleccionamos “soluciones”, nos da un par de soluciones para el trazado de nuestra red, de las cuales, podemos elegir la que mejor nos convenga.



Imagen 4.211: Herramientas de opciones de diseño

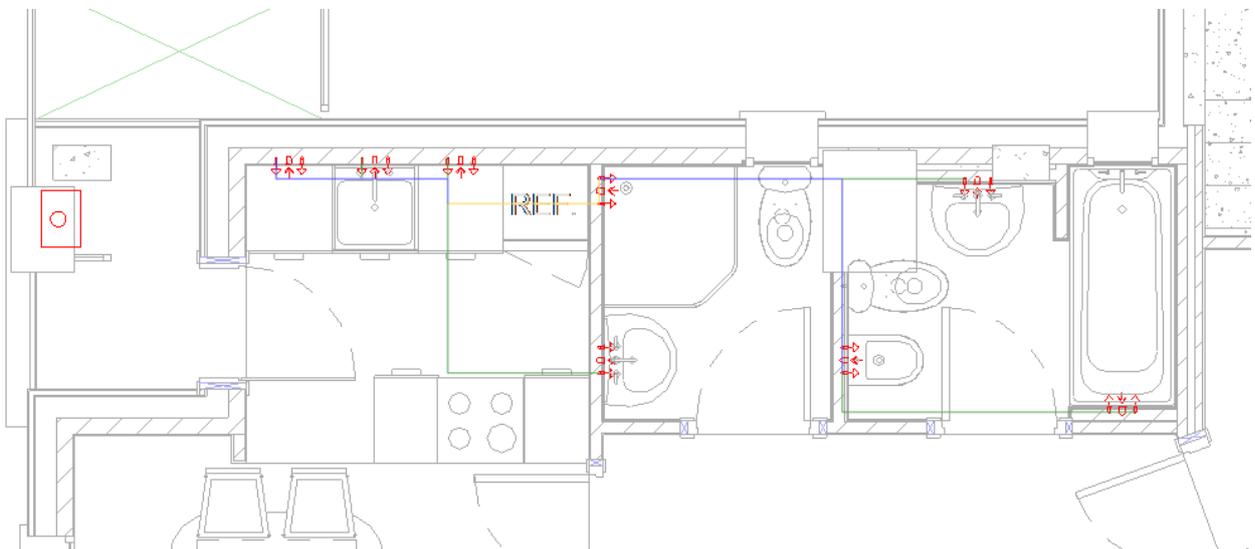


Imagen 4.212: Trazado de red opcional

- En caso de no tener un equipo en esa planta, como podría ser el caso del sistema de agua fría, que viene desde la planta baja, podremos darle una base, con la herramienta “Colocar base”, de esta forma, el punto que seleccionemos, se interpretará como si hubiera un equipo y la red dibujada, se orientará hacia dicho punto.

- Para que Revit nos dibuje los tramos con el desfase adecuado, y con el segmento correcto, tenemos que ir a “*configuración*” que nos abrirá la siguiente ventana.

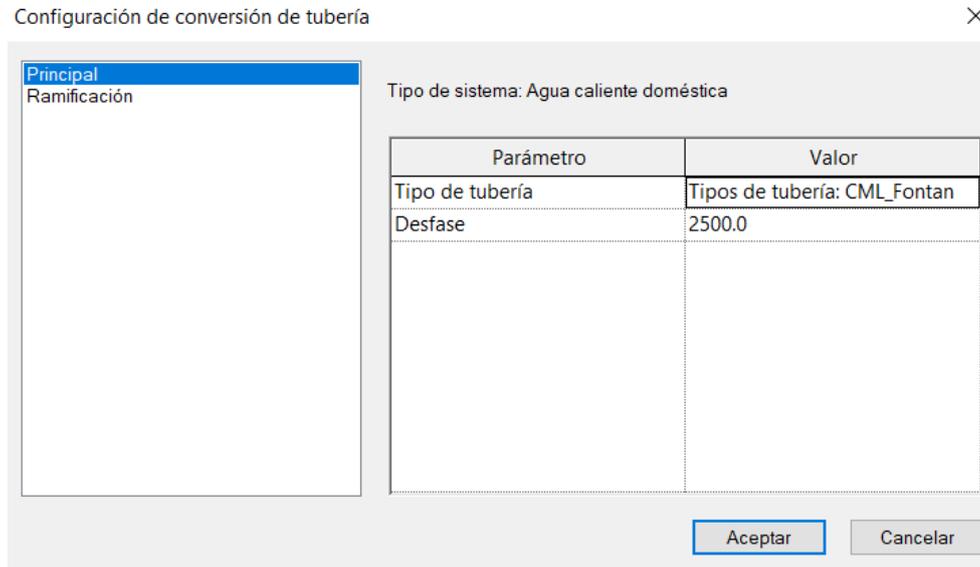


Imagen 4.213: Configuración de desfases de red

- En esta ventana, tendremos que elegir, tanto para la red principal (se nos muestra de color azul), como de la red ramificación (se nos muestra de color verde), el tipo de tubería que vamos a utilizar y el desfase que va a tener.
- Una vez terminado todo este proceso, tendremos la opción de modificar, un poco, la solución que Revit nos da automáticamente. Esto lo realizaremos, seleccionando la herramienta “*Editar diseño*”. Mediante esta herramienta, y con la solución idónea seleccionada, podemos modificarla un poco antes de aceptar su diseño final.



Imagen 4.214: Herramientas de opciones de diseño

- Para modificar la vista de la red de tuberías que nos da Revit, tenemos colocarnos sobre un tramo y pinchando sobre el, podemos desplazarlo donde mejor nos encaje. Algunas veces no deja desplazarlo, puesto que hace quiebros raros que de modo automático no puede solucionar, por lo que tendremos que dejarlo lo más ordenado posible, y luego cuando tengamos la red dibujada, modificar de forma manual los elementos que no se pudieron realizar con anterioridad.

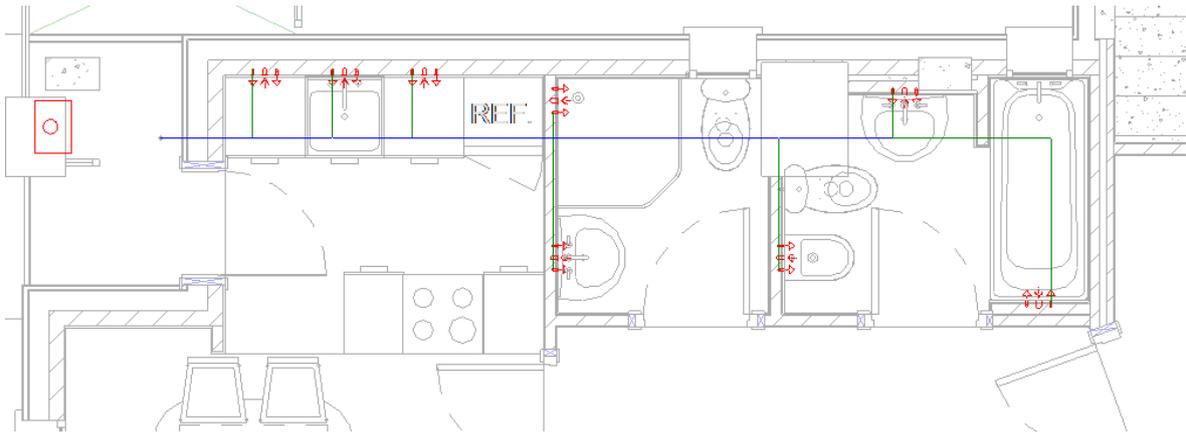


Imagen 4.215: Solución automática de Revit

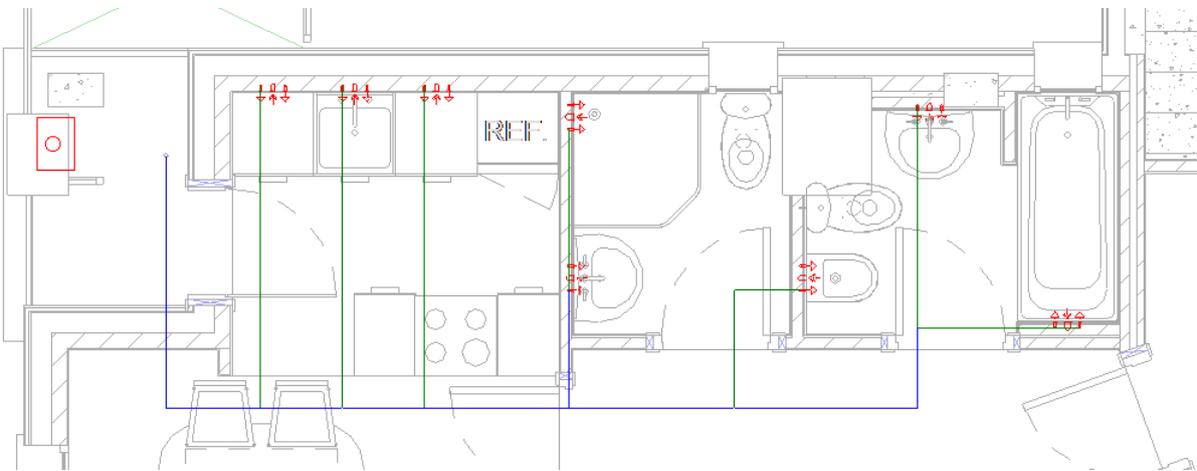


Imagen 4.216: Ajustes de solución

- Una vez finalizado todos estos pasos, le damos a “Finalizar diseño” y nos creará una red de tuberías en nuestro proyecto, la cual tenemos que modificar y trazarla de la forma correcta.

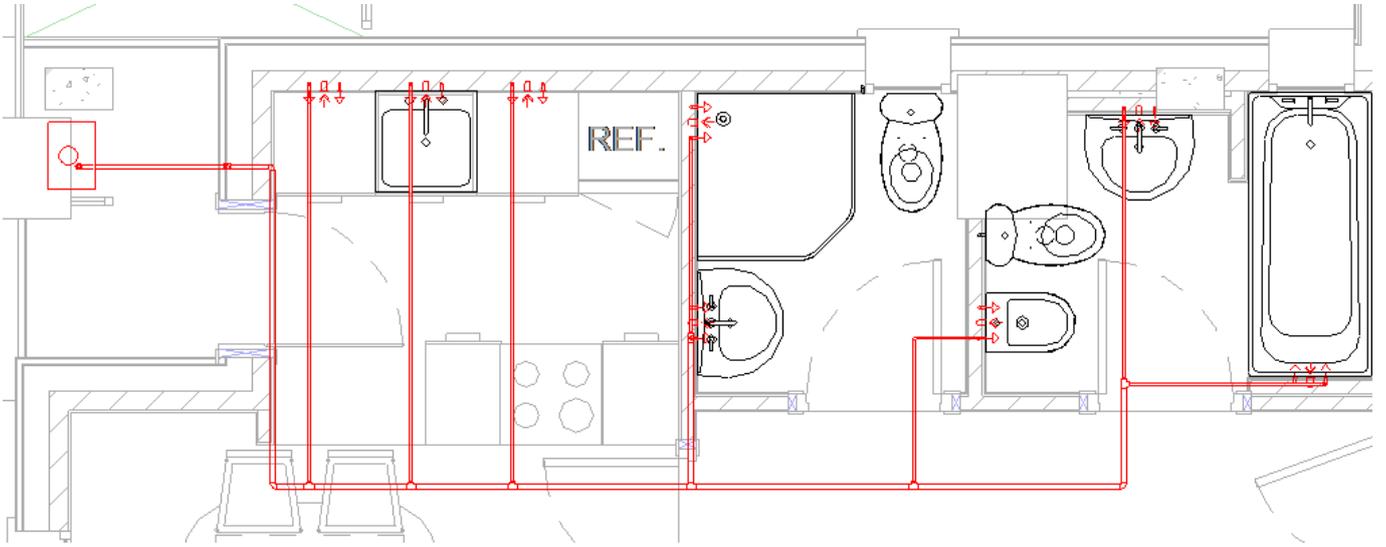


Imagen 4.217: Red creada de forma automática

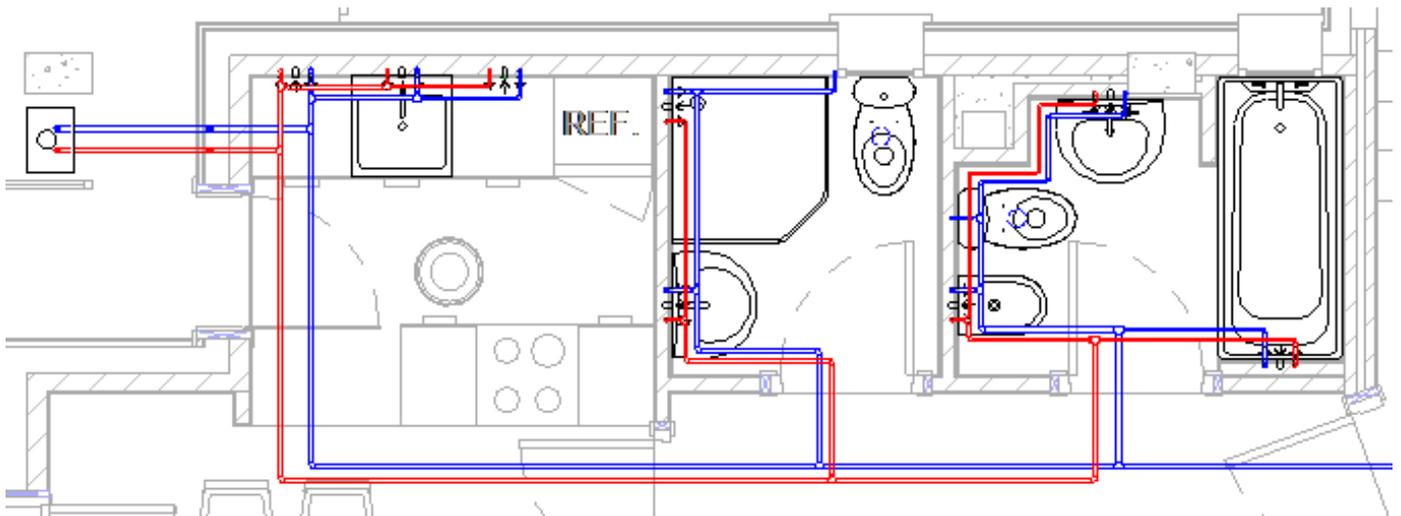


Imagen 4.218: Red modificada manualmente

#### 4.5.3.1. Opciones de cálculo

Antes de comenzar a realizar los cálculos de nuestra red de tuberías, tenemos que ver de dónde saca la información Revit, para ejecutar dichos cálculos.

Para ir a las distintas fórmulas que Revit trae inscritas, tenemos que entrar en *ficha gestionar, configuración, configuración mecánica*.



Imagen 4.219: Ruta para configurar red de calculo

Cuando entramos a la configuración mecánica, nos encontramos con una ventana como la imagen siguiente. Si nos vamos al apartado de “*configuración de tuberías, cálculo*”, podemos ver las distintas fórmulas que tenemos para calcular nuestras instalaciones de tuberías. En esta ventana, podemos elegir con que fórmula calcular, y además también podemos ver los datos necesarios para realizar dichos cálculos.

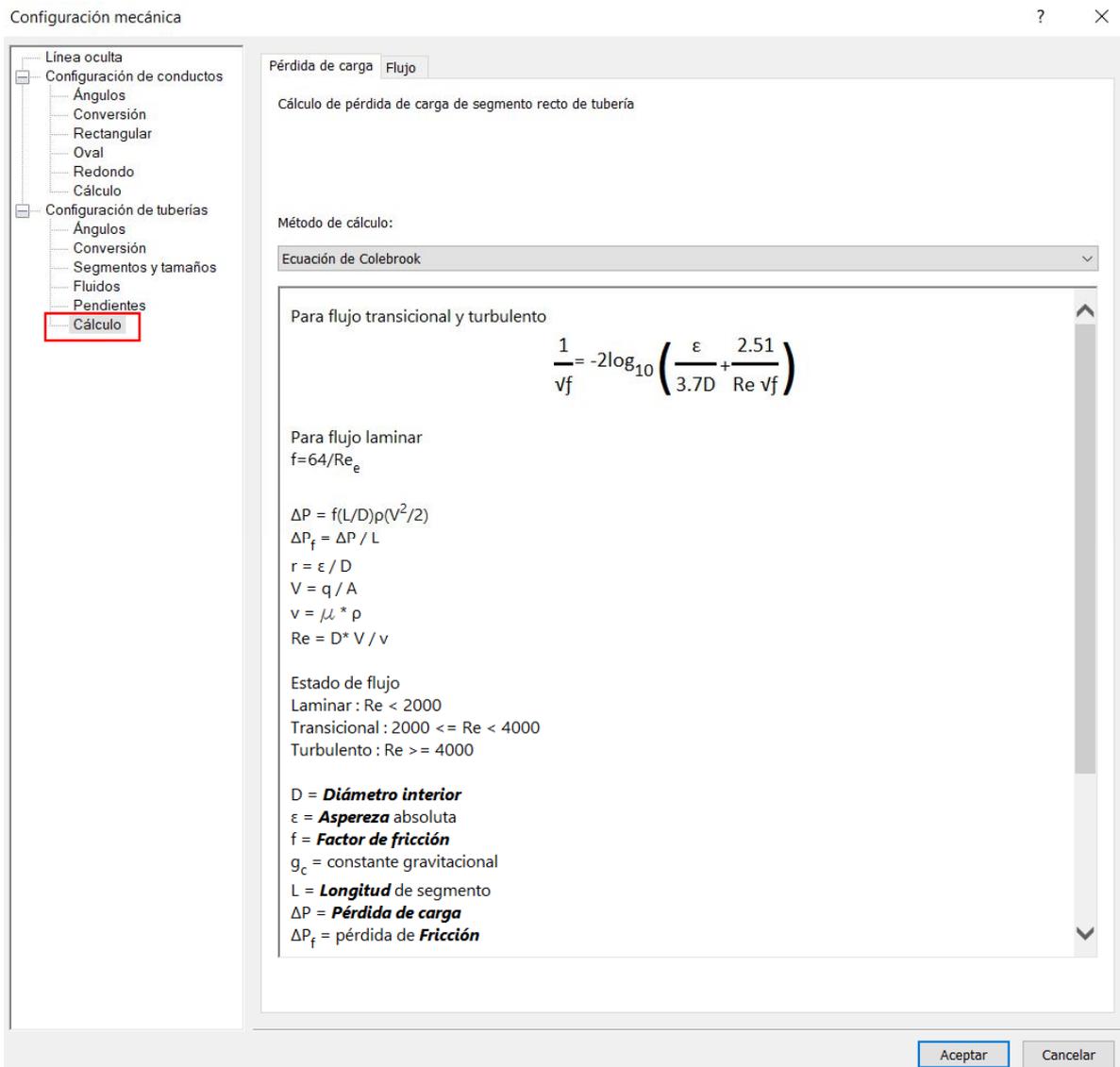


Imagen 4.220: Ventana de configuración MEP

Una vez que tengamos claro los métodos por los cuales calculamos nuestra red de tuberías, podemos comenzar a ir calculando cada tramo de tubería, con la velocidad recomendada por el CTE.

Para realizar el dimensionado de nuestra red de tuberías, tendremos que seleccionar nuestro tramo, haciendo uso del “tabulador”. Una vez que tengamos todo seleccionado, en la paleta de herramientas, nos aparece “análisis”, desplegamos la herramienta, y le damos a “cambio de tamaño de conducto de tubería”.

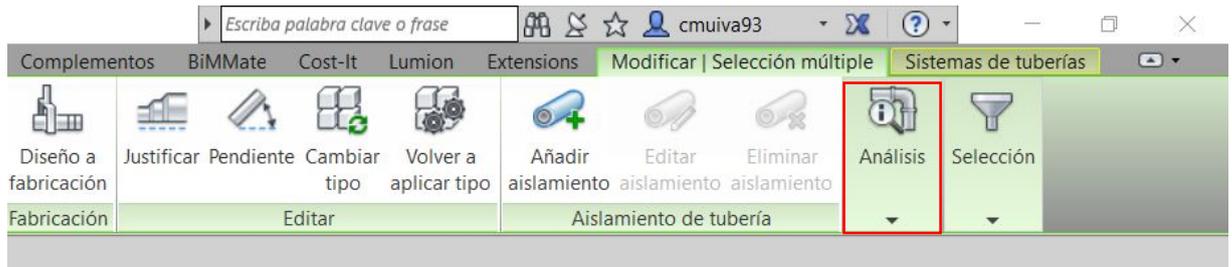


Imagen 4.221: Calculo de red

Una vez que seleccionemos esta herramienta, nos aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.222), donde podemos elegir como realizar el dimensionado de nuestras tuberías.

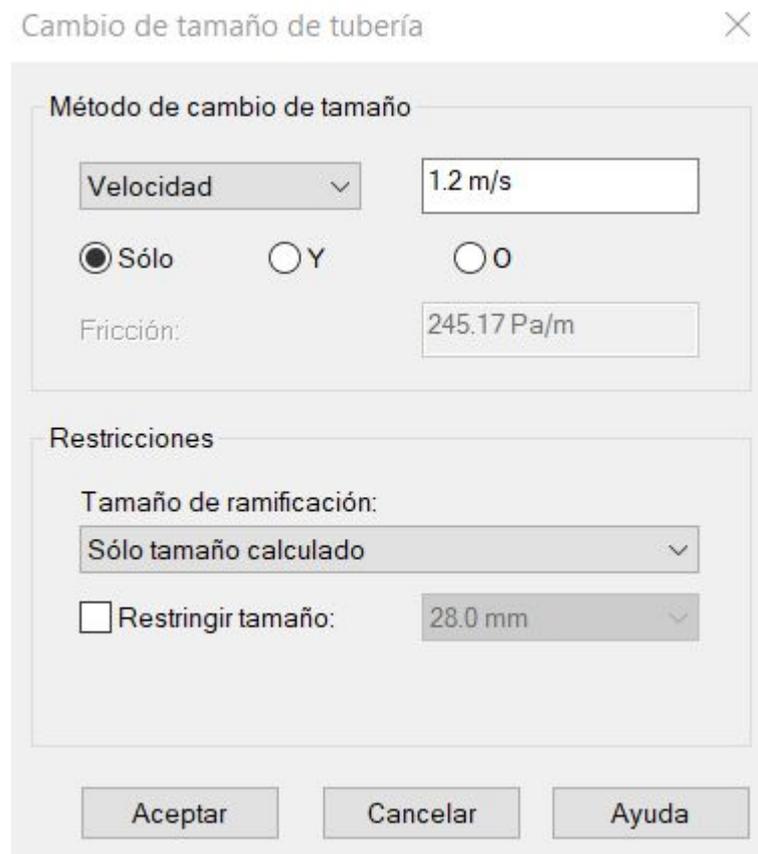


Imagen 4.222: Configuración de calculo

En nuestro caso, hemos elegido la opción de cálculo por velocidad (1,2 m/s), y en restricciones, “solo tamaño calculado”.

Una vez que tengamos la configuración deseada de los cálculos que vamos a realizar, le damos a “aceptar”, y Revit nos dimensiona toda la red de tuberías seleccionadas.

Con esta misma herramienta, “análisis”, también nos permite inspeccionar nuestra red calculada, y nos muestra la dirección del flujo que paso por el interior de nuestras tuberías y el caudal que lleva cada tramo. Un ejemplo es la siguiente imagen, donde podemos observar, que nos muestra las tuberías con los colores azules y rojos, los cuales si un tramo tiene un flujo mayor se pone rojo, y los que tienen menos flujo, se colorean de azul.

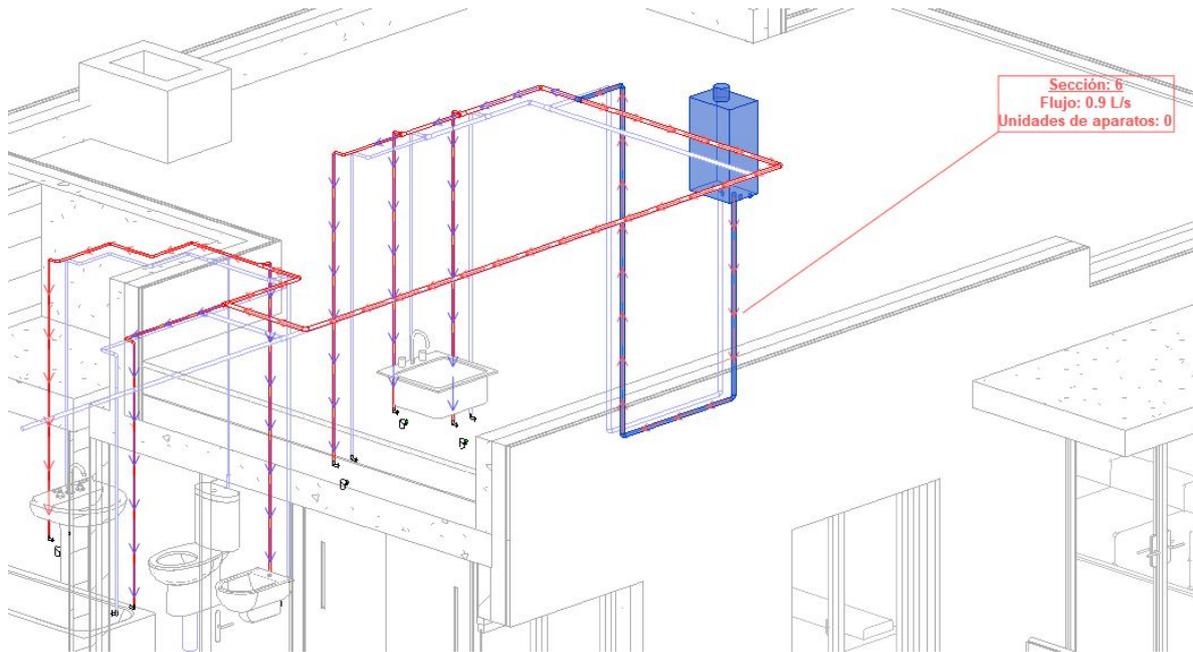


Imagen 4.223: Flujo de tuberías

#### 4.5.3.2. Familias Fontanería

Para el proyecto que estamos desarrollando, hemos decidido crear todas las familias que vamos a utilizar, puesto que queremos calcular y dimensionar nuestra red de tuberías.

- Aparatos

Para modelar las familias de aparatos sanitarios, estudiamos un poco la forma de trabajar las instalaciones en obra, dado que, por lo general, se colocan las instalaciones solo hasta los puntos donde van a estar situados los aparatos y después, se colocan los aparatos físicos, unidos a los puntos mediante latiguillos.

Con estas conclusiones, hemos decidido, realizar las familias de aparatos, mediante puntos murales, donde van a estar situados el suministro de ACS y AF, además del desagüe correspondiente a cada aparato.

Como ejemplo del proceso de creación de las familias de aparatos, vamos a explicar cómo fue el proceso de creación de un punto, en este caso, el punto que representa a un fregadero de cocina.

- Como concepto inicial, tenemos que tener en cuenta, que vamos a realizar una familia, que se tiene que insertar en los muros de nuestro proyecto. Por esta razón, y porque demos más usos a nuestra familia, es decir, si por alguna razón tengamos que colocar las tomas de agua en un anfitrión que no sea un muro, vamos a empezar nuestra familia, con una plantilla de “*modelo genérico métrico basado en cara*”.

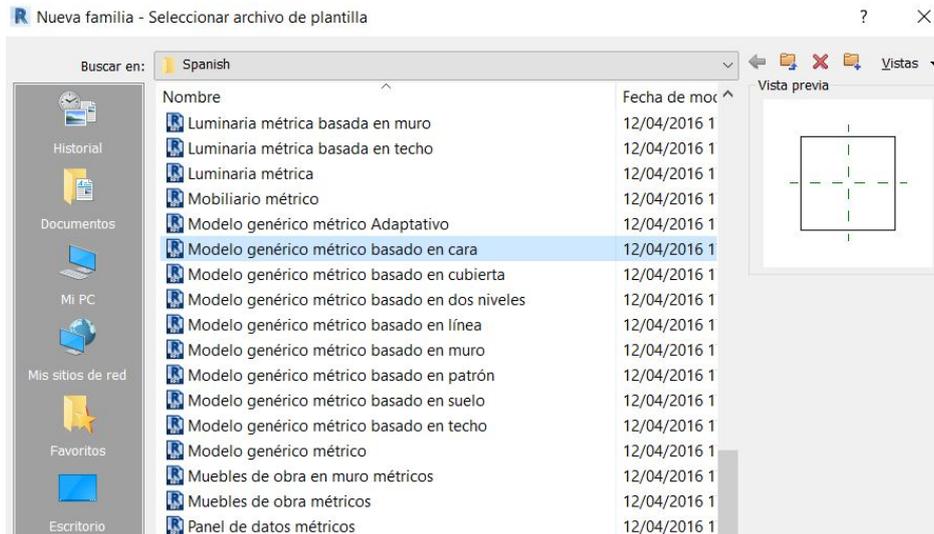


Imagen 4.224: Plantilla de familia

- Una vez que entremos a la plantilla MEP, lo primero que tenemos que realizar, es cambiar la categoría a la que pertenece nuestra nueva familia, puesto que Revit, cuando la carguemos en nuestro proyecto, la clasificará por el tipo de familia a la que pertenece. Para cambiar la categoría de familia, dentro de la plantilla MEP, tenemos que irnos a “*ficha crear, grupo propiedades, parámetros y categorías de familia*”. Se nos abrirá la siguiente ventana, donde por defecto, vendrá seleccionada la categoría de “*modelos genéricos*”. Pero como queremos que nuestra familia pertenezca a la categoría de sanitarios, seleccionamos la opción de “*aparatos sanitarios*”. Para acabar de asignar la categoría a nuestra familia, le damos a aceptar.

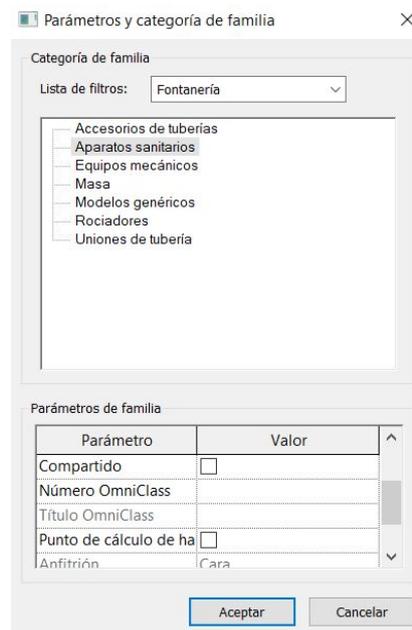


Imagen 4.225: Categoría de familia

- Una vez que hayamos configurado adecuadamente la plantilla, procedemos a modelar y crear los conectores necesarios para cada aparato.  
Para crear los conectores, tenemos que tener en cuenta, una serie de aspectos básicos para crearlos.
  - Primero, para crear un conector, necesitamos una geometría donde se aloje dicho conector.
  - Esta geometría, nos servirá como una base del conector, y podremos modificarla como más nos convenga, dependiendo si la queremos hacer paramétrica, o simplemente dejarla siempre con las mismas dimensiones.
  - Para colocar un conector, lo tendremos que hacer en una de las caras de la geometría.
- Una vez que ya sabemos las bases para colocar un conector, procederemos a modelar la geometría, que lo podemos hacer con cualquiera de las herramientas que nos da Revit, situadas en “*la ficha crear, en grupo formas*”.

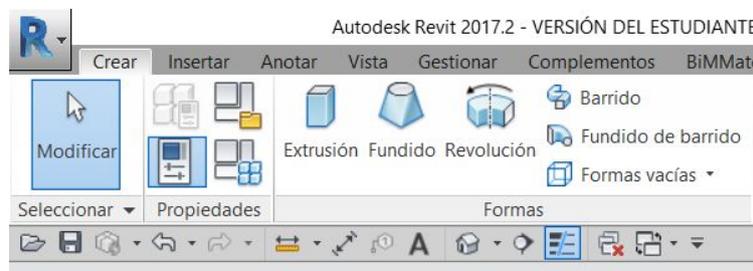


Imagen 4.226: Herramientas para crear geometría

En nuestro caso, hemos elegido realizar las figuras geométricas mediante la herramienta “*barrido*”, el cual tenemos que dibujar un camino, y posteriormente el perfil que va a seguir dicho camino.

Con esta forma, dibujamos los tres elementos, que, en nuestro caso, nos van a servir como geometrías bases de los conectores.

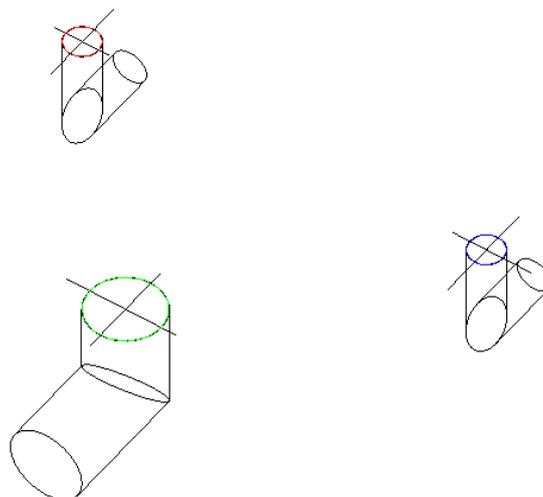


Imagen 4.227: Geometrías para los conectores

- Una vez que tengamos nuestras geometrías creadas, le damos parámetros para que se comporten y adapten a nuestras necesidades. Los parámetros que vamos a darles, son para controlar donde están situadas nuestras geometrías y son los siguientes:
  - Altura desagüe: para controlar a que distancia del suelo colocamos nuestro desagüe.
  - Altura tomas: para controlar a que distancia del suelo colocamos nuestras tomas de ACS y AF.
  - Separación de tomas: para controlar la separación que hay entre las dos tomas de agua.
  - Empotramiento tomas: para controlar la profundidad de empotramiento a la que van a estar nuestras tomas de agua.
  - Altura llave: para controlar, que altura van a tener las geometrías que sirven de base para nuestros puntos.

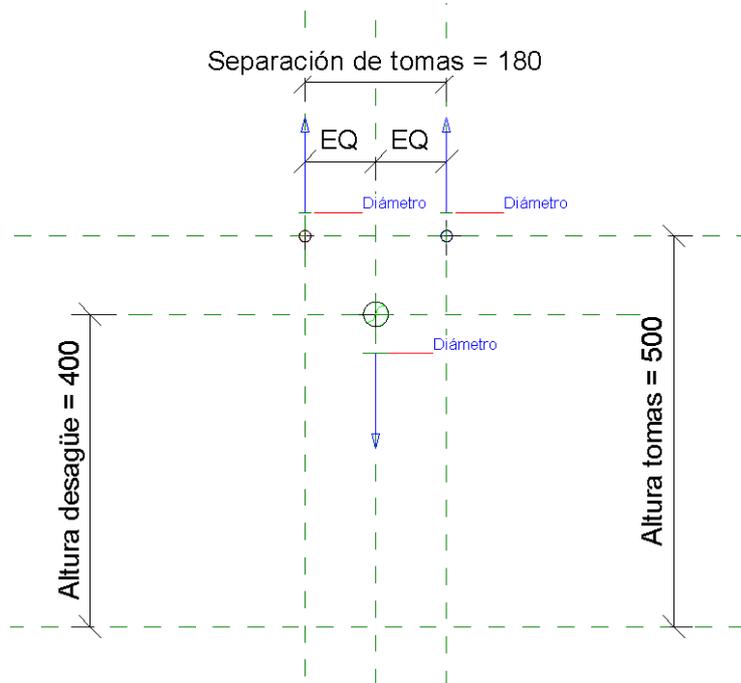


Imagen 4.228: Parámetros de geometría

- Sin olvidar el parámetro más importante, el diámetro que le damos a cada una de nuestras geometrías, van a estar controlados, por los mismos que le demos a nuestros conectores.

Diámetro desagüe =  $\varnothing 32$



Imagen 4.229: Parámetro de diámetro de conectores

- Una vez que tengamos contraladas todas nuestras geometrías, procedemos a colocar los conectores que corresponden a cada una de las geometrías creadas.
  - Conector de agua fría:  
 Para colocar un conector, lo más aconsejable, es estar en una vista 3D de nuestra familia, luego, nos tenemos que ir a “*ficha crear, grupo conectores, conector de tuberías*”. Una vez que hayamos seleccionado esta herramienta, si nos acercamos a una cara de las geometrías creadas, se colorean los bordes de azul, como preseleccionando la cara donde vamos a poner nuestro conector.  
 Ubicamos nuestro conector en la cara correspondiente y Revit nos colocará la siguiente forma.

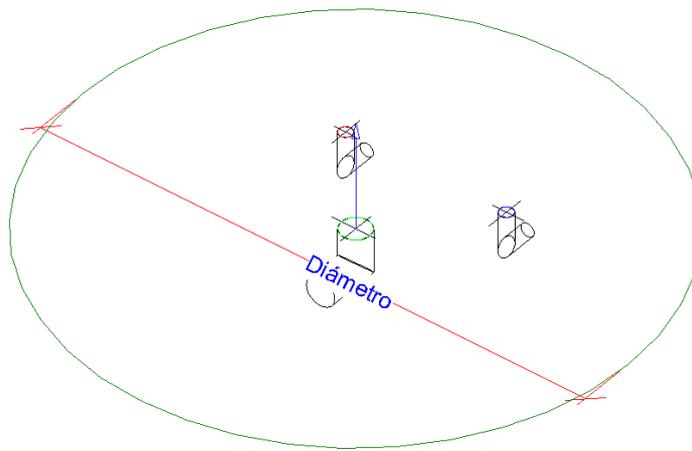


Imagen 4.230: Conector en cara

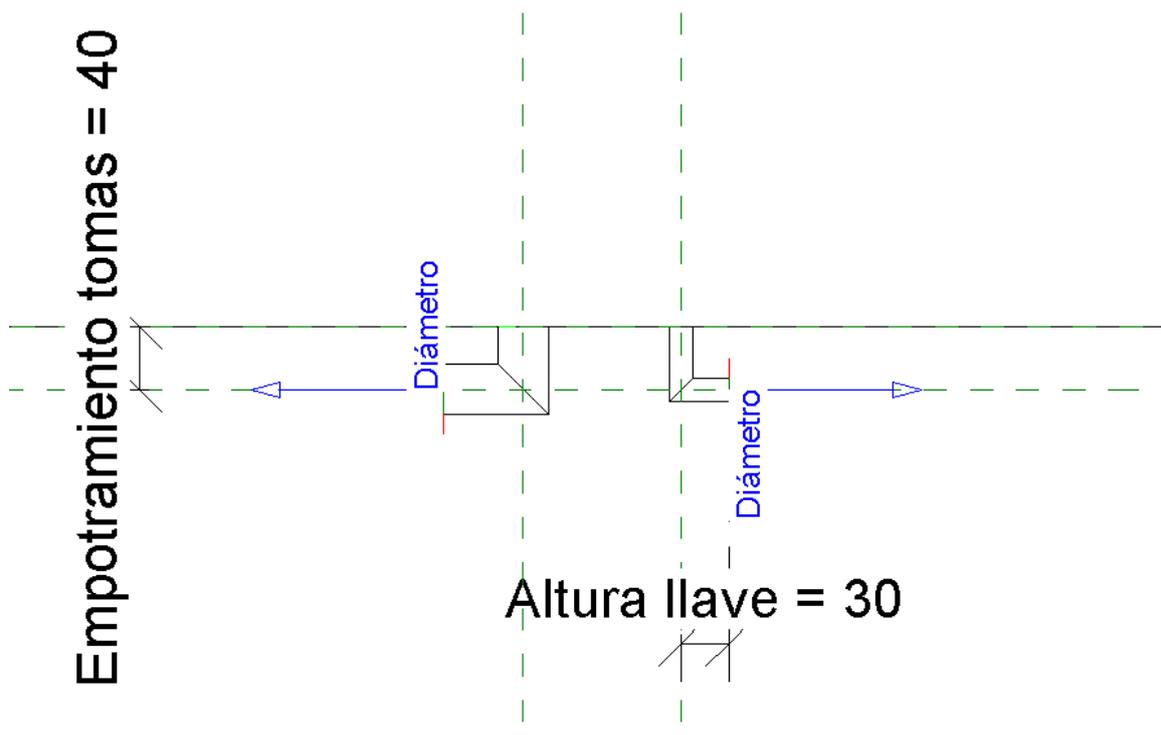


Imagen 4.231: Conectores en vista de alzado

Cuando tengamos un conector como en la anterior imagen, si seleccionamos nuestro conector recién creado, y vamos a sus propiedades de ejemplar, nos deja cambiar o controlar, una serie de parámetros. El primer parámetro que vamos a cambiar, será el “diámetro”. Si pinchamos en el cuadrado que sale al lado (selección roja), nos abrirá una ventana (imagen 4.233), donde podemos elegir con que parámetro controlarlo, o si no tenemos ninguno, podemos crearlo.

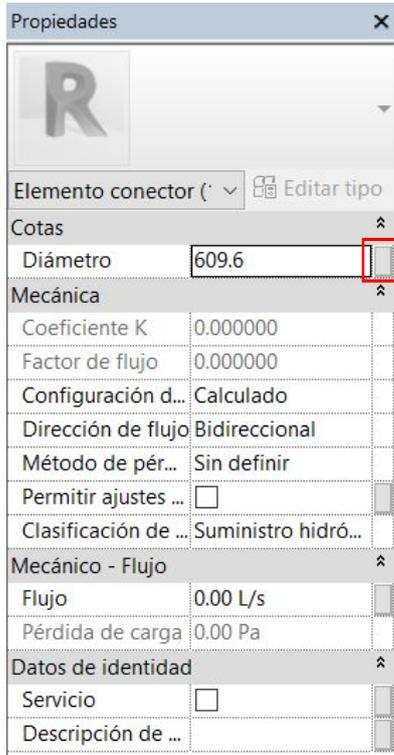


Imagen 4.232: Parámetros de ejemplar de conector



Imagen 4.233: Vinculación de parámetros

Por último, para que nuestra familia funcione adecuadamente, cuando calculemos nuestra instalación con Revit, tenemos que darles una serie de parámetros a nuestros conectores, que van a ser los encargados de controlar toda la información de flujos, pérdidas de cargas...etc.

En este caso, como estamos en el conector de agua fría, si analizamos el comportamiento del fluido en la realidad, podemos darnos cuenta que, el fluido, pasa a través del conector, por lo tanto, la “dirección del flujo”, es “entrante”.

Como representa a un aparato sanitario, el CTE nos marca el flujo específico para cada aparato que tenemos en las viviendas, por lo tanto, la “configuración del flujo”, es “predefinido”. (para un fregadero de cocina doméstica, el flujo de agua es de 0,20 l/s). Cuando le damos el valor de predefinido, en sus propiedades de ejemplar, se nos activa el parámetro de “flujo”, que es donde introducimos el flujo que queramos que tenga ese conector.

Todos los aparatos tienen un mínimo de pérdidas de carga, por lo tanto, al parámetro de “método de pérdida”, le damos a “pérdida específica” por si sabemos el valor de dicha pérdida.

Como se trata de un conector de agua fría, la “clasificación de sistema”, tiene que ser “agua fría doméstica”.

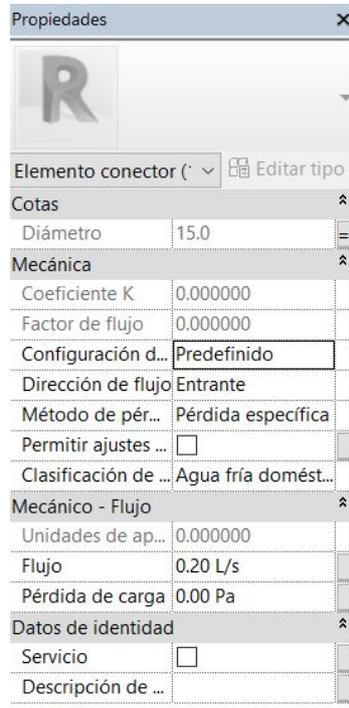


Imagen 4.234: Parámetros de AF

- Conector agua caliente sanitaria:  
 De la misma forma que el conector de agua fría, este conector, sus parámetros también tiene que ser como se muestra en la siguiente imagen:

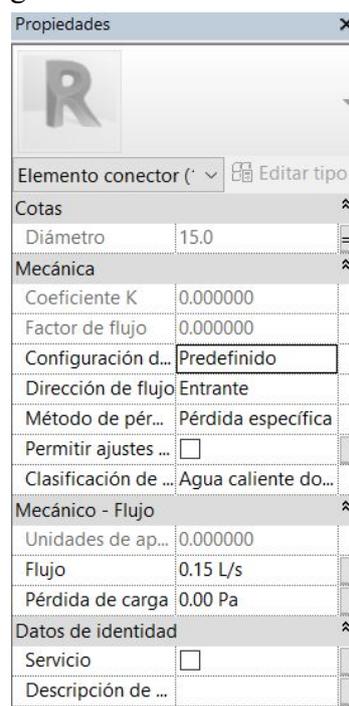


Imagen 4.235: Parámetros de ACS

- Conector desagüe:

La diferencia que presenta este conector con los anteriores, se debe a que en el parámetro de “*configuración del flujo*” no lo medimos por l/s, sino que lo contabilizamos por unidades de aparato, por ello, en este parámetro, tenemos que poner “*unidades de aparato*”.

La dirección que lleva el fluido en este conector, no es entrante, puesto que sale de nuestro aparato, por lo tanto, en el parámetro de “*dirección del flujo*” tenemos que poner “*saliente*”.

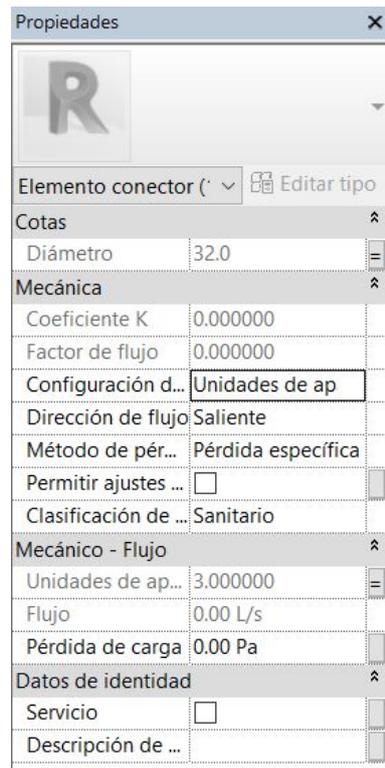


Imagen 4.236: Parámetros de desagüe

- Como resultado, tenemos una familia MEP que representa a un aparato, en este caso, representa a un fregadero de cocina, que lleva cargada una serie de parámetros en su interior, que nos permiten calcular la red de tuberías con las que van a estar conectadas.

Una observación importante, es que, en la siguiente imagen, podemos ver la familia terminada y si observamos bien, en los conectores de ACS y AF, hay dos flechas que salen de nuestro conector, ***nunca confundir estas flechas, con la dirección del flujo, puesto que representan la dirección por donde se va a crear la tubería cuando la carguemos en nuestro proyecto.***

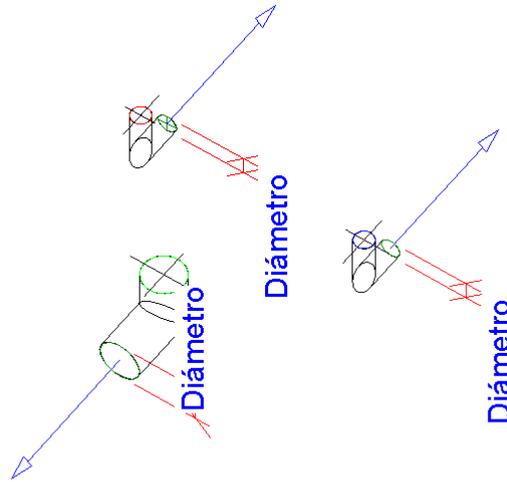


Imagen 4.237: Familia de toma mural acabada

- Equipos

- Para explicar la creación de una familia de equipo, vamos a realizar paso a paso la creación de una caldera. En concreto, vamos a explicar la creación de una caldera mural de condensación (caldera utilizada para el cálculo en el proyecto real).
- Se trata de una caldera de condensación de la marca JUNKERS y del tipo Cerapur Comfort ZWBE 25-3 C.
- Todas las características que introducimos en nuestra caldera, están sacadas de las especificaciones técnicas proporcionadas por la casa comercial.
- Para comenzar a modelar nuestra caldera, como sabemos que se trata de un equipo, abrimos una plantilla de “equipos mecánicos métricos”.

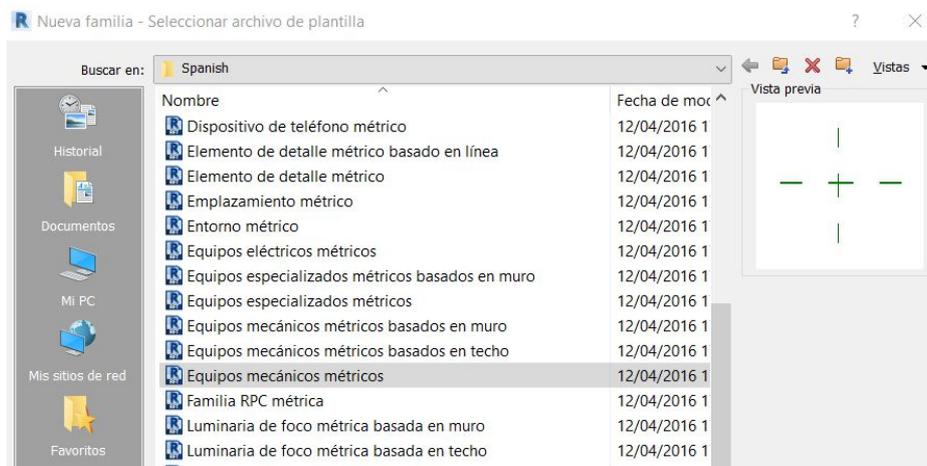


Imagen 4.238: Plantilla de equipos mecánicos métricos

- Una vez que estemos en la plantilla, comenzamos a modelar las geometrías de nuestra caldera. Para comenzar, dibujamos planos de referencias, a los cuales van a estar atadas nuestras geometrías.

La primera geometría que realizamos, es el volumen que va a tener nuestra caldera. Cada uno de sus extremos, lo candamos con los planos que hemos creado con anterioridad, y les damos parámetros para controlar sus tres dimensiones.

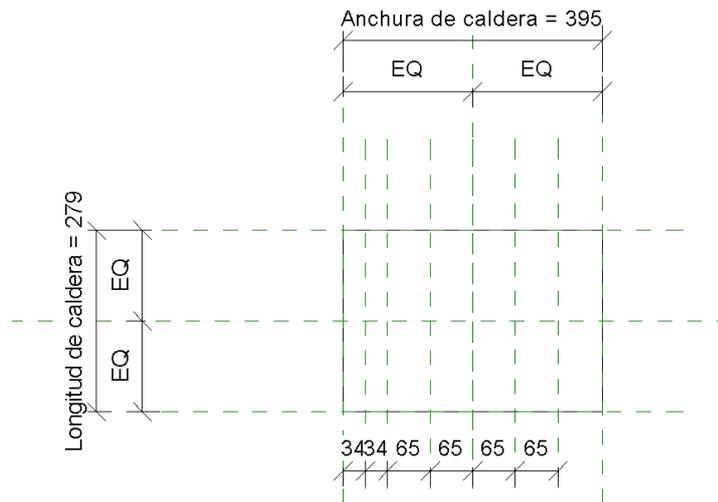


Imagen 4.239: Vista en planta de caldera

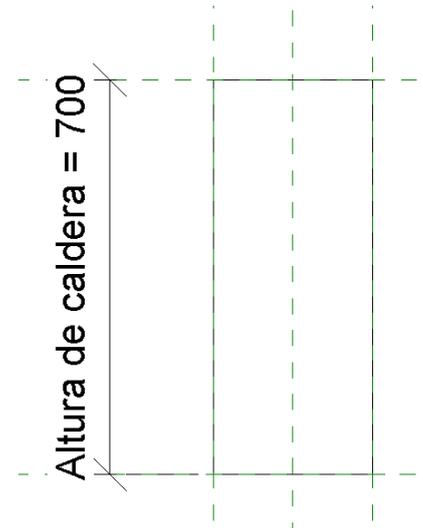


Imagen 4.240: Vista en alzado de caldera

- Una vez que tengamos la geometría de la caldera controlada, procedemos a colocar las geometrías que servirán de base para nuestros conectores. Los conectores, se colocan de la misma forma que en la familia de aparato MEP (pág. 116).

Los tipos de conectores que vamos a tener en nuestra familia de caldera, son los siguientes:

- Conector Agua fría: El suministro de agua fría, para nuestra caldera, será debido al gasto que tiene cada vivienda, por lo tanto, tenemos que tener en cuenta, que en la configuración del conector AF, en su parámetro “configuración de flujo” tiene que ser “predefinido”, puesto que será un valor que le otorguemos dependiendo del gasto de cada vivienda.

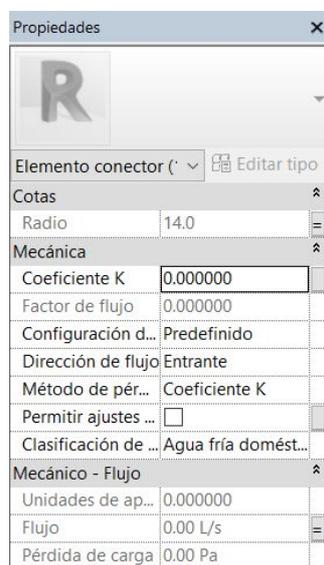


Imagen 4.241: Parámetros de AF

- Conector de agua caliente sanitaria:
   
 El agua caliente sanitaria de nuestra caldera, el parámetro “*dirección del flujo*”, tiene que ser “*saliente*” puesto que es el encargado de suministrar ACS a los aparatos de la vivienda.

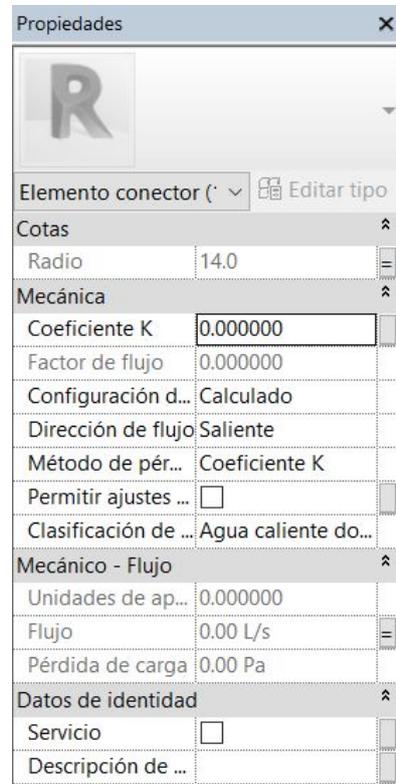


Imagen 4.242: Parámetros de ACS

- Para conseguir que el flujo de entrada, a la caldera, de agua fría, y el flujo de consumo de agua caliente sanitaria, sean iguales, tenemos que crear un parámetro de tipo, al que esté unido el flujo de los dos conectores.

Mecánica	
Flujo de agua cal_fria	0.00 L/s
Pérdida de carga de agua (por defecto)	400000.00 Pa
Flujo de agua (por defecto)	0.00 L/s
Coefficiente de flujo de gas	0.2 kg/s
Otros	
Anchura 1	190.5
Longitud 1	196.9
Datos de identidad	


  
[¿Cómo se gestionan los tipos de familia?](#)

Imagen 4.243: Parámetros vinculados

- Conectores hidráulicos: Los conectores hidráulicos, hacen referencia a una red de tuberías de circuito cerrado, es decir, de la red de tuberías de radiadores.

Los conectores de suministro hidráulico, se colocan de la misma forma que los demás, la diferencia es que tenemos que colocarlos con su clasificación de familia adecuada. En nuestra caldera, vamos a tener un “suministro hidráulico” y un “retorno hidráulico”.

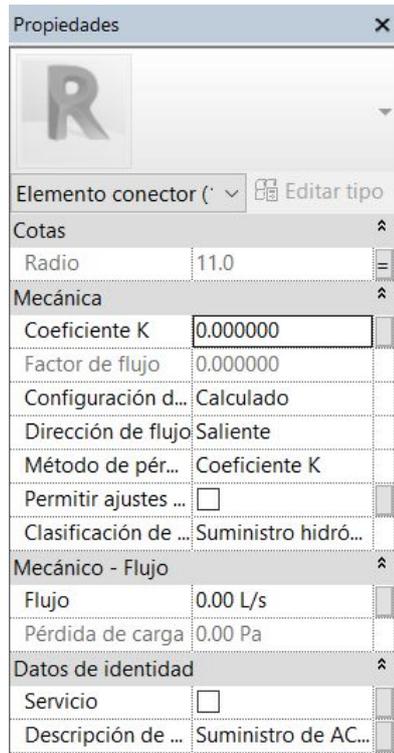


Imagen 4.244: Parámetros suministro hidráulico

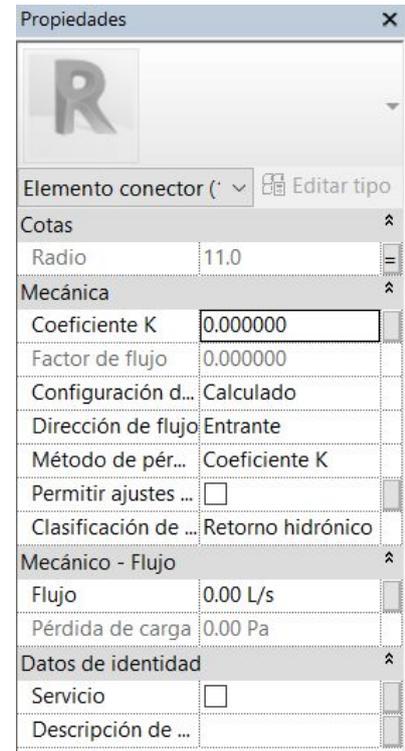


Imagen 4.245: Parámetros de retorno hidráulico

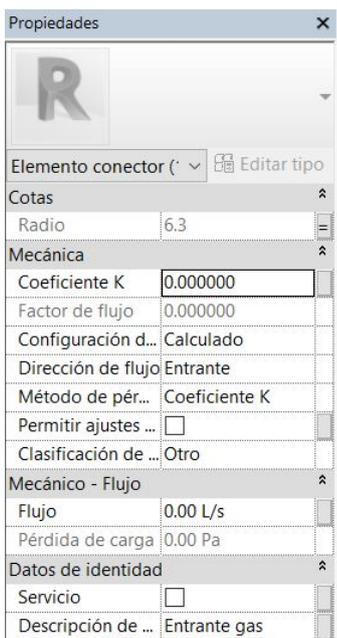


Imagen 4.246: Parámetros de suministro gas

- Conector de toma de gas:  
 Como los sistemas de familias de Revit, no traen cargadas un sistema de familia exclusivo para la red de gas, como en los anteriores casos, pero si nos da la opción de elegir el sistema de familia “otros”.  
 Con esta familia de sistemas, nosotros podemos crear una red de gas, con las características y elementos correspondientes.  
 Por lo tanto, los parámetros de ejemplar para nuestro conector de gas son los siguientes:

- Conector desagüe:  
 Como la caldera que vamos a modelar es de condensación, tenemos que instalar un conector de desagüe. Este conector, se parece mucho a los anteriores que hemos colocado, que corresponden a la misma familia de sistema. Los parámetros de ejemplar de este conector, son los siguientes:

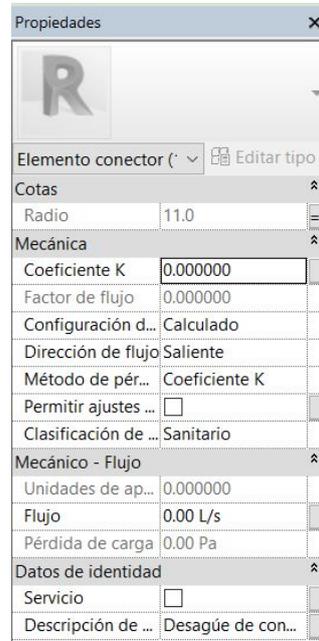


Imagen 4.247: Parámetros de desagüe

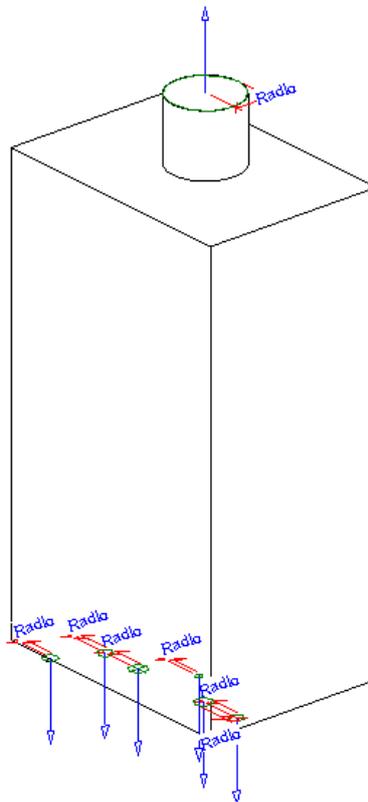


Imagen 4.248: Familia de caldera terminada

#### 4.5.4. Instalación de Saneamiento

Para realizar la instalación de saneamiento de nuestro edificio, tenemos que crear sistemas de equipos, de la misma forma que creábamos en la instalación de fontanería.

Después de crear los distintos tipos de sistemas, procedemos a crear nuestros conductos de tuberías.

En los sistemas de conductos de desagües, podemos *generar diseños* de tuberías, pero para este tipo de instalaciones, no es muy recomendable, puesto que no tenemos un control total sobre el programa. En las instalaciones de desagüe, es mejor trazar tubería por tubería, ya que cada tramo de nuestra instalación, presenta una pendiente concreta, y la altura de las tuberías, disminuye.

Para empezar a modelar nuestra red de tuberías, seleccionamos el aparato más alejado de la bajante, y comenzamos a trazar la red.

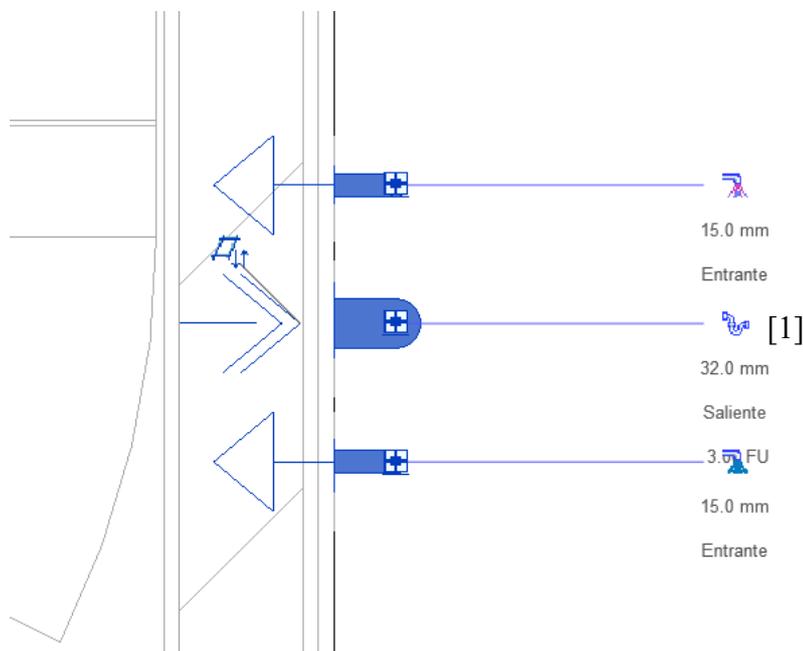


Imagen 4.249: Toma mural, seleccionada.

Cuando seleccionado el aparato, clicamos sobre la tubería de la bajante (imagen 4.249 [1]), y ya podemos comenzar a modelar la red.

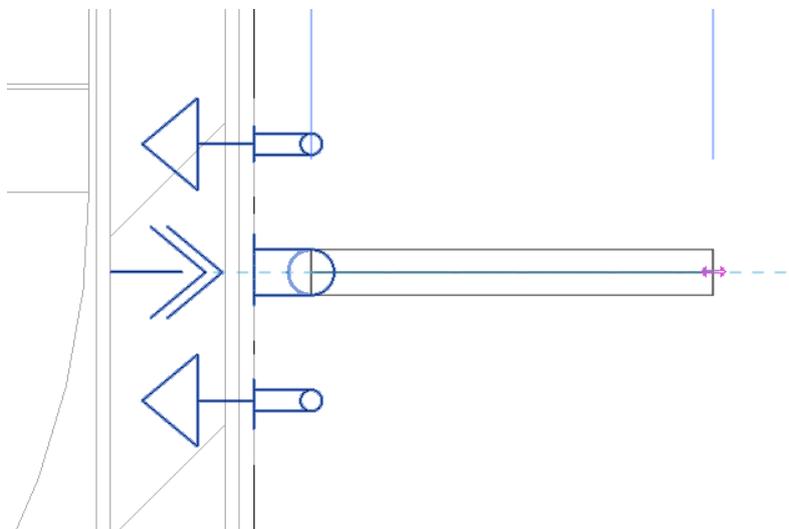


Imagen 4.250: Trazado de tubería

Cuando estamos modelando nuestra red de tuberías, tenemos que tener en cuenta, las herramientas que Revit nos ofrece. Modelar las tuberías de desagüe, no es lo mismo que modelar una red de fontanería, puesto que, como ya hemos mencionado con anterioridad, las redes de desagüe, llevan una pendiente. Las herramientas que Revit nos ofrece, para trabajar este tipo de redes, son las siguientes:

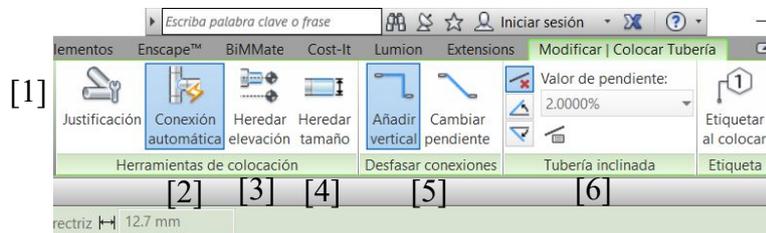


Imagen 4.251: Herramientas de red de saneamiento

- Justificación [1]: Con esta herramienta, podemos controlar el límite de justificación de nuestra red de tuberías modelada. Si hacemos uso de esta herramienta, nos aparecerá la siguiente ventana (imagen 4.252), donde podemos configurarla acordes a nuestras necesidades.

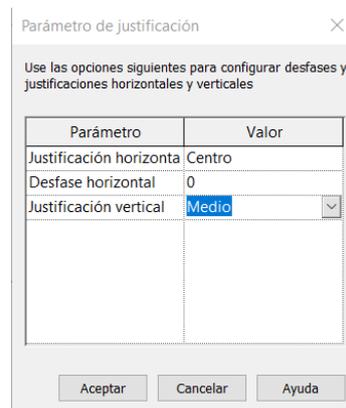


Imagen 4.252: Ventana de parámetros de justificación

- Conexión automática [2]: Si mantenemos esta herramienta seleccionada, cuando lleguemos a otro tramo de tuberías o a una bajante, los dos tramos se unirán.
- Heredar elevación [3]: Esta herramienta, es muy importante a la hora de modelar nuestra red de tuberías, puesto que, nos permite adquirir, la elevación de cualquier punto de la tubería, y de esta forma, realizar una conexión completa.
- Heredar tamaño [4]: Como su nombre lo indica, con esta herramienta, podemos adquirir los distintos diámetros de las tuberías que queremos copiar o modelar.
- Añadir vertical/Cambiar pendiente [5]: Con estas herramientas, lo que estamos configurando, es la elección de red, cuando nos encontramos ante un salto de nivel, es decir, si elegimos la primera, cuando tengamos un salto de nivel, se nos unirán mediante una tubería vertical, mientras que, en la segunda, se unirán mediante una tubería en pendiente.
- Grupo de tubería inclinada [6]: Con este grupo, podemos definir las distintas opciones de inclinación, que nos podamos encontrar, tanto como si no queremos que nuestra red defina pendiente, que la pendiente sea descendente, o que defina una pendiente ascendente. Además, también podemos elegir la inclinación con la que queremos que se modele.

Para trazar una red de saneamiento, además de saber manejar el programa, tenemos que tener un mínimo de conocimientos, sobre cómo se realizan en la realidad, puesto que todas las conexiones, vienen normalizadas con unos diámetros y ángulos, específicos. Además, tenemos que tener presente, la normativa en vigor.

Como todas las redes de saneamiento, van a la misma bajante, al final, tenemos que tener un único sistema, que será común a cada lado del edificio. Como la familia de *toma mural* que estamos utilizando, la hemos creado para que nos permita realizar un cálculo en Revit, cuando unimos los aparatos, todos ellos van sumando *unidades de aparato* a nuestra red, y de esta forma, tenemos controlada cuantas unidades de aparato tenemos en cada tramo.

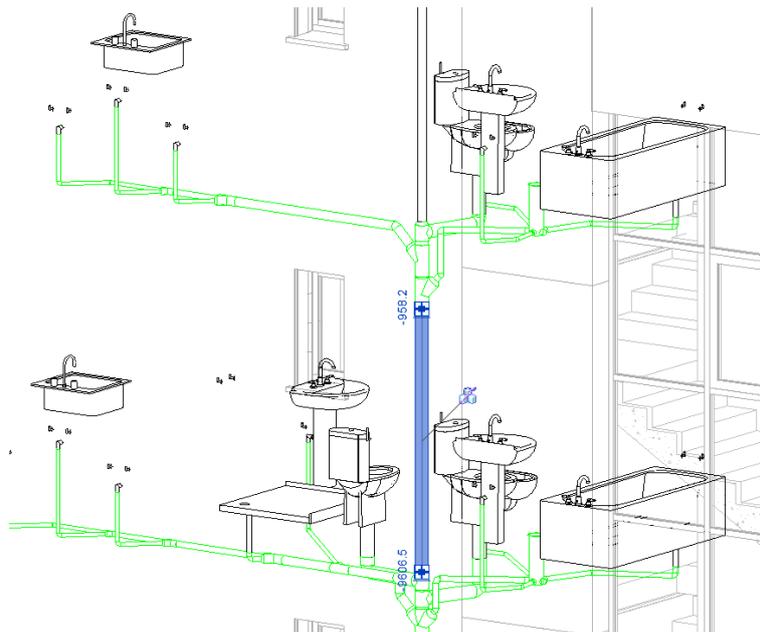


Imagen 4.253: Bajante seleccionada

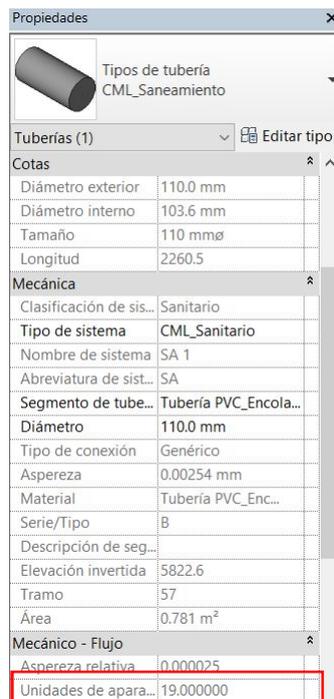


Imagen 4.254: Propiedades de ejemplar

Como podemos observar en las anteriores imágenes (imagen 4.253 y 4.254), la red nos va mostrando las unidades de aparato que tenemos en cada tramo, de esta manera, tenemos controlado la concordancia entre las unidades de aparato necesarias, y el diámetro de cada tubería.

Como en las familias MEP que Revit nos ofrece, no vienen cargada ninguna categoría de bote sifónico, ni tampoco de arquetas, tenemos que crear una familia MEP, que nos sirva para calcular nuestra instalación y, además, nos sirva para representar estos aparatos singulares.

4.5.4.1. Familia de bote sifónico: Para crearnos una familia de bote sifónico, lo vamos a hacer, con una categoría de *familia de uniones de tuberías*. Para ello, abrimos una plantilla de “*modelo genérico métrico basada en cara*”.

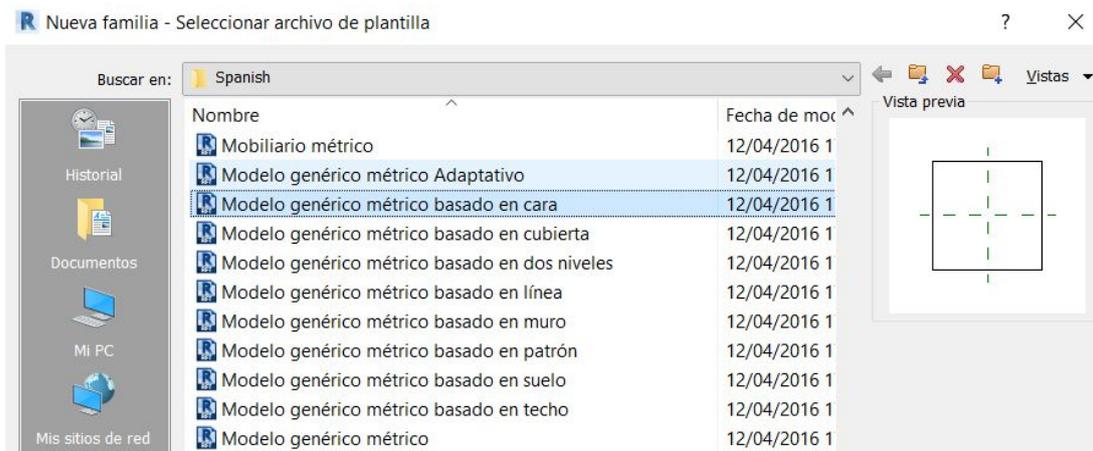


Imagen 4.255: Plantilla MEP

- Cuando se abra la plantilla de la nueva familia, como queremos que Revit, interprete esta familia, como una familia de unión entre distintas tuberías, tenemos que cambiar la categoría. Para cambiar la categoría, nos tenemos que ir a “*ficha crear, grupo propiedades, categoría*”.



Imagen 4.256: Ruta para cambiar de categoría

- Se nos abrirá la siguiente ventana, donde tenemos que elegir la categoría de “*uniones de tubería*”.



Imagen 4.257: Categoría nueva

- Cuando tengamos nuestra plantilla lista, ya podemos comenzar a modelar nuestro bote sifónico. Como la geometría de este aparato es muy sencilla, la podemos realizar mediante extrusiones in situ. Como además queremos controlar toda la geometría de nuestra familia, tenemos que darle los parámetros necesarios.

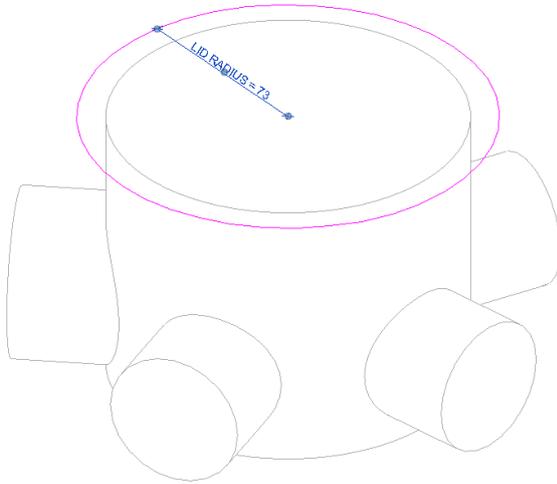


Imagen 4.258: Extrusión tapa de bote sifónico

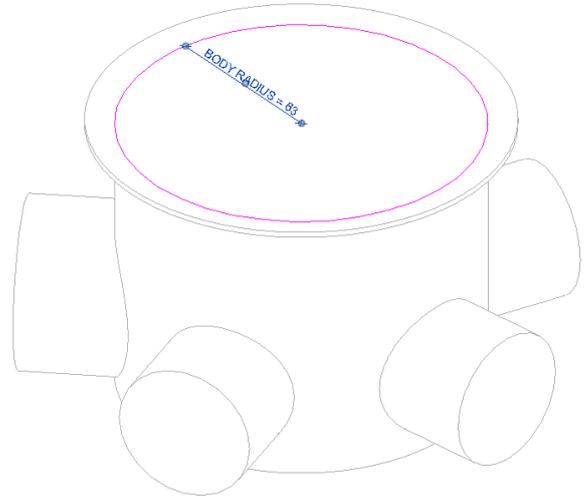


Imagen 4.259: Extrusión de cuerpo bote sifónico

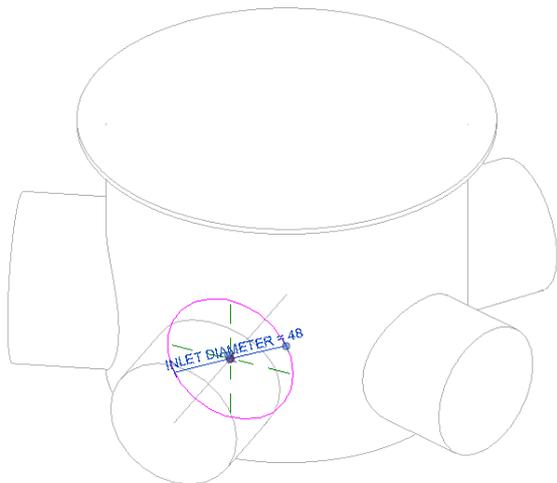


Imagen 4.260: Barrido de conductos de entrada

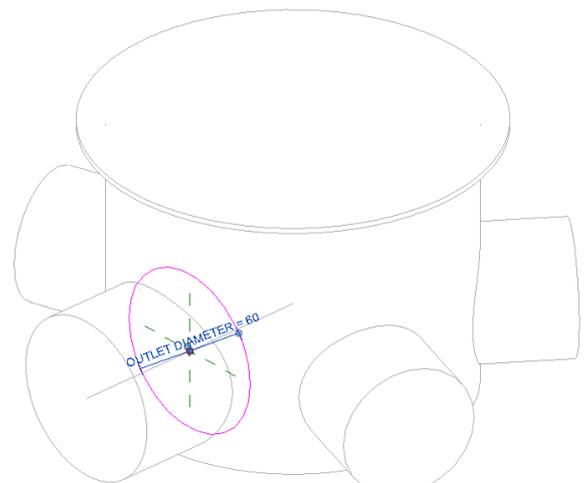


Imagen 4.261: Barrido de conducto de salida

- Como podemos observar en las anteriores imágenes, a cada uno de los elementos modelados, le asignamos un parámetro nuevo. Gracias a estos parámetros, podemos controlar la geometría de nuestro bote sifónico. Al igual que los parámetros de longitud, tenemos que asignar a cada uno de ellos, un parámetro de material, porque al igual que con los anteriores, con los parámetros de material, podemos controlar, el material por el cual están compuestos nuestros elementos.

- Para crear un parámetro de material, nos tenemos que ir a “*ficha modificar, grupo propiedades, tipos de familia*”.



Imagen 4.262: Ruta para controlar los parámetros

- Se abrirá la siguiente ventana, donde aparecen todos los parámetros que tenemos creados, así como las fórmulas, con las cuales controlamos esos parámetros.

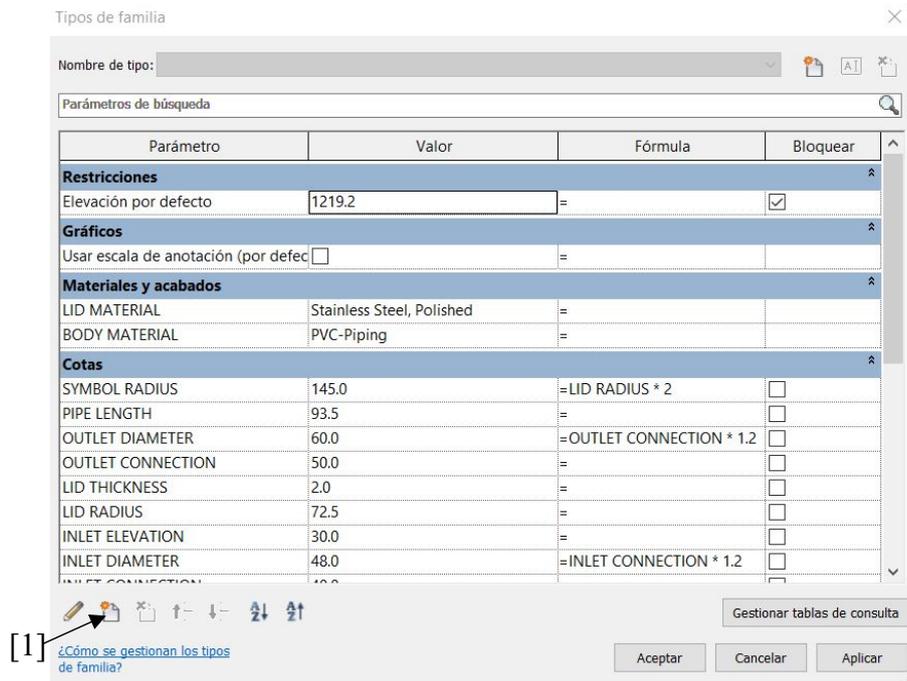


Imagen 4.263: Propiedades de familias

En esta nueva ventana, si le damos al botón de crear nuevo parámetro [1], se abrirá la siguiente venta, donde tenemos que configurar el nuevo parámetro.

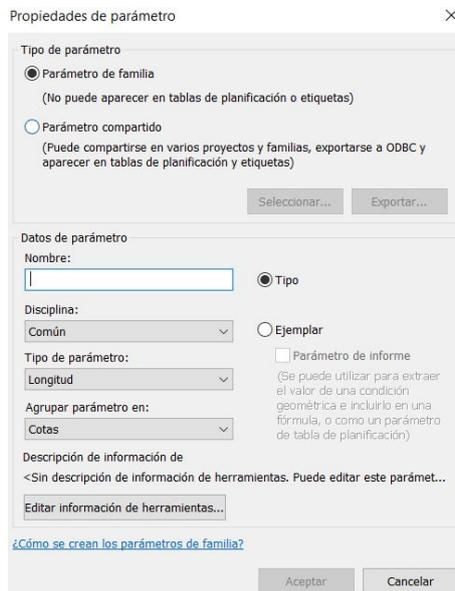


Imagen 4.264: Configuración nuevo parámetro

Para que nuestro parámetro sea de “material”, tiene que tener la siguiente configuración.

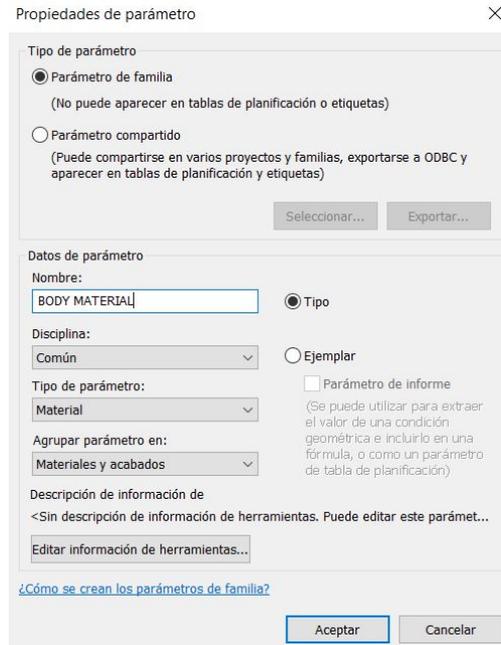


Imagen 4.265: Configuración de parámetros de material

- Una vez que tengamos nuestra geometría completamente terminada y parametrizada, tenemos que colocar los conectores que van a modelar las tuberías reales, en el proyecto que estemos trabajando.
- Los conectores, serán 4 de entrada y 1 de salida. Los 4 conectores de entrada, representan a las tuberías, cuyo flujo, van hacia el bote sifónico, mientras que el conector de salida, representa al flujo que sale del bote sifónico.

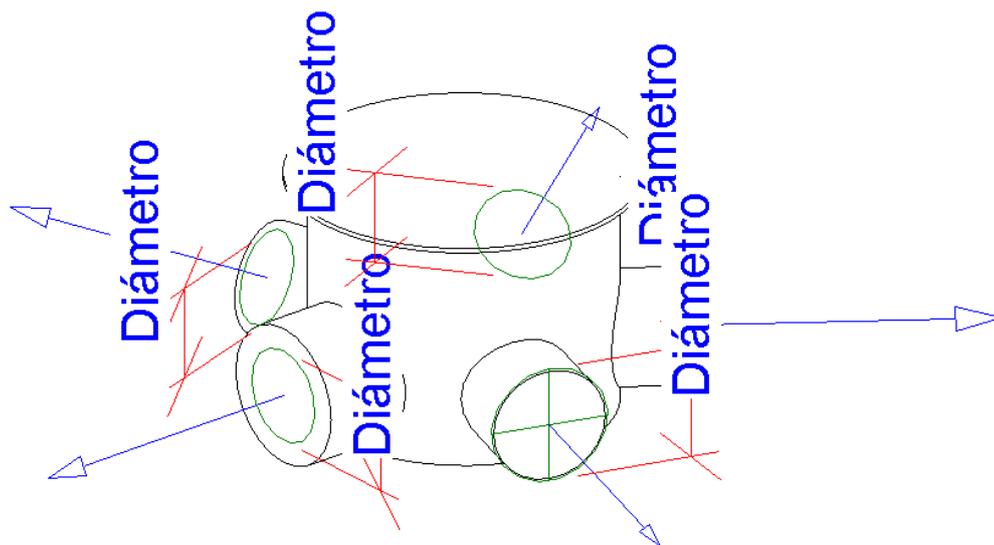
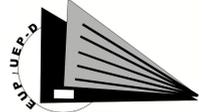


Imagen 4.266: Bote sifónico terminado



Propiedades

R

Elemento conector (1) Editar tipo

**Cotas**

Diámetro	40.0
----------	------

**Mecánica**

Coeficiente K	0.000000
Factor de flujo	0.000000
Configuración de flu...	Calculado
Dirección de flujo	Entrante
Método de pérdida	Sin definir
Permitir ajustes de p...	<input checked="" type="checkbox"/>
Clasificación de siste...	Sanitario

**Mecánico - Flujo**

Unidades de aparatos	0.000000
Flujo	0.00 L/s
Pérdida de carga	0.00 Pa

**Datos de identidad**

Servicio	<input type="checkbox"/>
Descripción de cone...	Connector 1

Imagen 4.267: Parámetros de ejemplar de los conectores entrantes

Propiedades

R

Elemento conector (1) Editar tipo

**Cotas**

Diámetro	40.0
----------	------

**Mecánica**

Coeficiente K	0.000000
Factor de flujo	0.000000
Configuración de flu...	Calculado
Dirección de flujo	Entrante
Método de pérdida	Sin definir
Permitir ajustes de p...	<input checked="" type="checkbox"/>
Clasificación de siste...	Sanitario

**Mecánico - Flujo**

Unidades de aparatos	0.000000
Flujo	0.00 L/s
Pérdida de carga	0.00 Pa

**Datos de identidad**

Servicio	<input type="checkbox"/>
Descripción de cone...	Connector 1

Imagen 4.268: Parámetros de ejemplar del conector saliente

Tipos de familia

Nombre de tipo:

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
<b>Cotas</b>			
SYMBOL RADIUS	145.0	=LID RADIUS * 2	<input type="checkbox"/>
PIPE LENGTH	93.5	=	<input type="checkbox"/>
OUTLET DIAMETER	60.0	=OUTLET CONNECTION * 1.2	<input type="checkbox"/>
OUTLET CONNECTION	50.0	=	<input type="checkbox"/>
LID THICKNESS	2.0	=	<input type="checkbox"/>
LID RADIUS	72.5	=	<input type="checkbox"/>
INLET ELEVATION	30.0	=	<input type="checkbox"/>
INLET DIAMETER	48.0	=INLET CONNECTION * 1.2	<input type="checkbox"/>
INLET CONNECTION	40.0	=	<input type="checkbox"/>
BODY RADIUS	62.5	=	<input type="checkbox"/>
BODY HEIGHT (por defecto)	100.0	=	<input type="checkbox"/>
<b>Mecánica</b>			
FU C1 (por defecto)	0.000000	=	<input type="checkbox"/>
FU C2 (por defecto)	0.000000	=	<input type="checkbox"/>
FU C3 (por defecto)	0.000000	=	<input type="checkbox"/>
FU C4 (por defecto)	0.000000	=	<input type="checkbox"/>
FU OUT (por defecto)	0.000000	=FU C1 + FU C2 + FU C3 + FU	<input type="checkbox"/>
Método de pérdida		=	<input type="checkbox"/>
Tabla de coeficiente K		=	<input type="checkbox"/>
Coeficiente K		=	<input type="checkbox"/>
<b>Otros</b>			
WIDTH	0.0	=	<input type="checkbox"/>
WEIGHT	0.000 kg	=	<input type="checkbox"/>
MATERIAL		=	<input type="checkbox"/>
LENGTH	0.0	=	<input type="checkbox"/>
HEIGHT	0.0	=	<input type="checkbox"/>
FINISH		=	<input type="checkbox"/>
ELEMENT MOUNTING		=	<input type="checkbox"/>
ELEMENT DESCRIPTION		=	<input type="checkbox"/>

[¿Cómo se gestionan los tipos de familia?](#)

Imagen 4.269: Parámetros de familia

4.5.4.2. Familia de arqueta: Para crear nuestra familia de arqueta, tenemos que empezar, desde la misma plantilla que la anterior familia, puesto que no tenemos una categoría de arquetas. Al igual que en la anterior, tenemos que cambiar la categoría a la plantilla de modelo genérico.

- Como la geometría de la arqueta es simple, la podemos modelar en la misma plantilla, sin necesidad de anidarla. Como queremos controlar la geometría de la arqueta, controlamos los planos de referencias, con distintos parámetros de longitud.
- Usando la herramienta de extrusión, creamos todos los lados de la arqueta.

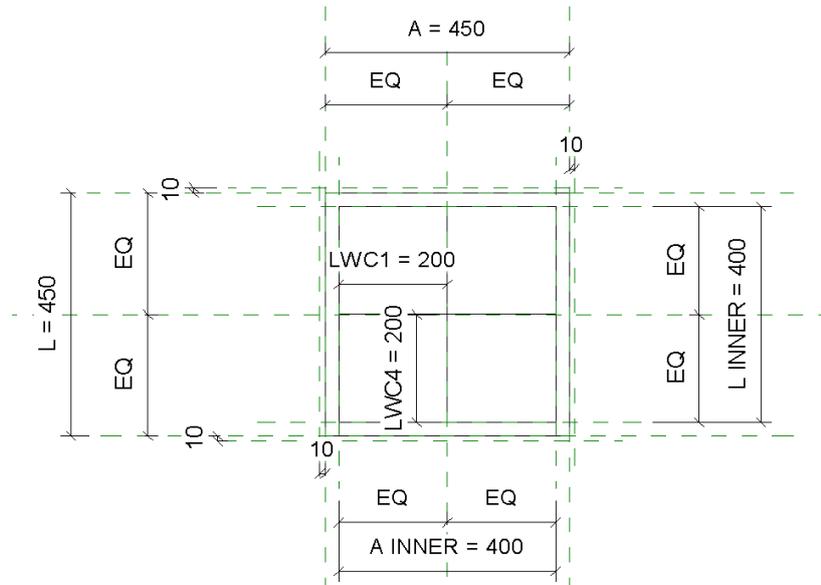


Imagen 4.270: Vista de planta de arqueta

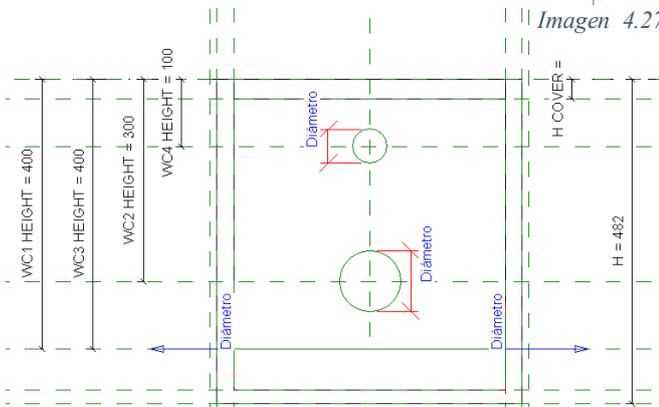


Imagen 4.271: Vista alzado posterior de arqueta

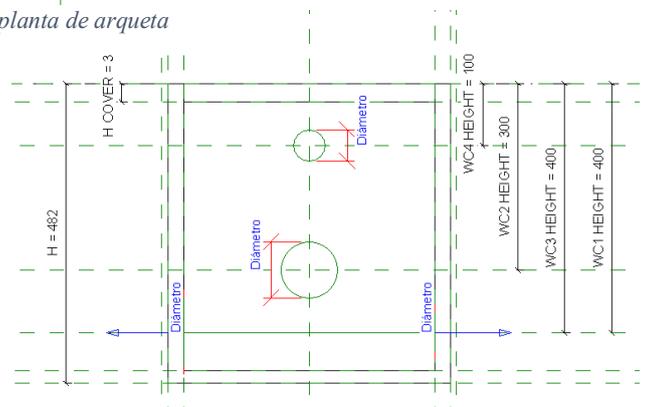


Imagen 4.272: Vista alzado frontal de arqueta

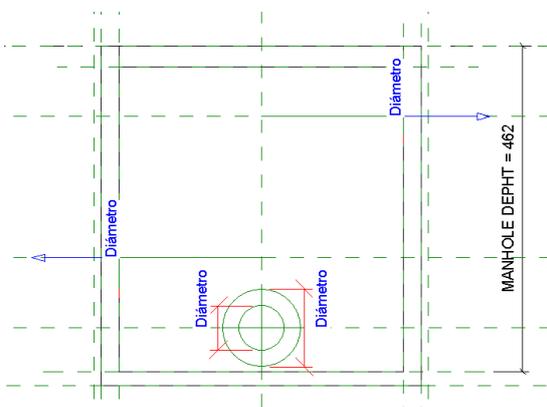


Imagen 4.273: Vista alzado izquierdo de arqueta

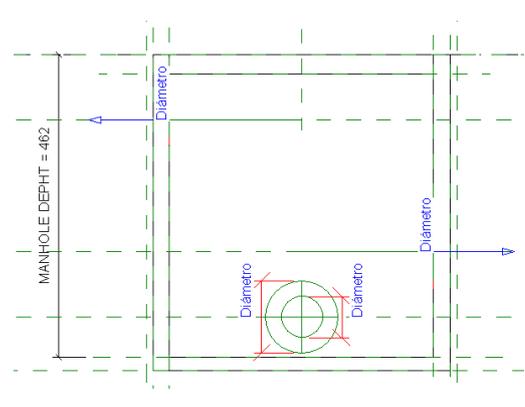


Imagen 4.274: Vista alzado derecha de arqueta

- Una vez que tengamos las geometrías creadas, procedemos a colocar los conectores que van a trazar nuestra red de tuberías. Como podemos observar en las imágenes anteriores, concretamente en las imágenes de los alzados, las alturas de los conectores, están controlados mediante parámetros de longitud, de esta manera, nos aseguramos de poder controlarlos en altura.

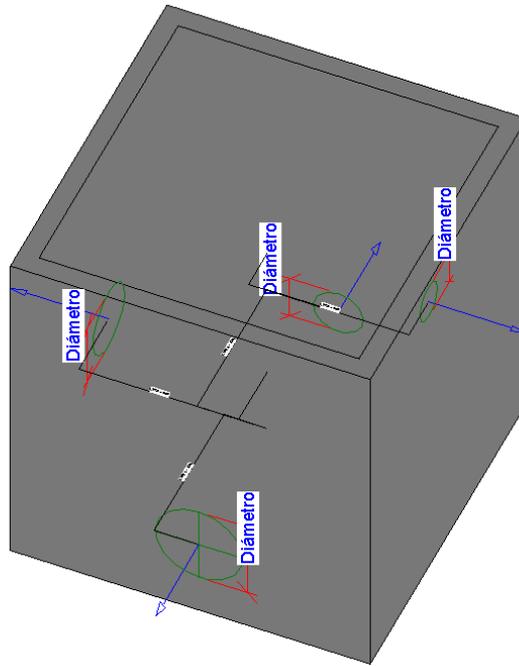


Imagen 4.275: Vista 3D de arqueta con conectores

- En las siguientes imágenes, podemos observar, los parámetros de ejemplar de los conectores que hemos utilizado, y también, los parámetros de familia.

Tipos de familia

Nombre de tipo: ARQUETA\_CALCULADA\_

Parámetros de búsqueda

Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
<b>Geometría de división</b>			
HC4 RADIUS (por defecto)	25.0	=WC4 INLET DIAMETER / 2	<input type="checkbox"/>
HC4 ANGLE (por defecto)	90.00°	=	<input type="checkbox"/>
HC3 RADIUS (por defecto)	31.5	=WC OUTLET DIAMETER / 2	<input type="checkbox"/>
HC3 ANGLE (por defecto)	90.00°	=	<input type="checkbox"/>
HC2 RADIUS (por defecto)	45.0	=WC2 INLET DIAMETER / 2	<input type="checkbox"/>
HC2 ANGLE (por defecto)	90.00°	=	<input type="checkbox"/>
HC1 RADIUS (por defecto)	55.0	=WC1 INLET DIAMETER / 2	<input type="checkbox"/>
HC1 ANGLE (por defecto)	90.00°	=	<input type="checkbox"/>
<b>Fontanería</b>			
WC4 INLET DIAMETER (por defecto)	50.0	=	<input type="checkbox"/>
WC OUTLET DIAMETER (por defect)	63.0	=	<input type="checkbox"/>
WC2 INLET DIAMETER (por defect)	90.0	=	<input type="checkbox"/>
WC1 INLET DIAMETER (por defecto)	110.0	=	<input type="checkbox"/>
<b>Cotas</b>			
THICKNESS (por defecto)	50.0	=	<input type="checkbox"/>
MANHOLE DEPTH (por defecto)	461.5	=H - 20 mm	<input type="checkbox"/>
LWC4 (por defecto)	200.0	=if(or(HC4 ANGLE < 45°, HC4	<input type="checkbox"/>
LWC3 (por defecto)	200.0	=if(or(HC3 ANGLE < 45°, HC3	<input type="checkbox"/>
LWC2 (por defecto)	200.0	=if(or(HC2 ANGLE < 45°, HC2	<input type="checkbox"/>
LWC1 (por defecto)	200.0	=if(or(HC1 ANGLE < 45°, HC1	<input type="checkbox"/>
L INNER (por defecto)	400.0	=size_lookup(LOOKUP_TABLE	<input type="checkbox"/>
L (por defecto)	450.0	=L INNER + THICKNESS	<input type="checkbox"/>
H COVER (por defecto)	30.0	=	<input type="checkbox"/>
H (por defecto)	481.5	=WC3 HEIGHT + HC3 RADIUS	<input type="checkbox"/>
A INNER (por defecto)	400.0	=size_lookup(LOOKUP_TABLE	<input type="checkbox"/>
A (por defecto)	450.0	=A INNER + THICKNESS	<input type="checkbox"/>
<b>Mecánica</b>			
Método de pérdida	Coficiente K	=	<input type="checkbox"/>
Tabla de coeficiente K	Tee	=	<input type="checkbox"/>

¿Cómo se gestionan los tipos de familia?

Imagen 4.276: Parámetros de familia

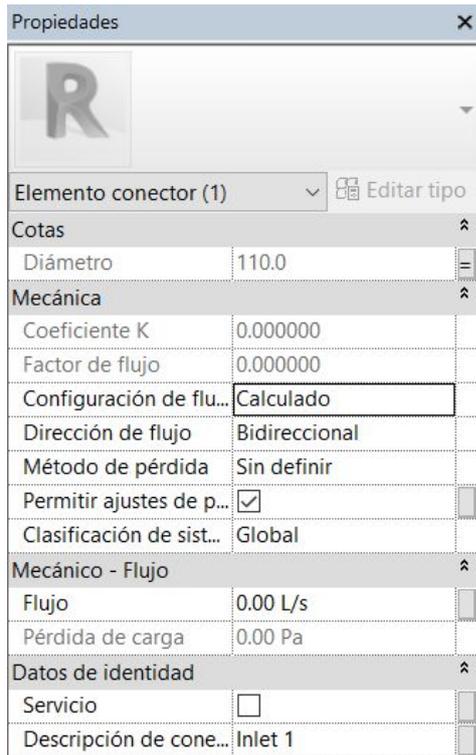


Imagen 4.277: Parámetros de ejemplar de conectores entrantes

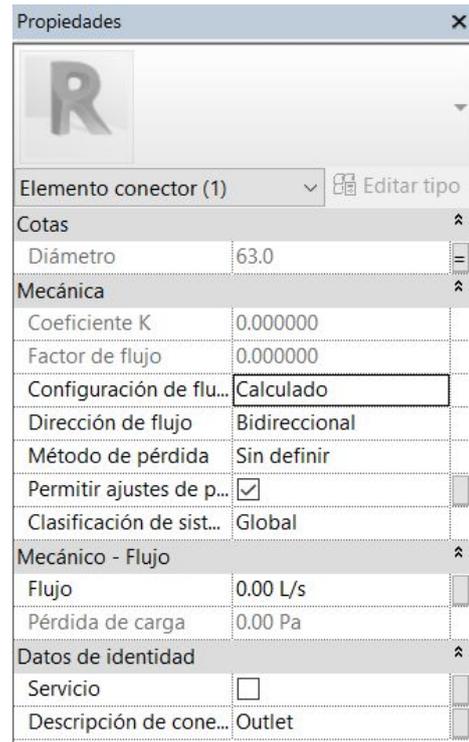


Imagen 4.278: Parámetros de ejemplar de conector saliente

- Por último, para poder distinguir los conectores de salida y de entrada, tenemos que crear, una familia de anotación, con los mismo parámetros que nuestra arqueta. Debido a que queremos representar, mediante símbolos, la vista de planta de nuestra arqueta, procedemos a crear la siguiente familia.

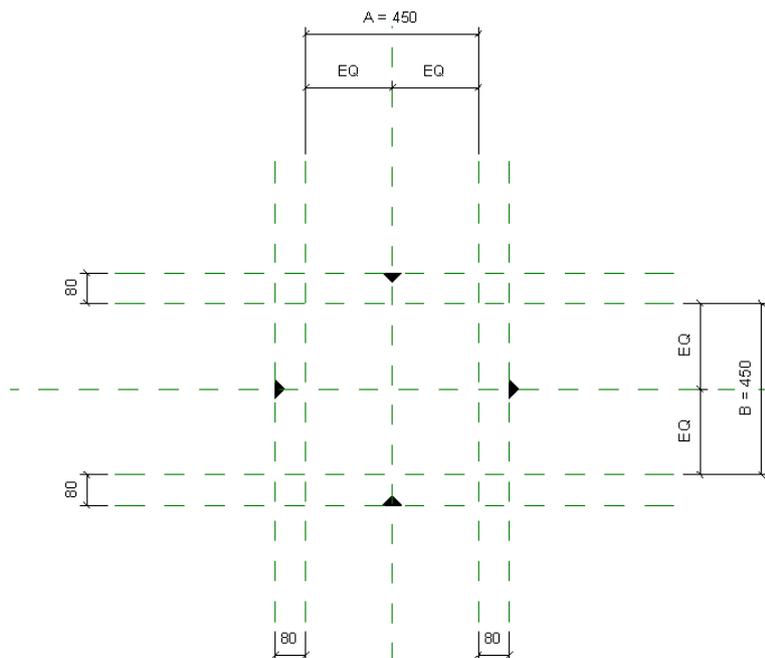


Imagen 4.279: Familia de anotación

Como ya sabemos, en las familias de anotación, solo tenemos vistas de planta, que nos ayudan a representar nuestro elemento, cuando lo vayamos a imprimir.

Cuando tengamos la familia de anotación terminada, la tenemos que anidar en la familia de arqueta, y ya podemos cargarla a nuestro proyecto.

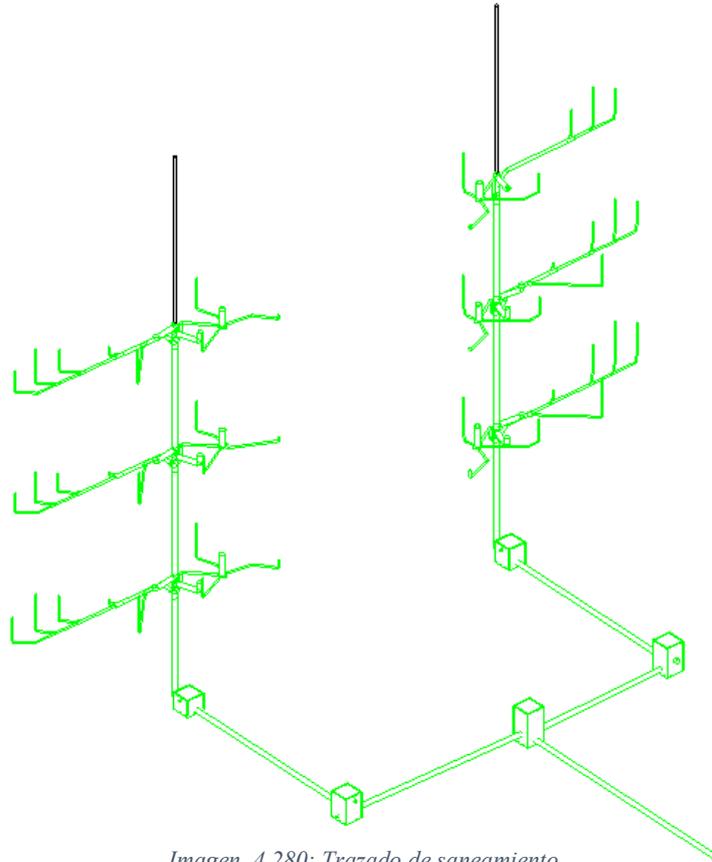


Imagen 4.280: Trazado de saneamiento

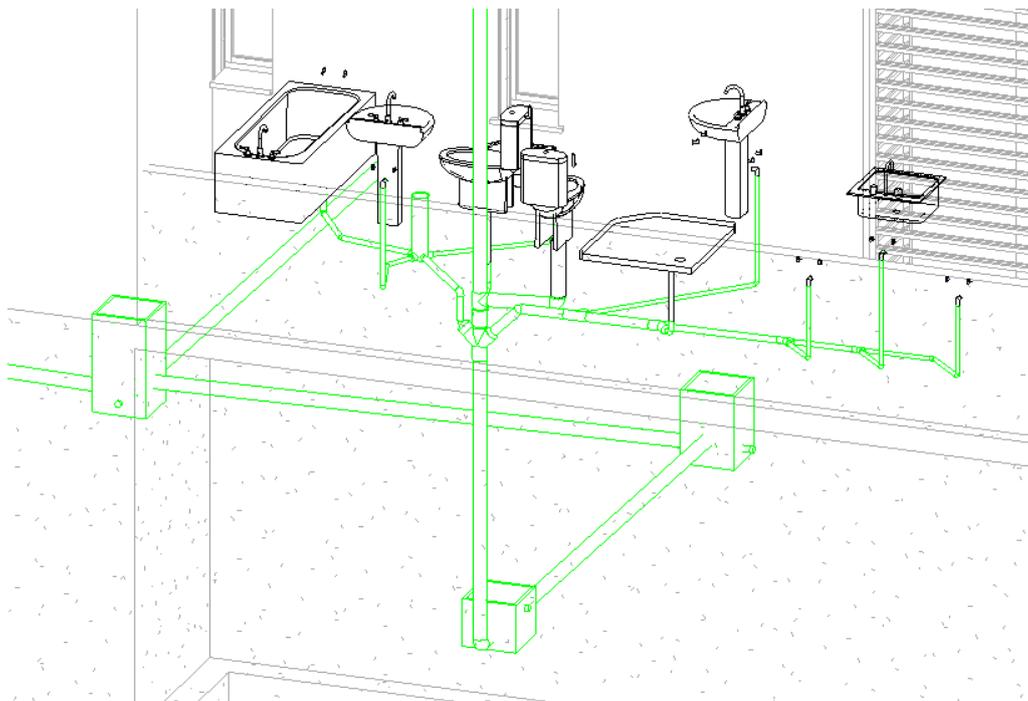


Imagen 4.281: Trazado de saneamiento de una vivienda

#### 4.5.5. Instalación de ventilación

Como la normativa exige unas condiciones específicas, sobre la renovación de aire, en edificios residenciales, se ha optado, por utilizar un recuperador de aire, concretamente el Sky 1. Antes de comenzar a explicar cómo se traza nuestra red de conductos, vamos a explicar, como creamos las familias del recuperador de aire, y de las rejillas, tanto de impulsión, como de retorno.

##### 4.5.5.1. Familia del recuperador de aire:

Para crear la familia de recuperador de aire, tenemos que abrir la plantilla de “*equipos mecánicos métricos*”.

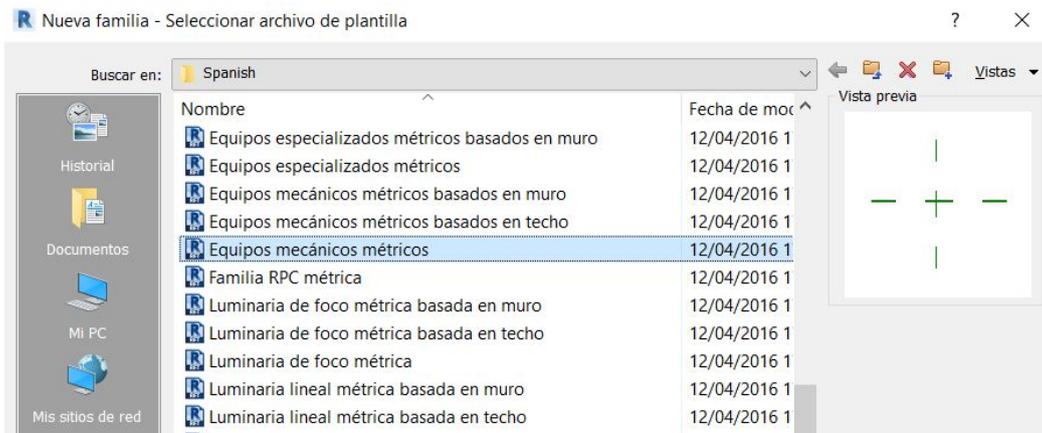


Imagen 4.282: Plantilla de equipo mecánico

Cuando tengamos la plantilla abierta, comenzamos a modelar la geometría del recuperador, tal y como nos indica la ficha técnica del producto.

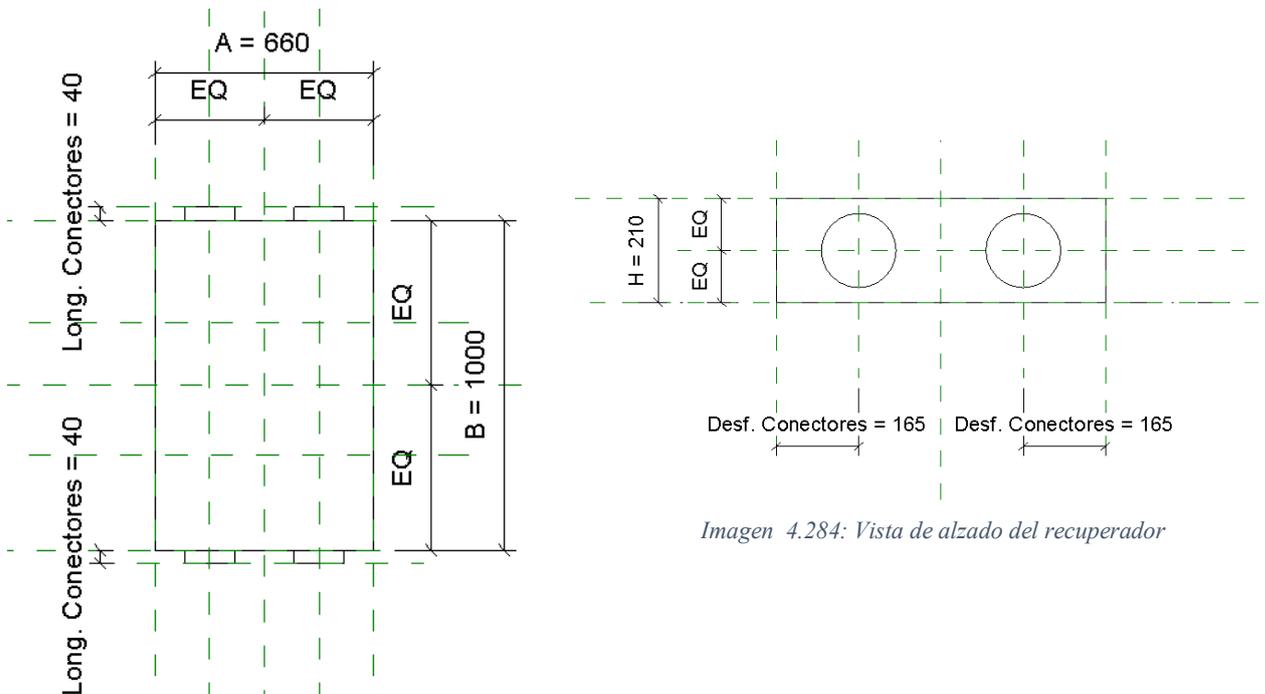


Imagen 4.283: Vista de planta del recuperador

Imagen 4.284: Vista de alzado del recuperador

Para distinguir las distintas partes donde van a estar los conectores, vamos a colocar unas flechas, que corresponden con el flujo del aire.

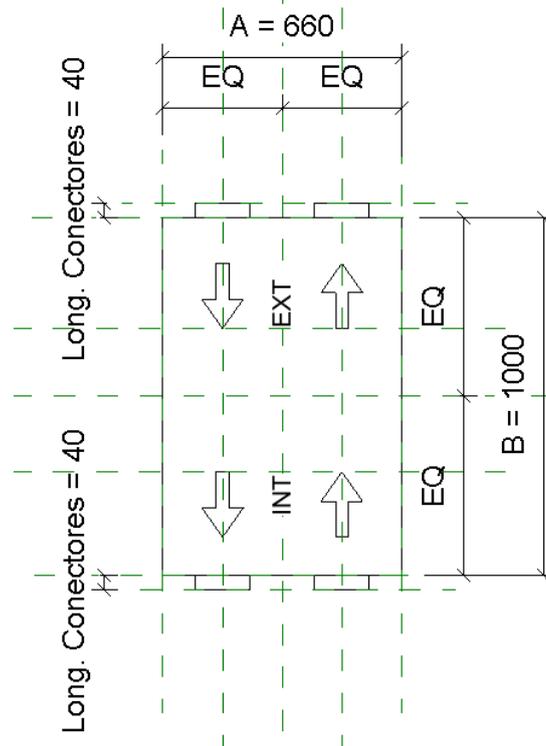


Imagen 4.285: Vista planta del recuperador

Como podemos observar en la anterior imagen, vamos a tener 4 conectores distintos. Los dos primeros (los que van en la parte superior de la imagen), son los que nos conectan con el exterior, tanto de entrada de aire, como de salida. Siguiendo el sentido de las flechas, podemos observar, que el primer conector, desde la izquierda, es el encargado de insuflar aire nuevo desde el exterior, mientras que el otro (el de la derecha), es el encargado, de sacar el aire viciado de las viviendas. El conector inferior izquierdo, se encarga de insuflar el aire renovado y calentado por contacto, a las viviendas, mientras que el de la izquierda, se encarga de extraer el aire de las viviendas, y mediante unas láminas, ponen en contacto el aire nuevo, con el aire viciado (este aire está a temperatura de la vivienda).

El objetivo del recuperador de aire, es renovar el aire interior de las viviendas, pero adquiriendo la energía calorífica del aire extraído.

Como para un modelo Revit no importa lo que ocurra dentro de la máquina, tenemos que centrarnos en configurar adecuadamente los conectores, puesto que, gracias a estos, vamos a ser capaces de calcular nuestra instalación.

Colocamos los conectores en sus geometrías correspondientes, y lo configuramos. La idea que tenemos para configurar los conectores, es que vamos a darles un parámetro de flujo de aire, para que ellos nos indiquen el flujo de aire de cada zona de las viviendas, y de esta forma, calculamos el flujo total que tenemos y las dimensiones necesarias de los conductos.

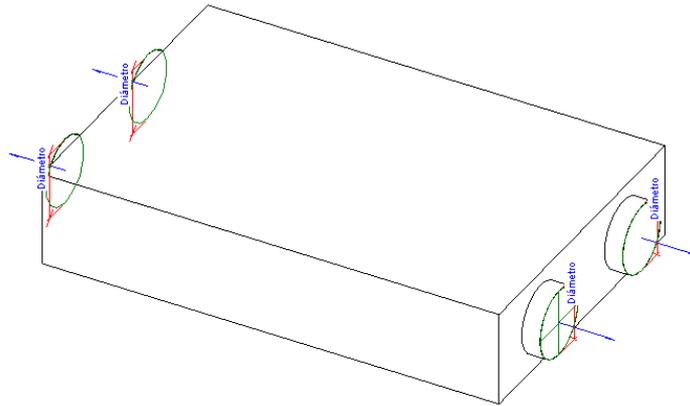


Imagen 4.286: Recuperador de aire

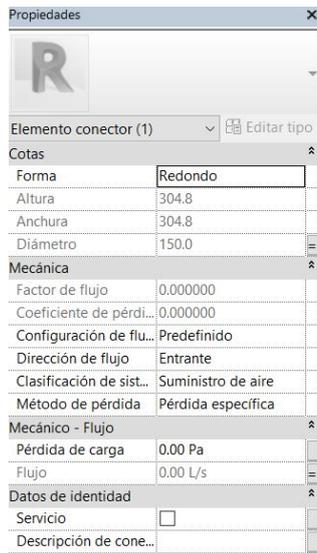


Imagen 4.287: Conector entrada de aire exterior

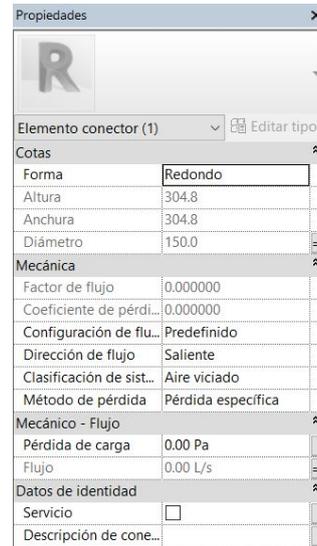


Imagen 4.288: Conector salida de aire viciado

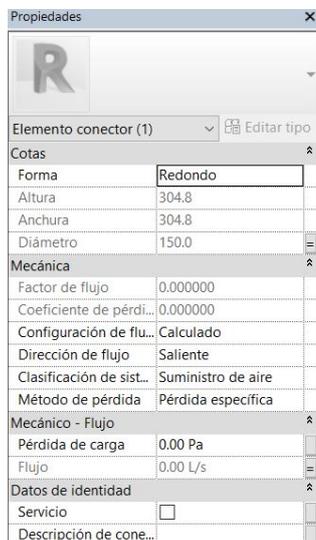


Imagen 4.289: Conector entrada de aire calentado

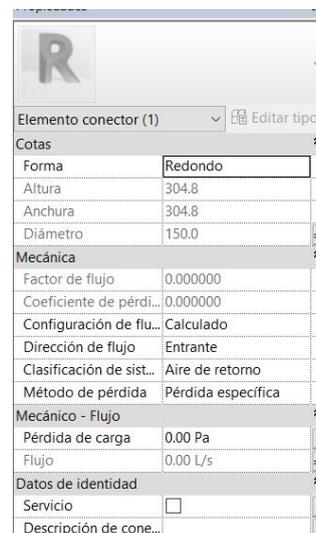


Imagen 4.290: Conector de aire de retorno

#### 4.5.5.2. Familia de rejilla de aire:

En el caso de las rejillas de aire, tenemos que hacer dos familias diferentes, ya que los conectores de las familias, no se pueden invertir de sentido, es decir, si colocamos un conector de extracción de aire, ese mismo, no puede servir para insuflar aire en las viviendas.

Vamos a explicar la familia de extracción de aire, y la otra familia, es la misma, con la diferencia de que el conector se cambia.

Al igual que en la familia del recuperador de aire, en las rejillas, la geometría con la que nos encontramos es muy sencilla, por lo tanto, la podemos modelar sin tener que anidarla.

Para modelar esta geometría, al ser una rejilla regulable de base circular, hemos utilizado la herramienta de revolución.

Las características de esta herramienta, son:

- Tenemos que elegir un plano de referencia donde trabajar.
- Nos vamos a una vista perpendicular al plano
- Dibujamos el perfil que vamos a revolucionar
- Seleccionamos el eje de revolución
- Y, por último, damos a acertar y ya tenemos nuestra figura modelada.

Si realizamos todas estas acciones, obtenemos la siguiente figura.

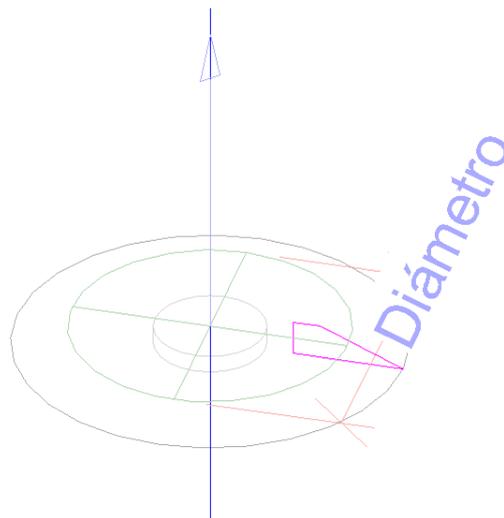


Imagen 4.291: Vista de revolución

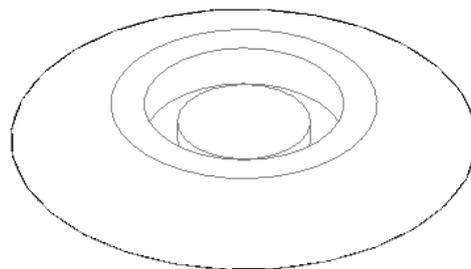


Imagen 4.292: Vista 3D terminada

Tanto la rejilla de extracción, como la rejilla de insuflación de aire, van a tener un solo conector. Estos conectores, van a tener las siguientes características.

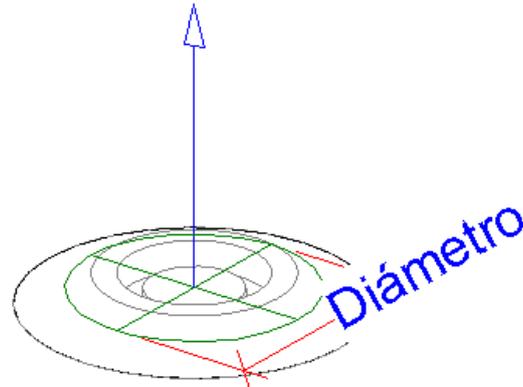


Imagen 4.293: Rejilla con conector

Propiedades	
<b>R</b>	
Elemento conector (1)	 Editar tipo
<b>Cotas</b>	
Forma	Redondo
Altura	304.8
Anchura	304.8
Diámetro	100.0
<b>Mecánica</b>	
Factor de flujo	0.000000
Coefficiente de pérdi...	0.000000
Configuración de flu...	Predefinido
Dirección de flujo	Saliente
Clasificación de siste...	Aire de retorno
Método de pérdida	Pérdida específica
<b>Mecánico - Flujo</b>	
Pérdida de carga	14.00 Pa
Flujo	0.00 L/s
<b>Datos de identidad</b>	
Servicio	<input type="checkbox"/>
Descripción de cone...	

Imagen 4.294: Propiedades de rejilla de retorno

Propiedades	
<b>R</b>	
Elemento conector (1)	 Editar tipo
<b>Cotas</b>	
Forma	Redondo
Altura	304.8
Anchura	304.8
Diámetro	100.0
<b>Mecánica</b>	
Factor de flujo	0.000000
Coefficiente de pérdi...	0.000000
Configuración de flu...	Predefinido
Dirección de flujo	Entrante
Clasificación de siste...	Suministro de aire
Método de pérdida	Pérdida específica
<b>Mecánico - Flujo</b>	
Pérdida de carga	14.00 Pa
Flujo	0.00 L/s
<b>Datos de identidad</b>	
Servicio	<input type="checkbox"/>
Descripción de cone...	

Imagen 4.295: Propiedades de rejilla de suministro

#### 4.5.5.3. Trazado de conductos de aire

Para realizar la red de conductos de ventilación, tenemos que seleccionar un aparato o equipo que tengamos cargado en el proyecto, y desde su conector, comenzar a modelar la red de conductos.

Como en este caso, tenemos como aparato de ventilación el recuperador de aire, lo seleccionamos y comenzamos a trazar la red de conductos.

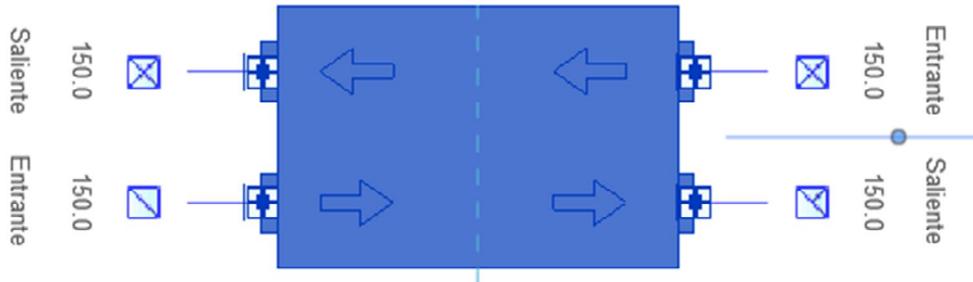


Imagen 4.296: Equipo seleccionado

Como podemos observar en la anterior imagen, si mantenemos seleccionado el equipo, se nos activan los conectores que tiene la familia MEP. Para modelar nuestra red de conductos, simplemente, tenemos que pinchar sobre uno de los símbolos de conectores, y comenzaremos a modelar los conductos.

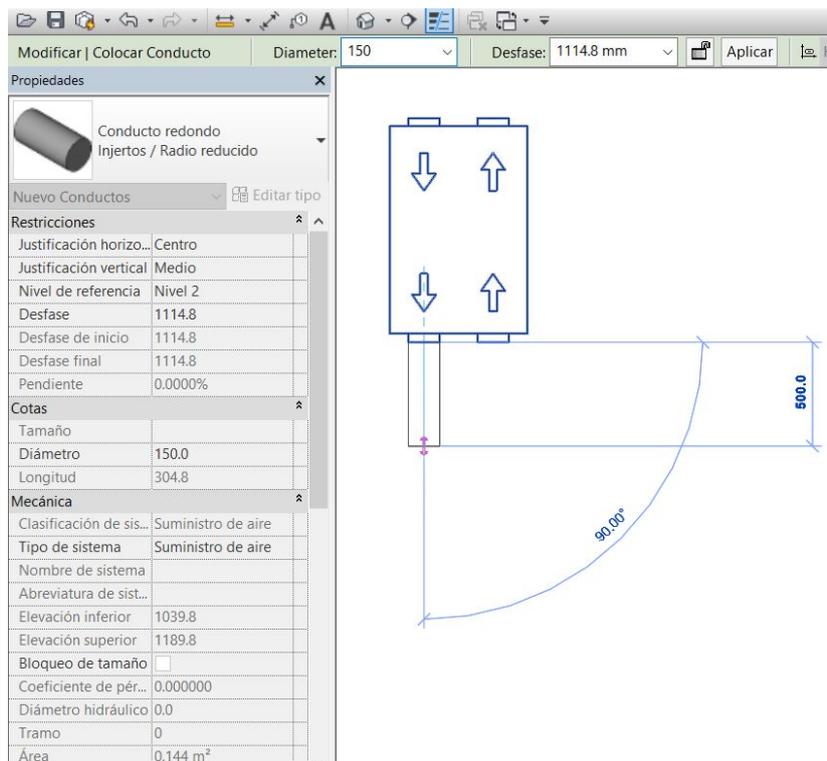


Imagen 4.297: Trazado de conductos

Cuando comenzamos a trazar los conductos, nos podemos dar cuenta, de que se modelan con el conducto configurado en la familia, como en este caso, las salidas de conductos del equipo son conductos circulares, en el proyecto, se modelan conductos circulares y con el diámetro asignado.

Tanto las rejillas de impulsión como las de extracción, tienen un conector con una salida de conducto circular de  $\text{Ø}100$  mm, las tuberías que nos va a dibujar Revit por defecto, son esas, las cuales tenemos que cambiar en algunos tramos para adaptarla. En este proyecto, tenemos el problema del falso techo, puesto que tenemos poco espacio para modelar todas las instalaciones. Para resolver este problema, hemos optado, por cambiar de sección de conducto, pasando de un conducto circular, a uno rectangular.

Comenzamos realizando el trazado de los conductos, tal y como viene en el proyecto real, pero nos encontramos con problemas, los cuales lo hemos solucionado de la siguiente manera.

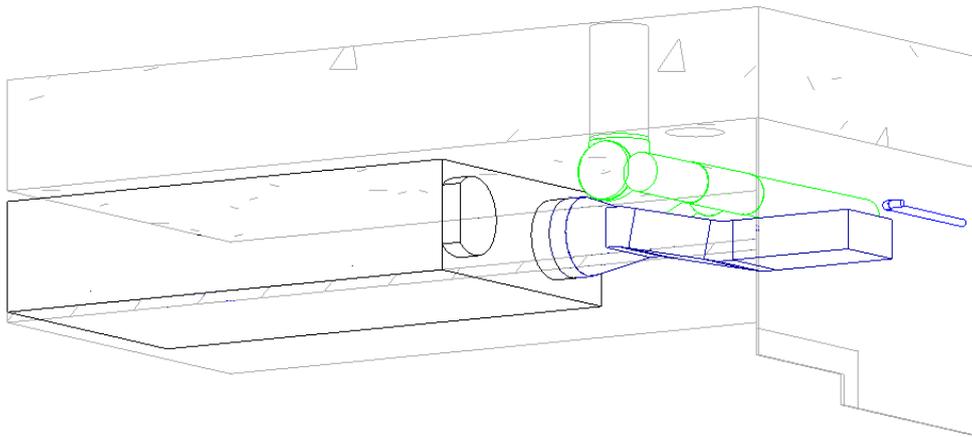


Imagen 4.298: Conductos de impulsión

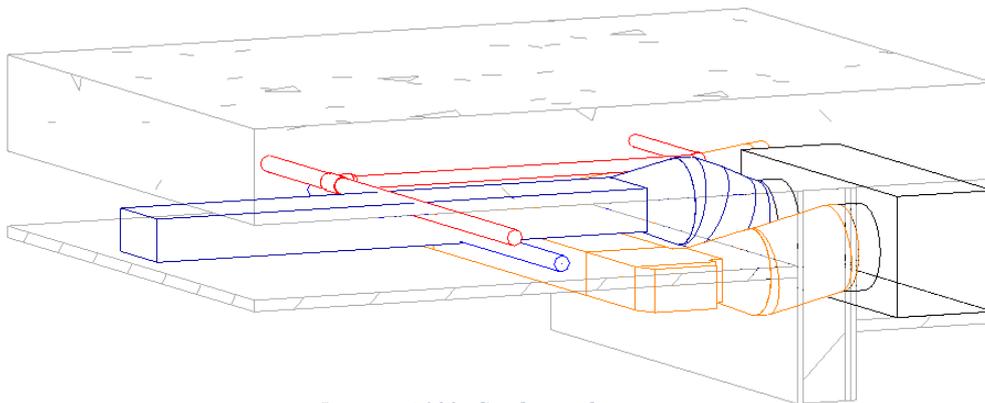


Imagen 4.299: Conductos de retorno

Estos problemas, nos dificultaban el trazado de los conductos de aire, pero como ya hemos visto, lo hemos resuelto con distintas secciones de conductos, además de utilizar distintos niveles en cada tramo.

Para dimensionar los conductos trazados, hemos dado un valor de flujo de aire a cada una de las rejillas, tal y como nos marca la normativa.

Como cada rejilla aporta un flujo de aire a los conductos, podemos inspeccionar nuestra red y ver las distintas velocidades de aire, que existen en los diferentes tramos.

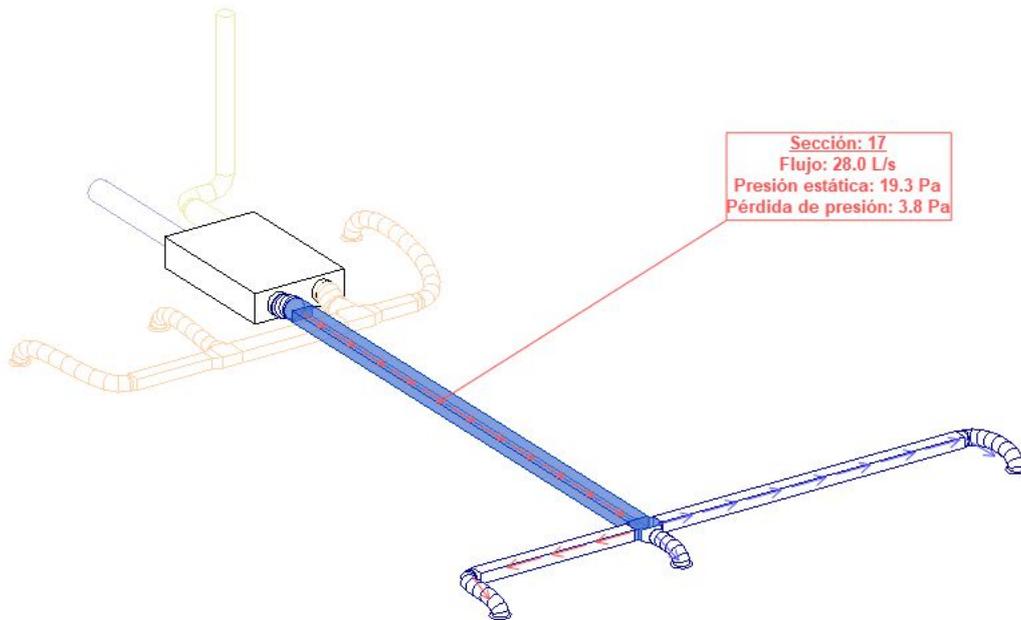


Imagen 4.300: Inspección de sistema

Con esta información, ya sabemos los litros de aire por segundo, que tiene que mover el equipo de recuperador de aire, por lo tanto, ya podemos dimensionar y calcular adecuadamente el sistema de ventilación adecuado.

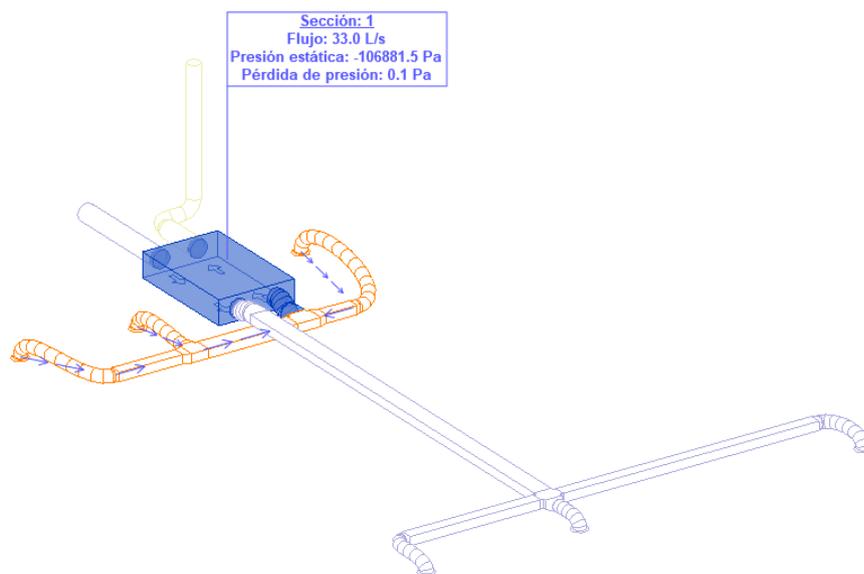


Imagen 4.301: Equipo calculado

#### 4.5.6. Instalación de calefacción

Para trazar nuestra red de calefacción, tenemos que tener en cuenta, las familias que van a intervenir en el sistema.

El equipo encargado de suministrar energía a nuestra red, es la caldera de condensación, que ya hemos explicado anteriormente, y los aparatos que van a recibir ese aporte calorífico, son los radiadores de aluminio, los cuales vamos a modelar y configurar, para que sean capaces de aportar datos relevantes para el cálculo de la instalación.

##### 4.5.6.1. Familia de radiadores

Para crear la familia de radiadores, primero nos tenemos que crear, los elementos que componen este aparato.

El primero elemento que vamos a modelar, son las llaves de paso que va a tener nuestro radiador. Estas llaves de paso, tienen que estar parametrizada, para tener un control total sobre la familia.

Como podemos observar en las siguientes imágenes, la familia de llaves, es de categoría “modelo genérico métrico”, con lo cual, será una familia anidada dentro de otra.

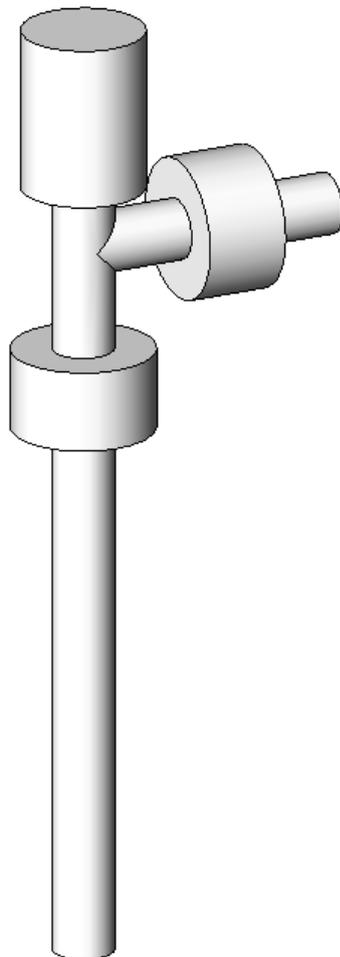


Imagen 4.302: Vista 3D de llave

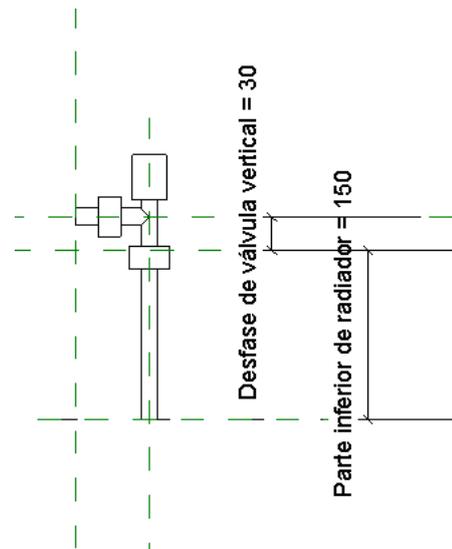


Imagen 4.303: Vista de alzado de llave

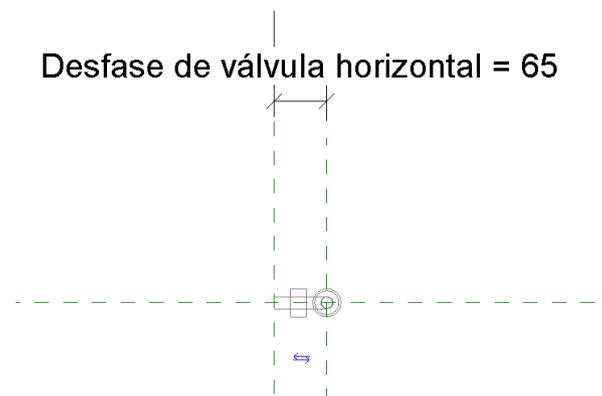


Imagen 4.304: Vista de planta de llave

Una vez que tengamos la familia de válvula creada, tenemos que crear una nueva familia, que es donde va a estar alojada el radiador. Para crear esta nueva familia, tenemos que darnos cuenta, que los radiadores, van colocados en los muros, por lo tanto, la nueva familia a crear, tiene que tener un anfitrión de muro.

La nueva familia de radiador, va a tener la categoría “*modelo genérico métrico basado en muro*”.

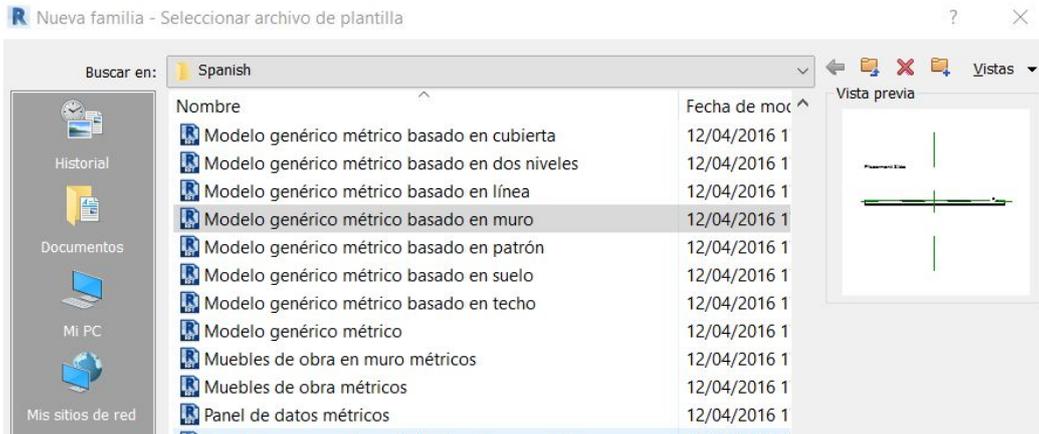


Imagen 4.305: Categoría de plantilla

Como en las anteriores ocasiones, para que Revit detecte la categoría de radiador correctamente, vamos a cambiar la categoría de la plantilla.

La nueva categoría y los parámetros de familia, que va a tener el radiador son los siguientes.

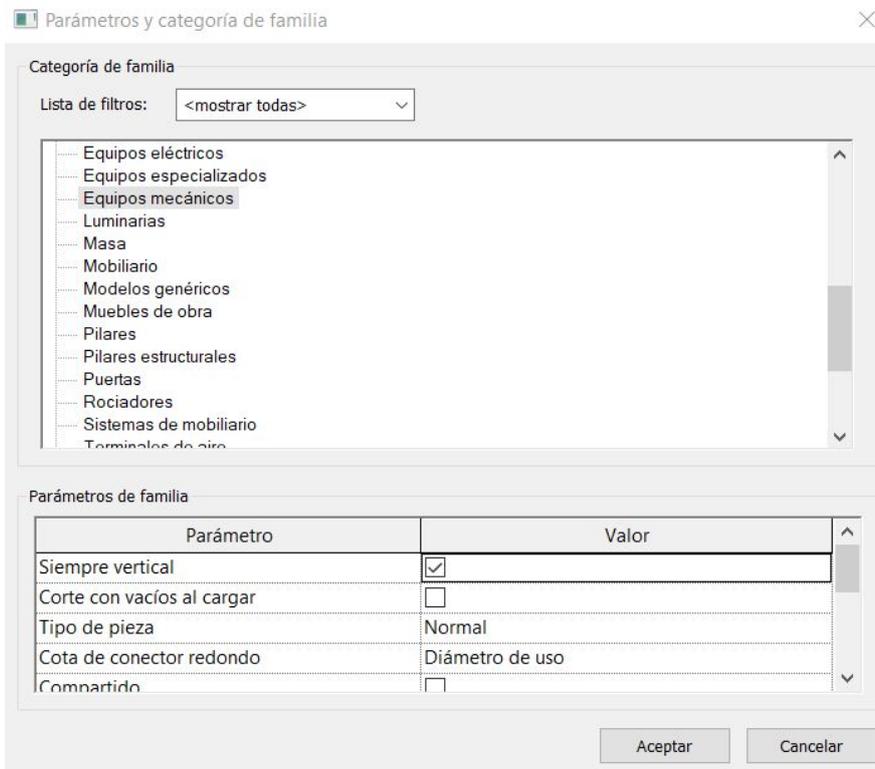


Imagen 4.306: Nueva categoría y parámetros de familia

Una vez que tenemos preparada la plantilla, procedemos a modelar los radiadores y anidar la familia de válvula que antes hemos creado.

La particularidad que vamos a introducir en esta nueva familia, es que vamos a realizar una matriz para los elementos del radiador, puesto que, queremos elegir el número de elementos de cada uno de los radiadores.

Modelamos un elemento del radiador, y le convertimos en una matriz. Como podemos observar en la siguiente imagen, cuando creamos una matriz, podemos elegir el número de elementos que queremos tener, mediante un parámetro creado con anterioridad. Para crear este parámetro, solo hace falta seleccionar un elemento de la matriz, y se nos activará una cota temporal de matriz [1], la cual seleccionamos y se nos activará el parámetro que lo controla [2]. Al parámetro que controlo la matriz, podemos cambiarlo por uno nuevo, al cual de damos las características que más nos convenga. En el caso de la familia del radiador, hemos decidido, darle un parámetro de número, con el cual podemos controlar el número de elementos que vamos a tener en cada uno de los radiadores.

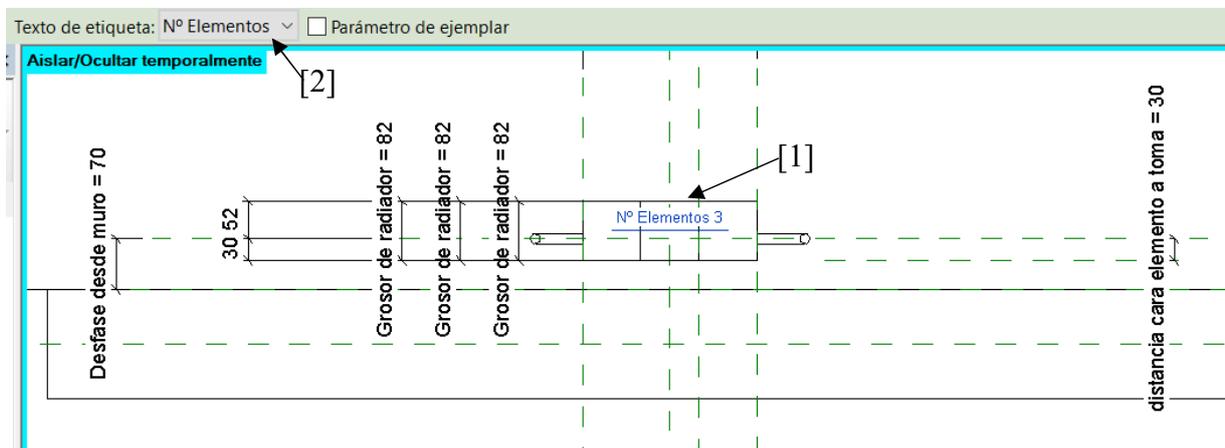


Imagen 4.307: Matriz de elementos

Como también queremos controlar la altura que van a tener tanto los elementos, como el propio radiador, tenemos que asignarles parámetros de longitud, para poder controlar estas dimensiones.

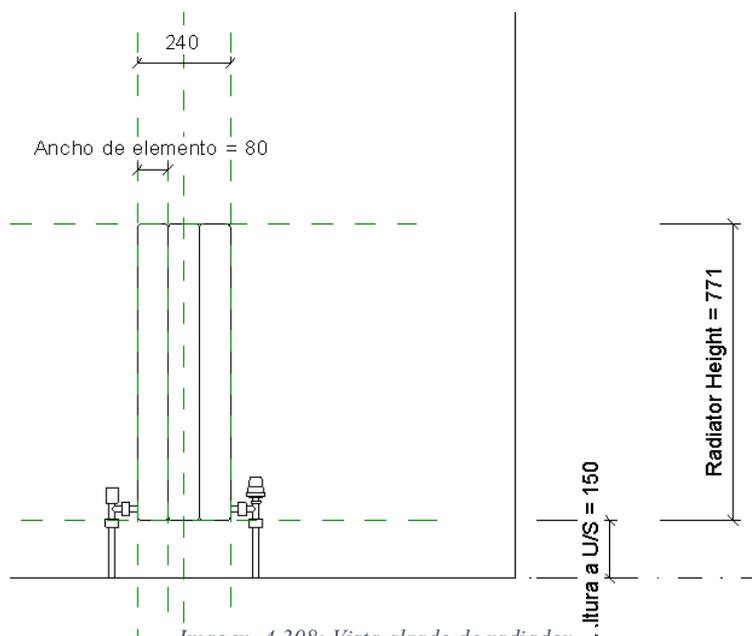
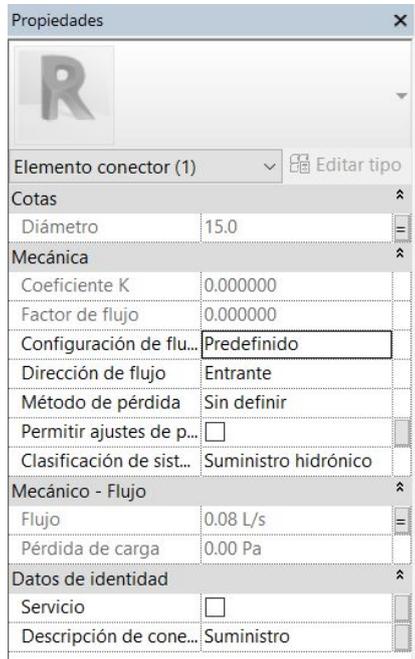


Imagen 4.308: Vista alzado de radiador

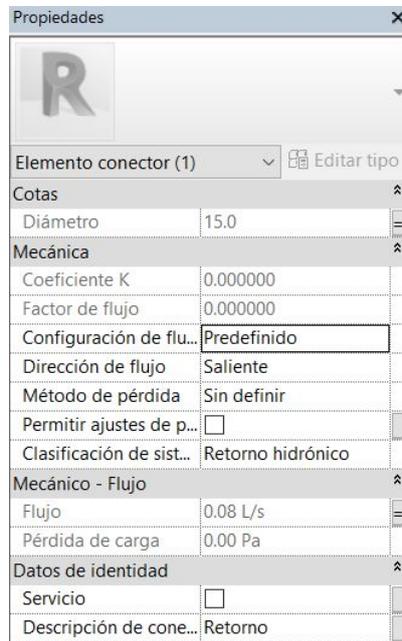
Por último, colocamos los conectores de hidrónico, con los cuales, vamos a ser capaces de trazar la red de conductos de calefacción.

Los parámetros de ejemplar de los dos conectores, son los siguientes.



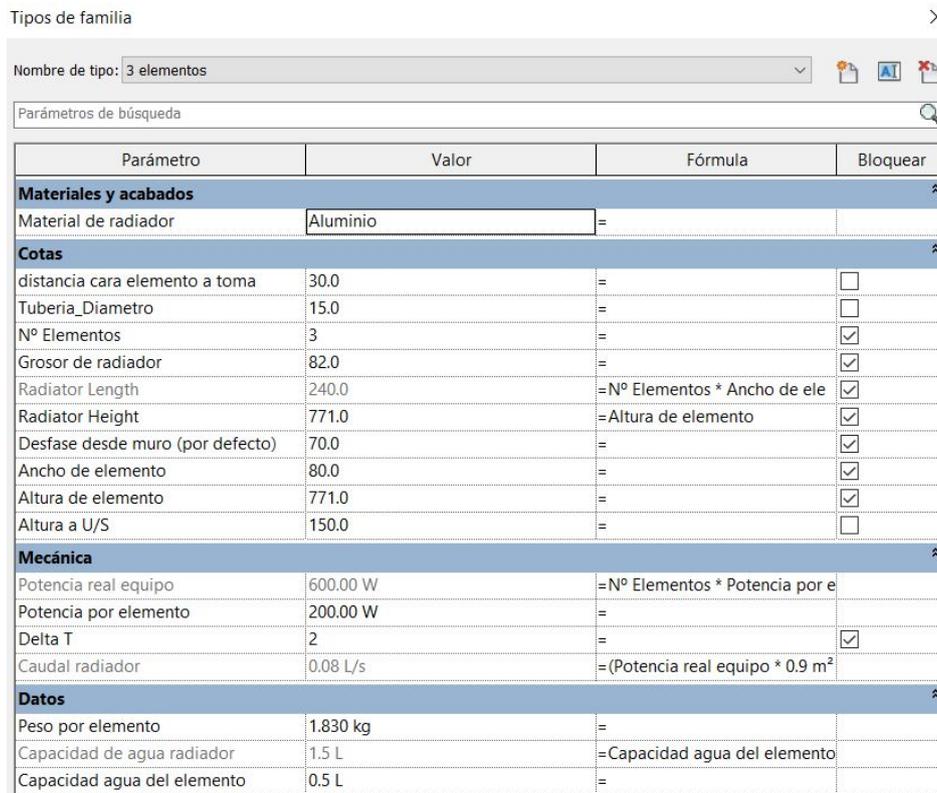
Propiedades	
Elemento conector (1) <span>Editar tipo</span>	
<b>Cotas</b>	
Diámetro	15.0
<b>Mecánica</b>	
Coficiente K	0.000000
Factor de flujo	0.000000
Configuración de flu...	Predefinido
Dirección de flujo	Entrante
Método de pérdida	Sin definir
Permitir ajustes de p...	<input type="checkbox"/>
Clasificación de sist...	Suministro hidrónico
<b>Mecánico - Flujo</b>	
Flujo	0.08 L/s
Pérdida de carga	0.00 Pa
<b>Datos de identidad</b>	
Servicio	<input type="checkbox"/>
Descripción de cone...	Suministro

Imagen 4.309: Suministro hidrónico



Propiedades	
Elemento conector (1) <span>Editar tipo</span>	
<b>Cotas</b>	
Diámetro	15.0
<b>Mecánica</b>	
Coficiente K	0.000000
Factor de flujo	0.000000
Configuración de flu...	Predefinido
Dirección de flujo	Saliente
Método de pérdida	Sin definir
Permitir ajustes de p...	<input type="checkbox"/>
Clasificación de sist...	Retorno hidrónico
<b>Mecánico - Flujo</b>	
Flujo	0.08 L/s
Pérdida de carga	0.00 Pa
<b>Datos de identidad</b>	
Servicio	<input type="checkbox"/>
Descripción de cone...	Retorno

Imagen 4.310: Retorno hidrónico



Parámetro	Valor	Fórmula	Bloquear
<b>Materiales y acabados</b>			
Material de radiador	Aluminio	=	
<b>Cotas</b>			
distancia cara elemento a toma	30.0	=	<input type="checkbox"/>
Tuberia_Diametro	15.0	=	<input type="checkbox"/>
Nº Elementos	3	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Grosor de radiador	82.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Radiator Length	240.0	=Nº Elementos * Ancho de ele	<input checked="" type="checkbox"/>
Radiator Height	771.0	=Altura de elemento	<input checked="" type="checkbox"/>
Desfase desde muro (por defecto)	70.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Ancho de elemento	80.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura de elemento	771.0	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura a U/S	150.0	=	<input type="checkbox"/>
<b>Mecánica</b>			
Potencia real equipo	600.00 W	=Nº Elementos * Potencia por e	
Potencia por elemento	200.00 W	=	
Delta T	2	=	<input checked="" type="checkbox"/>
Caudal radiador	0.08 L/s	=(Potencia real equipo * 0.9 m²	
<b>Datos</b>			
Peso por elemento	1.830 kg	=	
Capacidad de agua radiador	1.5 L	=Capacidad agua del elemento	
Capacidad agua del elemento	0.5 L	=	

Imagen 4.311: Parámetros de ejemplar

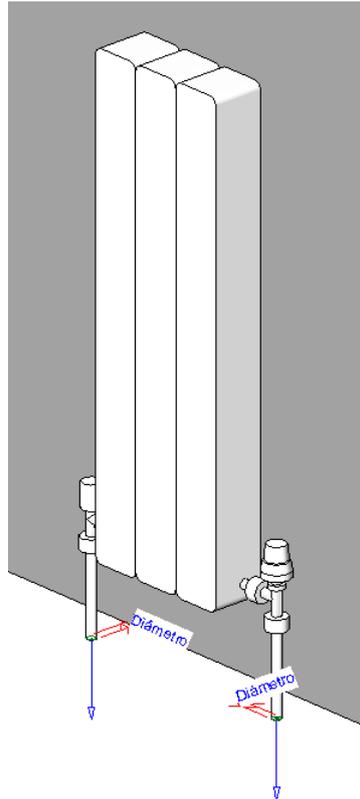


Imagen 4.312: Vista 3D de radiador terminado

#### 4.5.6.2. Trazado de tuberías

Cargamos en el proyecto, todas las familias que intervengan en el proceso de trazado de la red de tuberías de calefacción. Cuando tengamos todas las familias, correctamente colocadas, procedemos a crear el trazado de tuberías.

El trazado de la red de tuberías, se realiza de la misma manera que en el caso de la red de abastecimiento de agua (fontanería), por lo que, no vamos a explicar todo el proceso nuevamente, simplemente un breve resumen.

Lo primero que tenemos que realizar, es crear “*sistemas de familias*” entre todos los aparatos y el equipo. Una vez que tengamos nuestro sistema de familia creado (tanto de suministro hidrónico, como retorno hidrónico), y tengamos designado el equipo (en este caso es la caldera), procedemos a realizar el trazado automático que nos ofrece Revit.

Cuando seleccionemos el trazado que mejor nos parezca, aceptamos el trazado automático, y lo editamos para que se adapte a nuestra forma y gusto.

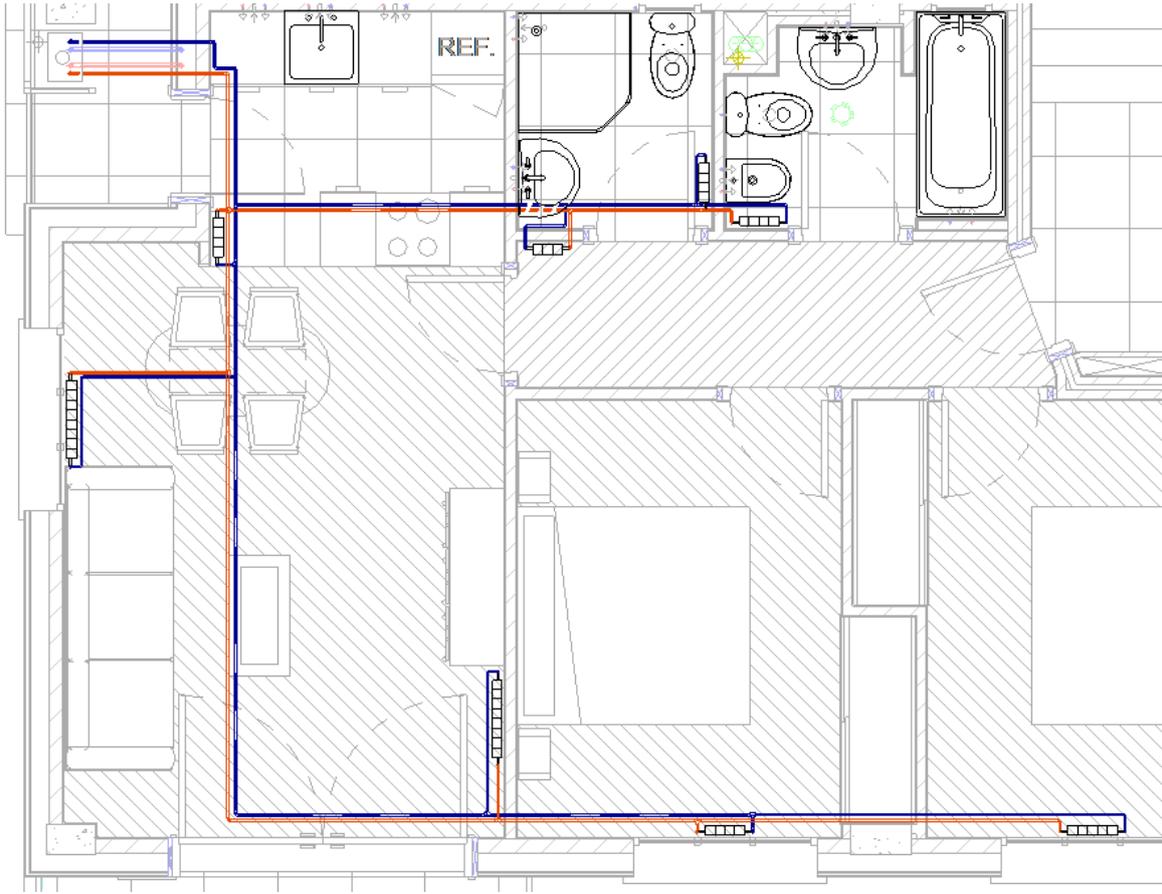


Imagen 4.313: Trazado de red de calefacción

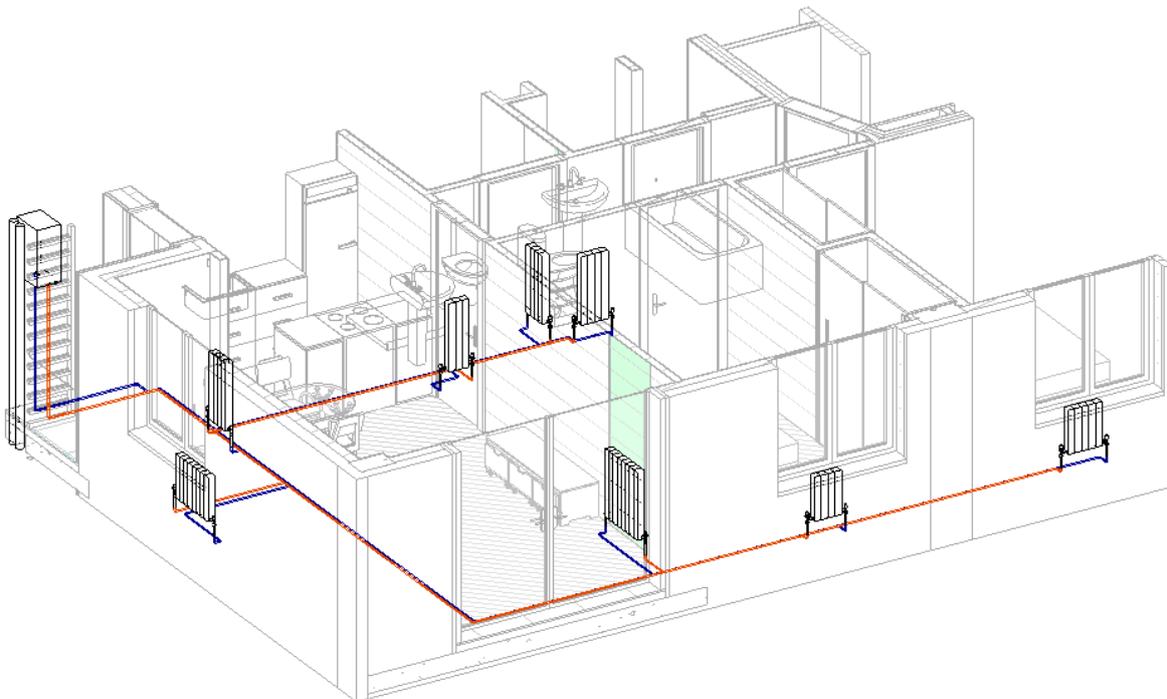


Imagen 4.314: Vista 3D de red de calefacción

## 5. Presupuestos

El plugins que vamos a utilizar, para realizar las mediciones de algunos elementos de nuestro proyecto, es “**MEDIT**”.

Este plugins, podemos descargarlo desde las extensiones de Autodesk, y se usa, exclusivamente, para sacar mediciones y presupuestos de un proyecto BIM.

Cuando ya lo tengamos descargado, lo podemos encontrar en “*ficha complementos, grupo BIM Iberica, Medit*”.



Imagen 5.1: Ruta para usar Medit

Cuando seleccionemos el comando Medit, se nos abrirá la siguiente ventana. En esta ventana, podemos elegir, las categorías que queremos realizar las mediciones y presupuestos del proyecto.

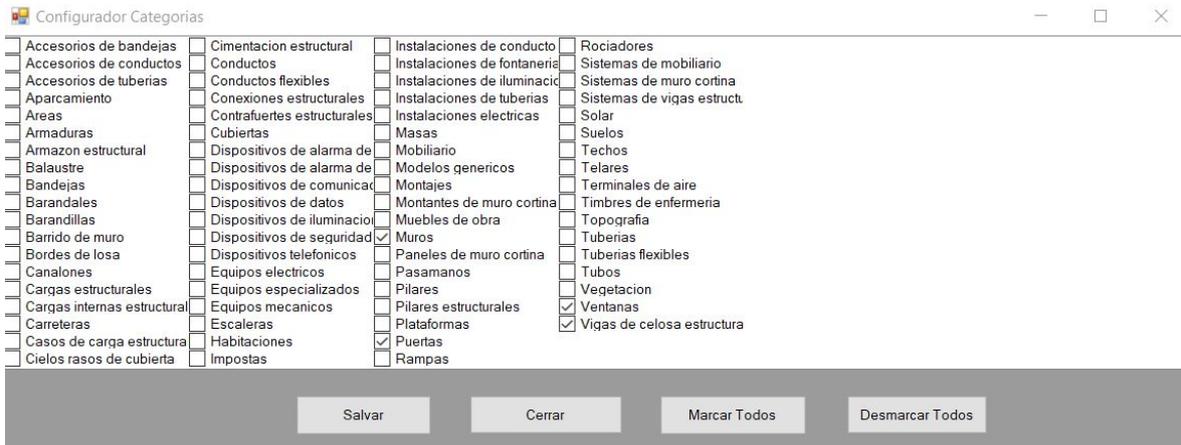


Imagen 5.2: Ventana de categorías para medir

Seleccionamos las categorías, donde queremos trabajar, y luego le damos a “*salvar*” y “*cerrar*”. De esta manera, se nos abrirá la ventana de Medit, donde se nos cargarán todos los elementos, con las categorías que hemos seleccionado.

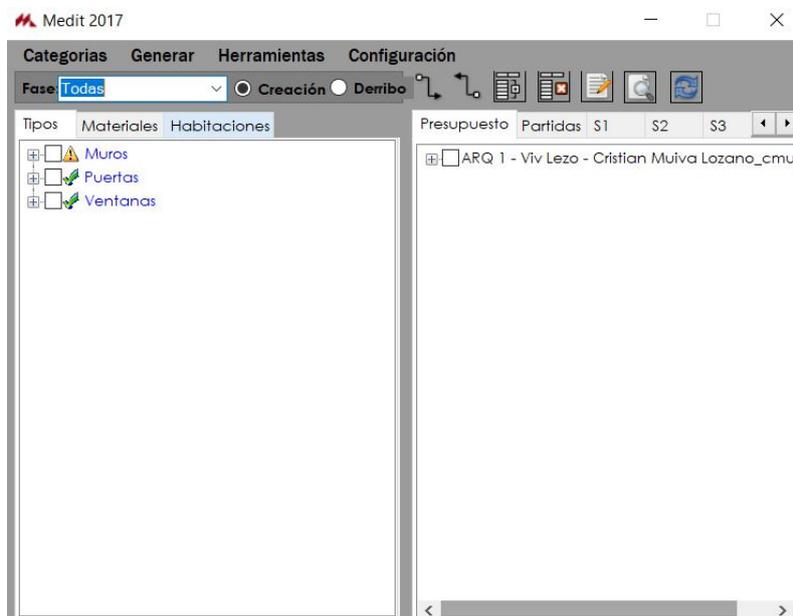


Imagen 5.3: Ventana de configuración Medit

Como podemos observar en la anterior imagen (imagen 5.3), esa es la ventana que Medit utiliza para realizar las mediciones y los presupuestos.

Para sacar los presupuestos, Medit se alimenta de una base de datos de precios, la cual viene cargada por defecto, pero si queremos una propia, también la podemos cargar con una extensión de BC3.

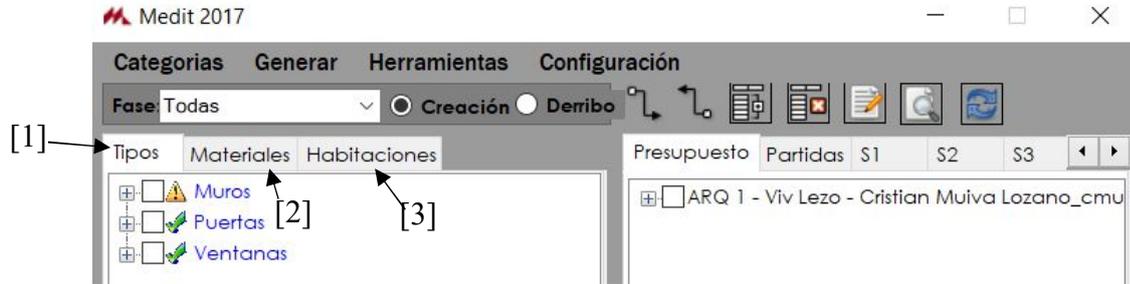


Imagen 5.4: Formas de sacar las mediciones

Medit, puede realizar las mediciones de tres formas distintas, dependiendo de cómo queramos realizar las mediciones de los elementos. Se puede hacer por tipos de elementos [1], por materiales [2], o por habitaciones [3]. Como cada elemento de un modelo se mide de una forma en particular, podemos hacer uso de estas tres categorías, para realizar las mediciones de la forma más eficiente, por ejemplo, las puertas las medimos por tipos, puesto que son familias cargables, que las cuantificamos por unidad, sin embargo, el lucido de yeso de los tabiques, los realizamos mediante materiales, debido a que contamos el área o volúmenes de los materiales.

Para asignar una partida a un elemento de material, por ejemplo, tenemos que seleccionar el material, al cual queremos asignar la partida, y luego nos vamos a “partidas” del cuadro de presupuestos.

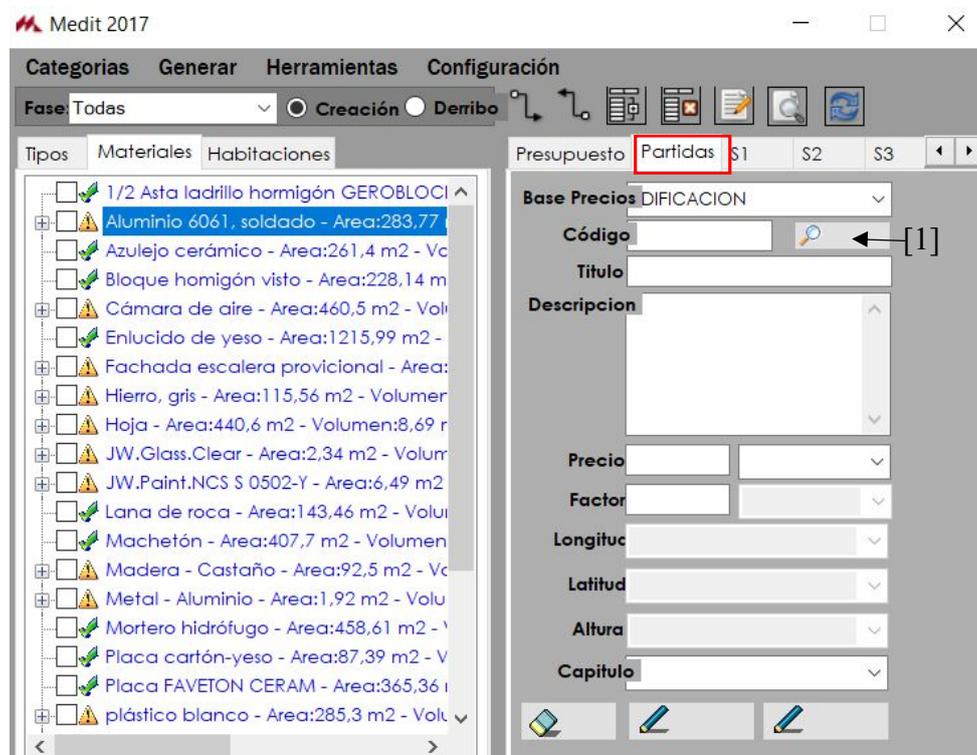


Imagen 5.5: Material seleccionado para partida

Una vez que tengamos seleccionado el material, le damos a buscar en base de datos [1], y se nos abrirá la siguiente ventana, donde tenemos que buscar la partida del material seleccionado, y dándole doble clic, se nos agrega a nuestro presupuesto.

Formulario de Búsqueda de Fiebdc

CODIGO	RESUMEN
..	SUBIR NIVEL...
E08PFA010	ENFOSCADO BUENA VISTA M-5 VERTIC.
E08PFA020	ENFOSCADO BUENA VISTA M-10 VERTIC.
E08PFA030	ENFOSCADO M-5 CÁMARAS
E08PFA040	ENFOSCADO HIDROFUGADO M-10 VERTIC.
E08PFA050	ENFOSCADO HIDROFUGADO M-10 HORIZ.
E08PFA060	ENFOSCADO FRATASADO M-5 VERTIC.
E08PFA070	ENFOSCADO FRATASADO M-10 VERTIC.
E08PFA080	ENFOS.FRATA.CEM.BLANCO M-10 VERTIC.
E08PFA090	ENFOS.FRA.CEM.B.ARENA BL. M-10 VERTIC.
E08PFA100	ENFOSCADO FRATASADO M-15 VERTIC.
E08PFA110	ENFOSCADO FRATASADO M-10 HORIZ.
E08PFA120	ENFOS.FRATA.CEM.BLANCO M-10 HORIZ.

**Título**  
ENFOSCADO BUENA VISTA M-5 VERTIC. Guardar

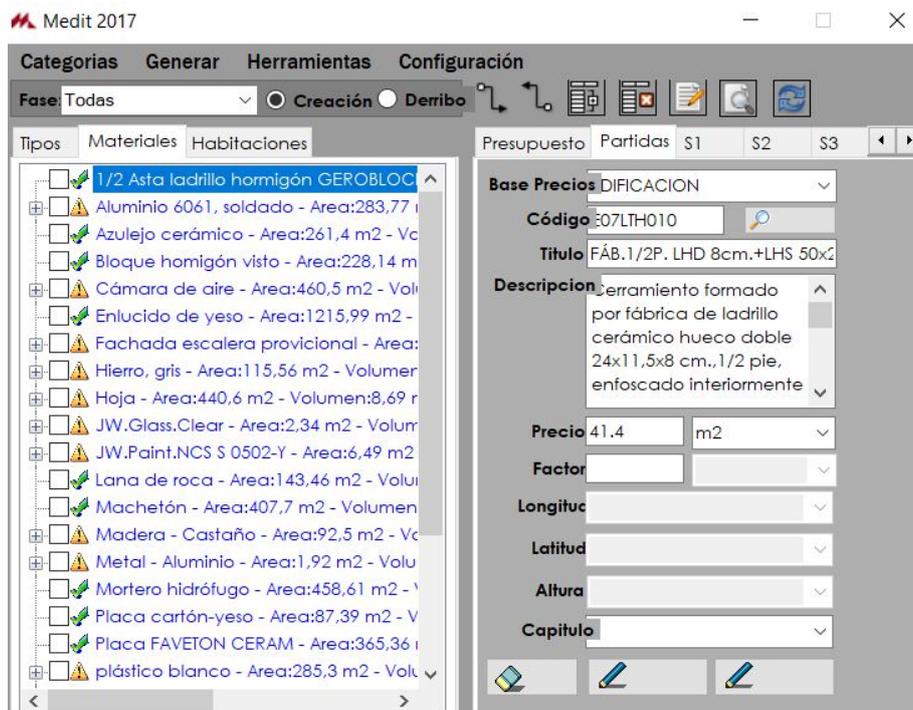
**Descripcion**  
Enfoscado a buena vista sin maestrear, aplicado con llana, con mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5 en paramentos verticales de 20 mm. de espesor, reglado i/p.p. de andamiaje, s/NTE-RPE-5, medido deduciendo huecos. ^

Editador
Guardar

Imagen 5.6: Base de precios

Como podemos observar, nos selecciona una partida de la base de precios que tenemos cargada, y nos asigna una descripción y las mediciones oportunas.

Cuando le demos doble clic a la partida seleccionada, se nos cargará automáticamente en el elemento de nuestro proyecto, con las mediciones adecuadas del modelado.



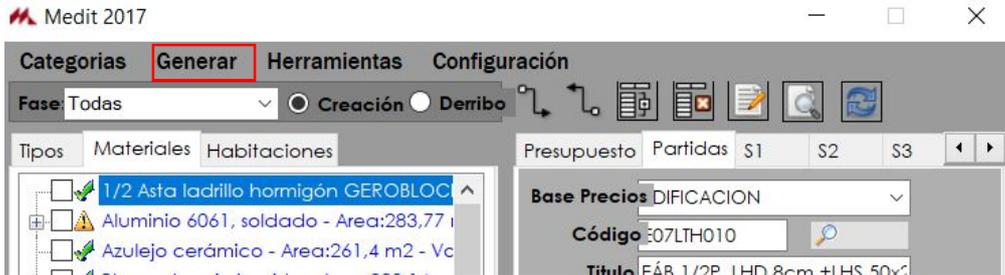
The screenshot shows the Medit 2017 software interface. On the left, a list of materials is displayed under the 'Materiales' tab. The selected item is '1/2 Asta ladrillo hormigón GEROBLOC'. On the right, the 'Partidas' panel is open, showing the following details for the selected item:

- Base Precios:** DIFICACION
- Código:** E07LTH010
- Título:** FÁB.1/2P. LHD 8cm.+LHS 50x2
- Descripcion:** Herramiento formado por fábrica de ladrillo cerámico hueco doble 24x11,5x8 cm., 1/2 pie, enfoscado interiormente
- Precio:** 41.4 m2
- Factor:** (empty)
- Longitud:** (empty)
- Latitud:** (empty)
- Altura:** (empty)
- Capitulo:** (empty)

Imagen 5.7: Partida rellena con base de precios

De esta forma, vamos asignando a cada uno de los elementos que tenemos modelados, una partida de la base de precios que elijamos, por lo que tenemos controlada las mediciones a tiempo real.

Para sacar mediciones y presupuestos, lo podemos sacar en formato BC3, Naviswork, o Excel. Como queremos mediciones rápidas de nuestro modelo, lo vamos a realizar, exportando un archivo Excel. Para exportar un archivo Excel de las mediciones, nos tenemos que ir a la ficha generar, y en el desplegable, elegimos el formato de Excel.



Comenzará a trabajar el programa, y cuando acabe, se abrirá un archivo Excel, donde aparecerán todas las mediciones y el presupuesto de nuestros elementos.

Nº Orde	Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
ARQ_1	ARQ_1		CARPINTERÍA			38.206,49
CA	CA		Carpintería de aluminio			22.679,23
CA.1	E14PEA03t	ud	P.BALCON. PVC 2 H.PRACT. 150x210cm	6,00	575,40	3.452,40
CA.2	E14PEA01c	ud	P.BALCON. PVC 1H.PRACT. 80x210cm	1,00	363,46	363,46
CA.3	E14ALQ02	ud	P.BALC. AL.LB.PRACT. 2H. 160x210cm	8,00	732,07	5.856,56
CA.4	E14ALQ06	m2	BALCON.AL.LB.PRACT. 1H. MONDBLOC	1,29	372,24	480,19
CA.5	E14ALT02t	ud	VENT.AL.LB.OSCIL.R.P.T. 150x120cm	14,00	625,40	8.755,60
CA.6	E14ALV01c	ud	VENT.AL.LB.PRACT.1HOJA 60x120cm	2,00	203,31	406,62
CA.7	E14ALT04t	m2	VENT.AL.LB.OSCIL.R.P.T. 1HOJA	8,00	420,55	3.364,40
CM	CM		Carpintería de madera			15.527,27
CM.1.2	E13EPL03t	ud	P.P. LISA HUECA, PINO MELIX/MUKALI	24,00	152,66	3.663,84
CM.3	E13EPL09t	ud	P.P. LISA MACIZA MELAMINA	1,00	197,79	197,79
CM.4	E13EPL15c	m2	P.P. LISA MACIZA	1,50	342,17	513,26
CM.5	E13EFS01c	ud	P.PASO 1H. E12-60 LISA P/PINTAR	6,00	466,01	2.796,06
CM.5	E13EFN01c	ud	P.PASO 1H. E12-90 LISA P/PINTAR	9,00	928,48	8.356,32
ARQ_2	ARQ_2		Cerramientos			120.266,01
ARQ_2.1	E07LD010	m2	FÁB.LADR. 1/2P. HUECO DOBLE 8cm. MORT.M-	359,19	23,83	8.559,50
ARQ_2.10	E08PEM01	m2	GUARNECIDO MAESTREADO Y ENLUCIDO	1.215,99	12,23	14.871,56
ARQ_2.11	E07BHB01	m2	FÁB.BLOQ.HORM.BLAN. 40x20x10 C/VT	228,14	39,93	9.109,63
ARQ_2.12	E12APP02	m2	ALIC. PORCEL. TEC. 40x40 cm. NATURAL	261,40	41,89	10.950,05
ARQ_2.2	E07LTP01t	m2	FÁB. 1/2P. PERF. 7cm+LHS 50x20x4 MORT.M-5	39,88	44,42	1.771,47
ARQ_2.3	E08PKB01	m2	MORTERO ENFOSCADO BASE GRIS	253,70	15,72	3.988,16
ARQ_2.4	E10ATV07t	m2	ISL. TÉRMICO XPS e=40 mm	451,00	17,81	8.032,31
ARQ_2.5	E07WT010	m2	TABLERO IPN+100x25x4cm.+C.COMPRESIÓN	365,36	46,10	16.843,10
ARQ_2.6	E08TAK01t	m2	F. TECHO YESO LAM. LISO N-13 PD	87,39	25,51	2.229,32
ARQ_2.7	E08PKP01	m2	REVESTIMIENTO HIDRÓFUGO 3D	458,61	30,14	13.822,51
ARQ_2.9	E10ATV01c	m2	ISL. TERM.CÁMARAS L.MINERAL. e=60 mm.	143,59	10,96	1.573,75
FÁB. 1/2	E07LTH01t	m2	FÁB. 1/2P. LHD 8cm.+LHS 50x20x4 MORT.M-5	688,76	41,40	28.514,66

Imagen 5.8: Vista de presupuesto resumido

El archivo generado por Medit de algunos elementos del proyecto, lo podemos encontrar en el Anexo 2.

## 6. Conclusiones

Después de haber realizado el modelado de todo el proyecto, he sacado algunas conclusiones sobre la metodología BIM que he utilizado.

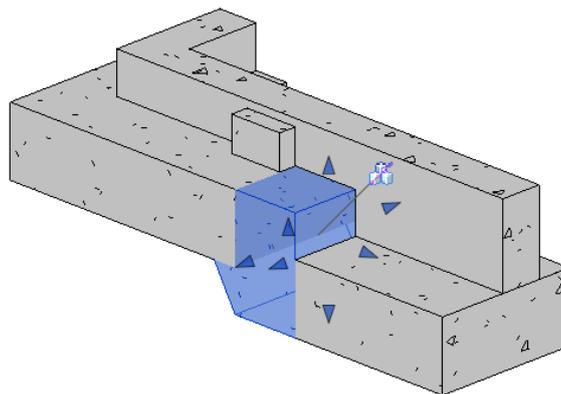
- *Archivo de estructura*

Durante el proceso de modelado de la parte estructural, he podido notar, que es mucho más intuitivo realizar el modelado y el cálculo, mediante un software BIM, puesto que te da una visión más amplia de los elementos.

Cuando me enviaron los DWG de la parte de estructura, no me di ni cuenta de los posibles fallos que pudiera tener, simplemente, observaba unos planos con mucho detalle estructural que entendía, pero no vinculaba con las otras áreas. Este es uno de los grandes problemas que he podido observar en el proyecto, la descoordinación que hay entre los distintos departamentos que intervienen en la obra, ya que al no haber una plataforma que una todos los planos y los solape entre sí, para observar los fallos que estamos cometiendo (utilizando la metodología CAD), se comente muchas incoherencias, y siendo un proyecto pequeño como es este caso.

El problema de incoherencia más notorio que tuve en durante el modelado del archivo de estructuras, fue que no concordaban las escaleras de arquitectura y estructura, puesto que las en algunos tramos, aparecían huellas y en otros desaparecían.

En cuanto al modelado en Revit, también tuve problemas, como por ejemplo, debido a que el edificio está situado en un terreno con pendiente, las zapatas están a distinta cota, con lo cual se tenía que realizar elementos singulares para resolver esos saltos. La dificultad que tuve, para resolver este problema, las cimentaciones en Revit (las aisladas), son familias cargables, y las zapatas corridas, son familias de sistemas, con lo cual, no puedes cambiar la forma de la zapata para que se adapte a las distintas cotas de los muros. Para resolver este problema, opté por realizar masas in-situ, y para que tuviera la categoría de cimentación, le cambié la categoría. El inconveniente que tiene el resolver este problema, mediante masa in-situ, es que cuando vamos a armar las zapatas, no podemos, puesto que Revit, no arma las masas, aunque tenga la categoría de cimentación.



*Imagen 6.1: Zapata con masa in-situ*

Por otra parte, también nos encontramos con que para realizar los cálculos de una estructura, nos tenemos que ir a Robot Structure, el cual me parece que es un programa con muchos fallos, sobre todo de visualización, puesto que, para hacer cualquier acción, hay que estar cambiándose de ventana constantemente.

En general, el modelado de la estructura en Revit, y el pequeño calculo que he realizado en Robot, me han servido para ampliar mi visión de la estructura de un edificio, ya que no era totalmente consciente de la posición de todos los elementos, la conexiones que hay entre unos y otros y lo más importante, no me daba cuenta de los cálculos que hay que realizar para modelar una estructura idónea.

- *Archivo de arquitectura*

Al igual que en el archivo de estructura, en el de arquitectura, puede darme cuenta de muchas cosas que pasaba por alto cuando dibujaba los planos en CAD.

Hay tantos detalles y encuentros importantes, que uno no es consciente de todos los posibles problemas que se puede encontrar cuando se va a construir un edificio. Cuando dibujaba los planos en CAD, cuando estaba en la Universidad, no era consciente de que más allá de encontrar una solución 2D y plasmarlo en los planos, también tenía que pensar en los elementos que estaban alrededor, no solo en un encuentro, ya que ese encuentro, afecta a otros más y poco a poco se transforma en una cadena de problemas, que cuando lo estaba modelando en 2D, no era totalmente consciente.

Hay diversos factores que intervienen a la hora de elegir una forma de trabajar, si tenemos claro los objetivos a conseguir con el modelo que vamos a realizar, será mucho más sencillo extraer los datos necesarios, para alcanzar esos objetivos. En este proyecto, como ya lo he mencionado al principio, los objetivos con el modelo de arquitectura que hemos realizado, era alcanzar un nivel alto de detalle, para sacar unas mediciones lo más exactas posibles. Este objetivo, lo hemos conseguido aplicando el método de varios muros, el cual es arduo de ejecutar, pero muy enriquecedor para el aprendizaje, puesto que hay que tener bien claro, las alturas de los elementos, las capas de cada muro o suelo, las características de estas capas...etc.

En la labor de aprendizaje, se puede decir, que he aprendido mucho sobre la construcción con el modelado 3D de un edificio, ya que es muy visual y didáctico, además de ser más fácil el encontrar fallos de modelado, por que saltan a la vista cuando algo no va bien.

El posible fallo que puede tener Revit, para realizar un modelo BIM, es al maquetar los planos, aunque dedicando un tiempo, se puede solucionar perfectamente e incluso se puede hacer más rápido que en CAD. Cuando ya tienes familias creadas, y sabes cómo sacarle partido, puedes agilizar mucho el arduo trabajo de la maquetación de los planos. Aunque en mi opinión, los modelos BIM, no están pensados para sacar planos 2D, si no que se puede trabajar la maqueta virtual y extraer toda la información necesaria, desde un archivo 3D. La información que se extraiga de los archivos 3D, será mucho más clara, a la vez que verídica, al contrario de los planos, en muchas ocasiones, nos encontramos con que los planos, no coinciden con la realidad.



*Imagen 6.2: Vista 3D del modelo de arquitectura*

- *Modelo de instalaciones*

El diseño y el cálculo de las instalaciones de proyecto real, tuve la oportunidad de haberlo realizado yo mismo, cuando estaba de prácticas en el estudio de ingeniería. Cuando estaba dibujando y calculando las distintas instalaciones del proyecto, todo encajaba y era relativamente sencillo dibujar las instalaciones, pero a la hora de modelar en Revit, esas mismas instalaciones, diseñadas y calculadas para su ejecución, tuve muchos inconvenientes.

Sucede lo mismo que en los anteriores modelos, como estamos modelando en una plataforma, que nos permite observar el modelo tridimensional de las instalaciones, tenemos que tener un mayor conocimiento y control sobre las instalaciones que estamos modelando, puesto que tenemos que realizar acorde la realidad.

Al igual que en la realidad, los instaladores tienen muchos problemas, para ejecutar un diseño de instalación, lo mismo nos sucede cuando estamos modelando instalaciones en 3 dimensiones. Esto nos resuelve muchos posibles problemas, de cara a la ejecución de la obra, puesto que, nos encontraríamos la mayor parte de problemas, durante el proceso de modelado, y no cuando ya lo estamos ejecutando.

Cuando estamos modelando, como no hay nada construido, podemos tomar decisiones más precisas y con más tiempo, por lo tanto, nos aseguramos de que todo funcione correctamente.

El mayor problema que he tenido en este proyecto, fue a la hora de modelar las instalaciones de saneamiento y ventilación de las viviendas, puesto que ambas, ocupan mucho espacio en el falso techo, con lo cual, hay que ingeniárselas para solucionar los encuentros y que no haya choques entre ninguna de las instalaciones.

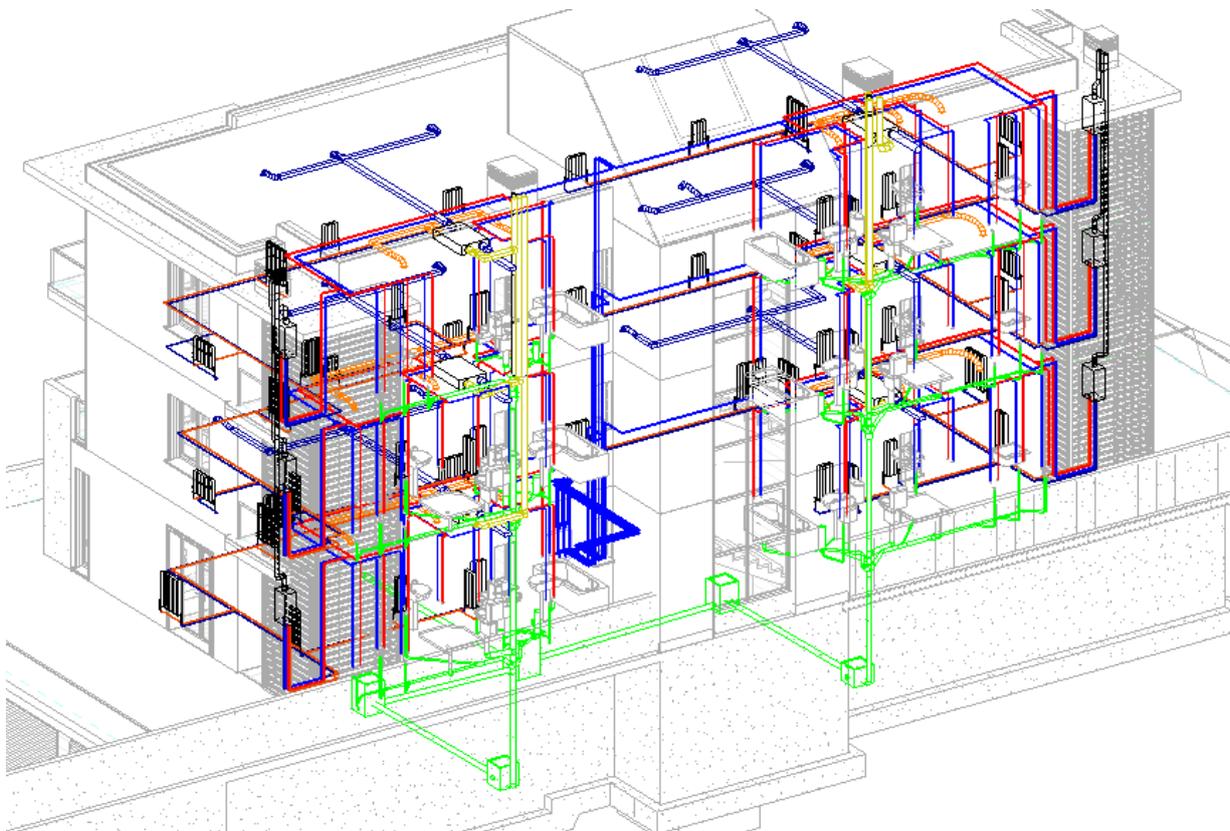
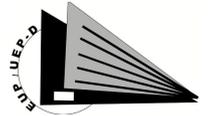


Imagen 6.3: Vista 3D de las instalaciones

ANEXO 1 Habitaciones y acabados					
Nombre	Área	Perímetro	Acabado de muro	Acabado del suelo	Acabado del techo
Garaje 3A	36.31 m <sup>2</sup>	28.66	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Garaje 2A	33.38 m <sup>2</sup>	27.51	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Garaje 1A	38.57 m <sup>2</sup>	29.57	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Garaje 1B	40.70 m <sup>2</sup>	30.05	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Garaje 2B	33.44 m <sup>2</sup>	27.50	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Garaje 3B	36.31 m <sup>2</sup>	28.67	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Zona común B	4.99 m <sup>2</sup>	9.75	Pintura blanca	Gres Porcelánico	Pintura blanca
Zona común A	4.99 m <sup>2</sup>	9.75	Pintura blanca	Gres Porcelánico	Pintura blanca
Cuarto Electricidad	5.10 m <sup>2</sup>	11.49	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
Cuarto de basuras	10.76 m <sup>2</sup>	16.67	Pintura blanca	Hormigón pulido	Pintura blanca
ARQ +00 PB: 10	244.55 m <sup>2</sup>	219.63			
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
01 - Sala-Comedor-Cocina	26.44 m <sup>2</sup>	24.15	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
01 - Sala-Comedor-Cocina	26.34 m <sup>2</sup>	24.10	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
04 - Baño 1	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca

05 - Baño 2	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
Terraza	89.39 m <sup>2</sup>	80.99			
Terraza	86.70 m <sup>2</sup>	80.47			
ARQ +3 P1: 14	294.66 m <sup>2</sup>	317.23			
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
01 - Sala-Comedor- Cocina	22.09 m <sup>2</sup>	21.17	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
01 - Sala-Comedor- Cocina	22.09 m <sup>2</sup>	21.17	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	Pintura blanca	Suelo porcelanico	Pintura blanca
Balcón	5.24 m <sup>2</sup>	10.56		Gres Porcelánico	
Balcón	5.12 m <sup>2</sup>	10.41		Gres Porcelánico	
Tendedero	1.90 m <sup>2</sup>	6.44	Pintura blanca	Suelo porcelanico	Pintura blanca
Tendedero	1.92 m <sup>2</sup>	6.50	Pintura blanca	Suelo porcelanico	Pintura blanca
ARQ +6.18 P2: 16	124.16 m <sup>2</sup>	183.78			
00 - Pasillo entrada	5.06 m <sup>2</sup>	10.54	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
01 - Sala-Comedor- Cocina	22.09 m <sup>2</sup>	21.17	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	Pintura blanca	Parquet madera de	Pintura blanca
04 - Baño 1	2.80 m <sup>2</sup>	6.71	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
05 - Baño 2	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca



03 - Habitación 2	10.91 m <sup>2</sup>	13.90	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
02 - Habitación 1	10.55 m <sup>2</sup>	13.70	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
00 - Pasillo entrada	4.34 m <sup>2</sup>	9.34	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
04 - Baño	3.57 m <sup>2</sup>	8.91	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
05 - Cocina	7.23 m <sup>2</sup>	11.70	Cerámica	Suelo porcelanico	Pintura blanca
01 - Sala-Comedor	18.28 m <sup>2</sup>	18.18	Pintura blanca	Parquet de madera	Pintura blanca
Balcón	5.22 m <sup>2</sup>	10.35		Gres Porcelánico	
Balcón	5.22 m <sup>2</sup>	10.35		Gres Porcelánico	
Tendedero	1.88 m <sup>2</sup>	6.40	Pintura blanca	Suelo porcelanico	Pintura blanca
Tendedero	1.92 m <sup>2</sup>	6.50	Pintura blanca	Suelo porcelanico	Pintura blanca
ARQ +9.18 P3: 16	124.14 m <sup>2</sup>	184.26			
Cuarto de máquinas	4.85 m <sup>2</sup>	9.08	Pintura blanca	Suelo porcelanico	Pintura blanca
ARQ +12.18 PC: 1	4.85 m <sup>2</sup>	9.08			
Total general: 57	792.36 m <sup>2</sup>	913.98			

ANEXO 2\_Muestra de mediciones y presupuestos desde Medit

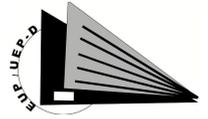
D:\PROYECTO FINAL DE CARRERA\01 MODELO\ARQ 1 - Viv Lezo - Cristian Muiva Lozano.rvt

**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

#####

Nº Orden	Código	Ud	Descripción	Uds.
<b>IMPORTE TOTAL</b>				
<b>ARQ_1</b>	<b>ARQ_1</b>		<b>CARPINTERÍA</b>	
<b>CA</b>	<b>CA</b>		<b>Carpintería de aluminio</b>	
CA.1	E14PEA030	ud	P.BALCON. PVC 2 H.PRACT.150x210cm Puerta balconera de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas practicables para acristalar, con eje vertical, de 150x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. S/NTE-FCP-15. PUERTA : CML_Puerta balconera Alum una hoja_80x225	
			ARQ +3 P1 - 722765 -	1,0
			ARQ +3 P1 - 744914 -	1,0
			ARQ +6.18 P2 - 845928 -	1,0
			ARQ +6.18 P2 - 845929 -	1,0
			ARQ +9.18 P3 - 846036 -	1,0
			ARQ +9.18 P3 - 846037 -	1,0

CA.2	E14PEA010 ud	P.BALCON. PVC 1 H.PRACT.80x210cm Puerta balconera de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja practicable para acristalar, con eje vertical, de 80x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. S/NTE-FCP-14. PUERTA : CML_Puerta azotea_90 x 210 cm ARQ +12.18 PC - 1000138 -	1,0
CA.3	E14ALQ020 ud	P.BALC.AL.LB.PRACT. 2H. 160x210cm Puerta balconera practicable de 2 hojas para acristalar, de aluminio lacado blanco de 60 micras, con rotura de puente térmico, de 160x210 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas con zócalo inferior ciego de 30 cm., y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-16. Puerta balconera : CML_Puerta balconera Alum_225x150 ARQ +3 P1 - 689009 - ARQ +3 P1 - 713233 - ARQ +3 P1 - 713283 - ARQ +3 P1 - 713436 -  Puerta balconera : CML_Puerta balconera Alum_225x235 cm ARQ +6.18 P2 - 964446 - ARQ +6.18 P2 - 964633 - ARQ +9.18 P3 - 965328 - ARQ +9.18 P3 - 965329 -	1,0 1,0 1,0 1,0  1,0 1,0 1,0 1,0
CA.4	E14ALQ060 m2	BALCON.AL.LB.PRACT. 1H. MONOBLOC Carpintería de aluminio lacado blanco de 60 micras, con rotura de puente térmico, en puertas balconeras practicable de 1 hoja para acristalar, menores o iguales a 2 m2. de superficie total, compuesta por cerco con carriles para persiana y capialzado monobloc, persiana de PVC, hoja con zócalo inferior ciego de 30 cm. y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-15.	



Puerta de entrada con vidrio : 1290 x 2090 mm  
- M13 (M10+M3) x M21  
ARQ +00 PB - 953173 -

1,0

CA.5      E14ALT020    ud    VENT.AL.LB.OSCIL.R.P.T.150x120cm  
Ventana oscilobatiente de 2 hojas de aluminio lacado blanco de 60 micras, con rotura de puente térmico de 150x120 cm. de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-3.  
VENTANA : CML\_Ventana de Alum\_150x155 cm