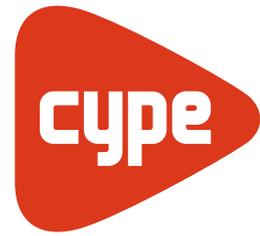


Ejemplo práctico
CYPECAD

CYPECAD

Ejemplo práctico



Software *para*
**Arquitectura,
Ingeniería y
Construcción**

CYPE Ingenieros, S.A.

Avda. Eusebio Sempere, 5
03003 Alicante
Tel. (+34) 965 92 25 50
Fax (+34) 965 12 49 50
cype@cype.com

CYPE Madrid

Augusto Figueroa, 32-34, bajo
28004 Madrid
Tel. (+34) 915 22 93 10
Fax (+34) 915 31 97 21
cype.madrid@cype.com

CYPE Catalunya

Almogàvers, 64-66, 2º A
08018 Barcelona
Tel. (+34) 934 85 11 02
Fax (+34) 934 85 56 08
cype.catalunya@cype.com

www.cype.com

IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUIERE SU ATENCIÓN Y SU LECTURA

La información contenida en este documento es propiedad de CYPE Ingenieros, S.A. y no puede ser reproducida ni transferida total o parcialmente en forma alguna y por ningún medio, ya sea electrónico o mecánico, bajo ningún concepto, sin la previa autorización escrita de CYPE Ingenieros, S.A. La infracción de los derechos de propiedad intelectual puede ser constitutiva de delito (arts. 270 y sgts. del Código Penal).

Este documento y la información en él contenida son parte integrante de la documentación que acompaña a la Licencia de Uso de los programas informáticos de CYPE Ingenieros, S.A. y de la que son inseparables. Por consiguiente está amparada por sus mismas condiciones y deberes.

No olvide que deberá leer, comprender y aceptar el Contrato de Licencia de Uso del software del que es parte esta documentación antes de utilizar cualquier componente del producto. Si NO acepta los términos del Contrato de Licencia de Uso, devuelva inmediatamente el software y todos los elementos que le acompañan al lugar donde lo adquirió para obtener un reembolso total.

Este manual corresponde a la versión del software denominada por CYPE Ingenieros, S.A. como CYPECAD. La información contenida en este documento describe sustancialmente las características y métodos de manejo del programa o programas a los que acompaña. La información contenida en este documento puede haber sido modificada posteriormente a la edición mecánica de este libro sin previo aviso. El software al que acompaña este documento puede ser sometido a modificaciones sin previo aviso.

CYPE Ingenieros, S.A. dispone de otros servicios entre los que se encuentra el de Actualizaciones, que le permitirá adquirir las últimas versiones del software y la documentación que le acompaña. Si Ud. tiene dudas respecto a este escrito o al Contrato de Licencia de Uso del software o quiere ponerse en contacto con CYPE Ingenieros, S.A., puede dirigirse a su Distribuidor Local Autorizado o al Departamento Posventa de CYPE Ingenieros, S.A. en la dirección:

Avda. Eusebio Sempere, 5 · 03003 Alicante (España) · Tel: +34 965 92 25 50 · Fax: +34 965 12 49 50 · www.cype.com

© CYPE Ingenieros, S.A.

Editado e impreso en Alicante (España)

Windows ® es marca registrada de Microsoft Corporation ®

Índice general

Ejemplo práctico	7
1. Introducción de una obra en CYPECAD	7
1.1. Datos iniciales	7
1.1.1. Alturas entre plantas	8
1.1.2. Acciones a considerar	8
1.1.2.1. Cargas permanentes	8
1.1.2.2. Sobrecarga de uso	8
1.1.2.3. Acción del viento	9
1.1.2.4. Acción sísmica	9
1.1.2.5. Carga de nieve	9
1.1.2.6. Resistencia al fuego	9
1.2. Creación del archivo	9
1.2.1. Introducción mediante la opción “Introducción automática” (PRIMER MÉTODO)	10
1.2.1.1. Asistente: “Plantas/grupos”	11
1.2.1.2. Asistente: “Descripción de los grupos”	11
1.2.1.3. Asistente: “Plantillas DXF-DWG”	11
1.2.1.4. Asistente: “Vistas”	12
1.2.1.5. Asistente: “Asignar vistas a los grupos”	12
1.2.1.6. Asistente: “Capas para pilares”.	13
1.2.1.7. Asistente: “Capas para vigas”	13
1.2.2. Importación de IFC (SEGUNDO MÉTODO)	13
1.2.2.1. Asistente IFC: “Selección del fichero”	13
1.2.2.2. Asistente IFC: “Altura de las plantas”	14
1.2.2.3. Asistente IFC: “Cargas en plantas”	14
1.2.2.4. Asistente IFC: “Pilares”	15
1.2.2.5. Asistente IFC: “Forjados”	15
1.2.2.6. Asistente IFC: “Cargas de cerramientos”	15
1.2.2.7. Asistente IFC: “Plantillas de dibujo”	16
1.3. Introducción de pilares (pestaña Entrada de pilares)	16
1.3.1. Datos generales de la obra	16
1.3.1.1. Normativa y materiales	16
1.3.1.2. Viento	17
1.3.1.3. Sismo	17
1.3.1.4. Fuego	18
1.3.2. Creación de plantas y grupos del proyecto	19
1.3.2.1. Agrupar plantas	19
1.3.3. Introducción de pilares	19
1.3.3.1. Introducción automática o Importación de IFC	19
1.4. Introducción de vigas, muros y forjados (pestaña Entrada de vigas)	20
1.4.1. Muros	20
1.4.2. Vigas	23
1.4.2.1. Entrada de datos mediante “Introducción automática DXF/DWG”	23
1.4.2.2. Entrada de datos mediante “Importación de IFC” ..	26
1.4.3. Introducción de forjados	26
1.4.4. Pasos para completar la introducción de vigas	29
1.4.5. Introducción de cargas	32
1.4.5.1. Cargas superficiales	32
1.4.5.2. Cargas lineales	33
1.4.5.3. Vistas de cargas	35
1.4.6. Escaleras	35
1.4.7. Calcular	39
1.4.7.1. Módulos para “Cálculo distribuido: 2 y 4 procesadores”	40

1.5. Cimentación	40
1.5.1. Introducción de zapatas	41
1.5.2. Introducción de vigas centradoras y correas de atado	42
2. Consulta de resultados	43
2.1. Masa movilizada en el sismo	43
2.2. Deformaciones y desplomes de la estructura	43
2.3. Pilares	44
2.4. Vigas	45
2.4.1. Errores	45
2.4.2. Modificación de armados	46
2.4.2.1. Alineaciones	46
2.4.2.2. Editar vigas	47
2.5. Forjados	48
2.5.1. Modificación de armados	48
2.5.2. Copiar armado de otro grupo	50
2.5.3. Guardar copia del armado de todos los grupos	50
2.6. Cimentación	50
2.6.1. Datos del terreno	50
2.6.2. Dimensionar	51
2.6.3. Editar zapatas	51
3. Recursos de edición	52
4. Planos	52
5. Listados	53
6. Mediciones y presupuestos	54

Presentación

CYPECAD es el software para el proyecto de edificios de hormigón armado y metálicos que permite el análisis espacial, el dimensionado de todos los elementos estructurales, la edición de las armaduras y secciones y la obtención de los planos de construcción de la estructura.

Realiza el cálculo de estructuras tridimensionales formadas por soportes y forjados, incluida la cimentación, y el dimensionado automático de los elementos de hormigón armado y metálicos.

Con **CYPECAD**, el proyectista tiene en su mano una herramienta precisa y eficaz para resolver todos los aspectos relativos al cálculo de su estructura de hormigón de cualquier tipo. Está adaptado a las últimas normativas españolas y de numerosos países.

Ejemplo práctico

1. Introducción de una obra en CYPECAD

En el presente ejemplo se dan las pautas que se seguirán para la correcta introducción de un edificio de 9 viviendas, con bajos comerciales y sótano situado en Alicante. Si bien cada proyecto tiene sus particularidades que, en general, no se pueden extrapolar a otros proyectos, en este ejemplo se acometerán algunas, ante las cuales se proponen soluciones que en futuros proyectos puedan ser de utilidad.



Fig. 1.1

1.1. Datos iniciales

Es necesario que estudiemos bien el proyecto previamente a la introducción de datos en el programa, ya que escoger un camino errado supone perder tiempo al tener que repetir la entrada de datos.

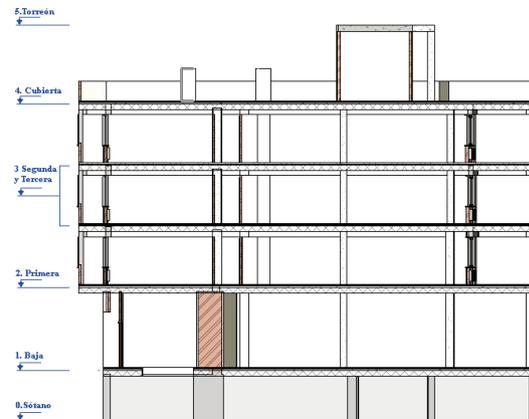


Fig. 1.2

Lo primero que debemos identificar en el proyecto es el número de grupos (niveles) que hay en el mismo, en nuestro ejemplo tenemos 6, que corresponden a planta baja, primera, segunda, tercera, cubierta y torreón. Como las plantas 2 y 3 son iguales a efectos geométricos y sus estados de cargas actuantes también lo son, podemos agrupar dichas plantas, por lo que tenemos 5 grupos y 6 plantas. Cuando se vayan a definir estos datos en el programa, se debe tener en cuenta que, donde nace o muere un pilar, muro, núcleo de escaleras o viga inclinada, debe definirse un grupo con una sola planta.

1.1.1. Alturas entre plantas

Grupo	Forjado	Cotas [m]
Grupo 5	Torreón	15.7
Grupo 4	Cubierta	12.2
Grupo 3	Planta 3	9.4
	Planta 2	6.6
Grupo 2	Planta 1	3.8
Grupo 1	Baja	0
Grupo 0	Sótano	-2.5

Fig. 1.3

Cuando en un forjado tenemos un desnivel -como ocurre en este ejemplo cuya planta baja tiene una zona en el zaguán que está 42 cm más elevada que el resto de la planta- se puede obrar en el programa de varias formas para definir el forjado en función de la diferencia de cotas y de la superficie de éste. Si la diferencia entre las cotas es pequeña (<0.65 m) o la superficie de la zona recrecida no es muy grande, se puede considerar la realización de un recrecido de dicha parte sin alterar la cota del forjado; en estos casos, se debe introducir en la zona de recrecido una carga superficial que contemple el incremento de carga permanente en el forjado. Para este ejemplo, introduciremos en la zona del zaguán una carga que contemple este recrecido. En el caso de que la diferencia de cotas sea grande o abarque mucha superficie, es conveniente asignar al forjado el desnivel correspondiente mediante la opción **Grupos>Forjados inclinados/Desniveles**. De esta forma el programa crea un forjado con dos cotas, para el caso de que ambas zonas estén separadas por una viga plana, esta tendrá un canto igual al canto del forjado más el desnivel entre las dos zonas. En el caso que el desnivel sea mayor, y no se desee que exista conexión alguna entre estas dos partes, se debe crear un grupo intermedio entre el forjado actual y el siguiente, siendo la altura de la planta intermedia el desnivel entre las zonas.

1.1.2. Acciones a considerar

1.1.2.1. Cargas permanentes

Vamos a analizar qué cargas permanentes van a actuar en el ejemplo para introducirlas a medida que se va definiendo el proyecto en el programa.

Elemento	Peso
Forjado reticular de bloque perdido 25+5	4.35 kN/m ²
Forjado reticular de bloque perdido 30+5	4.97 kN/m ²
Tabiquería	1.00 kN/m ²
Solado	1.10 kN/m ²
Cerramientos exteriores planta baja	11.00 kN/m
Cerramientos exteriores plantas de pisos	8.00 kN/m
Antepechos	3.00 kN/m
Recrecidos	16.00 kN/m ³

Fig. 1.4

1.1.2.2. Sobrecarga de uso

Debemos también identificar el uso que se le va a dar a cada una de las plantas. Consultando la tabla 3.1 del DB-SE-AE asignaremos el valor de la sobrecarga de uso a considerar en el programa.

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A Zonas residenciales	A1 Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
	A2 Trasteros	3	2
B Zonas administrativas		2	2
C Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1 Zonas con mesas y sillas	3	4
	C2 Zonas con asientos fijos	4	4
	C3 Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles, salas de exposición en museos; etc.	5	4
	C4 Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
	C5 Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D Zonas comerciales	D1 Locales comerciales	5	4
	D2 Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)		2	20 ⁽¹⁾
F Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾		1	2
G Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾	2
	G2 Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Fig. 1.5

Forjado	Categoría de uso	Sobrecarga [N/m ²]
Torreón	G1	1
Cubierta	G1	1
Planta 3	A1	2
Planta 2	A1	2
Planta 1	A1	2
Baja	D1	5

Fig. 1.6

1.1.2.3. Acción del viento

Según la figura D1 del anejo D "Acción del viento" del CTE DB-SE-AE nuestro edificio está ubicado en **zona B, el grado de aspereza es IV**, correspondiente a zona urbana.

1.1.2.4. Acción sísmica

Aplicamos la aceleración de cálculo y coeficiente de contribución según lo expuesto en el anejo 1 de la NCSE para la localidad de Alacant/Alicante; y adoptamos 1.2 para el coeficiente C del terreno, así como 5% de amortiguamiento correspondiente a edificios con estructura de hormigón armado compartimentada. Se considera que la ductilidad es baja.

1.1.2.5. Carga de nieve

Consultando la tabla 3.7 del punto 3.5 Nieve del **CTE DB-SE-AE** tenemos una sobrecarga de nieve de 0.2 kN/m².

1.1.2.6. Resistencia al fuego

En la tabla 3.1 del CTE DB-SI-6 tenemos las resistencias al fuego de los distintos elementos estructurales, en función

de su uso y dimensiones. En este ejemplo, en el sótano vamos a verificar una resistencia al fuego de 120 min y, en el resto de las plantas, una resistencia de 60 min dado que la altura de evacuación del edificio es inferior a 15 m.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		<15 m	<28 m	≥28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La resistencia al fuego suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del sector de incendio situado bajo dicho suelo.

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Fig. 1.7

1.2. Creación del archivo

Tras pulsar en la opción **Nuevo** del menú **Archivo** y dar el nombre y la descripción del nuevo proyecto (Fig. 1.8) se abrirá un diálogo en el que existen cuatro opciones diferentes para crear el proyecto.

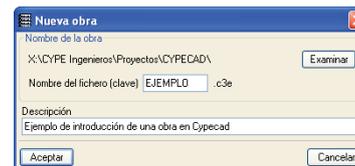


Fig. 1.8

- En el caso de no disponer de un fichero **IFC** del proyecto, o de ficheros **DXF/DWG** estructurados, se emplea la opción **Introducción de obra vacía**.
- Si el proyecto que va a crear tiene como base una estructura metálica creada con el **Nuevo Metal 3D**, deberá seleccionar **Importación de una obra de Nuevo Metal 3D**, de esta forma el programa pedirá que se especifique la estructura metálica, creando el programa una obra en **CYPECAD** con las normas e hipótesis de la obra del **Nuevo Metal 3D**.

- Si tiene estructurados los ficheros DXF/DWG del proyecto, puede emplear la opción **Introducción automática DXF/DWG**.
- Por último, en el caso de tener un fichero **IFC** con la estructura, puede aprovechar el trabajo realizado en el programa de **CAD** para introducir el proyecto.

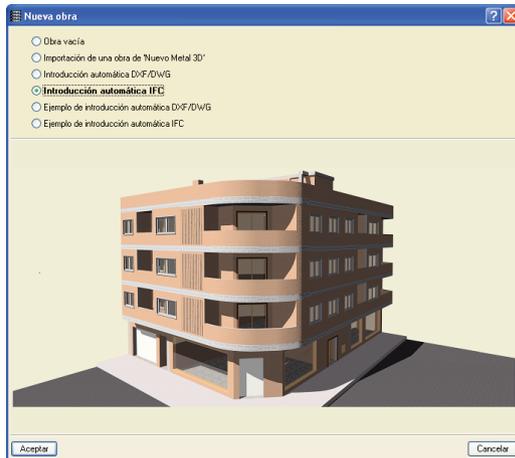


Fig. 1.9

Vamos a explicar paso a paso cómo introducir la obra utilizando dos de los métodos para ver las diferencias. Seleccionamos seguir el ejemplo con el punto **1.2.1. Introducción automática**, o con el punto **1.2.2. Importación de IFC**. En ambos casos, continuaremos con el punto **1.3. Introducción de pilares (pestaña Entrada de pilares)**.

1.2.1. Introducción mediante la opción “Introducción automática” (PRIMER MÉTODO)

Seleccionamos la opción **Introducción automática** y aceptamos la ventana. A continuación, completamos los datos del edificio.

Vamos a dejar activada la casilla “Sótanos”, e indicamos que tenemos uno, que su altura es de 2.50 m y que la

“Sobrecargas” y las “Cargas muertas” no se van a tener en cuenta al estar la estructura cimentada mediante zapatas aisladas.

En planta baja indicamos que la altura es de 3.8 m, la “Sobrecarga” de 5 kN/m² y que las “Cargas muertas” son 2.1 kN/m² (Tabiquería + Solado).

En las plantas dejamos activada la casilla e indicamos que tenemos 3 plantas, dando un valor para la altura entre ellas de 2.8 m, una “Sobrecarga” de 2 kN/m² y unas “Cargas muertas” de 2.1 kN/m².

En la cubierta indicamos que tenemos también una altura de 2.8 m, una “Sobrecarga” de 1.2 kN/m² (Sobrecarga de uso + Sobrecarga de nieve) y unas “Cargas muertas” de 1.5 kN/m² (Solado de cubierta).

Por último, no vamos a activar la losa de maquinaria, pero sí el “Torreón”, introduciendo una altura de 3.5 m con respecto a la cubierta y unas cargas iguales a las de la cubierta. Antes de pasar a la siguiente ventana del asistente dejamos activa la casilla “Se han introducido pilares con vinculación exterior”, ya que al ser la cimentación con zapatas los pilares deben ser introducidos con vinculación exterior.

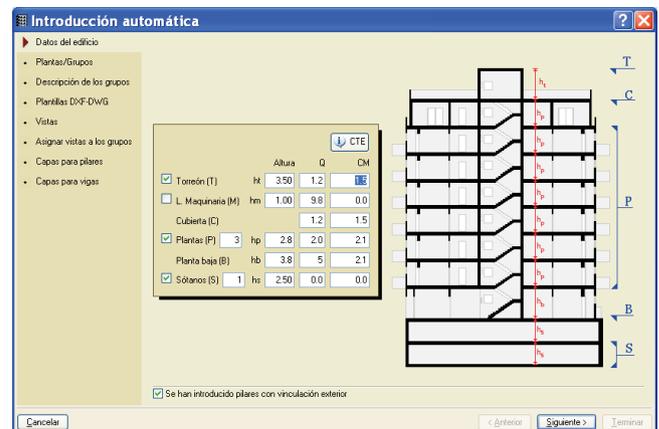


Fig. 1.10

1.2.1.1. Asistente: “Plantas/grupos”

En la ventana Plantas/grupos indicamos que la planta 2 y la 3 son iguales, para ello hay que desactivar la casilla de la columna “Inicio de grupo” en la fila de la planta 3. Automáticamente en el esquema del edificio aparece una llave que abarca a las dos plantas, mostrando así que quedan agrupadas. Para este ejemplo dejaremos el valor de cota del plano de cimentación como -2.5 m.

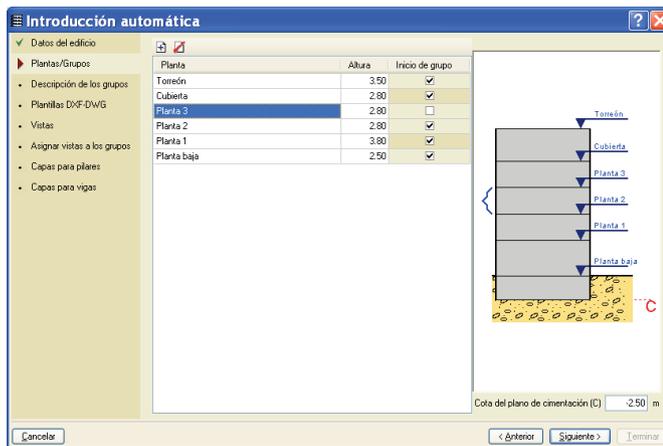


Fig. 1.11

1.2.1.2. Asistente: “Descripción de los grupos”

En esta ventana se corrigen los valores introducidos y se le asigna un nombre a los grupos de plantas que se van a generar. En nuestro ejemplo dejaremos los datos indicados por defecto.

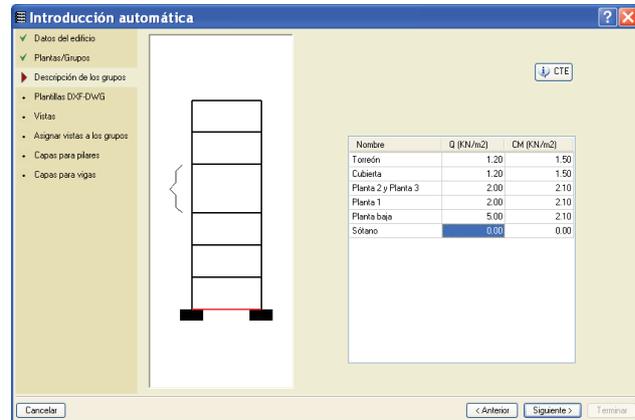


Fig. 1.12

1.2.1.3. Asistente: “Plantillas DXF-DWG”

Pasamos ahora a cargar los ficheros de CAD que tenemos en el directorio “\Cype ingenieros\ejemplos\Cypecad”, para ello pulsamos en el botón para que se abra la ventana **Selección de plantillas a leer**. Nos vamos al directorio en el que se encuentran los ficheros, los seleccionamos todos y pulsamos el botón **Abrir**.

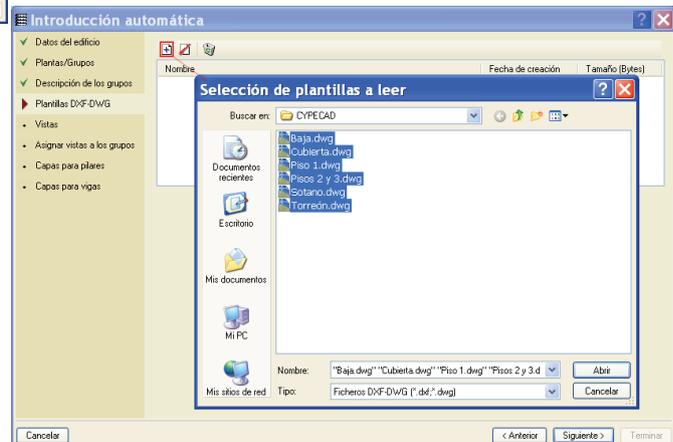


Fig. 1.13

Una vez que se han importado los ficheros, activamos y modificamos las capas que componen cada uno de ellos. Para este ejemplo dejamos las capas tal y como están. Tan solo cuando se trabaja sobre fondo blanco conviene cambiar el color de las capas a un color oscuro; pulsando en la cabecera de la columna "Color" se cambia el color a todas las capas.

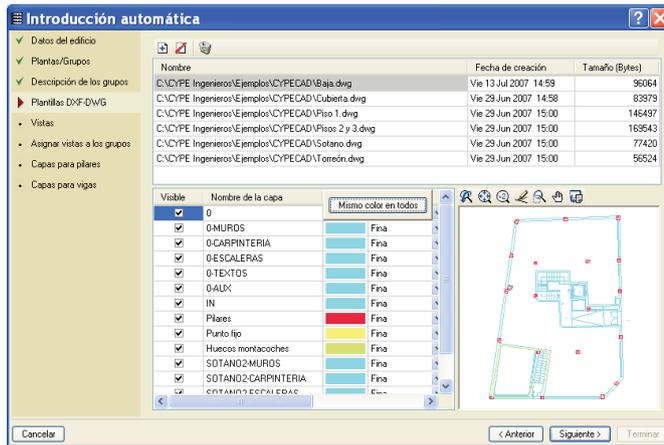


Fig. 1.14

1.2.1.4. Asistente: "Vistas"

Como en este ejemplo hemos definido un fichero de CAD para cada grupo, no es necesario hacer nada en la ventana de vistas. En el caso de que sólo se importe un único fichero de dibujo, se debe crear una vista para cada grupo, definiendo en cada una de ellas la configuración de capas correspondientes al grupo en cuestión.

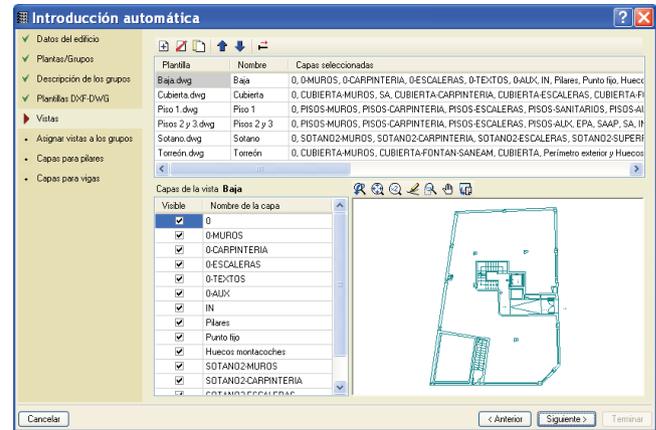


Fig. 1.15

1.2.1.5. Asistente: "Asignar vistas a los grupos"

En esta ventana asignamos para cada grupo creado una vista o fichero de CAD. En el caso de que el nombre del fichero coincida con el del grupo, la asignación se realiza de forma automática, en caso contrario, se debe seleccionar un grupo de la lista de la izquierda y activar en la lista de la derecha la casilla correspondiente a la vista o fichero que se quiere asignar. A continuación, vamos a repetir el proceso para cada uno de los grupos de plantas del proyecto.

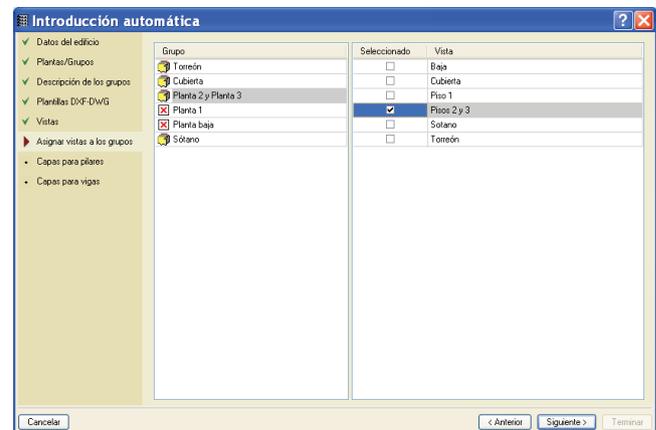


Fig. 1.16

1.2.1.6. Asistente: “Capas para pilares”.

En esta ventana seleccionamos la capa “Pilares” en la que tenemos dibujados los pilares y, como en el fichero de CAD está indicado el punto fijo, vamos a activar la opción “Capas que definen el punto fijo” y seleccionar su correspondiente capa “Punto fijo”.



Fig. 1.17

1.2.1.7. Asistente: “Capas para vigas”

Ahora procederemos a realizar lo mismo con las vigas. El primer lugar seleccionamos la capa correspondiente al contorno exterior de las plantas y una vez seleccionada le asignamos un tipo de viga plana de ancho 30 cm, dado que el dibujo que tenemos es de la arquitectura terminada, y, a continuación, le aplicamos un desplazamiento hacia el interior de 5 cm.

En el apartado de huecos seleccionamos las capas correspondientes a “Huecos ascensor”, “Huecos escalera” y “Huecos montacoches” y le asignamos, al igual que el contorno exterior, una viga plana de ancho 30 cm pero sin desplazamiento. Y, por último, seleccionamos la capa “Huecos instalaciones” y le asignamos un zuncho no estructural de ancho 15 cm.

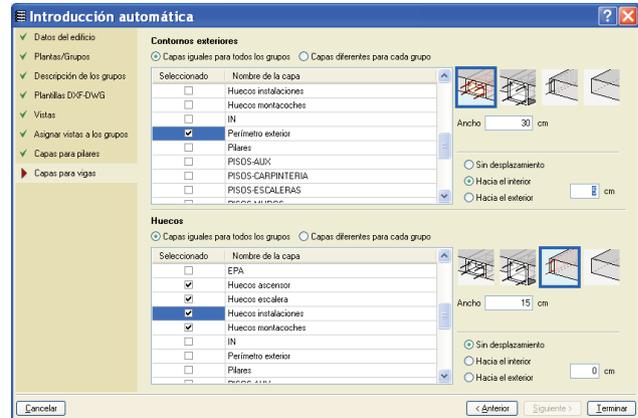


Fig. 1.18

Una vez realizada la introducción automática, continúe con el punto 1.3 del presente manual.

1.2.2. Importación de IFC (SEGUNDO MÉTODO)

1.2.2.1. Asistente IFC: “Selección del fichero”



Fig. 1.19

Con la opción **Importación automática IFC** para crear una obra nueva se abre la ventana **Abrir de Selección de fichero IFC**. Aquí marcamos el fichero que deseamos importar, para este ejemplo abrimos el fichero **“Proyecto3.IFC”**.

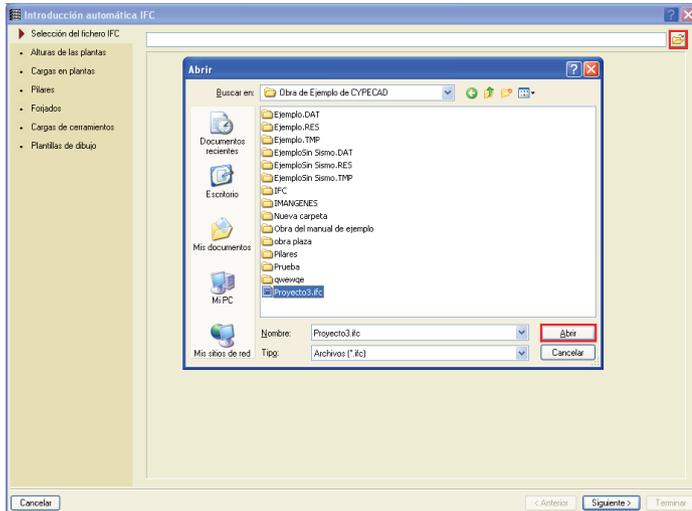


Fig. 1.20

Tras el proceso de importación se muestra una vista esquemática del fichero importado, y debajo de ella se indican las incidencias que han surgido durante la importación del fichero.

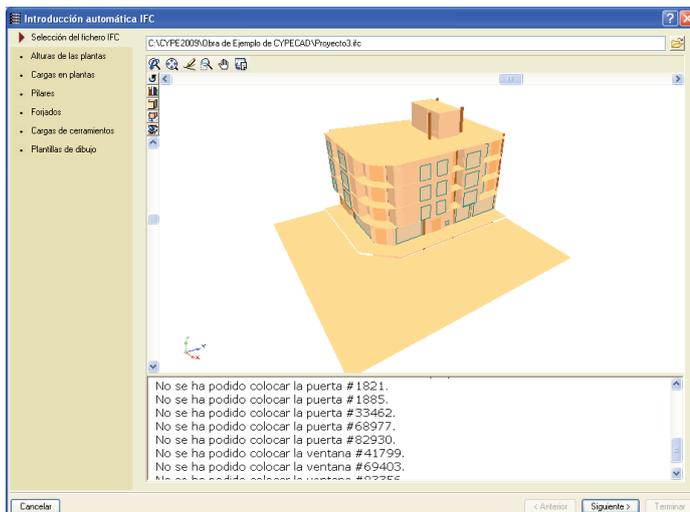


Fig. 1.21

1.2.2.2. Asistente IFC: "Altura de las plantas"

Pulsando en el botón **Siguiente** se abre la ventana "Altura de plantas", en la que podemos ver la estructura de plantas con la que se creó el IFC. Debajo del esquema podemos cambiar la cota del plano de cimentación, en este caso colocamos -2.5 m, y seleccionamos "Empotrada (con vinculación exterior)" como tipo de cimentación, dado que la cimentación se realizará con zapatas.

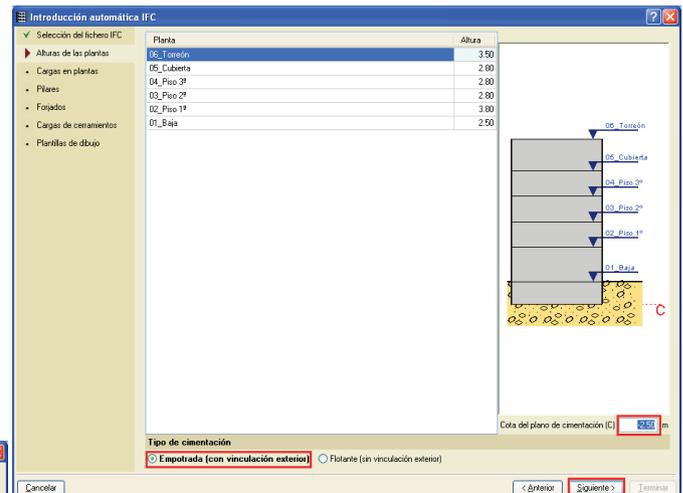


Fig. 1.22

1.2.2.3. Asistente IFC: "Cargas en plantas"

Aquí introducimos los valores de "Sobrecargas" y de las "Cargas muertas". En el "Sótano" no se van a tener en cuenta estas cargas al estar la estructura cimentada mediante zapatas aisladas.

En planta baja indicamos que la "Sobrecarga" es de 5 kN/m² y que las "Cargas muertas" son 2.1 kN/m² (Tabiquería + Solado). En las Plantas de pisos dejamos una "Sobrecarga" de 2 kN/m² y unas "Cargas muertas" de 2.1 kN/m². En la Cubierta y el Torreón, una "Sobrecarga" de 1.2 kN/m² (Sobrecarga de uso + Sobrecarga de nieve) y unas "Cargas muertas" de 1.5 kN/m² (Solado de cubierta).

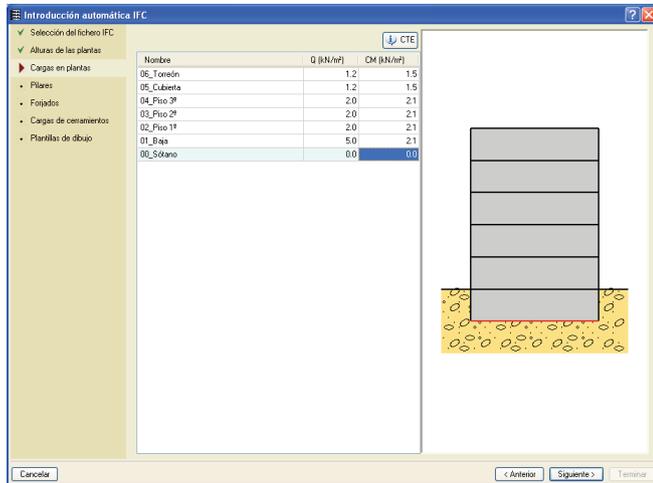


Fig. 1.23

1.2.2.4. Asistente IFC: "Pilares"

Tras la definición de las cargas en las plantas pasamos a la definición de los pilares. El asistente muestra los distintos materiales con los que se han definido los pilares, dibujándose en color rojo aquellos pilares que son del mismo material que el seleccionado en la lista. En este ejemplo sólo tenemos un material.

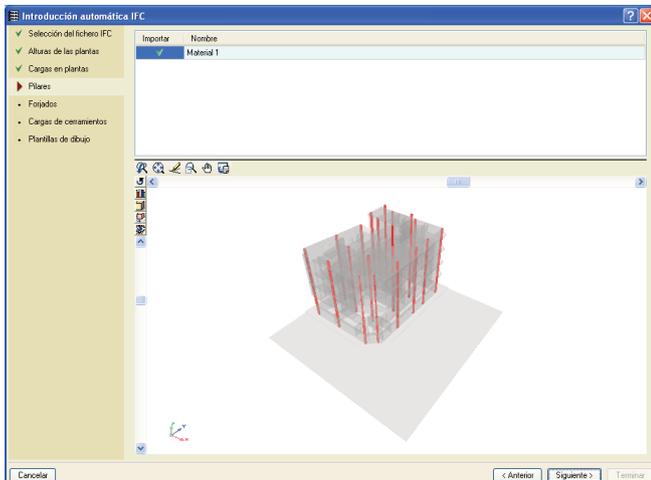


Fig. 1.24

1.2.2.5. Asistente IFC: "Forjados"

Una vez se han seleccionado los pilares que se desean importar, pasamos a seleccionar los forjados, sus vigas perimetrales y las de los huecos. El asistente nos muestra una lista, al igual que en el apartado de pilares, con los forjados o suelos que hay definidos en el fichero IFC, al pinchar sobre uno de la lista se marca en rojo en la vista 3D de fichero. Vamos a desactivar en la columna "Importar" aquellos que no queremos importar (Suelo:calle, Suelo:acera, Suelo:genérico 100, Suelo:genérico 200). Una vez desactivados los que no se van a importar, pinchamos en "Suelo: Forjado Reticular" y a la derecha en "Contornos exteriores", seleccionamos la viga plana (1ª comenzando por la izquierda) de ancho 30 cm y para los huecos seleccionamos el zuncho no estructural (1ª de la derecha) de ancho 0 -como se muestra en la siguiente figura. A continuación hacemos lo mismo para el "Suelo:genérico 300).

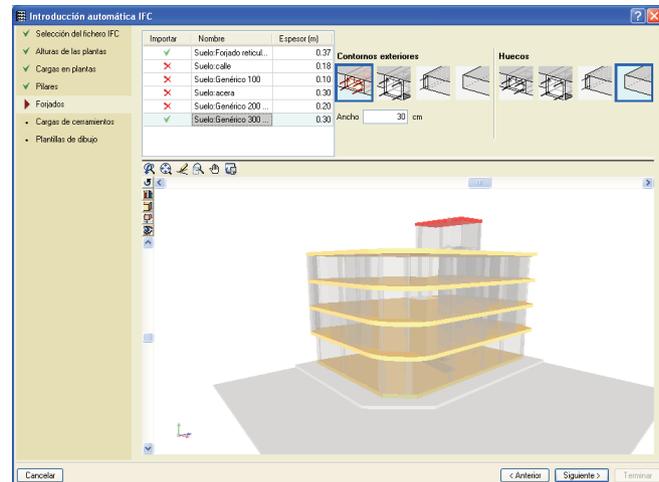


Fig. 1.25

1.2.2.6. Asistente IFC: "Cargas de cerramientos"

Una vez que están definidos los forjado, pasamos a seleccionar los cerramientos que queremos importar; y le asig-

haremos a cada uno de ellos un material, el cual tiene asociado un peso superficial. El programa calculará la carga lineal que se va a colocar en la obra, en función de la altura del cerramiento.

Al igual que en los forjados, al marcar un cerramiento de la lista se marcará en color rojo, para asignarle el material pulsamos en el botón “No definido” y seleccionamos el tipo, que para este ejemplo será un material genérico de peso 2.86 kN/m².

Pinchando sobre la casilla de la columna “Importar”, desactivamos aquellos que corresponden con tabiquería.

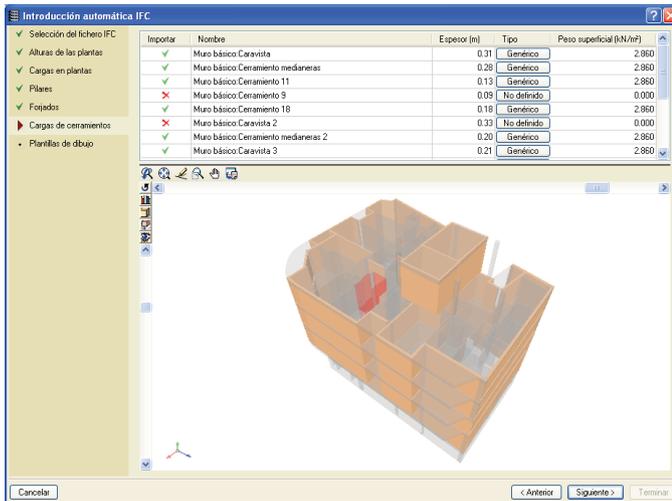


Fig. 1.26

1.2.2.7. Asistente IFC: “Plantillas de dibujo”

Por último, seleccionamos los elementos que queremos que aparezcan en la plantilla DXF/DWG que va a generar el programa a partir del fichero IFC.

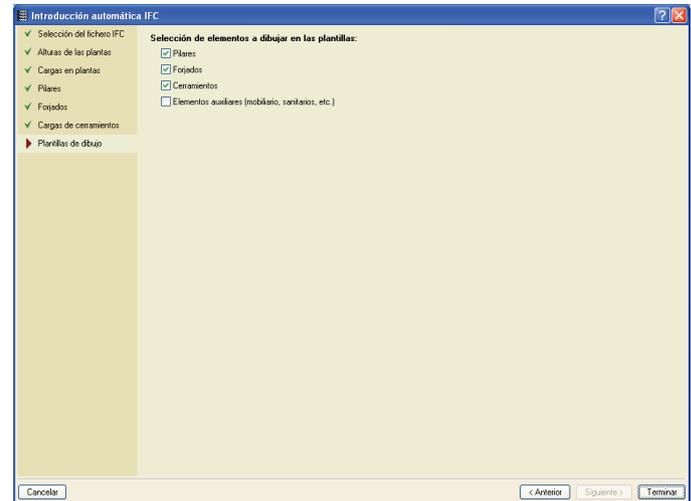


Fig. 1.27

Ya hemos terminado con la creación del proyecto. Ahora continuaremos con la introducción de pilares.

1.3. Introducción de pilares (pestaña Entrada de pilares)

1.3.1. Datos generales de la obra

1.3.1.1. Normativa y materiales

Una vez que hemos dado un nombre al proyecto, se muestra la ventana **Datos generales**. En dicha ventana debemos especificar la normativa, materiales y acciones que se van a aplicar en la obra.

Para este proyecto dejamos como normativa el **Código Técnico de la Edificación**, y seleccionamos como norma de hormigón la **EHE-08**, siendo el hormigón y el acero para toda la obra HA-25 $\gamma_c=1.5$ y B400 $\gamma_s=1.15$, respectivamente.

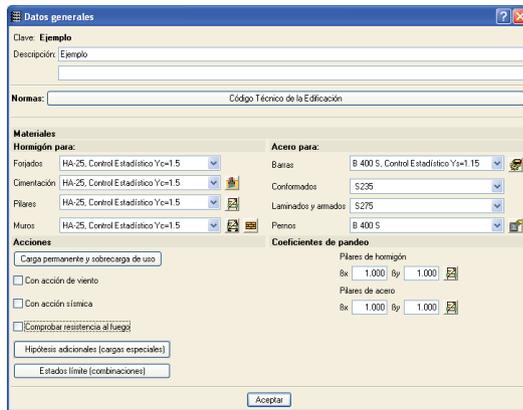


Fig. 1.28

1.3.1.2. Viento

En el apartado de acciones del diálogo, activamos la acción del viento, y seleccionamos como normativa el CTE DB-SE AE. A continuación, indicamos como zona eólica la zona B y como grado de aspereza el IV correspondiente a zona urbana. En cuanto a los anchos de banda, introducimos para las plantas de pisos ($Y=23$ m, $X=17$ m) y dejamos para el grupo Torreón unos anchos de banda ($Y=4$ m, $X=7$ m).

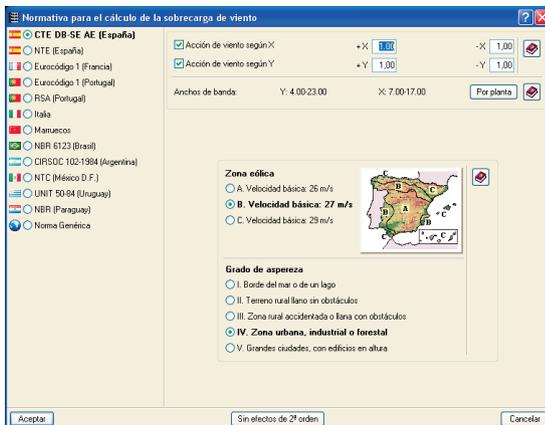


Fig. 1.29

1.3.1.3. Sismo

Tras la activación de la acción del viento pasamos a la acción sísmica, y seleccionamos como normativa la NCSE-02. Pulsando el botón “Selección de provincia y término municipal” seleccionamos el término municipal de Alacant de la provincia de Alicante.

En cuanto al número de modos, debemos seleccionar un número tal que la totalidad de la masa de la estructura quede excitada. Para cada zona independiente de una planta pueden considerarse 3 modos de vibración, es decir, que para este ejemplo deberíamos considerar 18 modos de vibración (6 plantas con 3 modos de vibración cada una). Ahora bien, considerar un número de modos elevado implica mucho más tiempo de cálculo, ya que en la fase de armado el número de combinaciones se dispara. Si estamos en una primera fase de cálculo del proyecto, es preferible, para encajar dimensiones de pilares, vigas, etc., dejar los **6 modos** que vienen por defecto y, tras el cálculo, consultar en el apartado de listados el correspondiente al coeficientes de participación, y, si el porcentaje de masa movilizada en ambas direcciones es mayor del 95%, dejar el número de modos considerado como el adecuado, en caso contrario se debería aumentar el número de modos.

En el apartado de amortiguamiento dejamos 5% (correspondiente a estructuras de hormigón compartimentadas). En Coeficiente de riesgo mantenemos activada “Construcción de importancia normal”. En el tipo de suelo activamos “Especial” dándole el valor 1.2; dejamos “Ductilidad baja” y 0.5 como Parte de sobrecarga a considerar.

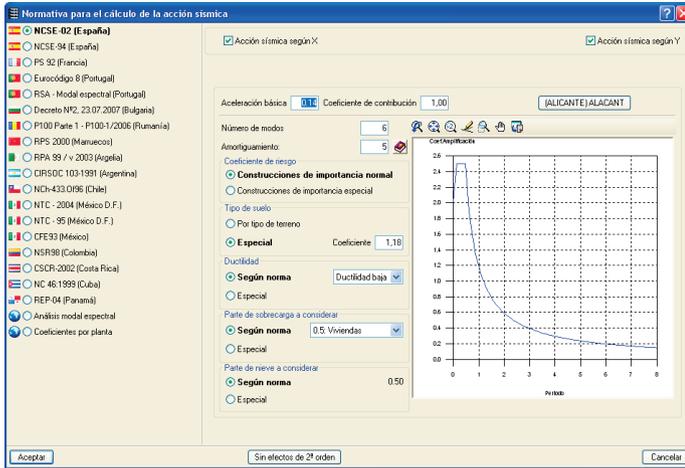


Fig. 1.30

Pulsamos **Aceptar**.

Dado que la aceleración sísmica es mayor que 0.12 g, el artículo 4.5.3.1 de la NCSE nos condiciona el armado longitudinal de los pilares a que tenga, al menos, 3 barras por cara no espaciadas más de 20 cm. Para que esto se verifique debemos seleccionar la tabla de armados **NCSE-02 (0.12g ≤ ac < 0.16g)**. Para ello debemos realizar los siguientes pasos:

- 1º. Pulsamos el botón “Por posición” del apartado “Acero para barras”, se abrirá la ventana **Tipos de acero en barra**.
- 2º. En esta ventana pulsamos en el botón de tablas de armado de pilares pantallas y muros (referenciado como 2 en la siguiente figura).
- 3º. Seleccionamos Tablas de armados de pilares.
- 4º. En la ventana Edición tabla de armados indicamos la tabla **NCSE-02 (0.12g ≤ ac < 0.16g)** en el menú desplegable de la biblioteca.

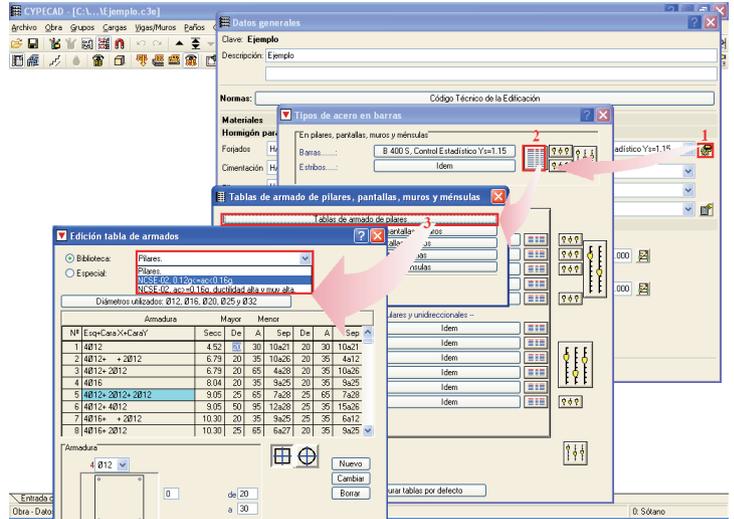


Fig. 1.31

1.3.1.4. Fuego

Para realizar las comprobaciones y dimensionado de la estructura para resistencia a fuego activamos la casilla “Comprobar resistencia al fuego”. El programa nos muestra una ventana en la que activamos R120 para la planta baja y R60 para el resto. Indicamos también que los forjados deben cumplir función de compartimentación.

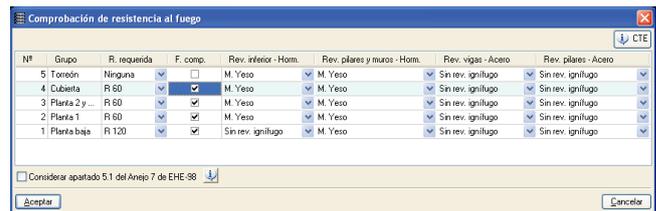


Fig. 1.32

1.3.2. Creación de plantas y grupos del proyecto

1.3.2.1. Agrupar plantas

Si ha optado por importar la obra mediante un fichero IFC, se deben especificar las agrupaciones de plantas que existen. Como se ha comentado en el apartado 1.1 tenemos las plantas 2 y 3 agrupadas. Para agruparlas emplearemos la opción **Unir grupos** de la opción **Plantas grupos** del menú **Introducción**, se abrirá una ventana en la que hay un esquema de las plantas de la obra con una llave en color rojo que muestra las plantas a unir en un solo grupo, pulsamos con el botón principal del ratón entre los grupos (Fig. 1.33), y tras aceptar la ventana se pedirá que especifiquemos la planta que deseamos conservar los datos, como ambas son iguales dejamos una cualquiera (Fig. 1.34).

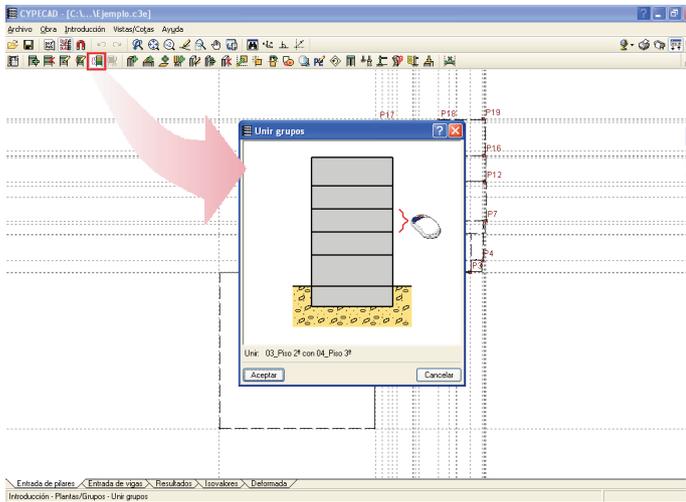


Fig. 1.33

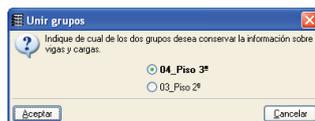


Fig. 1.34

1.3.3. Introducción de pilares

1.3.3.1. Introducción automática o Importación de IFC

Tras importar la obra mediante uno de los dos asistentes de introducción (automática o mediante IFC) es necesario ordenar los pilares, para que las referencias estén dispuestas de tal manera que faciliten la consulta en obra de cualquiera de ellos; esto es muy importante, sobre todo en obras grandes donde resulta muy complicado localizar los pilares por su referencia sin seguir cierto orden.

Para corregirlo se emplea la opción **Modificar referencias** de **Pilares, pantallas y arranques** del menú **Introducción**. Tras seleccionar la opción, pinchamos sobre el pilar de la esquina inferior izquierda, le damos una referencia y activamos la casilla "Numerar consecutivamente", y vamos pinchando con el botón principal del ratón en cada uno de los pilares con un orden creciente de izquierda a derecha, de abajo a arriba, comenzando por la esquina inferior izquierda.

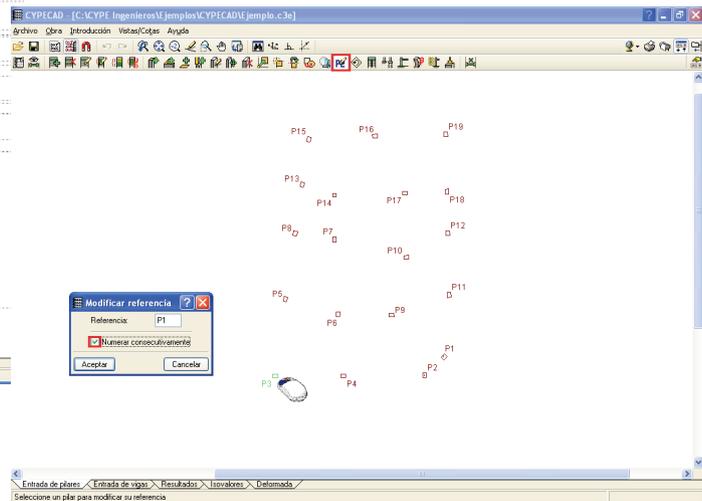


Fig. 1.35

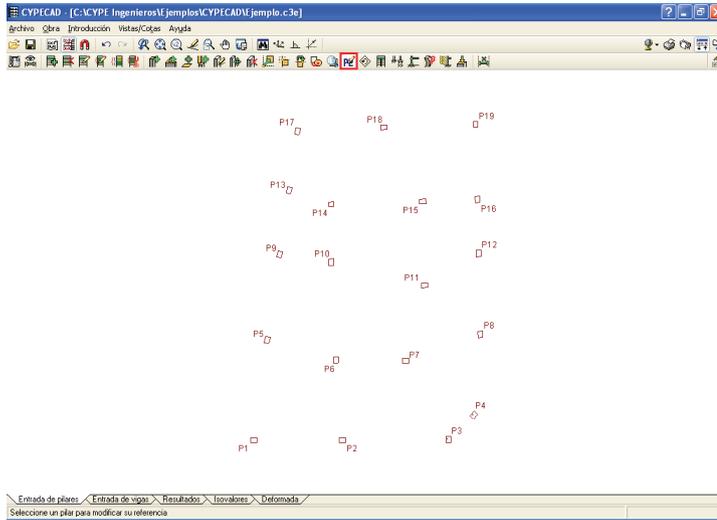


Fig. 1.36

1.4. Introducción de vigas, muros y forjados (pestaña Entrada de vigas)

1.4.1. Muros

Nos situamos en “Planta baja” para introducir el muro de perimetral del sótano. Si la introducción de los datos previos se ha realizado mediante la “Introducción automática” o mediante “Importación de un IFC” debemos borrar aquellas vigas que se intersecten con el perímetro del edificio en la planta baja. Para ello utilizamos la opción **Borrar**  del menú **Vigas/ Muros**, pincharemos sobre las vigas que han sido generadas en el perímetro, quedando estas borradas.

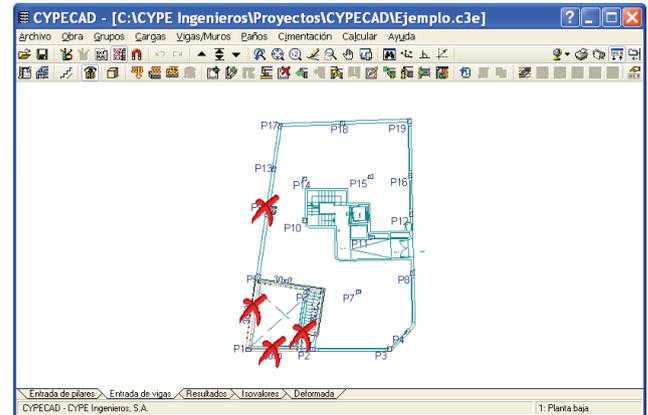


Fig. 1.37

De la misma manera, vamos a borrar las vigas que tocan perpendicularmente al muro. Una vez que hemos borrado estas vigas podemos introducir el muro.

Para la introducción del muro empleamos la opción **Entrar muro**  del menú **Vigas/Muros**. Al seleccionar esta opción se abre una ventana con cuatro opciones de introducción de muros, **Muro de hormigón armado**, **Muro de bloques de hormigón de Normabloc**, **Muro de bloque de hormigón genérico** y **Muro de fábrica**. Seleccionamos el primero (muro de hormigón), indicamos que nace en el grupo 0 y definimos los anchos a la izquierda y a la derecha iguales (0.15 m); a continuación, pinchamos en el botón **Empujes** para definirlos.

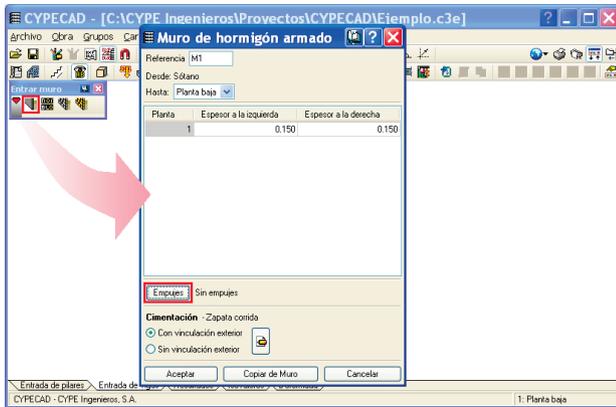


Fig. 1.38

Se abrirá la ventana **Edición de empujes del terreno** en la que pulsamos en  para añadir un nuevo empuje. Dejamos por defecto una sola situación de relleno y pulsamos en el botón que tiene dibujado el muro, para describirla.



Fig. 1.39

En el diálogo **Situación de relleno** seleccionamos como hipótesis "Carga permanente", que se asignará al empuje de tierras. Pulsamos a continuación el botón **Terreno** para su definición.

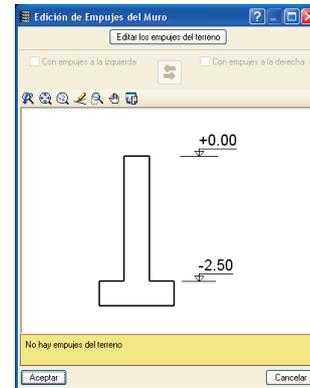


Fig. 1.40

Activamos la casilla "Con relleno", colocando el valor 0 m en Hasta la cota, y dejamos los valores que tiene por defecto el programa y añadimos una carga uniforme sobre el terreno de 10kN/m² en el apartado Cargas.

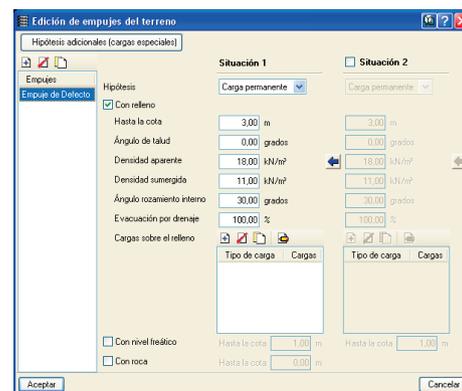


Fig. 1.41

Aceptamos la ventana actual y las dos posteriores, y se abre la ventana **Edición de empujes del muro**. Como el sentido de introducción del muro va a ser antihorario, seleccionamos que el empuje está actuando a la derecha.



Fig. 1.42

Por último, antes de empezar a introducir el muro definimos el tipo de cimentación, en este caso activamos “Con vinculación exterior” y pulsamos en el botón de edición de la zapata. En la ventana que se abre **Cimentación. Con vinculación exterior** seleccionamos “Zapata corrida” y “Sólo vuelo a la izquierda”.

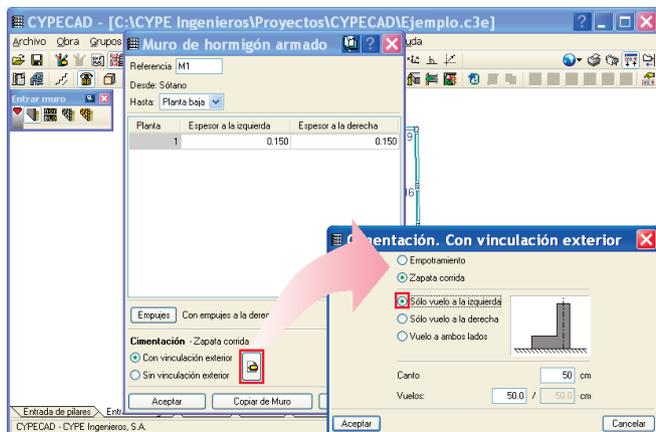


Fig. 1.43

Vamos a introducir el muro definido: pinchamos el pilar P1 y movemos el cursor hasta el pilar P3 pinchando sobre él, de esta manera queda introducido el primer muro. Así uno tras otro vamos introduciendo los muros, recuerde que la introducción se realiza en sentido antihorario.

Una vez que hemos introducido los muros, aparece el aspa que indica que hay un recinto cerrado en el que se pueden introducir forjados. Antes de nada, debemos ajustarlos al perímetro de la plantilla de CAD, para lo que vamos a emplear la opción **Ajustar** del menú **Vigas/Muros**. Una vez seleccionada la opción, pulsamos la función “F3” del teclado, que abre la ventana **Selección de capturas** donde marcaremos “Más cercano”.

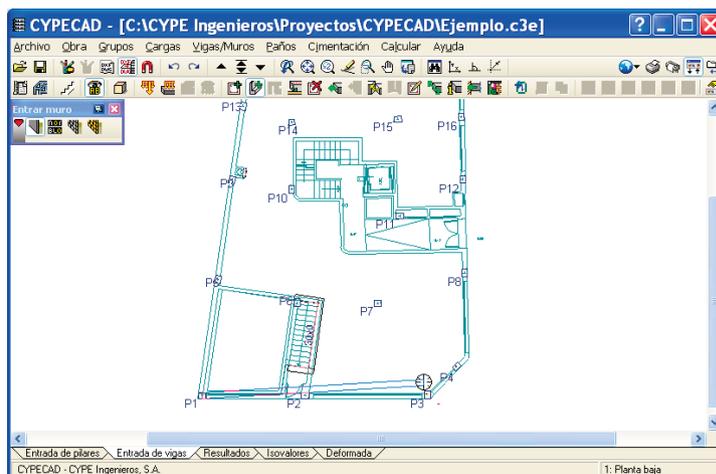


Fig. 1.44

Colocando el cursor cerca del lado del muro que queremos ajustar y cerca de la línea que se va a capturar de la plantilla de CAD, se mostrará el símbolo de captura “Más cercano” y, al pulsar con el botón principal del ratón el muro quedará ajustado a la plantilla.

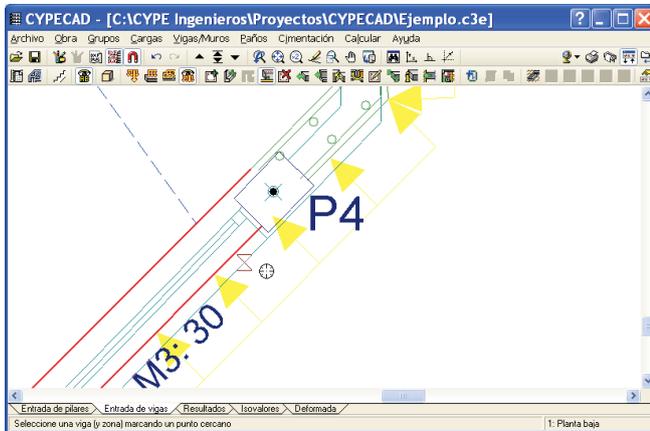


Fig. 1.45

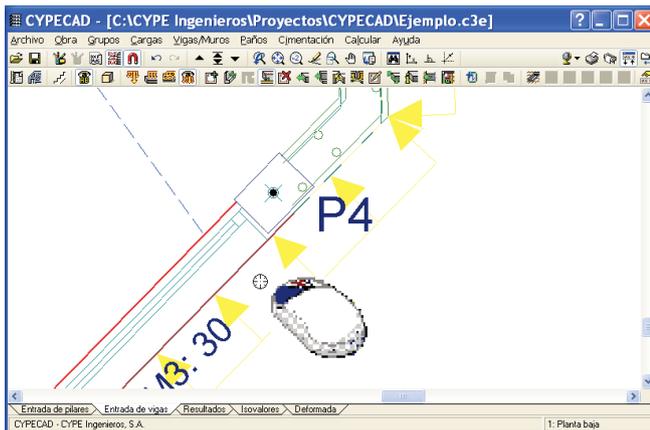


Fig. 1.46

Vamos a repetir este proceso en todos los muros del proyecto.

1.4.2. Vigas

Si va a seguir el ejemplo con la **Introducción automática DXF/DWG** continúe con el apartado siguiente **1.4.2.1**. En el caso de que obtenga los datos de vigas mediante la **importación de IFC** vaya al apartado **1.4.2.2**.

1.4.2.1. Entrada de datos mediante “Introducción automática DXF/DWG”

Para completar la introducción, colocaremos ahora las vigas que se borraron anteriormente: hacemos un zoom en la zona del montacoches, pues vamos a prolongar la viga que llega al pilar “P6”. Para ello utilizamos la opción **Prolongar viga** del menú **Vigas/Muros** para prolongar la viga que va del pilar “P6” hasta el muro “M9”. Dejaremos por defecto la opción **Viga que es prolongada** y desmarcada la casilla de longitud fija.

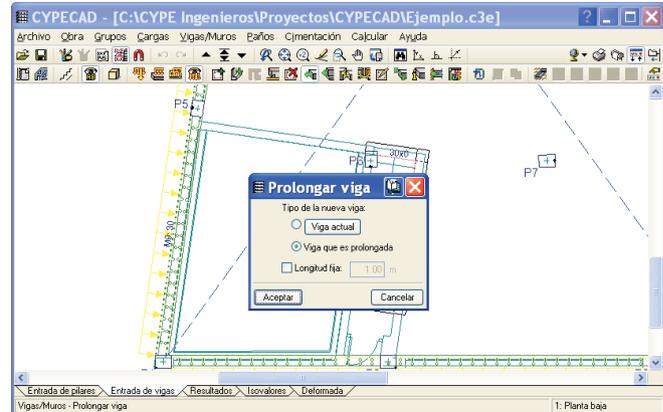


Fig. 1.47

Aproximamos el cursor al extremo de la viga en el pilar “P6”, quedando la viga dibujada en color rojo, al pulsar el botón principal del ratón se dibujará en color amarillo; movemos el ratón en dirección al muro y la viga se prolonga hasta que, al aproximarnos al muro, éste queda capturado, dibujándose un punto rojo en el extremo de la viga. Al volver a pulsar con el ratón la viga queda prolongada.

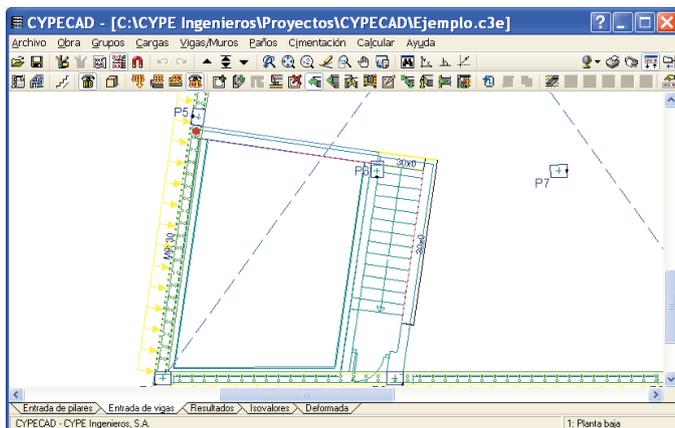
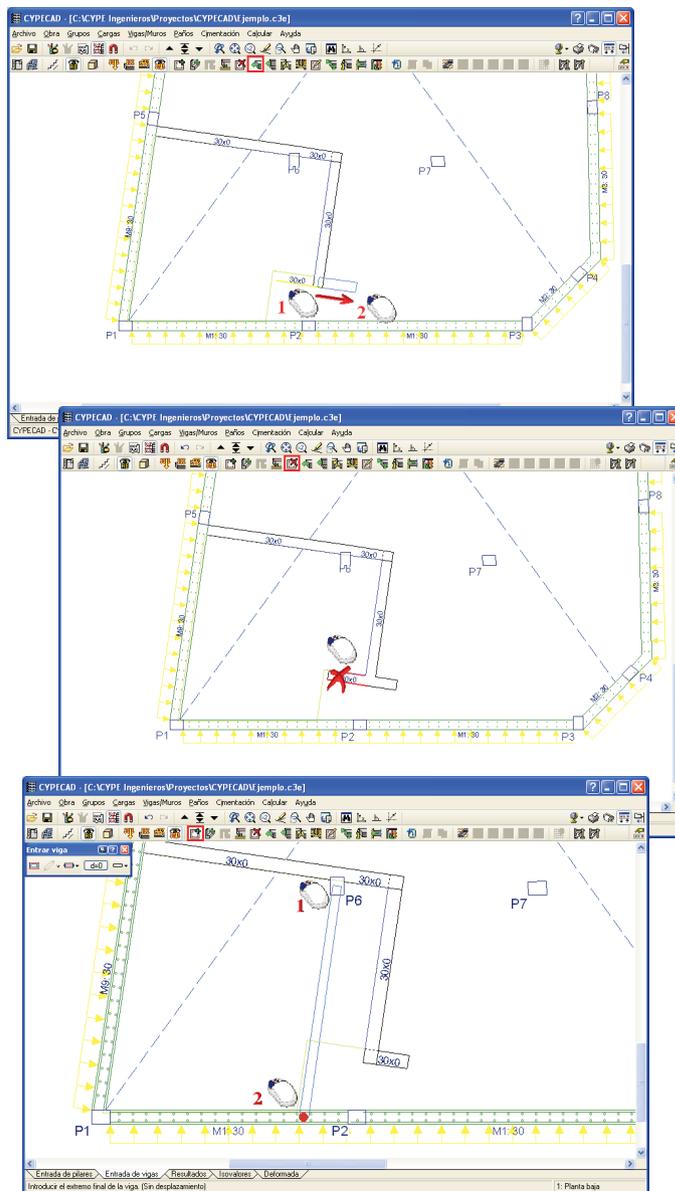


Fig. 1.48

Introduzcamos ahora la viga que va del pilar "P6" hasta el muro M1 (horizontal inferior). Para ello con la opción  **Entrar viga** del menú **Vigas/Muros** comprobamos que tenemos seleccionada la viga descolgada de 20 cm de ancho x 30 cm de canto. Pinchamos como primer punto en el pilar P6 y, a continuación, movemos el cursor hasta el segundo punto, el muro donde finaliza la misma, para realizar esto deberíamos borrar previamente el trozo de viga de cierre de la escalera que se cruza con el camino de la viga a introducir, ya que el programa daría un aviso de elementos solapados en el caso de no borrar dicha viga. En este caso, antes de borrarla, resulta más práctico prolongarla hacia la derecha de tal forma que tengamos una viga ajustada al contorno, y que nos sirva para prolongarla hasta la viga que introduzcamos.



Figs. 1.49-51

Una vez introducida la viga, ajustamos su cara izquierda a la línea de la plantilla de dibujo que define el hueco del montacoches.

Este proceso lo realizaremos de la misma forma que se hizo anteriormente con los muros. Una vez ajustada, vamos a introducir y a ajustar las vigas que faltan (cierre de la escalera y hueco de ventilación del sótano).

Pasamos ahora a la introducción de las vigas del torreón, para ello pulsamos en la opción **Ir a grupo**  y seleccionamos el grupo de plantas "Torreón".

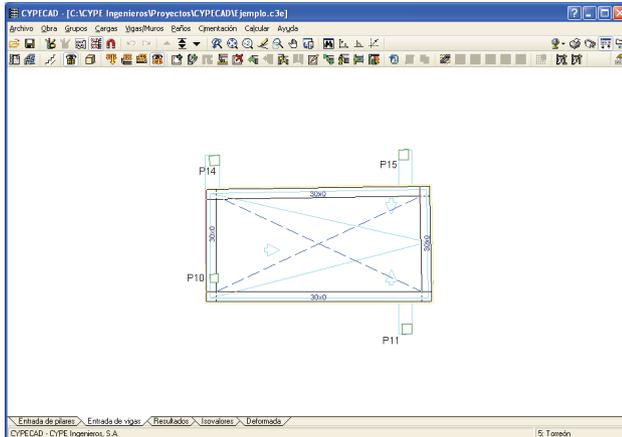


Fig. 1.52

Mediante la opción **Asignar vigas** del menú **Vigas/Muros** modificamos el ancho de la viga que va al pilar P10. Debemos dejar seleccionada la opción **Según ajuste de la viga** y con el botón **Viga actual** seleccionar la viga plana de ancho 50 cm. Aceptamos la ventana y aproximando el ratón a la viga (ésta se marcará en color amarillo) pulsamos el botón principal del ratón para que la viga quede modificada.

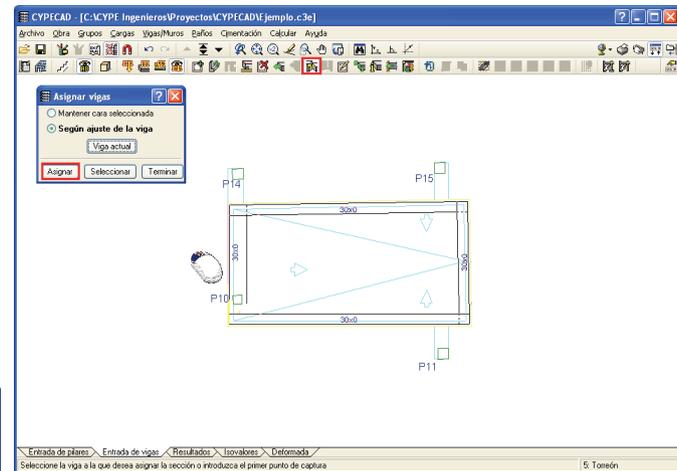


Fig. 1.53

Modificamos de igual modo el trocito de viga que queda al otro lado del pilar. Una vez asignada la viga, prolongamos su extremo superior hasta el pilar P14 mediante la opción **Prolongar** del menú **Vigas/Muros** dejando por defecto **Viga que es prolongada**.

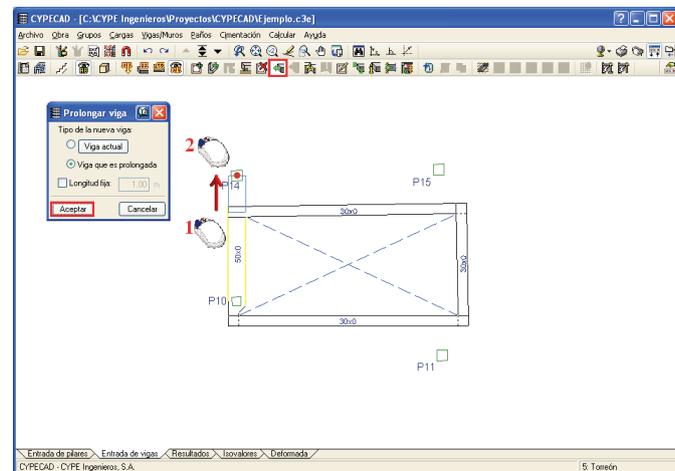


Fig. 1.54

Por último, con ayuda de la opción **Entrar viga** del menú **Vigas/Muros** introducimos la viga plana de ancho 50 cm que va del pilar P11 al P15.

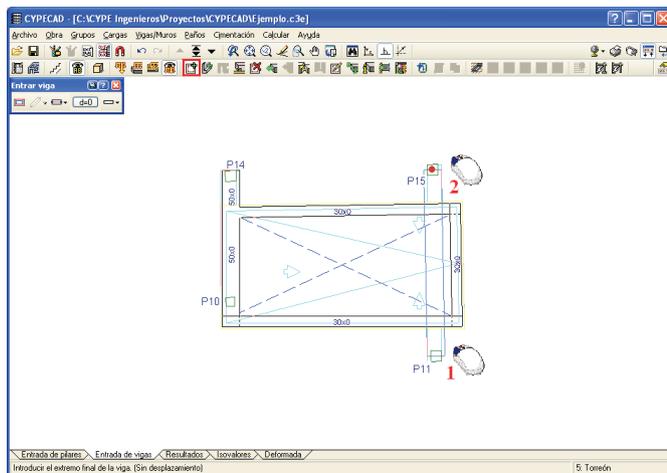


Fig. 1.55

Una vez introducidas las vigas vamos a introducir los forjados (siga en el apartado **1.4.3** del presente manual).

1.4.2.2. Entrada de datos mediante “Importación de IFC”

Dado que durante la importación del fichero IFC se indicó que las vigas de los huecos eran zunchos no estructurales o límite de ancho cero, mediante la opción **Asignar vigas** vamos a cambiar las dimensiones e introducir las que tienen en cada caso. Comenzamos por la zona de montacoches y escalera de acceso al sótano.

1.4.3. Introducción de forjados

Con la opción **Ir a grupo** nos posicionamos en la planta baja. Comenzamos ahora a introducir los forjados con la opción **Entrar paño** que se encuentra dentro de la ventana flotante que se abre con la opción **Gestión paños** del menú **Paños**.

Creamos un forjado reticular de canto 30+5, 12 cm de ancho del nervio y 82 cm de intereje.

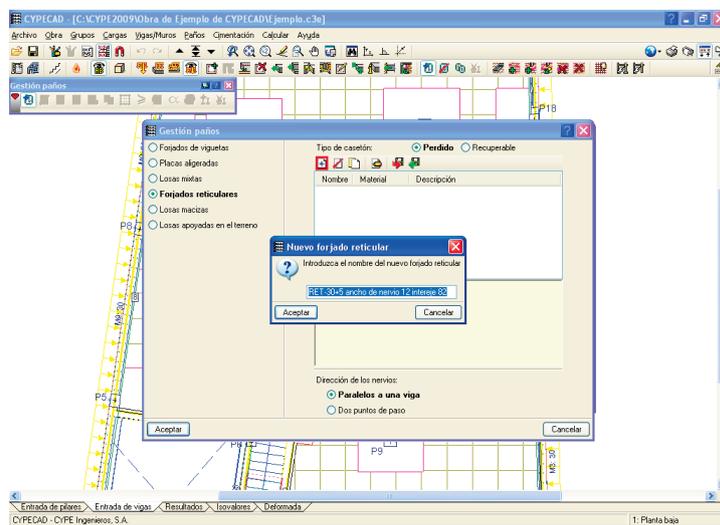


Fig. 1.56

Tras aceptar el diálogo definimos las características del mismo. El programa determina el peso correspondiente al volumen de hormigón del forjado, pero como no se le define el tipo de material del casetón, debemos corregir dicho peso en función del tipo de piezas que lo forman. En este caso consideramos casetón de piezas de hormigón, así que debemos aumentar el peso propuesto por el programa considerando que el bloque aligerante de hormigón pesa unos $9.8 \text{ kN/m}^3 \rightarrow 0.7 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} / 0.82 \times 9.8 \text{ kN/m}^3 = 1.76 \text{ kN}$ resultando el forjado con un peso total de **4.97 kN/m²**.

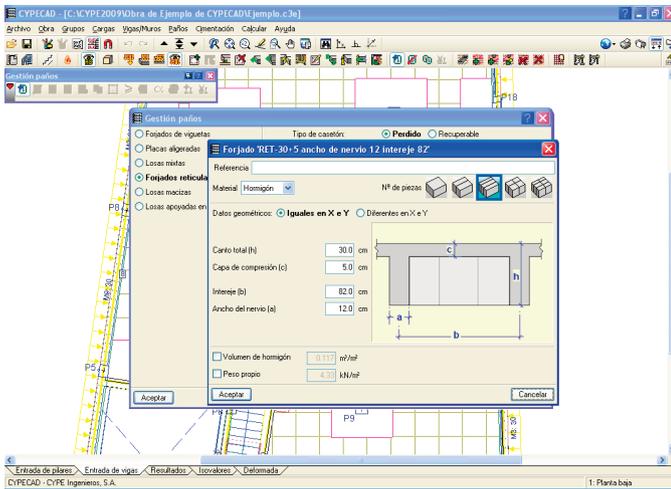


Fig. 1.57

Dejamos seleccionado como dirección de los nervios la opción **Paralelos a una viga**. A continuación, aceptamos la ventana. Si colocamos el cursor en un hueco, este se sombreadrá en color amarillo, pulsamos con el botón principal del ratón sobre él y pinchamos sobre la viga a la que queremos que sean paralelos los nervios. Hecho esto, quedará introducido el paño.

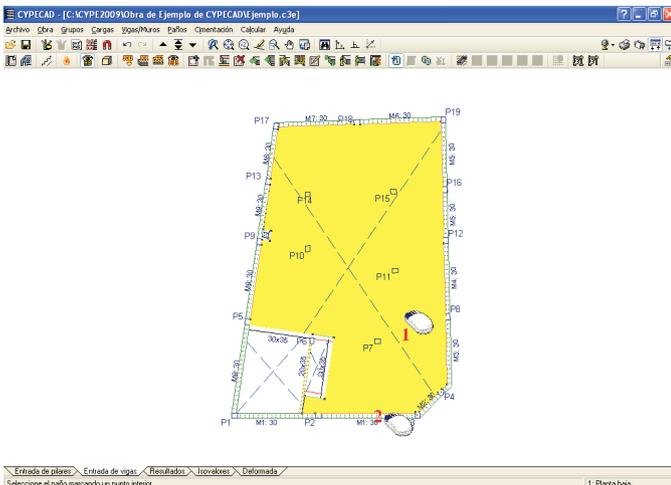


Fig. 1.58

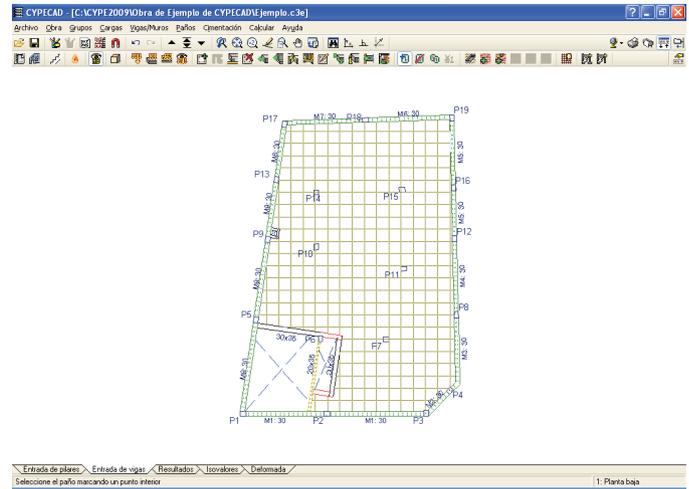


Fig. 1.59

Una vez que tenemos introducido el forjado reticular, vamos a generar los ábacos mediante la opción **Ábacos > Generar ábacos** del menú **Paños**. Se generará un ábaco en cada pilar con unas dimensiones iguales al 16% de la distancia entre pilares que queden dentro del ángulo de visión (40°), con un máximo de 5 veces y un mínimo de 2.5 veces el canto del mismo. Estos mínimos y máximos son configurables desde la opción **Ábacos > Configuración de la generación de ábacos** del menú **Paños**.

Subimos al siguiente grupo de plantas, definimos un forjado de canto 25+5 e introducimos el paño de la misma forma que lo hemos hecho anteriormente.

Es importante a la hora de definir los paños de forjados mantener una coincidencia en planta de los nervios, de esta forma cuando posicionamos una bajante en la planta sabremos que no corta a nervios de otras plantas. Por lo tanto, subimos al grupo de plantas siguiente y empleamos la opción **Gestión paños > Copiar paño** del menú **Paños**. Pulsamos el botón secundario del ratón con lo

que se abrirá una ventana en la que vamos a seleccionar el grupo del cual queremos copiar el forjado. En nuestro caso vamos a la "Planta baja", pinchamos sobre el forjado con el botón principal del ratón y seleccionamos de las opciones de copia el "Punto de paso" y la "Dirección". El programa nos devuelve al grupo de plantas en donde nos encontrábamos, entonces marcamos sobre el hueco en el que lo queremos copiar.

Repetimos estos pasos en los restantes grupos de plantas, pero esta vez copiado el Tipo de casetón del grupo de plantas 2 y generando los ábacos tras realizar cada copia.

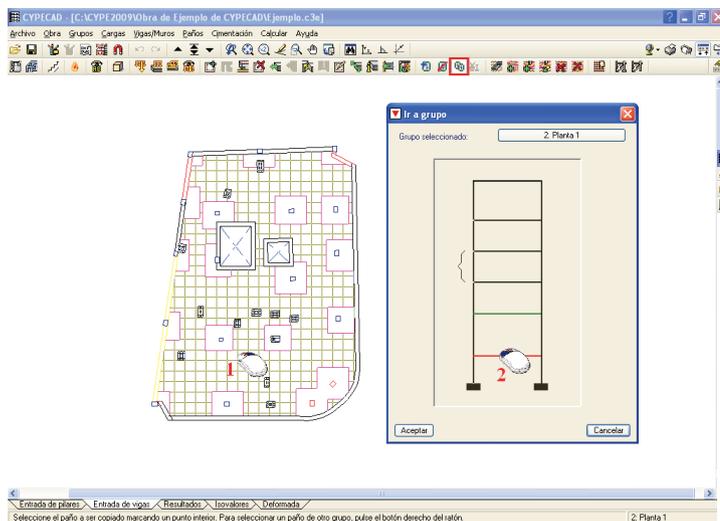


Fig. 1.60

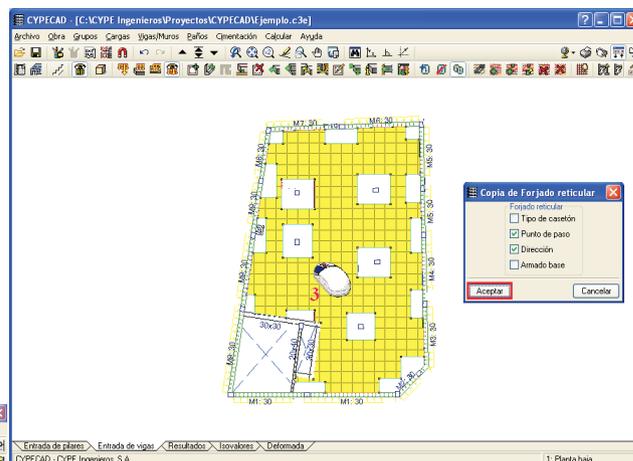


Fig. 1.61

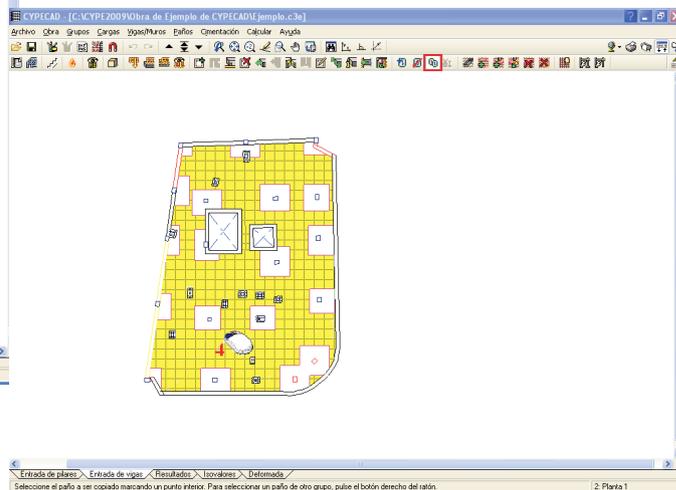


Fig. 1.62

Ahora vamos a definir en el forjado un armado base superior de $\varnothing 12$ en las dos direcciones, para lo cual empleamos la opción **Asignar armadura base** del menú **Paños**.

Seleccionamos de la lista de armados base disponibles el $\emptyset 12$ y pulsamos ambos botones para agregarlo en cada dirección del armado superior. Por último, pulsamos el botón **Asignar todos** con lo que queda asignado el armado base. Repetimos este proceso en el resto de plantas, o empleando la opción **Copiar paño** copiaremos sólo el armado base.

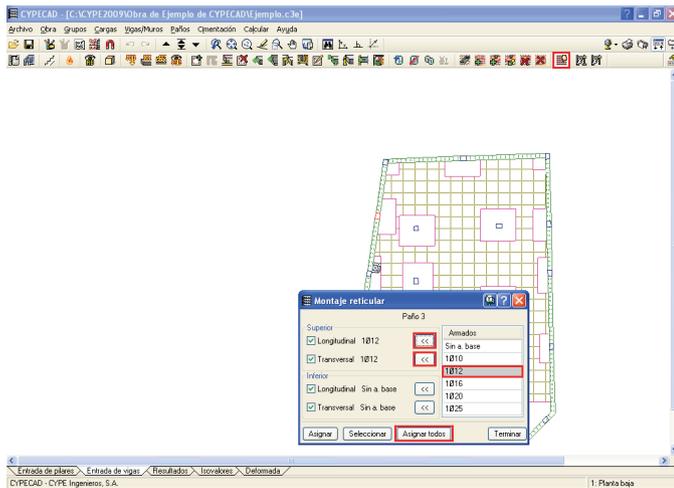


Fig. 1.63

Una vez que ya tenemos introducidos las vigas y los forjados de todas las plantas, continuamos retocando las vigas en el siguiente apartado del manual.

1.4.4. Pasos para completar la introducción de vigas

Con las vigas y forjados introducidos, y los ábacos ya generados, vamos a realizar los retoques necesarios en las vigas de tal forma que tengan un comportamiento estructural más adecuado. En nuestro ejemplo vamos a seguir las siguientes pautas:

- Toda viga en voladizo la prolongamos hacia el interior una longitud igual o mayor al vuelo.
- Las vigas principales de los huecos intentamos llevarlas a la banda de soportes más próxima.
- Las vigas secundarias de los huecos las prolongamos un poco desde la intersección.
- Las vigas que llegan a pilar las prolongamos hasta el borde del ábaco.

Vamos a comenzar a completar la introducción de vigas en el grupo "1 Planta Baja"

En la zona del montacoches y de la escalera de acceso al sótano, tenemos que la viga divisoria del montacoches de la escalera llega al pilar, por lo tanto, la prolongamos hasta el borde del ábaco. En la escalera, la viga paralela a la anterior la consideramos como principal, es decir, debemos prolongar el extremo inferior hasta el muro y el superior hasta la altura del ábaco. Con la opción **Prolongar viga** del menú **Vigas /Muros** dejamos activa la opción **Viga que es prolongada** y desmarcamos **Longitud fija**.

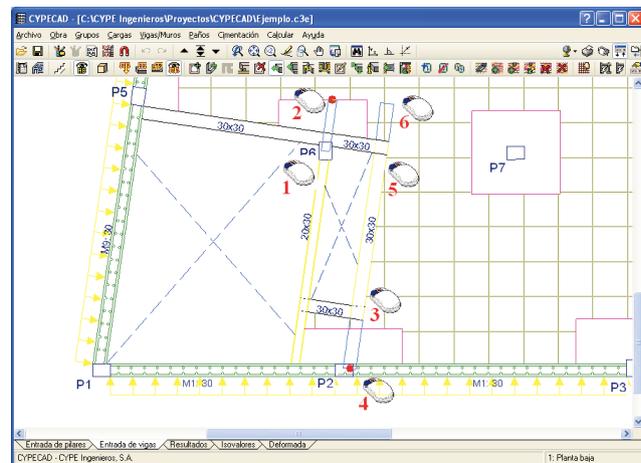


Fig. 1.64

Completamos la introducción de esta planta prolongando las vigas de la escalera 65 cm desde el eje. Para este caso activamos en la ventana la opción **Longitud fija**, y, al acercarnos al extremo de una de las vigas, el programa nos muestra automáticamente el trozo de viga que va a prolongar. Simplemente pinchando con el botón principal del ratón la viga queda introducida.

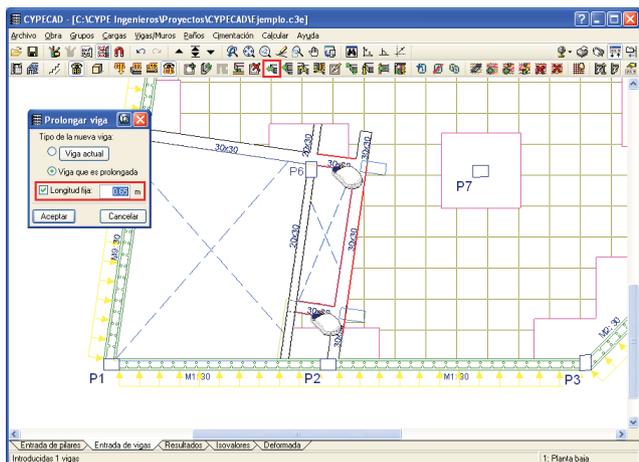


Fig. 1.65

Pasamos ahora a completar el segundo grupo de plantas "Planta 1". Comenzamos por la viga que se conecta al pilar P10, prolongamos el extremo superior hasta el borde del ábaco pasando el pilar P14, y hacemos lo mismo con el extremo inferior.

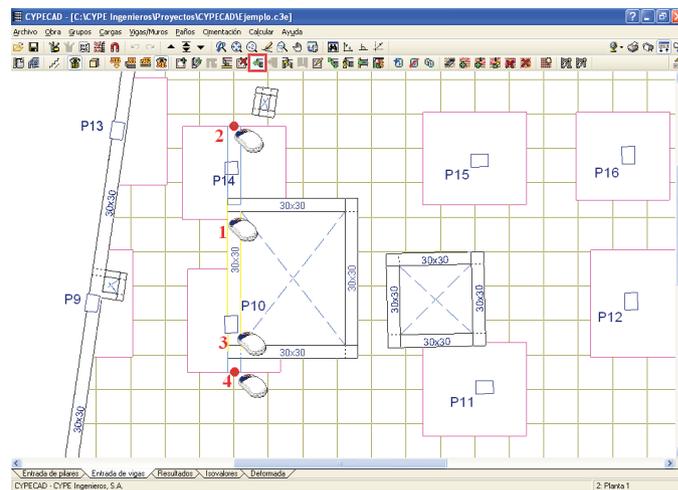


Fig. 1.66

Pasamos a prolongar la viga paralela a la anterior, llevando el extremo superior hasta el siguiente nervio que queda tras la línea imaginaria que une los pilares P14 y P15, y de igual forma el extremo inferior.

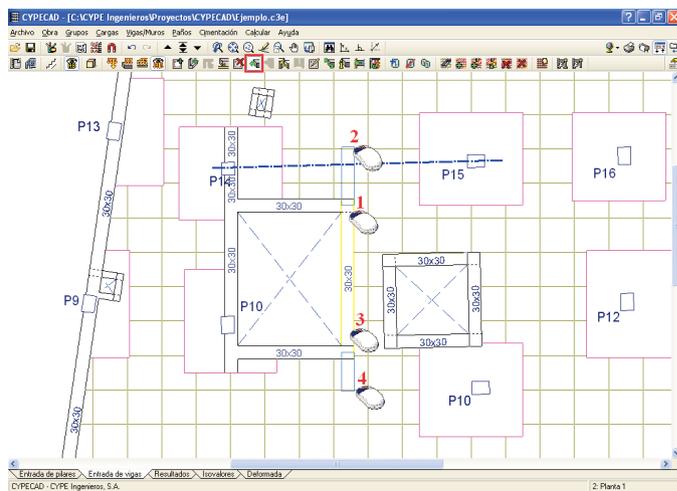


Fig. 1.67

Continuamos prolongando la viga del lateral derecho del hueco del ascensor, llevándola hasta el borde de los ábacos de los pilares P11 y P15.

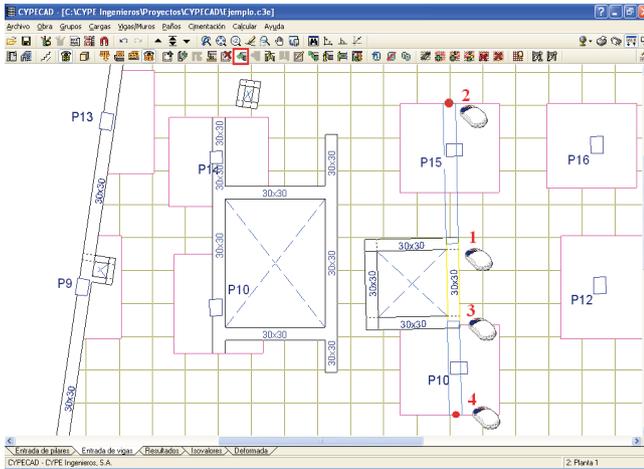


Fig. 1.68

Con la opción **Mover esquinas** del submenú **Ábacos** (menú **Paños**), desplazamos la esquina superior derecha del ábaco del pilar P11 por encima de la intersección de las vigas.

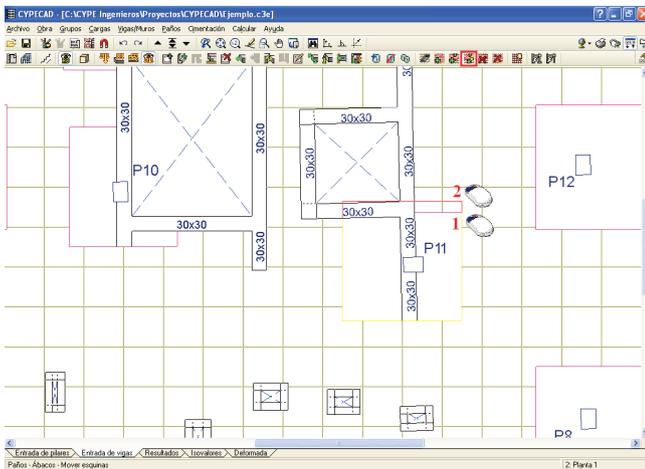


Fig. 1.69

El siguiente paso será cambiar la viga inferior del hueco del ascensor por un zuncho no estructural de 15 cm de anchura. Empleamos para ello la opción **Asignar viga** del menú **Vigas/ Muros**, seleccionamos el zuncho no estructural con el botón **Viga actual** y dejamos marcado **Según el ajuste de la viga**.

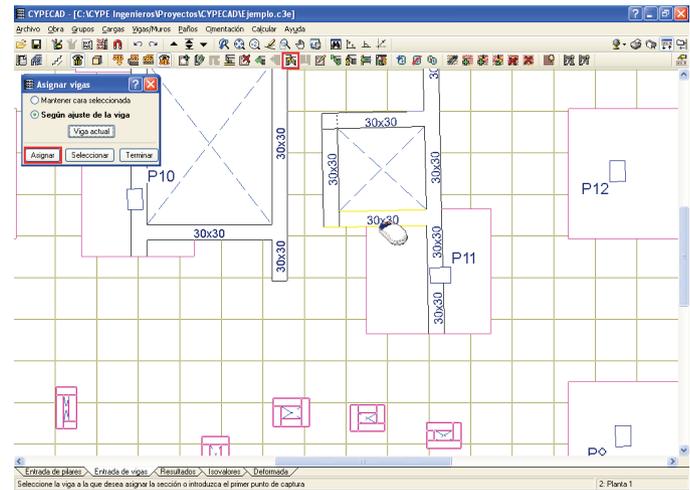


Fig. 1.70

Prolongamos la viga inferior del hueco de la escalera hacia la derecha, hasta cortar la viga vertical derecha del hueco del ascensor, también debemos prolongar hacia la izquierda la viga horizontal superior del hueco del ascensor hasta que corte con la viga vertical derecha del hueco de la escalera (Fig. 1.71).

Por último, prolongamos 85 cm desde la intersección las vigas secundarias que acometen a las principales, empleando para ello la utilidad **Longitud fija** de la opción **Prolongar viga** (Fig. 1.72).

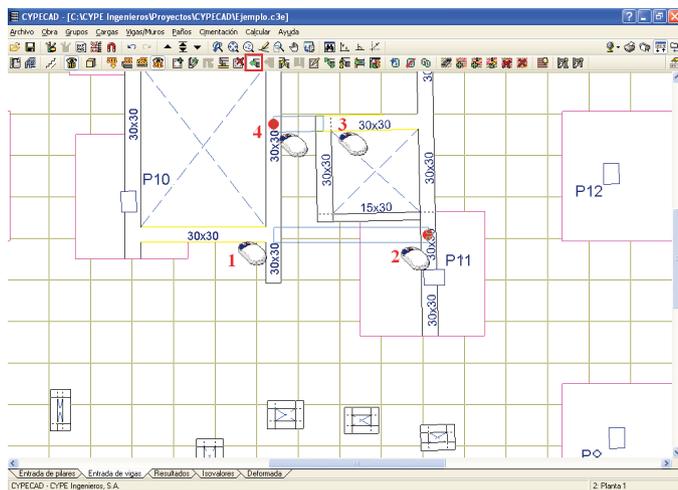


Fig. 1.71

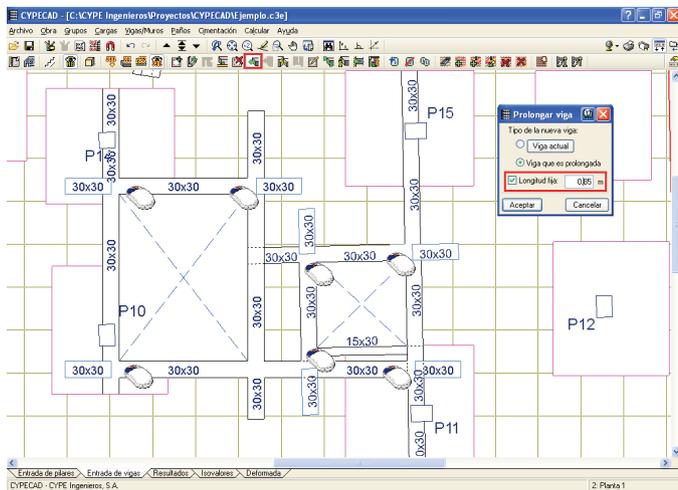


Fig. 1.72

Repetimos estos procesos en los restantes grupos de plantas de la obra, de tal forma que estará lista para la introducción de cargas.

1.4.5. Introducción de cargas

1.4.5.1. Cargas superficiales

Pasamos a introducir las cargas superficiales debidas al recrecido de la planta baja y a la escalera de acceso a la sala de máquinas de la cubierta. Con la opción **Ir a grupo** nos vamos a la planta baja y empleamos la opción **Cargas** del menú **Cargas**. Aquí seleccionamos la carga superficial, le damos el valor 6.72 kN/m² (0.42 m de recrecido a 16 kN/m³), dejamos como hipótesis la carga permanente y pulsando el botón **Nueva** pasamos a introducirla pinchando con el botón principal del ratón en todos los vértices del perímetro de recrecidos; valimos la introducción pulsando con el botón secundario del ratón cuando se marque el último punto del contorno de la carga.

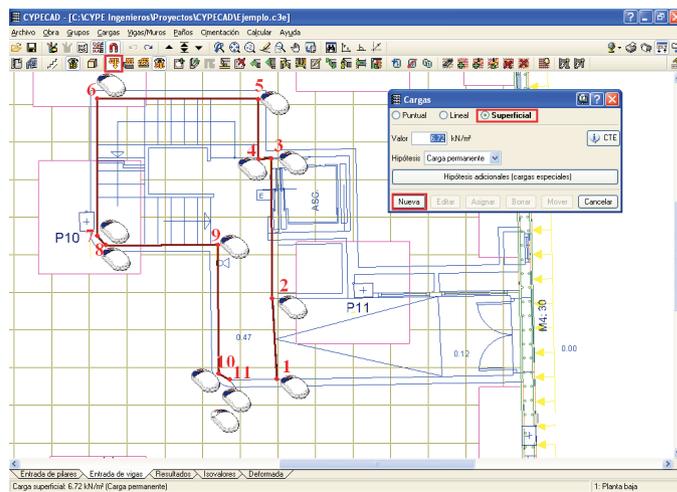


Fig. 1.73

Con los mismos pasos introducimos ahora la carga superficial de la zona de la rampa, dando un valor a la carga igual a la altura media de la misma, 3.36 kN/m² (0.5 × 0.42 m × 16kN/m³). Y así ya tenemos introducidas todas las cargas superficiales en la planta baja.

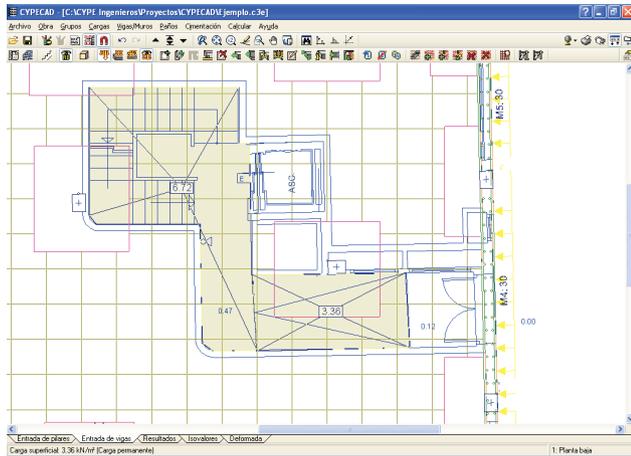


Fig. 1.73b

Pasamos al grupo de plantas cubierta e introducimos la carga debida a la escalera de acceso a la sala de máquinas. De igual forma que hicimos en la planta baja, vamos a introducir un valor de carga igual a 49 cm de recredido (altura media de la escalera) por lo que debemos indicar un valor de carga de 7.84 kN/m^2 ($0.49 \text{ m} \times 16 \text{ kN/m}^3$).

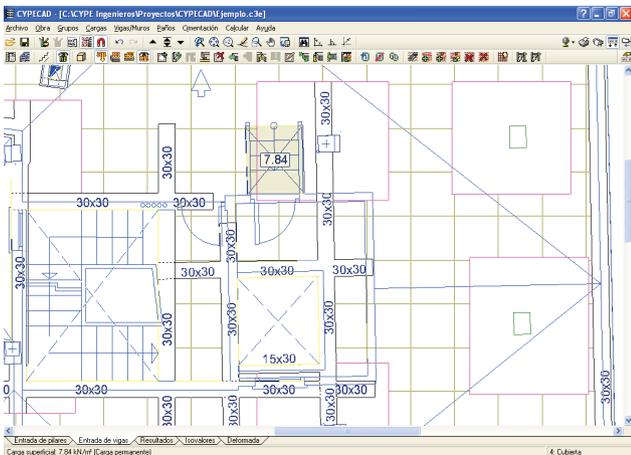


Fig. 1.74

1.4.5.2. Cargas lineales

Introducimos como cargas lineales aquellos cerramientos que por su importancia quedan fuera de la carga superficial debida a la tabiquería, definida con anterioridad como "Cargas muertas."

Comenzamos por la planta baja. Activamos la opción **Carga lineal** de la ventana de la opción **Cargas** y, a continuación, le damos el valor 11 kN/m y dejamos como hipótesis la **Carga permanente**. Pulsamos en **Nueva** y pinchamos con el botón principal del ratón sobre los vértices de la poligonal que define el cerramiento.

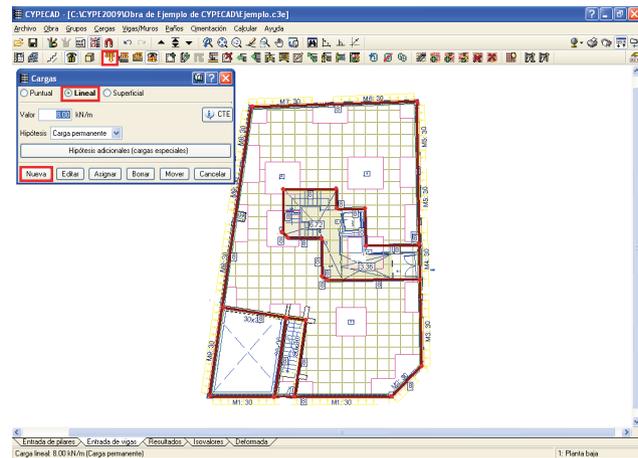


Fig. 1.75

Una vez finalizada la introducción de cargas lineales en el grupo planta baja, subimos al siguiente grupo y continuamos introduciendo de igual forma las cargas de los cerramientos de 8 kN/m y las cargas de los antepechos de las terrazas de 3 kN/m .

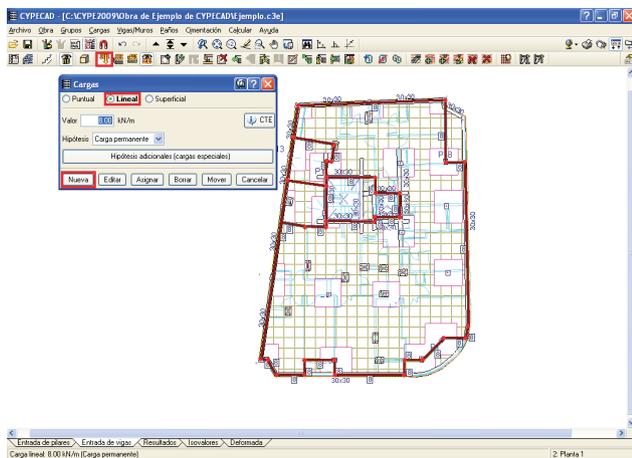


Fig. 1.76

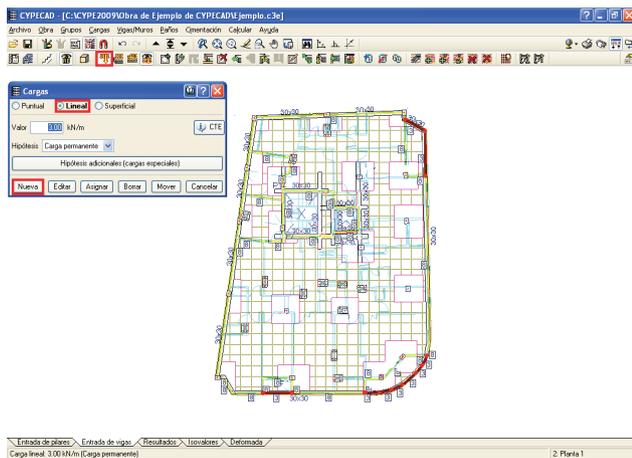


Fig. 1.77

Introducimos igualmente las mismas cargas en el grupo de plantas 3. Por último, vamos a introducir las cargas en el grupo de plantas 4 (Cubierta): introducimos la carga de **3 kN/m** (Fig. 1.78) debida al antepecho en el perímetro exterior de la planta, la carga de **8 kN/m** debida a los cerramientos del torreón (Fig. 1.79) y, a continuación, introducimos la carga que transmite la losa de la sala de

maquinaria del ascensor a la planta de la cubierta, esta carga corresponde al peso de la propia losa 5 kN/m^2 y a la carga debida a la maquinaria de 10 kN/m^2 . Como el ancho de losa que carga sobre cada apoyo es de 0.9 m para el apoyo de la izquierda, 1.28 m para el central y 0.38 m para el apoyo derecho, debemos introducir unas cargas de **13.5 kN/m , 19.2 kN/m y 5.7 kN/m** .

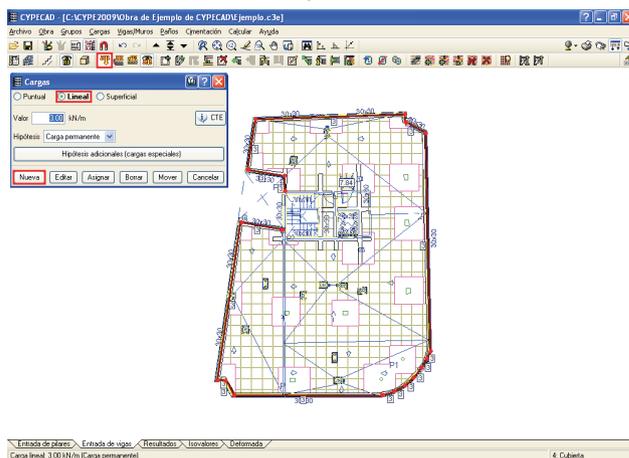


Fig. 1.78

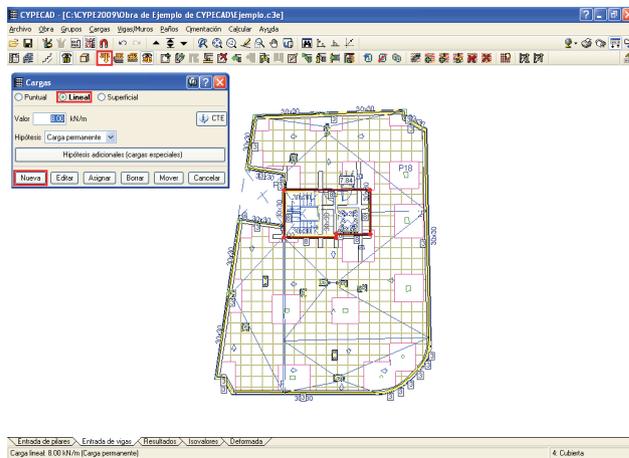


Fig. 1.79

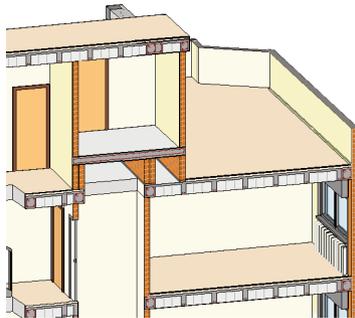


Fig. 1.80

Estas pueden realizarse por tipo (puntual, lineal, superficial), y se pueden ver todas las cargas de las distintas hipótesis o bien seleccionar la hipótesis que deseamos consultar en particular.



Fig. 1.82

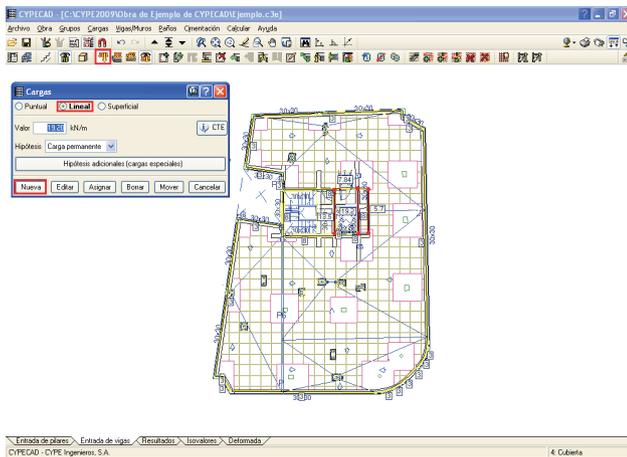


Fig. 1.81

1.4.5.3. Vistas de cargas

Para facilitar la consulta e introducción de cargas el programa dispone de una opción para seleccionar una configuración de cargas visibles.

1.4.6. Escaleras

Comenzamos a definir la escalera de acceso al sótano, que consta de un solo tramo recto de 1.1 m de ámbito (ancho), salvando un desnivel de 2.50 m mediante 14 escalones de 17.86 cm de contrahuella.

Debemos posicionarnos en el grupo de plantas Sótano y seleccionar la opción **Escaleras** del menú **Obra**. Entonces se abre un menú flotante en el que debemos pulsar sobre la opción **Nuevo núcleo de escaleras** ; se mostrará la ventana para definir el núcleo de escaleras. Le damos un nombre y pasamos a definir los “Datos del núcleo de escalera” en donde introducimos como ámbito 1.1 m, como huella 0.28 m, contrahuella 0.1786 m, el giro es en este caso indiferente dado que la escalera es de un solo tramo, el peldaño se realizará con ladrillo y, por último, especificamos las cargas: como no hay cargas de barandilla colocamos 0 en la casilla correspondiente, en el solado dejamos 1 kN/m² y como sobrecarga de uso 3 kN/m².

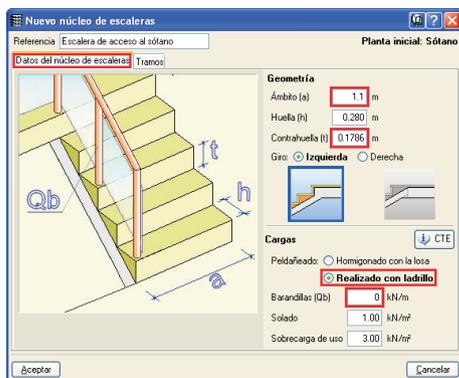


Fig. 1.83

Una vez que hemos definido los datos básicos del núcleo de escaleras pinchamos en la pestaña **Tramos** para definir la geometría del tramo. Pulsamos en el botón  para añadir un nuevo tramo, le damos un nombre, indicamos que sólo hay un tramo consecutivo igual y, en el apartado tipología, añadimos una nueva pulsando otra vez .

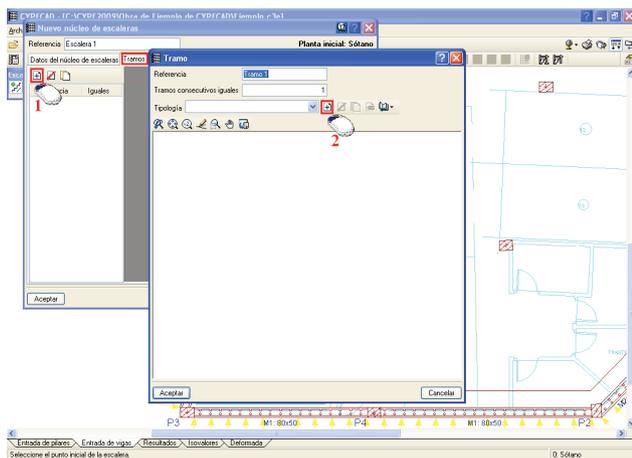


Fig. 1.84

A la nueva tipología damos la referencia "Sótano" y activamos la opción **Con recreido inicial** seleccionando el recreido recto de 4 escalones. Tras aceptar el diálogo **Recreido inicial** debemos seleccionar, entre las formas predefinidas en el programa, la de "un tiro recto", indicando que tiene 10 escalones.

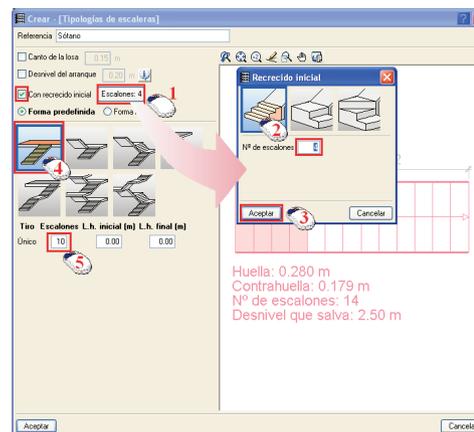


Fig. 1.85

Aceptamos los datos de la ventana **Tramo** y **Nuevo núcleo de escalera** quedando visible junto al cursor la escalera que se va a introducir.

Para posicionarla en la obra nos vamos a ayudar de las **Capturas DXF/DWG**  (captura entidades de la plantilla de CAD). Para este caso activamos la intersección y el círculo y aproximamos el cursor al origen de la escalera; cuando se capture el dentro del círculo que marca dicho origen, pinchamos con el botón principal del ratón, colocando el cursor en un punto del recorrido de la escalera y volviendo a pinchar con el botón principal cuando aparezca el símbolo de la captura intersección, de esta manera queda introducida la escalera.

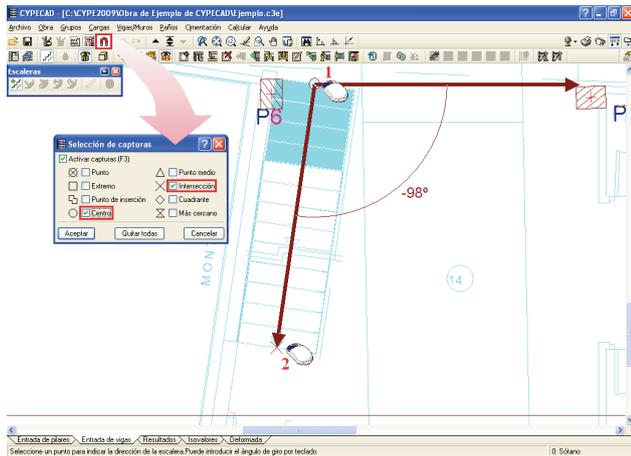


Fig. 1.86

Pasemos ahora a introducir el núcleo de escalera de acceso a las plantas de viviendas, dicho núcleo consta de un tramo en planta baja que salva un desnivel de 3.8 m y 3 tramos iguales, correspondientes a las plantas de pisos que salvan 2.8 cada uno de ellos. Lo primero que debemos hacer es situarnos en el grupo de plantas 1 (Planta baja) y pulsar de nuevo en la opción **Nuevo núcleo de escalera**. Aquí introducimos los datos del núcleo de escalera, dejando como ámbito 1 m, 0.28 m de huella, 0.175 m de contrahuella, seleccionamos que el giro de la escalera es hacia la izquierda, y también que el último escalón de cada tiro lo forma la meseta o la losa del forjado. En cuanto a las cargas, activamos que el peldañeado se realiza con ladrillo y que las cargas de barandillas, solado y sobrecarga de uso son 3 kN/m, 1 kN/m² y 3 kN/m², respectivamente.

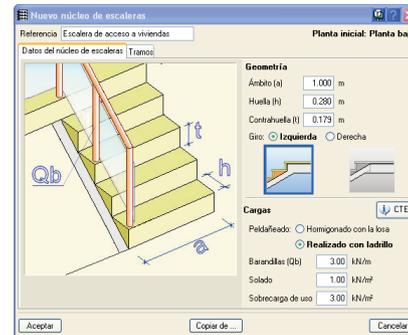


Fig. 1.87

Pinchamos la pestaña **Tramos**. Por defecto aparece la misma escalera que hemos introducido anteriormente en el sótano, pulsamos **+** y le damos una referencia (Pej. baja). Dado que la zona del zaguán en la que nace la escalera tiene un recrecido de 47 cm, activamos que hay un “Desnivel del arranque” indicando el valor del recrecido. La escalera tiene un recrecido con meseta sin partir de dos peldaños, siendo el sentido del giro el mismo que el núcleo. Tras aceptar la ventana del recrecido inicial, de las formas predefinidas en el programa seleccionamos la de “Tres tiros con meseta de cuarto de vuelta”, indicando el número de peldaños de cada uno de los tres tiros; introducimos 6 escalones en el primer tiro, 5 y 6 para el segundo y tercero, respectivamente. Por último, elegimos que las mesetas estén apoyadas, siendo la situación del apoyo lateral y el tipo muro de fábrica de 20 cm de ancho.

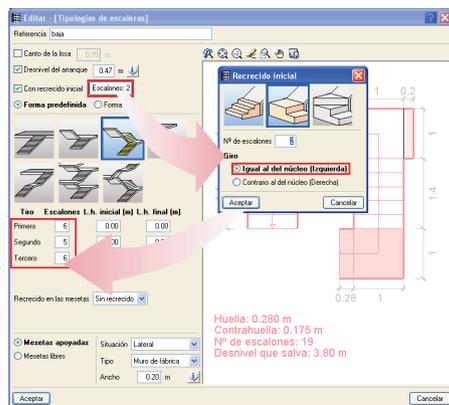


Fig. 1.88

Aceptamos la ventana y pulsamos de nuevo en el botón para añadir un nuevo tramo al núcleo, tras darle una referencia, indicamos que hay 3 tramos consecutivos iguales y pulsamos en el botón para definir la forma del tramo. En este caso seleccionamos una escalera de forma predefinida de tres tiros con mesetas de cuarto de vuelta indicando que el número de peldaños en cada uno de los tiros es 5 para el primero y segundo y 6 para el tercero. En el inicio del primer tiro tenemos una losa horizontal de 0 cm de longitud. Los apoyos de la escalera son iguales que en el tramo de planta baja.

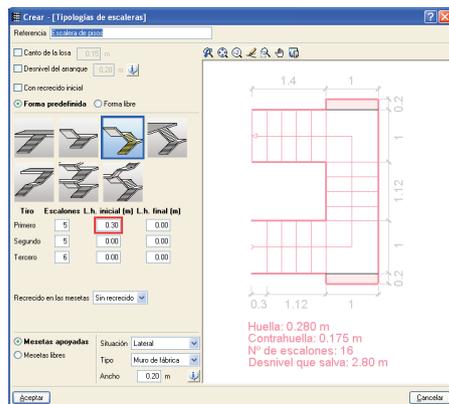


Fig. 1.89

Tras definir los tramos que componen el núcleo de la escalera pasamos a su introducción, realizándolo de la misma forma que se introdujo la escalera de acceso al sótano., Con la ayuda de las capturas DXF/DWG seleccionamos el punto inicial de la escalera y un segundo punto con el que indicamos el ángulo, con lo que quedará introducido el núcleo de la escalera.

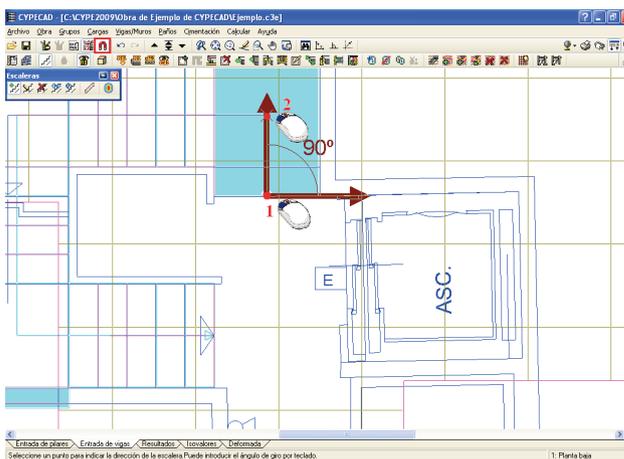


Fig. 1.90

Al calcular la obra el programa calculará las escaleras y aplicará la carga correspondiente a cada uno de los apoyos como carga lineal en la planta. Aunque, si se desea, se puede calcular y dimensionar el armado de la escalera sin necesidad de calcular toda la obra. Para ello, debemos pulsar en la opción **Ver despiece** del menú flotante **Escaleras**, tras activar esta opción pinchamos sobre la escalera cuyo despiece deseamos consultar, y se calcularán los esfuerzos y dimensionarán sus armados, mostrando el programa una ventana con el plano de despiece de armados de la escalera. Si el núcleo de escalera consultado tiene más de un tramo, podemos seleccionar en la parte superior el tramo que queremos consultar (Fig. 1.91). Si lo que deseamos es consultar los esfuerzos y desplazamientos de la losa de la escalera, debemos pulsar en la opción

“Esfuerzos y desplazamientos” que, al igual que la opción anterior, en el caso de no estar calculada la escalera, la calculará y mostrará el gráfico de isovalores de la misma.

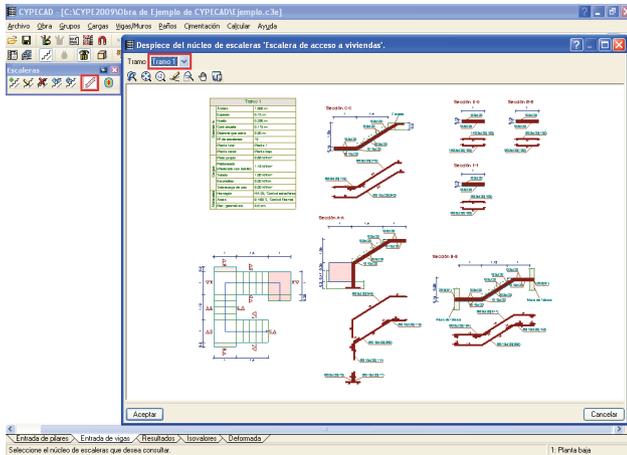


Fig. 1.91

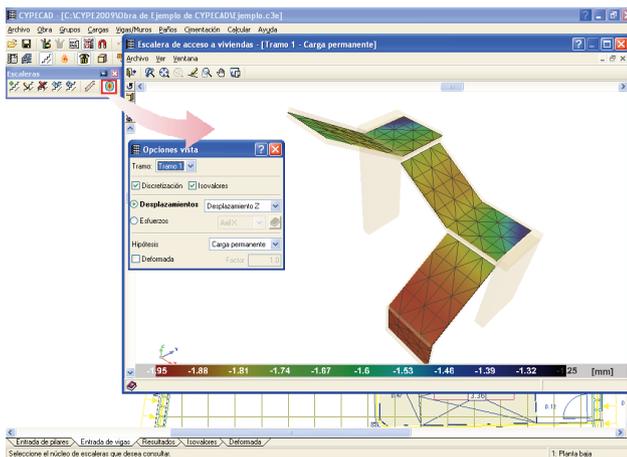


Fig. 1.92

Tras calcular el núcleo de escaleras, en los distintos grupos por los que pasa podemos observar las cargas que se

generan para el cálculo de la obra, en los arranques de los muretes de apoyo vemos que se generan cargas lineales y una carga superficial en los recrecidos.

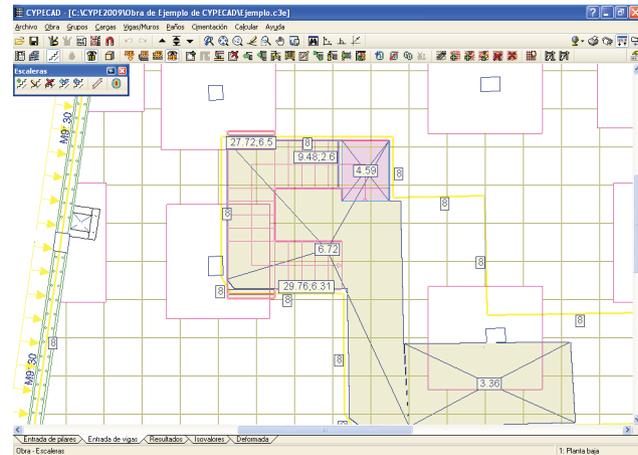


Fig. 1.93

1.4.7. Calcular

Una vez que hemos definido e introducido las dos escaleras en el proyecto, podemos calcular la obra con la opción **Calcular la obra (sin dimensionar la cimentación)**.

El programa, antes de comenzar el cálculo, analizará la geometría y nos avisará de las incidencias que encuentre. En nuestro caso, nos muestra un mensaje en el que indica que hay segmentos próximos en el borde inferior del ábaco del pilar P2, es decir, la generación automática del ábaco ha dejado el lado inferior del mismo muy próximo a la viga de borde. La solución es muy sencilla: seleccionamos la opción **Mover esquina** del submenú **Ábaco** (menú **Paños**), y pinchamos en la esquina inferior izquierda; y, desplazando el cursor hacia abajo, volvemos a pinchar sacando fuera el borde del ábaco, con lo que el programa recortará el área sobrante.

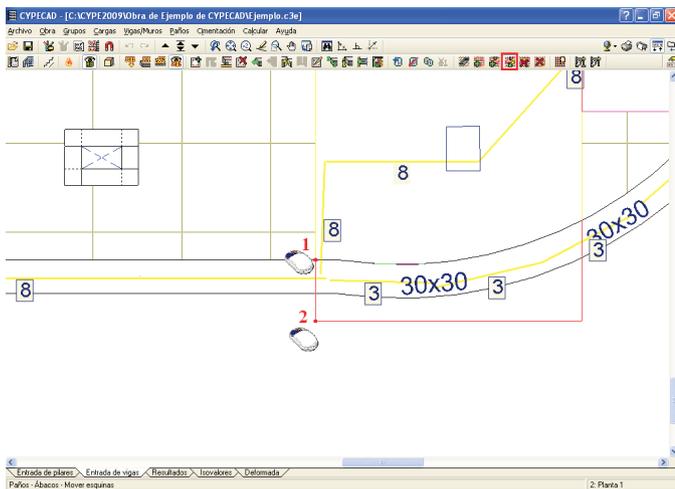


Fig. 1.94

Tras el cálculo, el programa muestra en una ventana las incidencias durante el cálculo e indica aquellos elementos que debemos revisar al detectarse errores.

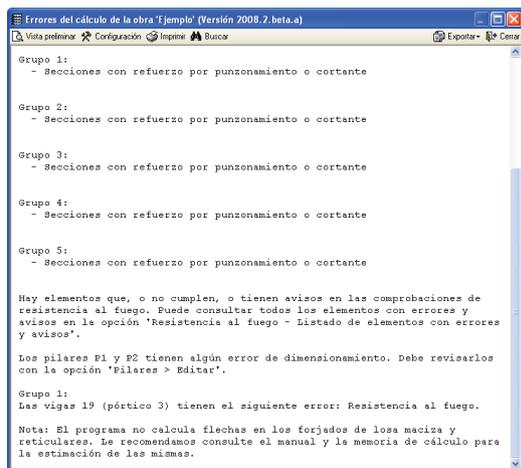


Fig. 1.95

1.4.7.1. Módulos para “Cálculo distribuido: 2 y 4 procesadores”

El programa dispone de dos módulos que permiten el procesamiento paralelo en 2 y 4 procesadores. Si ha adquirido alguno de estos módulos, los tiempos de cálculo se acortan de manera significativa dado que se reparten los procesos entre los dos o los cuatro procesadores. En el caso de tener un módulo, en la ventana de cálculo se nos muestra los procesadores que tiene el equipo y los que puede usar el módulo adquirido.



Fig. 1.96

1.5. Cimentación

Realizaremos ahora la introducción de las zapatas y vigas que conforman la cimentación de la obra, para ello bajamos al grupo de plantas 0. En este grupo ya tenemos introducidas las zapatas corridas de los muros, ya que fueron introducidas a la vez que el muro, por tanto, completaremos la introducción con las zapatas de los pilares interiores, las vigas de atado y las vigas centradoras.

1.5.1. Introducción de zapatas

Empleamos la opción **Elementos de cimentación** del menú **Cimentación**, se abre un diálogo flotante y usamos la opción **Nuevo elemento de cimentación** . Se abre la ventana **Definición de nuevo elemento** en la que seleccionamos para este ejemplo el tipo zapatas de hormigón armado (primera imagen comenzando por la izquierda). Pulsamos **Selección de tipo** y dejamos “Zapata rectangular excéntrica” (tercera comenzando por la izquierda), y mantenemos seleccionada la opción **Elementos de un solo pilar**.

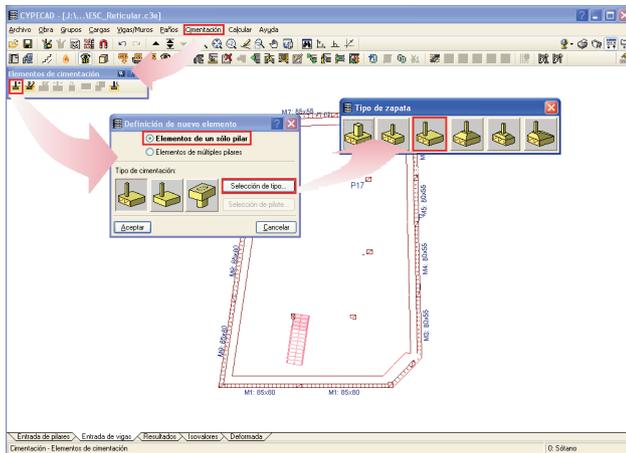


Fig. 1.97

Una vez validados los datos, el cursor se transforma en un tipo de zapata en función de cómo lo situemos: alrededor de un pilar cambiará a zapata de medianera, en una cara o esquina del pilar a zapata de esquina, y, si lo colocamos encima, en zapata centrada.

Situamos el cursor encima de los pilares P7, P10, P11, P14 y P15 para introducir zapatas centradas y a la derecha del pilar P6 para introducir una zapata medianera al hueco del montacoches.

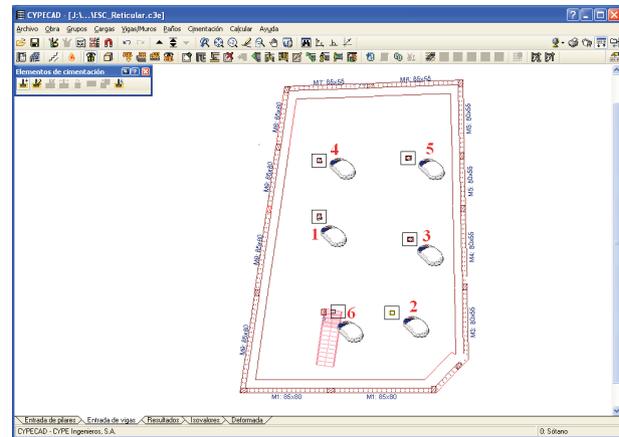


Fig. 1.98

Con la opción **Rotar**  modificamos el ángulo de la zapata para adaptarla al límite del foso del montacoches. Al activar la opción **Rotar** tenemos tres opciones para modificar el ángulo: introducirlo manualmente “Mediante dos puntos” o que tome el “Ángulo del pilar”. Para este ejemplo, vamos a emplear la opción **Mediante dos puntos** , a continuación nos apoyamos en el contorno del foso del montacoches de la plantilla DXF/DWG, marcamos los dos puntos que definen el ángulo y después pinchamos sobre la zapata a la que se le quiere asignar.

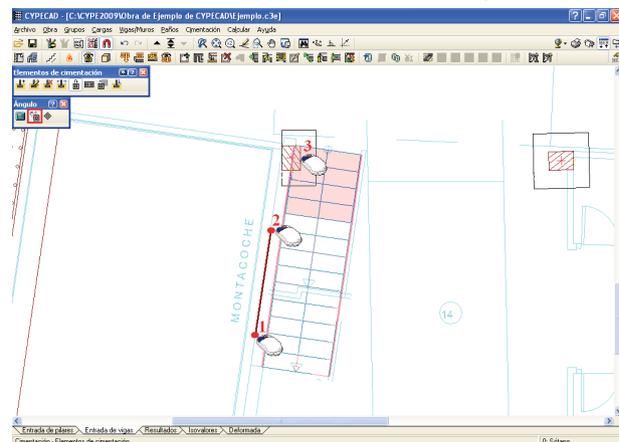


Fig. 1.99

1.5.2. Introducción de vigas centradoras y correas de atado

Pasamos a introducir las vigas centradoras y correas de atado entre las zapatas. Mediante la opción **Vigas centradoras y de atado** del menú **Cimentación** iremos introduciendo las vigas, en este caso mantenemos seleccionada la opción “viga con centrado automático en los extremos”, de esta forma el programa detecta si la zapata es medianera o de esquina e introduce una viga centradora; si es centrada, lo que introduce es una viga de atado.

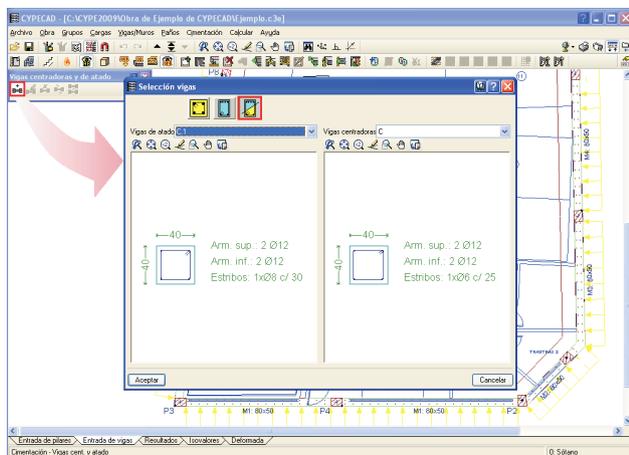


Fig. 1.100

Pinchando el primer punto en las zapatas interiores introducimos las vigas centradoras que centran la zapata del muro y, a continuación, introducimos vigas entre las zapatas interiores de tal forma que todas ellas queden arriostradas en dos direcciones ortogonales, ya que la obra se encuentra ubicada en zona sísmica (Fig. 1.101).

Una vez que se han introducido las vigas, ajustamos al borde del foso aquellas vigas que conforman su perímetro. Empleamos para ello la opción **Ajustar** del menú **Vigas/Muros** de la misma forma que se ajustaron los muros en el punto 1.4.1 de este ejemplo (Fig. 1.102).

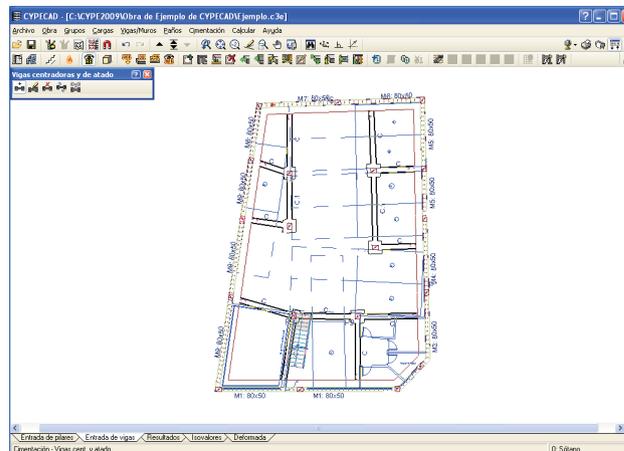


Fig. 1.101

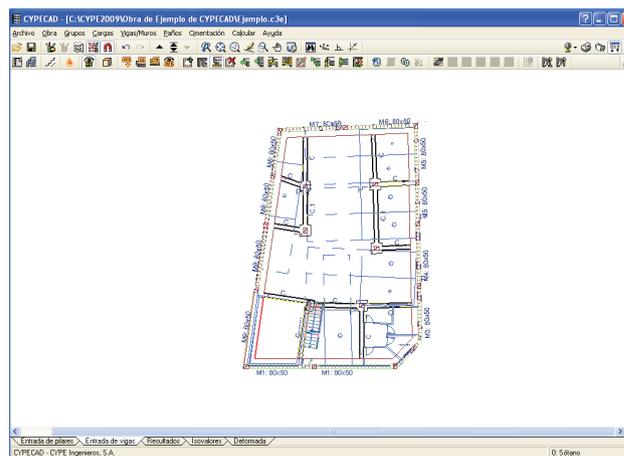


Fig. 1.102

Una vez introducida la cimentación y teniendo calculada la obra podríamos dimensionar la misma, pero hemos de tener en cuenta que este proceso debe ser siempre posterior a la consulta de resultados de la obra, ya que, en el caso de modificar los armados de pilares o de los muros, el canto de las zapatas dimensionadas con anterioridad podría llegar a ser insuficiente para garantizar el correcto anclaje de los armados modificados.

En el caso de que estas no se verificasen, deberíamos rigidizar más la estructura y volver a calcular de nuevo.

Para consultar las deformaciones en una planta determinada, el programa dispone de la pestaña **Isovalores**, en la que podemos ver mediante gráficos de isolíneas o isovalores las deformación de cada una de las hipótesis o de la combinación seleccionada.

2.3. Pilares

Una vez que se han analizado los desplomes de la estructura, pasamos a analizar los errores de los pilares de la misma, así como los armados que ha dimensionado el programa. El programa dibuja en color rojo aquellos pilares que tienen algún tipo de error. Para consultar los errores de estos pilares, pasamos a la pestaña **Resultados** y con la opción **Editar** del menú **Pilares** pinchamos con el botón principal del ratón sobre el pilar que deseamos editar.

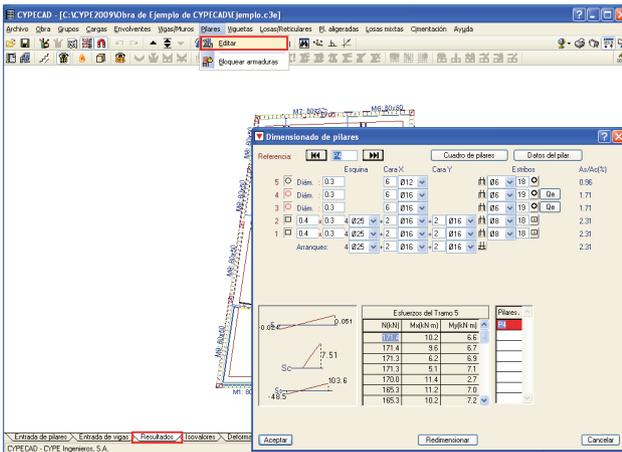


Fig. 1.106

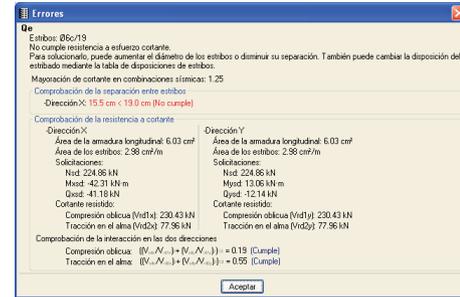


Fig. 1.107

Se abrirá una ventana en la que se muestra el armado de cada una de las plantas del pilar, a la derecha de los armados en la planta que tienen algún error aparecerá un botón que lo detalla. En nuestro caso el pilar P4 tiene un error "Qe" (No verifica el esfuerzo cortante) en las plantas 3 y 4. Pinchamos en el botón para obtener una información más detallada del error. Podemos ver que no verifica las separaciones mínimas de estribos, por lo que simplemente colocando 10 cm como separación de los estribos de la planta 3 y 15 cm en la 4 quedará solucionado.

Al seleccionar con el ratón el armado de una de las plantas, en la tabla de la parte inferior de la ventana se muestran las combinaciones pésimas de esa planta, remarcada en rojo la más desfavorable de todas. Encima de la tabla de los esfuerzos del tramo hay dos botones que permiten consultar los esfuerzos pésimos del tramo o de la base del tramo superior. A la derecha de la tabla de esfuerzos hay otra tabla en la que se muestran los pilares que disponen del mismo armado y de las mismas dimensiones. Si el pilar que estamos editando es el primero de esta tabla, cualquier modificación que efectuemos en el armado o en las dimensiones repercutirá a todos los pilares de la misma, en el caso de no ser el primero de la tabla, las modificaciones realizadas sólo afectarán a este.

En la parte superior de la ventana, donde se muestra la referencia del pilar editado tenemos los botones **Anterior** y **Siguiente**, con los que podemos ir recorriendo todos los pilares de la obra.

Tras comprobar todos los pilares, si no hemos modificado las dimensiones de los mismos para corregir errores, podremos pasar a verificar los errores de los demás elementos. En el caso de haber modificado las dimensiones de algún pilar convendría calcular de nuevo la obra para tener en cuenta el aumento de rigidez de dichos pilares; si también se han modificado armados, el programa dispone de una opción para bloquear los armados de los pilares que deseamos conservar, de manera que, al calcular la estructura de nuevo, estos mantengan dicho armado.

Esta opción es **Bloquear armaduras** y se encuentra en el menú **Pilares**, la activamos y se abre una ventana en la que se muestran todos los pilares de la obra, pinchamos sobre cada uno de ellos o bien abrimos una ventana de captura y seleccionamos aquellos a los que deseamos bloquear su armado.

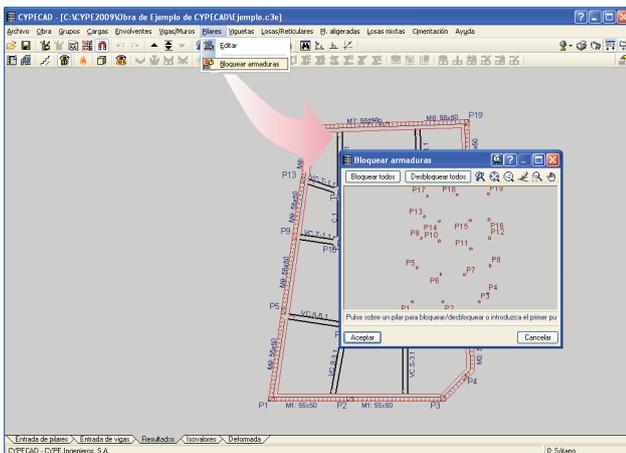


Fig. 1.108

2.4. Vigas

2.4.1. Errores

Una vez revisados los pilares, pasamos a analizar las incidencias y errores que se han producido en las vigas durante la fase de cálculo. Con la opción **Errores de vigas** del menú **Vigas/Muros** consultamos los errores de aquellas vigas que, tras el cálculo de la estructura, se dibujan en color rojo o amarillo.

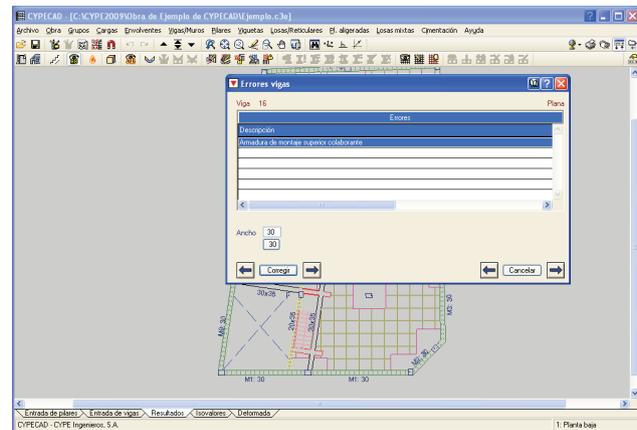


Fig. 1.109

En la ventana de errores se muestran los errores de la viga consultada y en la parte inferior, debajo de la lista con los errores, se indican las dimensiones con un botón debajo que propone una dimensión para corregir el error en el caso que sea posible. La ventana dispone de un botón de ayuda  en el cual se explican todos los errores posibles que se pueden dar en una viga.

La simbología del color esta ligada con la opción **Valoración de errores** que se encuentra dentro del apartado "Opciones de vigas" de **Datos generales**.

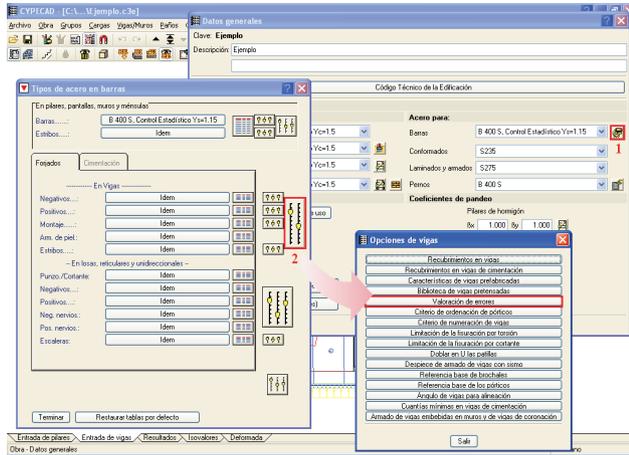


Fig. 1.110

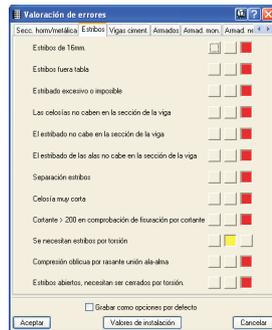


Fig. 1.111

Aquí se muestran todos los errores que se pueden dar en una viga, ordenados en carpetas por elementos (estribos, hormigón...), con un color asociado a cada uno en función de su importancia.

2.4.2. Modificación de armados

Para consultar y modificar el armado de una viga, el programa dispone de la opción **Editar vigas**, la cual se

encuentra dentro del menú **Vigas/muros** de la pestaña **Resultados**. Con ella podemos editar y modificar los armados de las distintas alineaciones (Vigas continuas) que se han calculado.

2.4.2.1. Alineaciones

El programa genera alineación entre dos vigas si ambas tienen nudos en común y el ángulo de desviación de una con respecto a la otra no supera el valor fijado en la opción **Datos generales > Tipos de acero en barras > Opciones de vigas**.

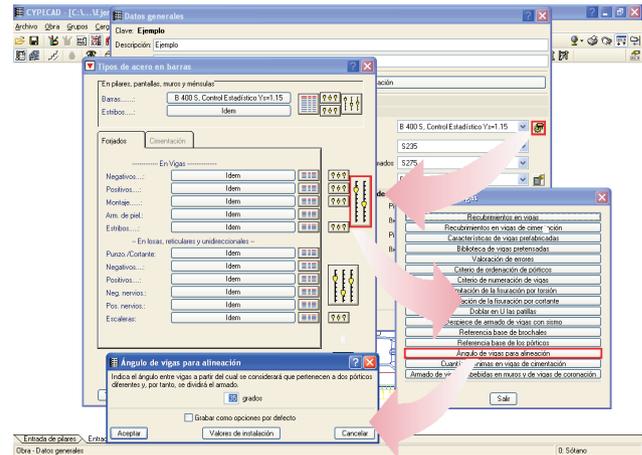


Fig. 1.112

Además de esta generación automática de las alineaciones de vigas, el programa dispone de opciones para dividir o unir alineaciones generadas por el programa en el apartado "Alineaciones de vigas" del menú **Vigas/Muros** de la pestaña **Entrada de vigas**.

2.4.2.2. Editar vigas

Con la opción activada pinchamos sobre la alineación que deseamos editar su armado. El programa abrirá una ventana gráfica en la que se muestra el armado de la alineación, en nuestro caso vamos a seleccionar la alineación 13 (Pilares P11-P15) del grupo de plantas 2.

Debemos seleccionar de la primera fila de botones el tipo de armado que vamos a modificar (barras, estribos...). Modificamos el armado longitudinal, para ello activamos el primer botón comenzando por la izquierda de la ventana; a continuación, seleccionamos la acción **Unir** y pinchamos sobre los $2\phi 12$ correspondientes al primer refuerzo de positivos que hay a la izquierda del pilar P11, pinchamos sobre los $2\phi 12$ del tramo central, indicando que el número de barras a unir son las dos. De esta forma quedarán unidas las barras. Realizamos la misma operación en el pilar P15.

Hasta el momento los cambios efectuados no han sido resituados dentro de la viga, para ello debemos pulsar en la opción **Resituar**, la cual reposiciona las barras modificadas en la alineación, verifica que el área necesaria se cumpla, y dibuja las barras modificadas en color verde; en el caso de que no se verificase el área necesaria se dibujan en color rojo.

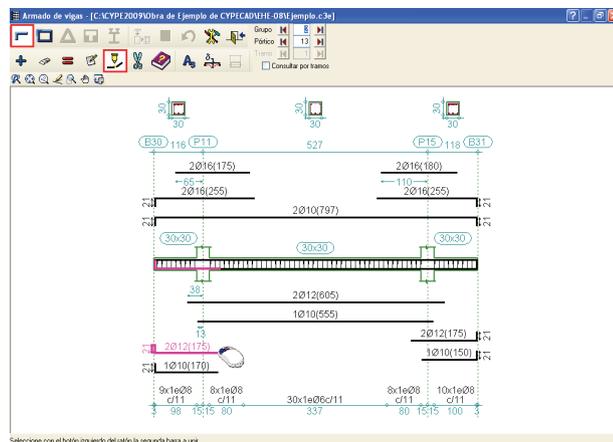


Fig. 1.113

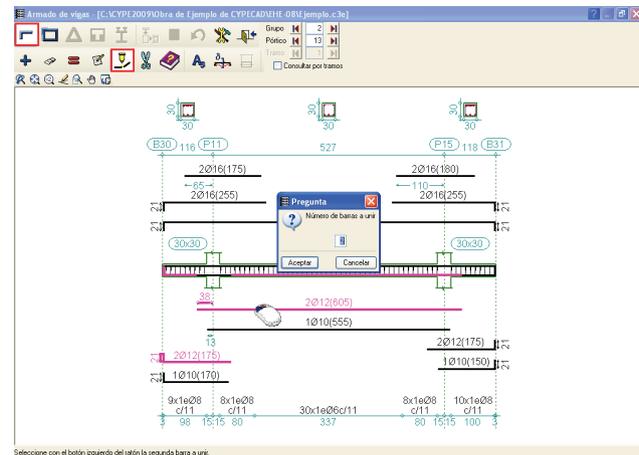


Fig. 1.114

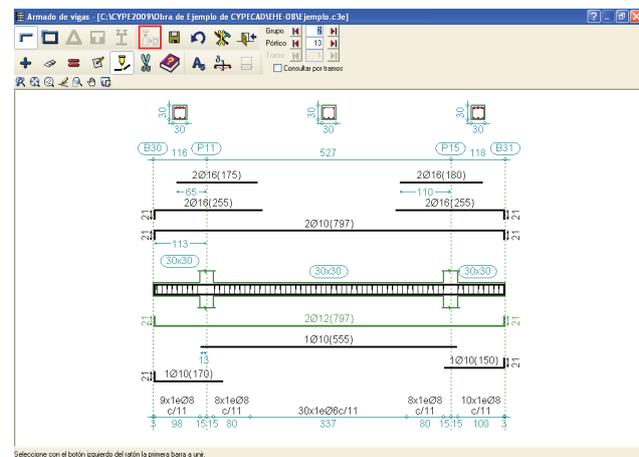


Fig. 1.115

Tras resituar pulsamos **Grabar** para que las modificaciones queden guardadas. Con los botones **Anterior** o **Siguiente** de "Pórtico" o "Grupo" podremos desplazarnos por todos y cada uno de las Alineaciones (Pórticos) de la obra.

2.5. Forjados

2.5.1. Modificación de armados

El programa con los esfuerzos obtenidos durante el cálculo arma los forjados; en el caso de losas y de forjados reticulares, el armado puede resultar muy desigual en función de estos esfuerzos. Para evitar esta situación y facilitar unos planos más homogéneos en la obra, el programa dispone de una serie de herramientas que facilitan la edición y modificación de los armados, estas herramientas están dentro de la opción **Modificar armaduras** dentro del menú **Losas/Reticulares** de la pestaña **Resultados**.

Primero seleccionamos el armado a modificar y la acción que deseamos realizar sobre el armado. En nuestro caso igualamos los armados de las bandas soporte y hacemos lo mismo para las centrales. Para ello analizamos los cm^2 de acero de los distintos nervios que conforman la banda y dividimos por el número de nervios totales de dicha banda, esta operación nos dará como resultando la cuantía media que debemos dejar. Como ejemplo vamos a realizarlo en la zona correspondiente al primer vano formada por los pilares P5-P6-P9-P10-P13-P14.

La variedad de las longitudes y los armados hace muy difícil modificarlos sin tener conocimiento de los esfuerzos de dimensionado en cada zona, ha sido por esto que desde la versión 2009.1.e se han implementado las opciones de modificación de armados de losas y reticulares dentro de la pestaña **Isovalores**, por lo tanto, para la modificación de los mismos pasamos a esta pestaña.

Activamos en **Hipótesis y plantas** los “Esfuerzos de dimensionado”, y como valor a consultar “Momento X, cuantía inferior”. Activamos en la opción **Vistas** del menú **Losas/Reticulares** el armado de refuerzo longitudinal inferior.

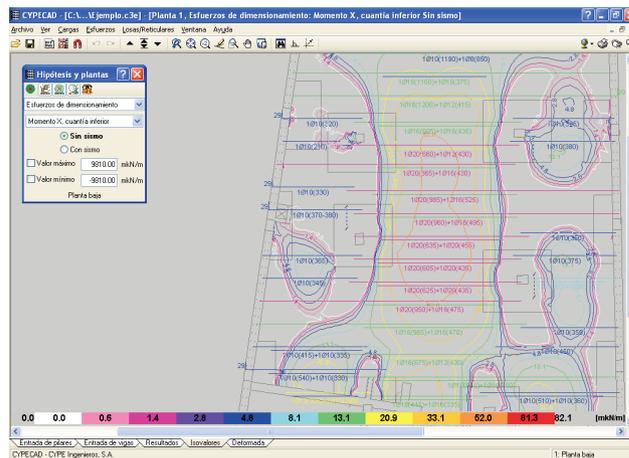


Fig. 1.116

Podemos observar que en el primer vano el armado $\phi 10$ es suficiente para todo él, salvo los tres nervios iniciales de la zona que estamos analizando, que necesitarían $\phi 10 + \phi 10$. Seleccionamos la herramienta **Modificar banda de distribución** de la opción **Modificar armaduras**, dejamos activada la opción **Eliminar armaduras solapadas**, pinchamos sobre el armado del segundo nervio y movemos el cursor hacia el nervio inmediatamente superior, y pinchamos sobre este. De nuevo volvemos a pinchar el segundo nervio y movemos esta vez el ratón hacia el nervio inferior, pinchando sobre él, con lo que quedan igualados los armados. En el primer nervio hemos colocado una cuantía 0.5 cm^2 inferior al resultado del cálculo, siendo esta diferencia tan pequeña no hacemos nada, si fuese mayor, podríamos editar el armado de la viga P5-P6 y añadirle esa cuantía en el armado de positivos de la misma.

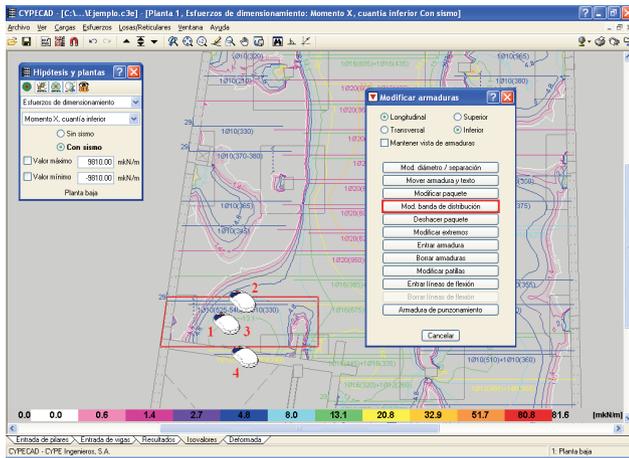


Fig. 1.117

Realizamos el mismo proceso seleccionando en este caso el armado del nervio que está por debajo del pilar P9 y modificamos su banda de distribución hasta el pilar P14, a continuación volvemos a pulsar sobre el mismo nervio llevando su banda de distribución hasta dos nervios por debajo de este.

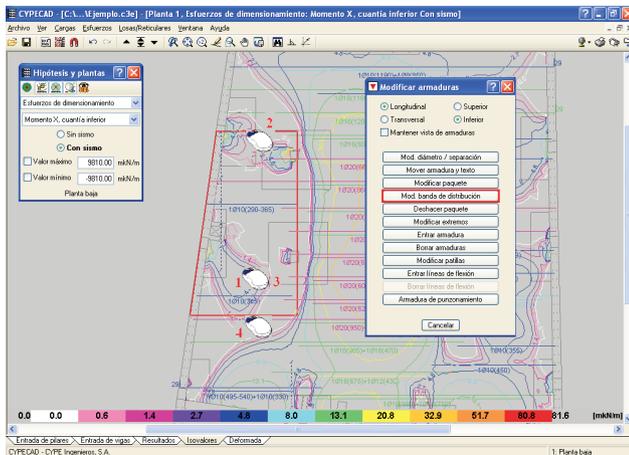


Fig. 1.118

Realizamos este mismo proceso en la zona central y en la zona izquierda, con lo que quedarán igualados los armados.

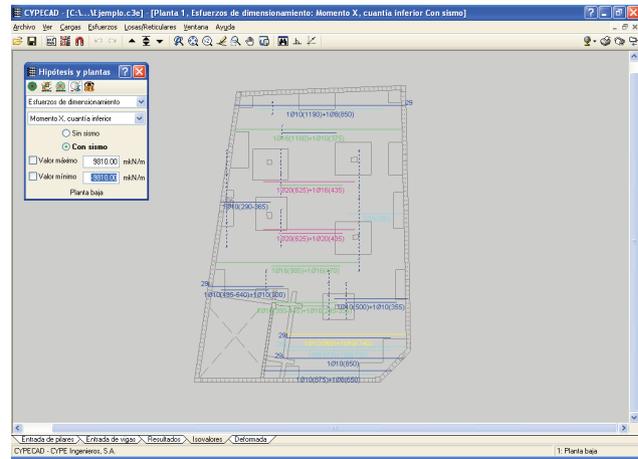


Fig. 1.119

Por último, en los cuatro nervios inferiores debemos igualar los armados a la cuantía media.

$$\begin{aligned} \rho_{\text{tot}} &= [\phi 10 + \phi 8] + [\phi 10] + [\phi 8 + \phi 8] + [\phi 12 + \phi 10] \\ \rho_{\text{tot}} &= [0.78 + 0.5] + [0.78] + [0.5 + 0.5] + [1.13 + 0.78] \\ \rho_{\text{tot}} &= 4.97 \text{ cm}^2 \\ \rho &= \frac{\rho_{\text{tot}}}{4} = 1.24 \text{ cm}^2 / \text{nervio} \approx [\phi 10 + \phi 8] \end{aligned}$$

Igual que efectuamos anteriormente, con la opción **Modificar banda de distribución** seleccionamos el nervio armado con $[\phi 12 + \phi 10]$ e igualamos los dos nervios inferiores. Una vez igualados, empleamos la opción **Modificar paquete** para cambiar el armado de esta agrupación por $[\phi 10 + \phi 8]$, con lo que el armado de longitudinal inferior de esta planta queda igualado.

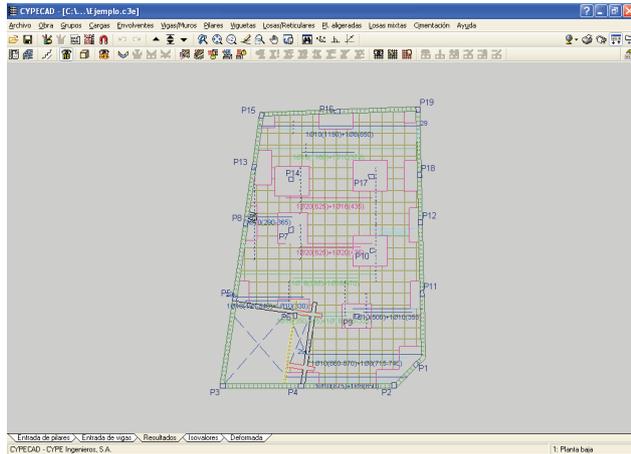


Fig. 1.120

De la misma forma que hemos operado con el armado longitudinal inferior, haremos con el resto de armados de la planta baja y el resto de plantas de la obra.

2.5.2. Copiar armado de otro grupo

En el caso de tener plantas en las que la geometría y las cargas fuesen iguales, sólo habría que efectuar las modificaciones en una de ellas, para luego copiar el armado. Para ello, nos situamos en la planta en la que deseamos copiar el armado de otro grupo y activamos la opción **Copiar armado de otro grupo** del menú **Losas/Reticulares** de la pestaña **Resultados**. A continuación, seleccionamos en la ventana que se abre el grupo de plantas del cual queremos copiar el armado.

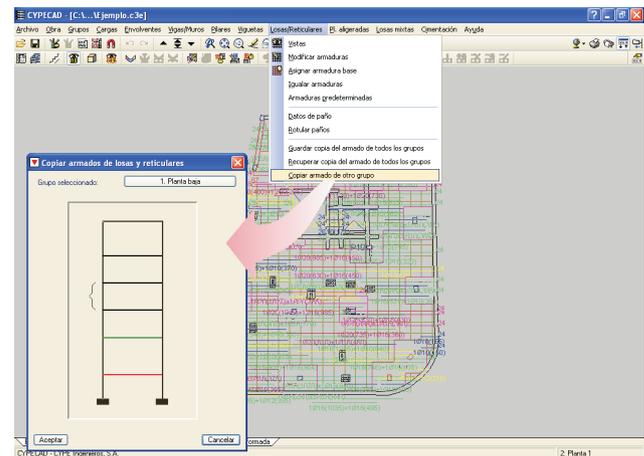


Fig. 1.121

2.5.3. Guardar copia del armado de todos los grupos

En el caso de tener que hacer alguna modificación en la obra que implique un recálculo de la misma y que sea posterior a la igualación manual de los armados, es conveniente realizar una copia de los armados de todos los grupos, de tal forma que tras el cálculo podamos recuperar el armado de aquellos grupos que no se vean afectados por las modificaciones.

2.6. Cimentación

2.6.1. Datos del terreno

Antes de dimensionar la cimentación debemos especificar las características del terreno, para ello dentro de la opción **Datos generales**, junto al hormigón para la Cimentación tenemos el botón  **Datos de la cimentación**, en él definimos la tensión admisible en situaciones persistentes y accidentales. A la derecha del valor de la tensión admisible en situaciones persistentes tenemos un botón con los datos de los terrenos más usuales, en este caso seleccionamos que nuestro terreno está formado por grava.

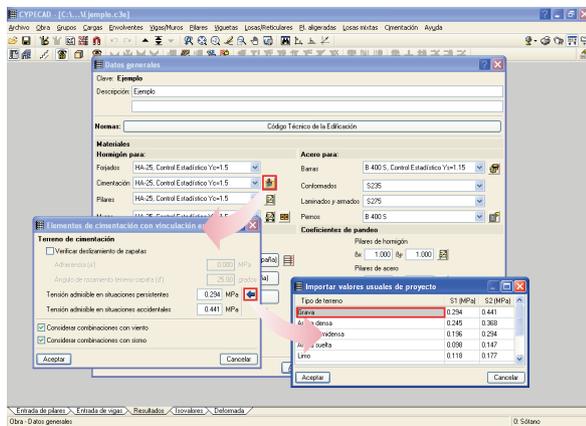


Fig. 1.122

Dado que la cimentación está arriostrada por vigas en dos direcciones ortogonales, no activamos la comprobación a deslizamiento en zapatas.

2.6.2. Dimensionar

Dentro del menú **Cimentación** tenemos la opción **Dimensionar**, al activarla se abre una ventana en la que debemos seleccionar los elementos a dimensionar. En este ejemplo seleccionamos todos y dejamos activado **Dimensionado iterativo**.

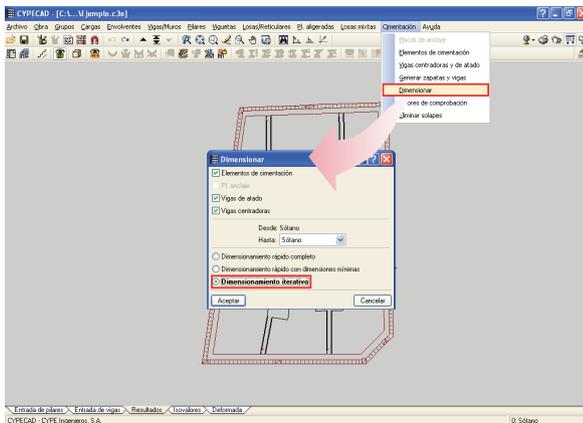


Fig. 1.123

2.6.3. Editar zapatas

Tras el dimensionamiento de la cimentación debemos editar los elementos de cimentación. Para este ejemplo, editamos las zapatas para igualar los resultados obtenidos por el programa.

Comenzamos editando las zapatas del muro M9, este tiene un canto de 70 cm y un vuelo de 50 cm, vamos a modificar el resto de las zapatas de los muros colocando en todas ellas las mismas dimensiones que la del muro M9. Tras modificar la geometría en el diálogo **Edición de zapata** debemos emplear la opción **Dimensionamiento > Rearmar** para que rearme la zapata sin modificar las dimensiones de la misma.

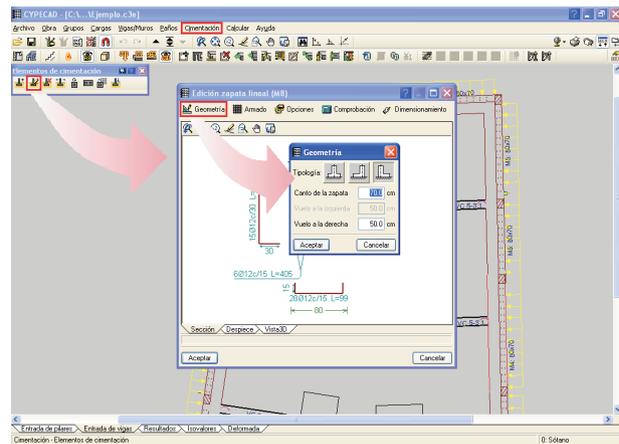


Fig. 1.124

Esta zapata es válida para todos los muros menos para la zapata del muro M1 (pilares P1-P2-P3). Si la editamos y pulsamos en la opción **Comprobar**, podemos observar que no cumple, el motivo es que el espacio para anclar los arranques de los pilares no es el adecuado, en este caso podemos obrar de dos formas: dejar la zapata inicial de canto 80 o bien modificar los armados del pilar P4 cam-

biando el armado en las plantas iniciales de $4\phi 25+4\phi 16+4\phi 16$ por $4\phi 20+4\phi 20+4\phi 20$, de esta forma el espacio para anclar los arranques será menor.

La zapata del muro de la esquina inferior derecha no se ha podido dimensionar debido a que está en una zona en la que se concentran esfuerzos y, además, no le llega ninguna viga centradora que centre los esfuerzos de esta zapata, aunque los muros M1 y M3 puedan ser capaces de centrar dichos esfuerzos, al no llegar ortogonalmente, el programa no los tiene en cuenta. Para evitar esta situación introducimos una viga centradora desde el pilar P7 hasta el muro M2, editamos la zapata del muro M2, en el apartado de geometría colocamos la dimensión de las zapatas del resto de los muros y en la opción **Dimensionar** seleccionamos la opción **Dimensiones mínimas**, de tal forma que se respete la geometría inicialmente propuesta y aumenten las dimensiones a partir de estas, dando como resultado una zapata de 90 cm de vuelo y de canto 70 cm. Tras dimensionar la zapata eliminamos la viga centradora, confirmando el centrado a los muros M3 y M1.

3. Recursos de edición

El programa dispone de una serie de herramientas gráficas para poder dibujar líneas, círculos, arcos y cotas, colocar notas o incluso insertar detalles constructivos del propio programa o de otros programas de CAD. Se puede acceder a los **Recursos de edición** pulsando en el botón  de la barra de herramientas superior, tras su selección se abrirá un menú flotante en el que se localizan todas las opciones de dibujo. Estas opciones podemos emplearlas junto con las opciones de captura  para capturar elementos del programa o entidades del fichero DXF/DWG que esté importado en la obra.

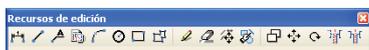


Fig. 1.125

4. Planos

Una vez que hemos revisado los resultados, pasamos a sacar los planos del proyecto. Para ello pulsamos en el botón **Planos de la obra** de la barra de herramientas superior, y se mostrará la ventana **Selección de planos** donde iremos añadiendo uno a uno los planos que deseemos lanzar, seleccionando el tipo en el desplegable **tipo de plano**.

En cada plano podemos modificar su configuración e implementar **Detalles constructivos** en cada uno de los planos de la misma tipología. Pulsando el botón **Detalles** podremos añadir un conjunto de detalles al tipo de plano seleccionado.

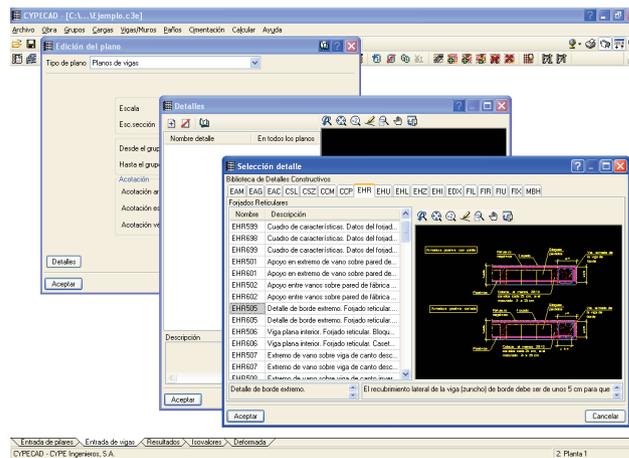


Fig. 1.126

Para cada plano debemos seleccionar el periférico al que se quiera lanzar, debemos también especificar si se desea dibujar los recursos de edición introducidos en las distintas plantas de la obra.

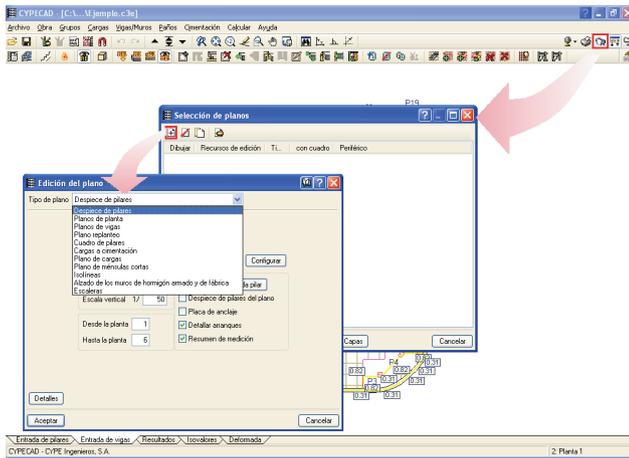


Fig. 1.127

En la parte inferior de la ventana disponemos de la opción **Cajetín** con la que podemos importar un fichero de dibujo con cajetín tipo que deseamos incorporar a los planos del proyecto, o bien seleccionar el tipo “vacío” de tal forma que el programa respete el espacio marcado para el cajetín a la hora de resituar los dibujos en el área de papel.

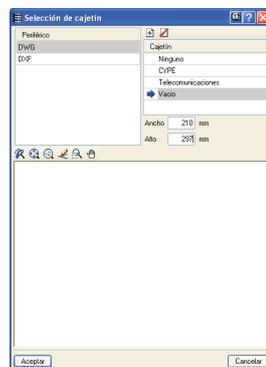


Fig. 1.128

Una vez que hemos efectuado la selección de los distintos planos, tras pulsar en **Aceptar**, el programa mostrará la ventana **Composición de planos** en la que se presenta la previsualización de los mismos. En esta ventana podemos mover los elementos, modificar las escala de los planos de planta, así como mover los textos de los elementos antes de imprimir definitivamente los planos.

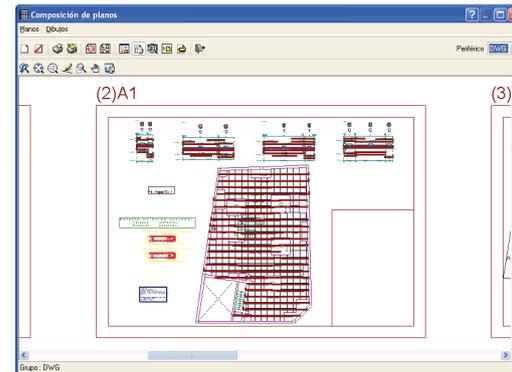


Fig. 1.129

5. Listados

El programa dispone de una serie de listados que pueden ayudar a completar los anejos de cálculo de la Memoria del proyecto. Para listarlos, pulsamos en el botón **Listados** que se encuentra a la izquierda del botón de planos que vimos en el apartado anterior, al activarlo se abrirá una ventana en la que podemos seleccionar el documento para listar.

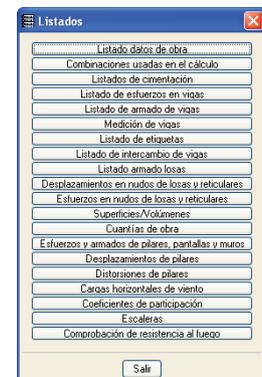


Fig. 1.130

6. Mediciones y presupuestos

Una vez finalizado el proyecto, el programa dispone, a partir de la versión 2010, de una opción para realizar el presupuesto del proyecto. Emplearemos la opción **Mediciones y presupuestos** que se encuentra dentro de la opción **Exportar** del menú **Archivo**. Tras seleccionar esta opción debemos seleccionar un banco de precios y pinchar en el mapa sobre la provincia donde se realizará el proyecto.

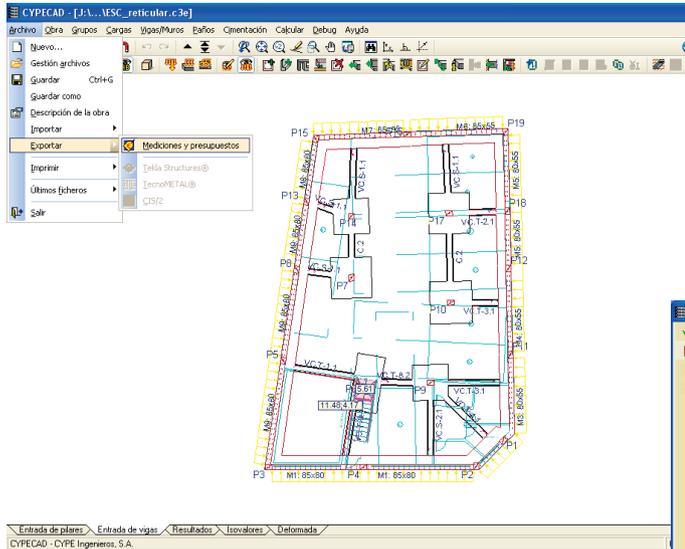


Fig. 1.131



Fig. 1.132

Pulsando en **Siguiente** pasamos a seleccionar el **Término municipal**.

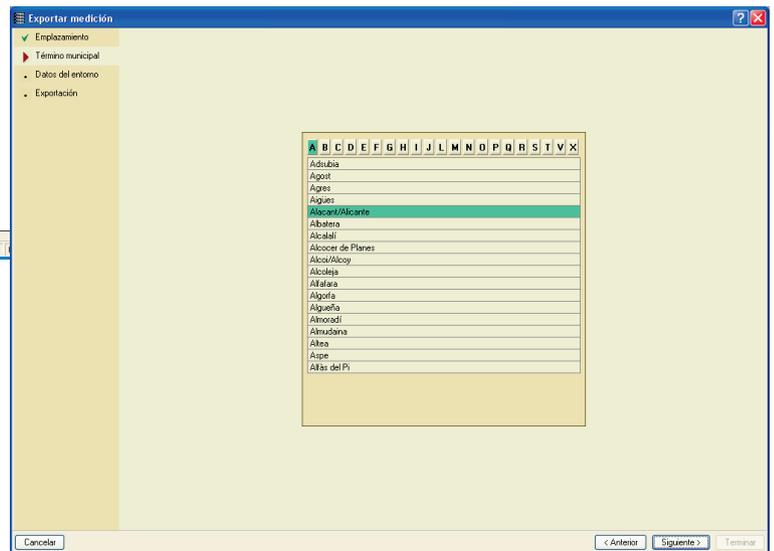


fig. 1.133

En la siguiente ventana **Datos del entorno** especificamos la accesibilidad, la topografía, el tipo de vivienda, la situación, así como la situación del mercado inmobiliario en el momento de realizar el proyecto.

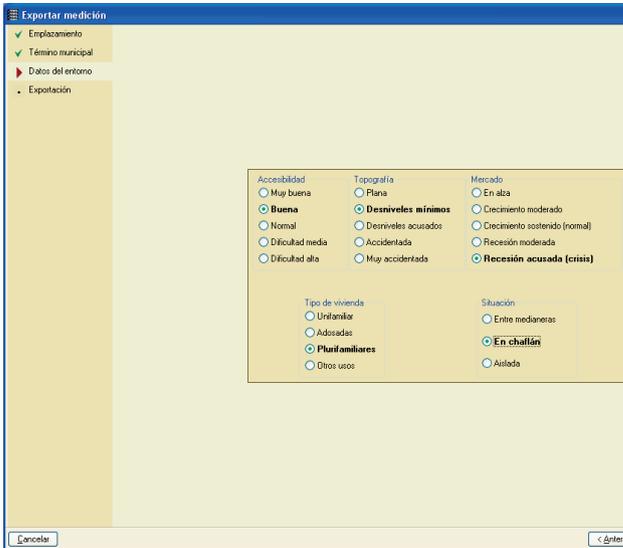


Fig. 1.134

Por último, indicamos donde queremos exportar la medición del proyecto. En este caso, exportamos a Arquímedes el Presupuesto y el Pliego de condiciones, y activamos también la valoración del mantenimiento decenal.

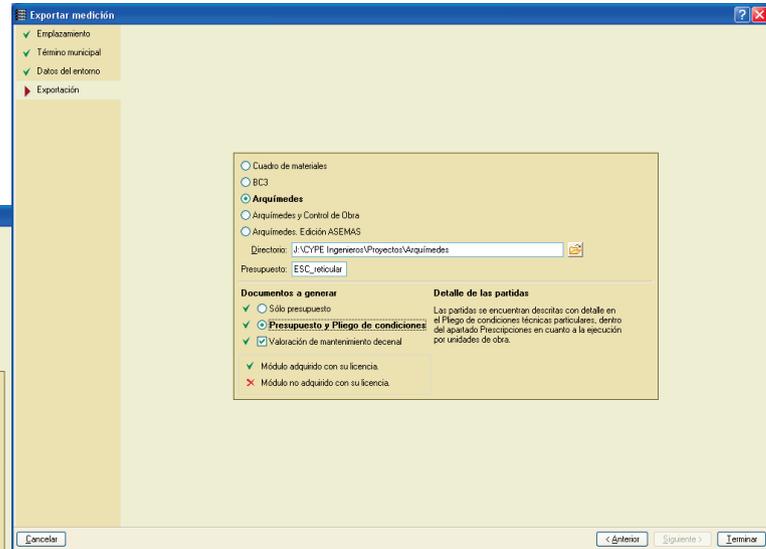


Fig. 1.135

Tras exportar se abrirá el programa **Arquimedes** con el presupuesto completo.

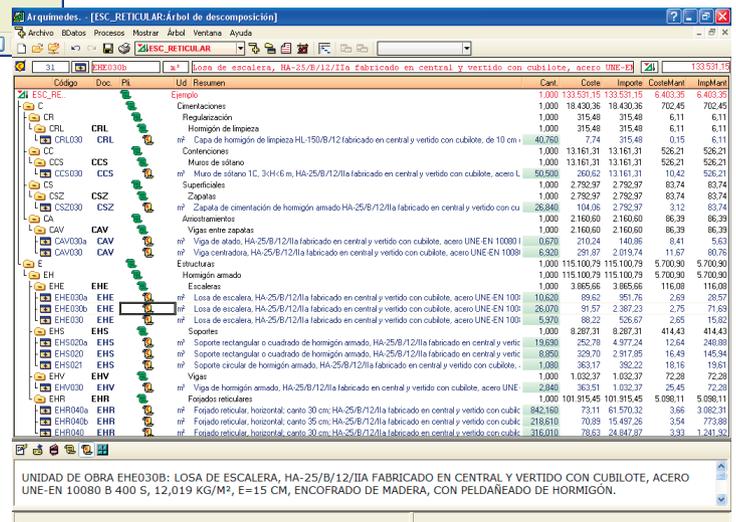


Fig. 1.136

