



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PROYECTO DE DEMOLICIÓN UTILIZANDO UNA PARAMETRIZACIÓN 4D

Trabajo realizado por:
Jenifer Setián Saro

Dirigido:
Francisco Ballester Muñoz

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Santander, Septiembre 2017

TRABAJO FINAL DE GRADO

RESUMEN

TÍTULO DEL TFG: Proyecto de demolición utilizando una parametrización 4D

AUTOR: Jenifer Setién Saro

DIRECTOR: Francisco Ballester Muñoz

CONVOCATORIA: Septiembre, 2017

PALABRAS CLAVE: Modelo parametrizado, BIM, demolición, 4D

PLANTEAMIENTO:

El objeto de este trabajo de fin de grado es realizar un modelo parametrizado 4D de dos edificios situados dentro del complejo de la central nuclear de Santa María de Garoña y con ello poder realizar una planificación de la demolición de los mencionados edificios.

Para ello, se ha creado un modelo 3D del conjunto en Revit, de forma que se obtienen de manera automática los volúmenes de demolición. Con estos datos, se crea un Project con la organización de las tareas de demolición, así como la duración de cada una de ellas y del total de la obra.

Una vez tenemos el modelo y la planificación, lo importamos en Naviswork para obtener el modelo 4D y con ello una planificación exacta, gráfica y detallada del proceso de demolición.

ABSTRACT

TFG TITLE: Demolition project using 4D parameterization

AUTHOR: Jenifer Setién Saro

DIRECTOR: Francisco Ballester Muñoz

CALL: September, 2017

KEY WORDS: Parameterized model, BIM, demolition, 4D

APPROACH:

The objective of this end-of-degree work is to carry out a 4D parameterized model of two buildings located inside the complex of the Santa María de Garoña nuclear power plant and with that, to be able to carry out a demolition planning of the mentioned buildings.

To this effect, a 3D model of the set has been created in Revit, so the demolition volumes are automatically obtained. With this data, a Project is created with the organization of demolition tasks, as well as the duration of each one and the total duration of the work.

Once we have the model and the planning, we import it to Naviswork in order to obtain the 4D model and with it an accurate, graphic and detailed planning of the demolition process.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES	1
1.1 Situación de los edificios.....	2
1.2 Descripción de los edificios.....	2
Edificio 1	2
Edificio 2	3
CAPÍTULO 2: MODELO BIM.....	4
2.1 Introducción.....	5
2.2 Modelo	5
Conjunto.....	5
Edificio 1	7
Edificio 2	11
CAPÍTULO 3: PROCESO DE DEMOLICIÓN	21
3.1 Tareas previas.....	22
Zona exterior.....	22
Zona interior	22
Instalaciones	22
3.2 Edificio 1	22
Puertas y ventanas	22
Fachada.....	23
Tabiquería	23
Cubierta.....	24
Estructura metálica.....	24
Suelos.....	24
3.3 Edificio 2	24
Puertas y ventanas	24
Fachada.....	25
Tabiquería oficinas.....	26
Suelos y techos de oficinas	26
Tabiquería nave	27
Estructura hormigón.....	27
Cubierta.....	28
Estructura metálica.....	28
Suelos.....	28



3.4 Foso.....	29
Escaleras.....	29
Hormigón.....	29
Relleno.....	30
3.5 Acondicionamiento.....	30
CAPÍTULO 4: CÁLCULOS.....	31
4.1 Tablas de mediciones.....	32
Muros.....	32
Pilares de hormigón.....	35
Vigas de hormigón.....	36
Pilares y vigas metálicas.....	37
Cubiertas.....	39
Suelos.....	39
4.2 Tablas de producción.....	40
Edificio 1.....	40
Edificio 2.....	41
CAPÍTULO 5: PLANIFICACIÓN.....	43
5.1 Organización de tareas.....	44
5.2 Gantt.....	45
5.3 Naviswork.....	46
CAPÍTULO 6: MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	47
CAPÍTULO 7: MEDIDAS AMBIENTALES.....	51
7.1 Contaminación atmosférica.....	52
7.2 Ruidos y vibraciones.....	52
7.3 Residuos.....	53
CAPÍTULO 8: PRESUPUESTO.....	54



CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1.1 Situación de los edificios

Los edificios están situados dentro del complejo de la central nuclear de Santa María de Garoña, en la localidad burgalesa de Santa María de Garoña en Castilla y León, España.

1.2 Descripción de los edificios

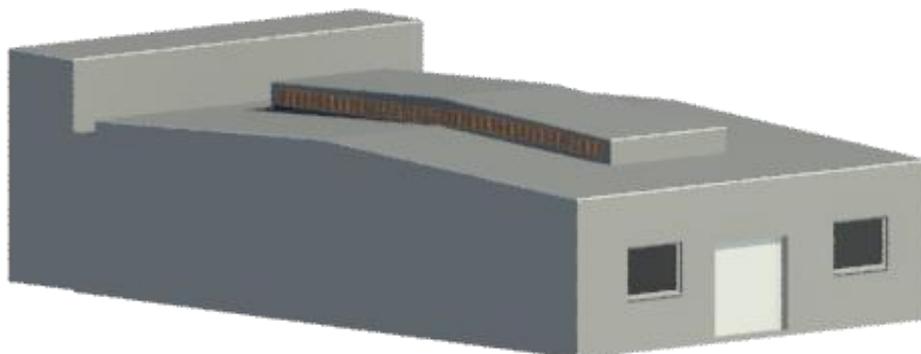
El conjunto completo está compuesto por dos naves colindantes. Una de ellas destinada al aparcamiento de vehículos y la otra utilizada como taller. Esta última nave consta además de un foso y una parte de la nave destinada a tres plantas de oficinas.

Edificio 1

El primero de los edificios es una nave de estructura metálica de 663.85m² destinado al uso como garaje de vehículos y que consta de una sola planta, excepto en la zona este, donde podemos encontrar un entresuelo de 94.5m² destinado al almacenaje, al que se accede mediante una escalera situada en la esquina sur - este.

El acceso al edificio se encuentra en la fachada oeste, mediante una puerta basculante articulada. Además, la nave está dividida en dos secciones por un muro de hormigón armado, que consta igualmente de una puerta basculante para facilitar la comunicación de ambos espacios.

La estructura del edificio está formada por cerchas metálicas y pilares de acero, mientras que la fachada es de chapa metálica, al igual que la cubierta. En la parte central de la cubierta, encontramos también los conductos de ventilación que comunican al exterior mediante rejillas metálicas.



Edificio 2

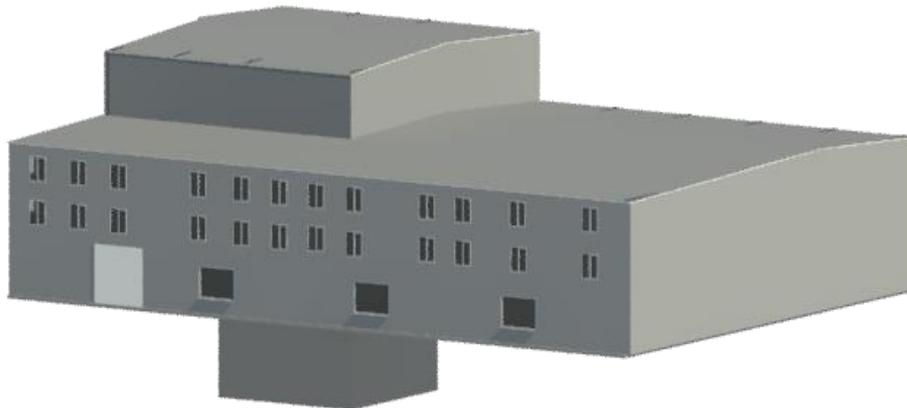
El segundo de los edificios es también una nave de estructura metálica de 1847.62m², con una parte destinada a taller, incluyendo esta un foso y otra parte destinada a oficinas.

La zona de oficinas se encuentra en la parte este del edificio y consta de tres plantas de 636m² cada una. La estructura de esta zona es de hormigón armado con tabiquería de pladur y carpinterías metálicas y vidrierías normales. Además, a cada planta se accede mediante una escalera metálica, excepto de la planta baja a la planta primera, donde tenemos dos escaleras metálicas.

La zona destinada a taller está dividida también en dos partes mediante un muro de hormigón armado, con su correspondiente puerta basculante para facilitar la comunicación. La zona norte del taller es la que cuenta con un foso de 125,44m² y una profundidad de 8m. Este foso está rodeado de una barandilla de seguridad y se accede a él mediante una escalera descendente en forma de L.

El acceso a esta nave se encuentra en la fachada este, próximo a la zona de oficinas y, al igual que en el otro edificio, consta de una puerta basculante articulada.

La estructura del edificio está formada por cerchas metálicas y pilares de acero, mientras que la fachada es de chapa metálica, al igual que la cubierta.





CAPÍTULO 2: MODELO BIM

2.1 Introducción

BIM es el acrónimo de “Building Information Modeling” y por definición es “el proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción”.

Por lo tanto, al crear un modelo BIM lo que conseguimos es una representación del edificio en el que se engloba toda la información disponible sobre él, ya sea sobre su geometría e información geográfica, como sobre los materiales que lo componen, sus cantidades y sus disposiciones, consiguiendo así modelos 5D.

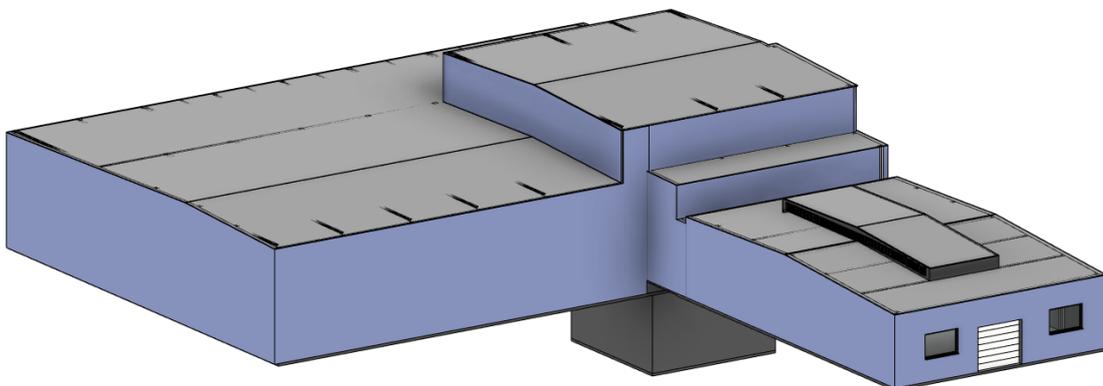
Este tipo de representación facilita la comprensión del edificio en cuestión y permite obtener de forma rápida y sencilla cualquier medición necesaria. Además, una de las principales ventajas es que cualquier cambio que sea necesario introducir, se aplica automáticamente a todo el modelo.

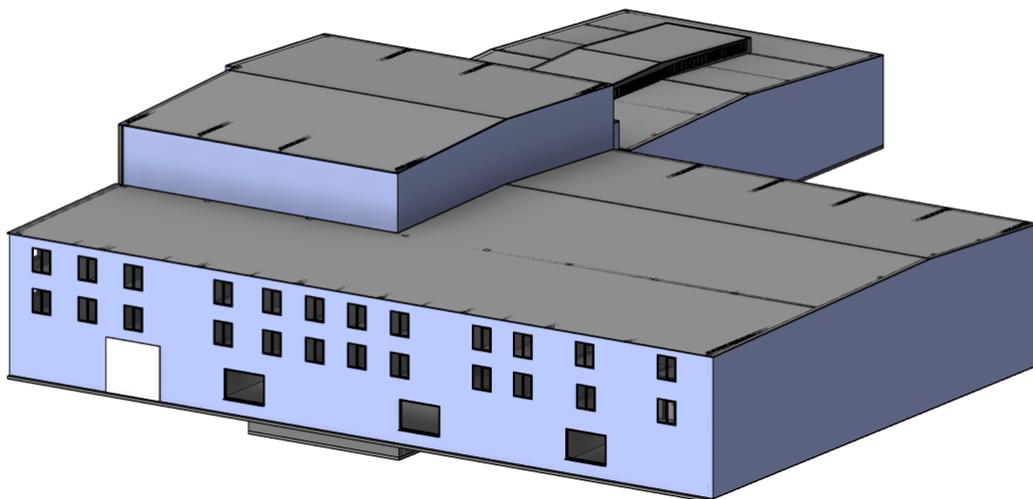
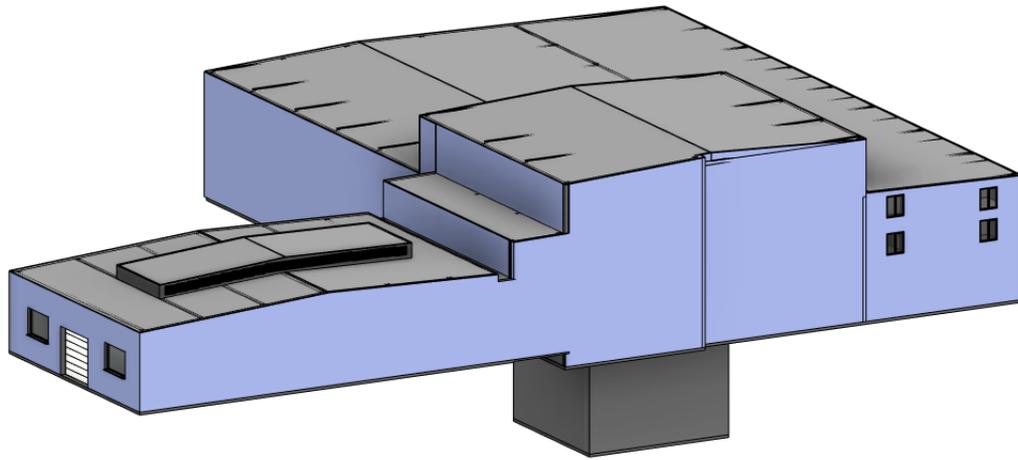
2.2 Modelo

Aplicando este sistema de representación BIM mediante el programa Revit y a partir de los planos existentes, se ha creado un modelo 3D de los edificios para después poder proceder al tratamiento de los datos necesarios.

Conjunto

Vistas

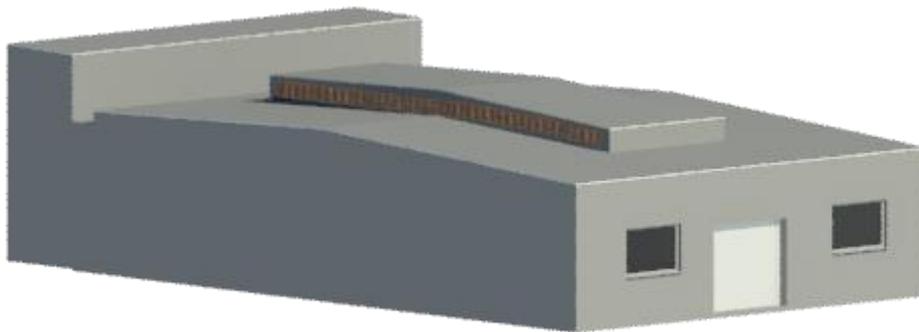




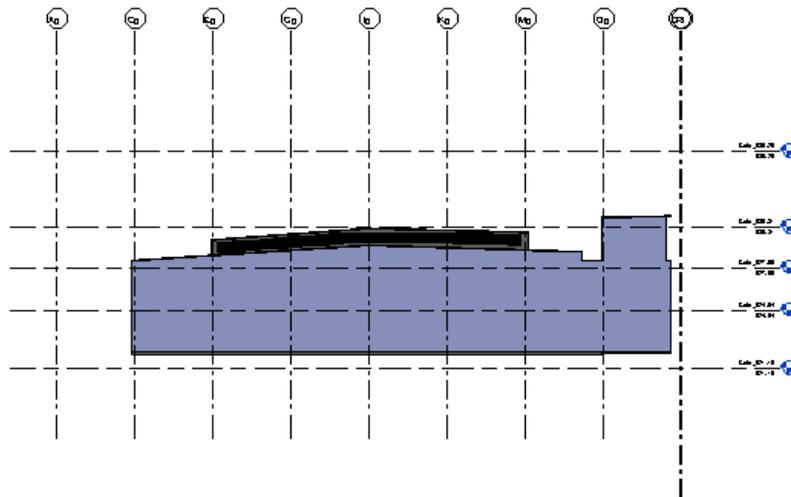
Planta



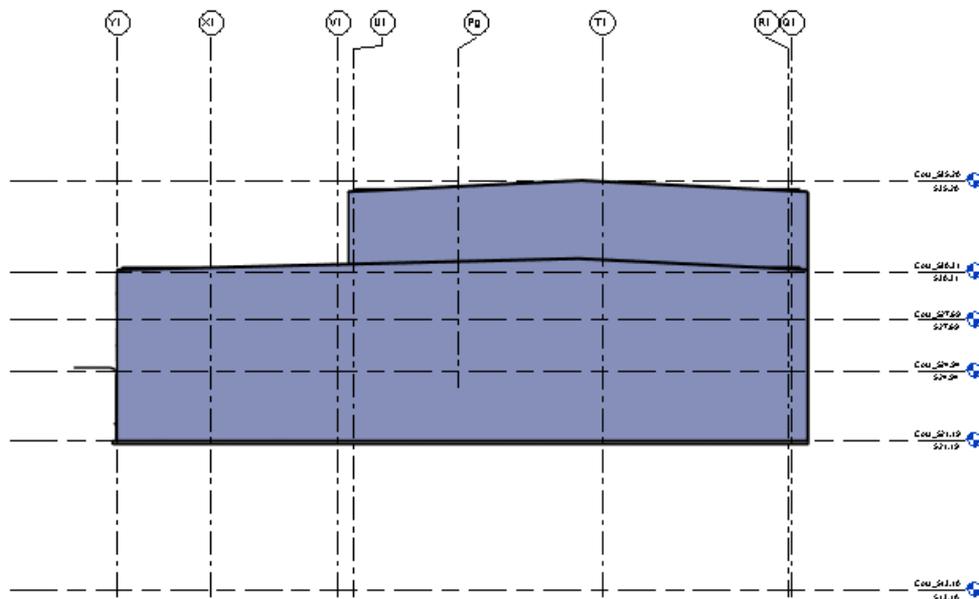
Edificio 1



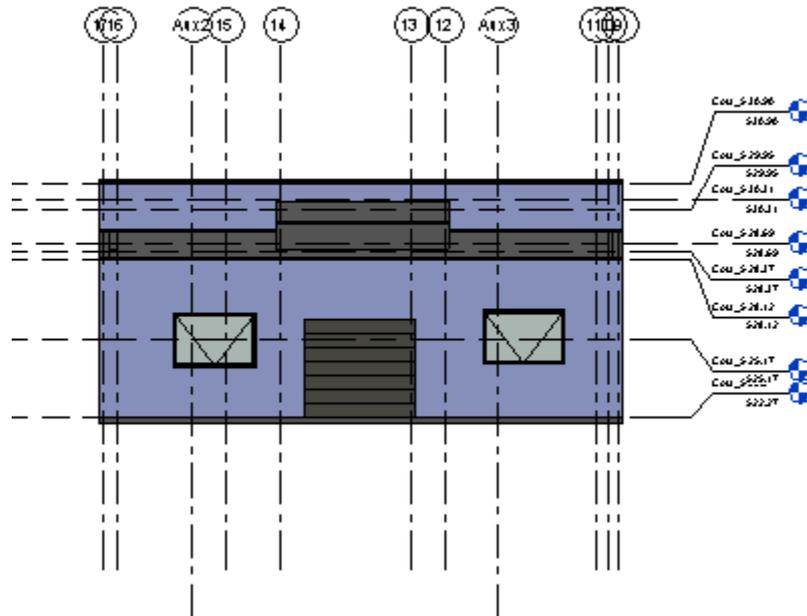
Fachada norte



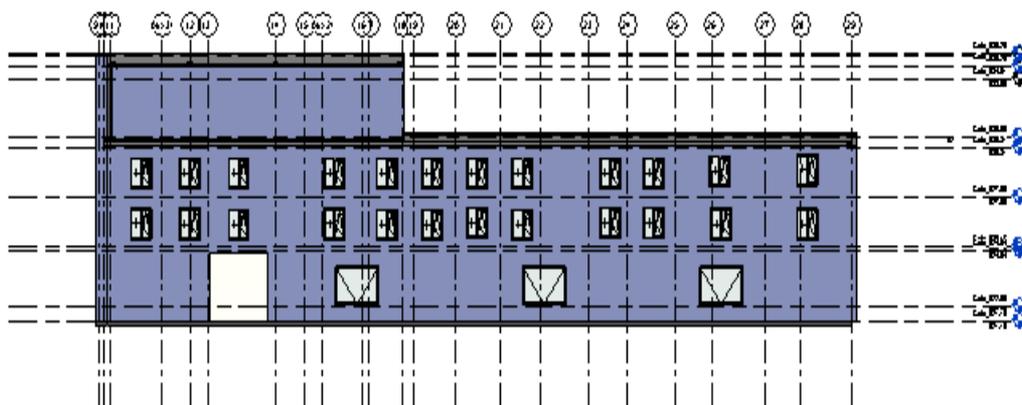
Fachada sur



Fachada este



Fachada oeste

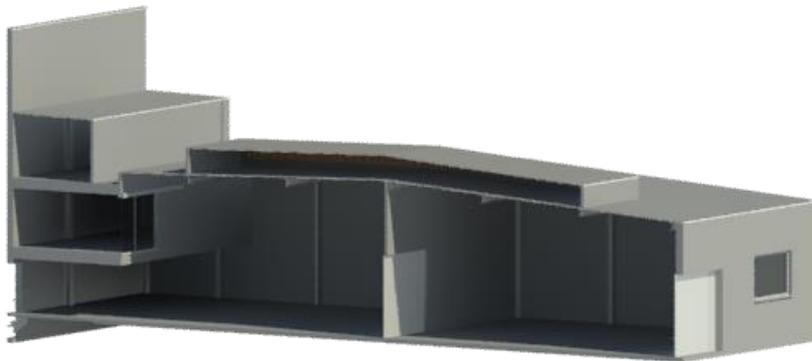




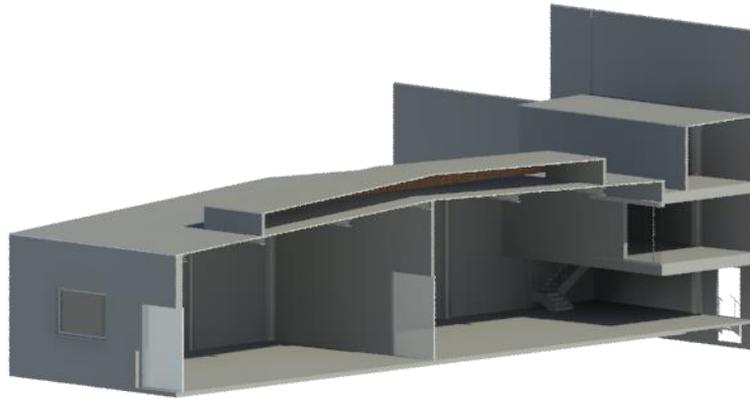
Secci3n A-A'



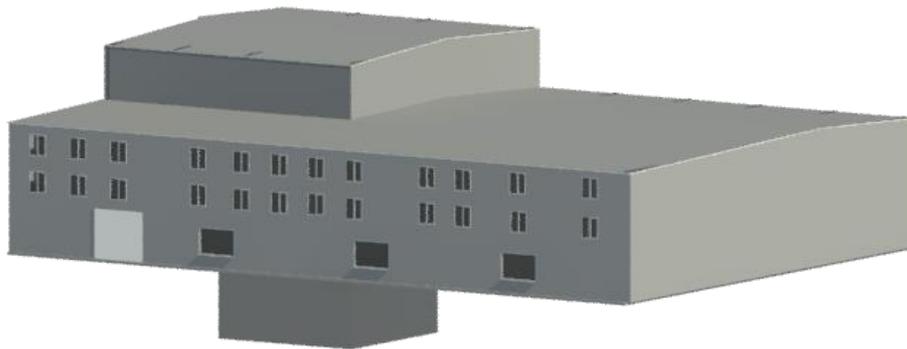
Vista sur



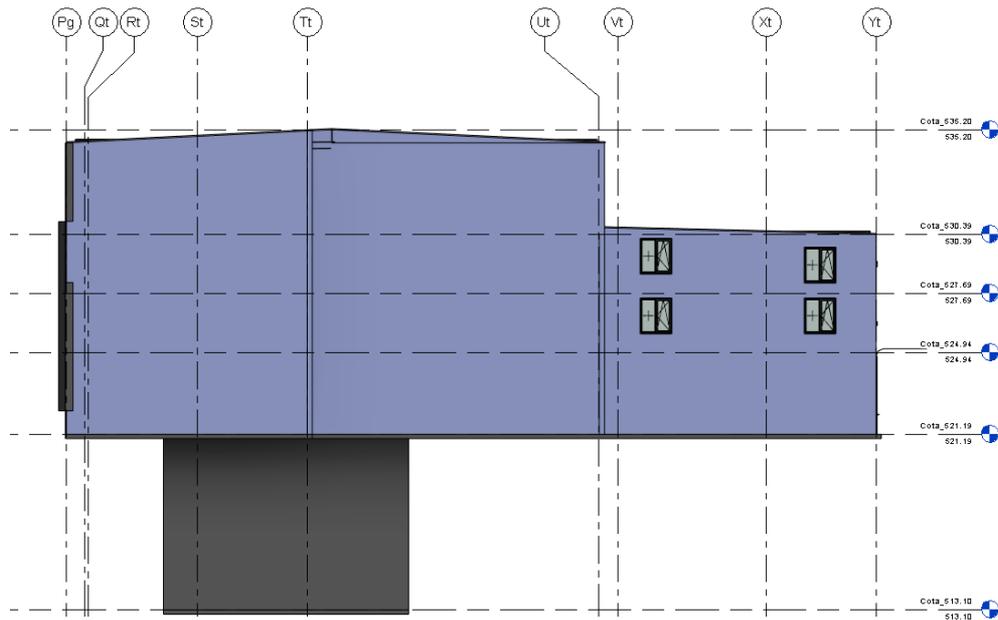
Vista norte



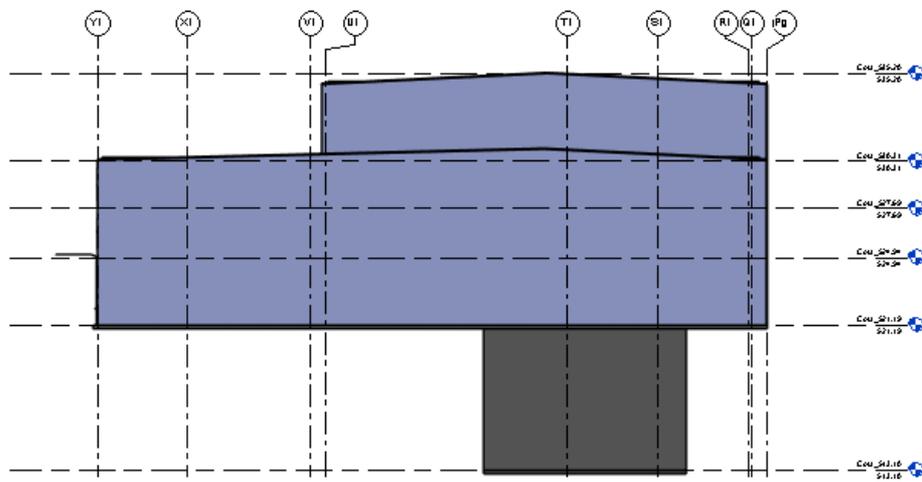
Edificio 2



Fachada norte



Fachada sur



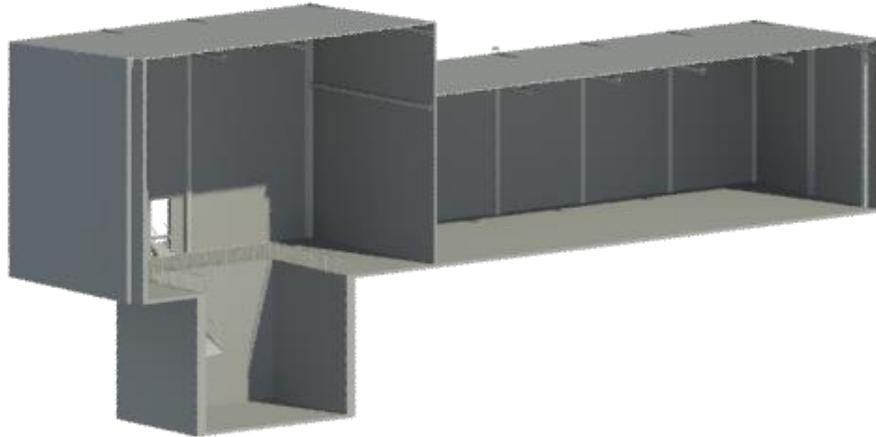


Sección B-B'

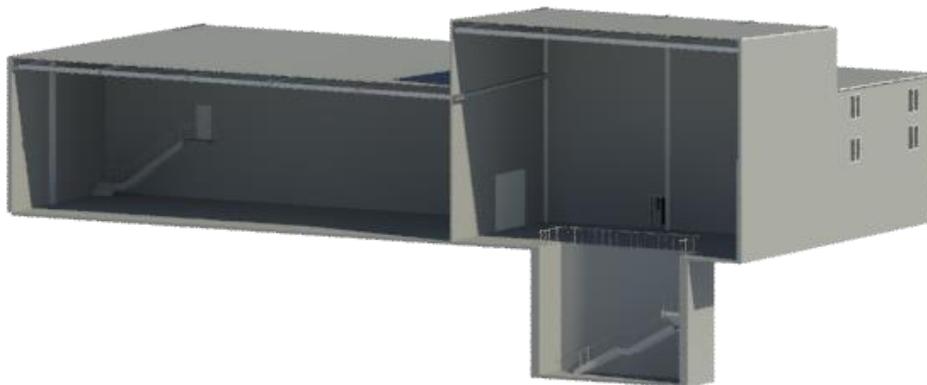


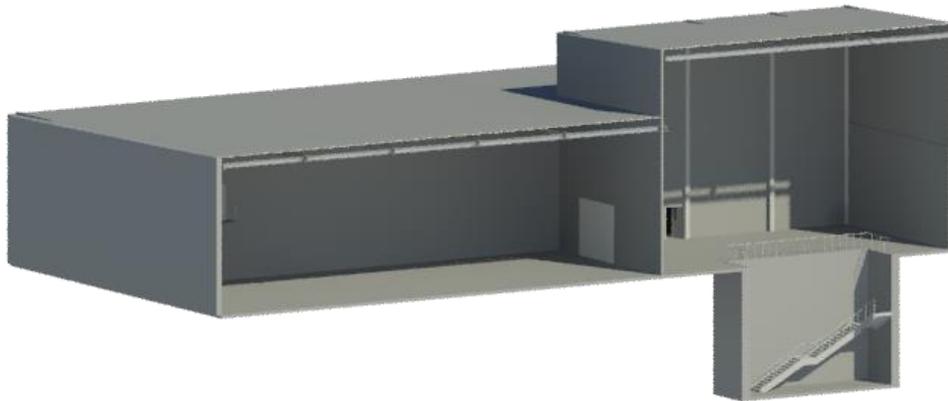
Vista oeste





Vista este



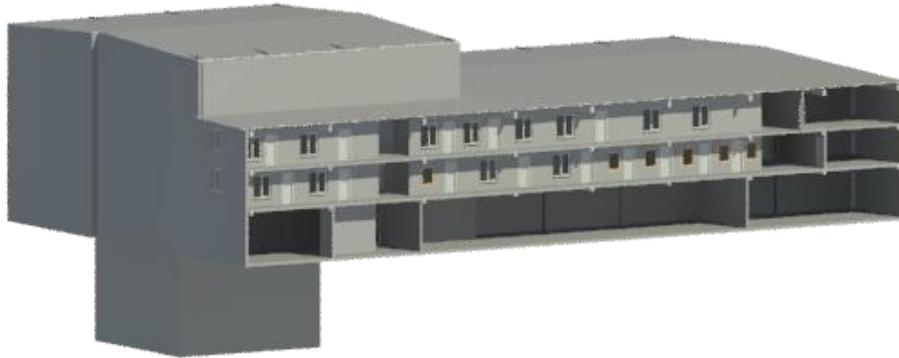


Sección C-C'

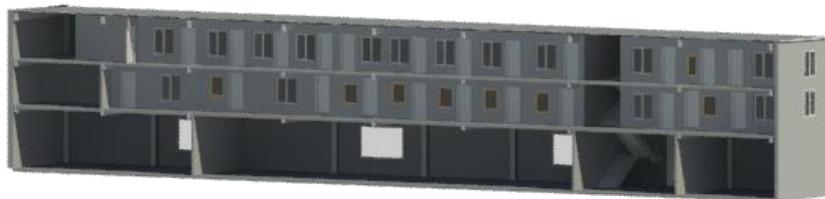




Vista oeste

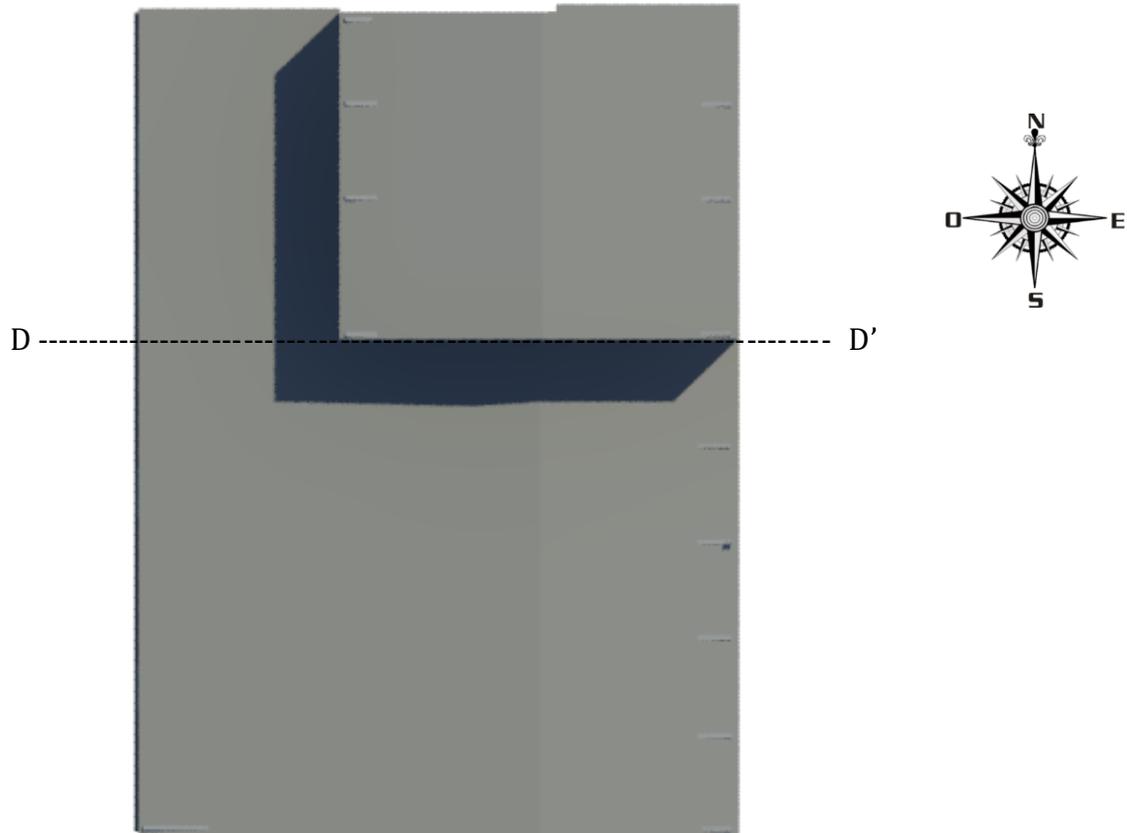


Vista este

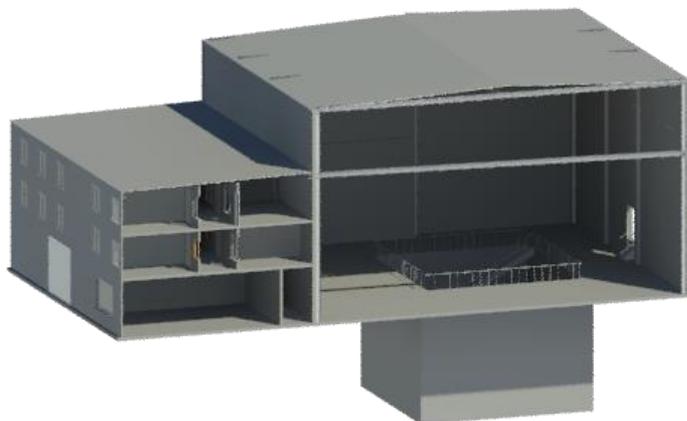




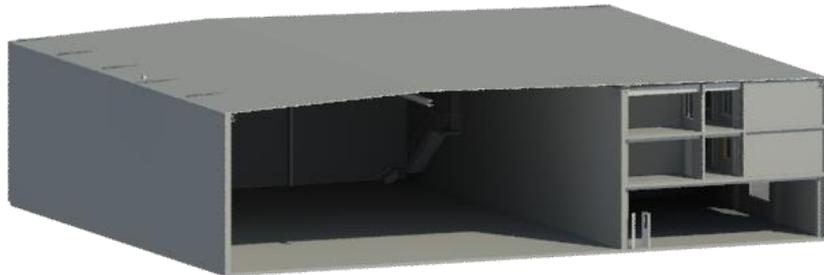
Sección D-D'



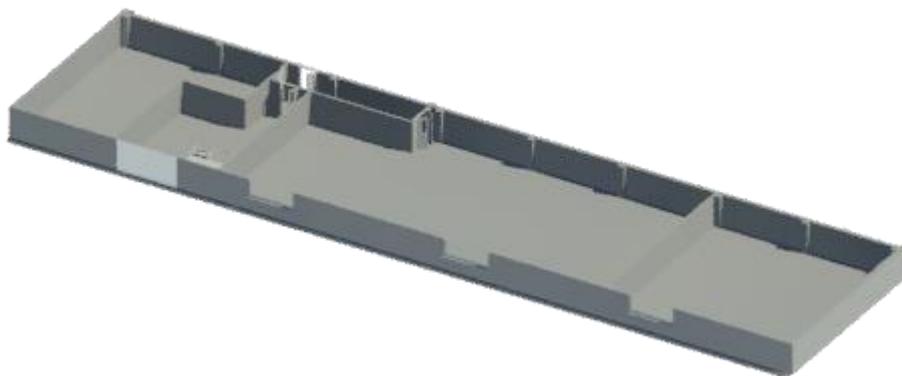
Vista sur



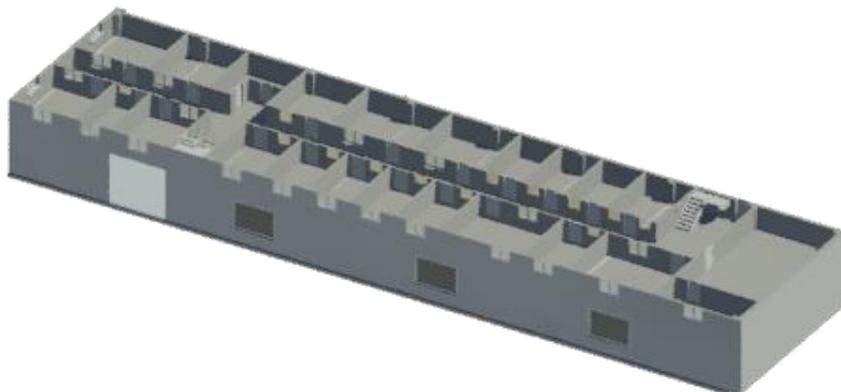
Vista norte



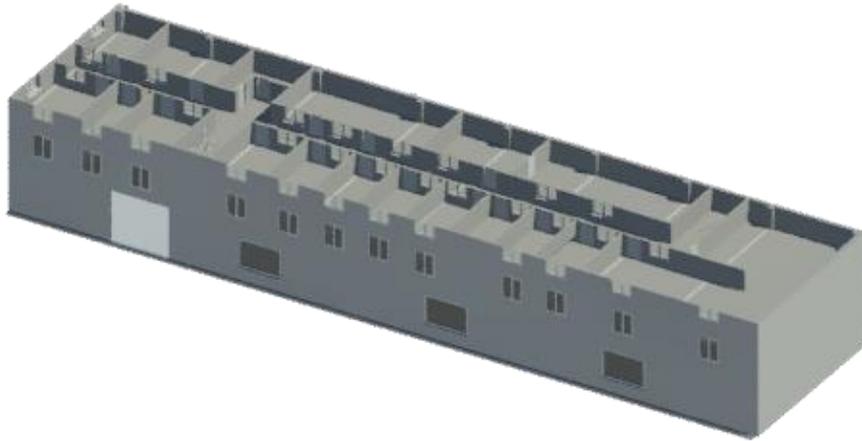
Oficinas: Planta 0



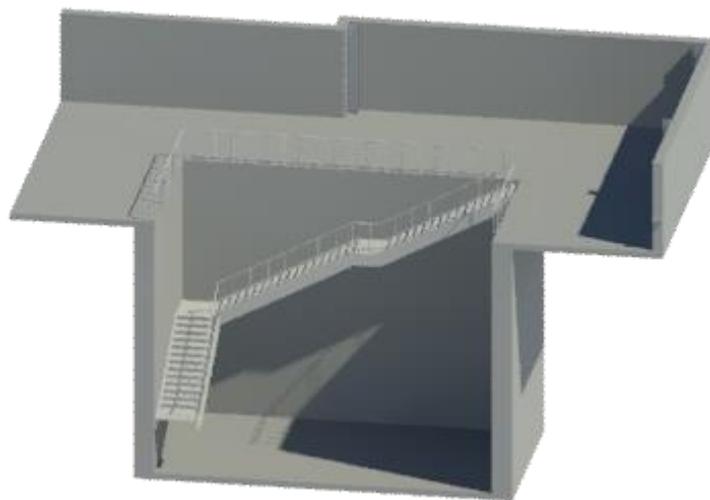
Oficinas: Planta 1



Oficinas: Planta 2



Foso: Vista sur





CAPÍTULO 3: PROCESO DE DEMOLICIÓN

3.1 Tareas previas

Zona exterior

Se procederá a hacer una limpieza de todas las zonas colindantes al edificio, retirando todos aquellos elementos o maquinaria presente que no vayan a ser utilizados durante el proceso de demolición y que puedan suponer un riesgo para la seguridad del proceso.

Además, se colocarán las medidas de seguridad externas necesarias, que se mencionarán en el capítulo de medidas de seguridad.

Zona interior

Se realizará una limpieza general de las dos edificaciones. Se retirará toda la maquinaria existente y el mobiliario de oficina para dejar la zona de trabajo segura y despejada de posibles estorbos.

Instalaciones

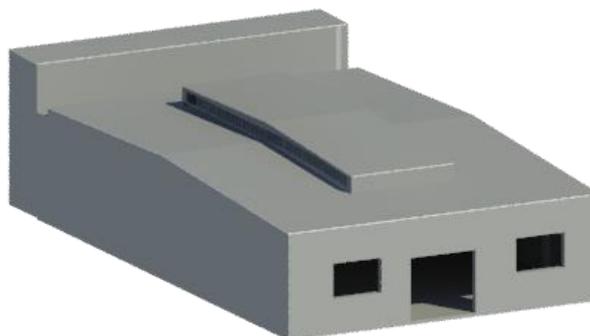
La compañía suministradora retirará todo el cableado existente y los equipos, y se procederá al corte de los suministros de electricidad, gas y fontanería, excepto en el punto estipulado para la toma de riego.

3.2 Edificio 1

Puertas y ventanas

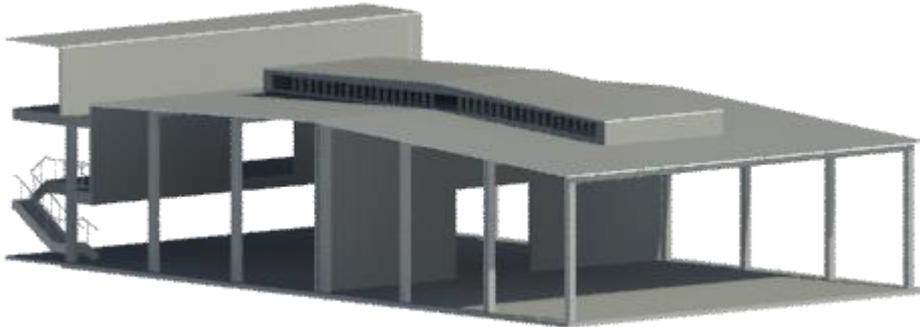
Se retirarán toda la carpintería del edificio tanto exterior como interior de forma manual para dejar los huecos despejados y permitir el posterior acceso de la maquinaria.

Además, se comprobará el estado de las mismas y se separarán todas aquellas que sean aprovechables.



Fachada

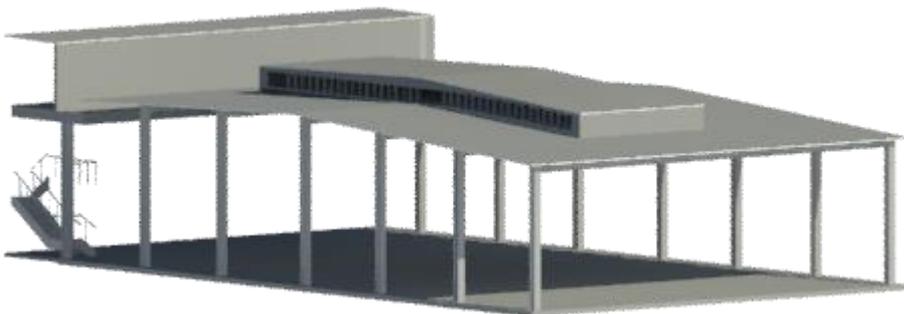
Se retirará la fachada metálica mediante retroexcavadora con útil de pinzas y se utilizarán camiones como medio auxiliar para el transporte del material retirado hasta el punto de almacenamiento.



Tabiquería

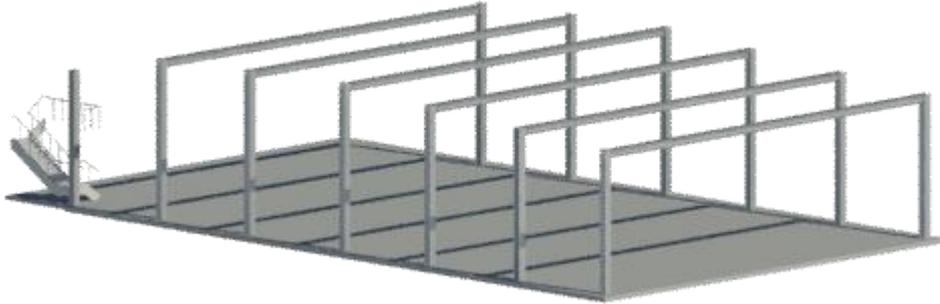
Una vez realizada la completa retirada de la fachada, se procederá a retirar la tabiquería interior de hormigón armado. Para ello se utilizará una retroexcavadora con martillo hidráulico para el trabajo general y una retroexcavadora con pinzas para el corte de la ferralla.

Los escombros generados se cargarán mediante retroexcavadora en camiones para su transporte al punto de almacenamiento.



Cubierta

La cubierta se retirará mediante retroexcavadora de pinzas y las chapas extraídas se apilarán para su posterior transporte.



Estructura metálica

Una vez solo queda la estructura del edificio, ésta se demolerá con cizalladora hidráulica y los elementos resultantes serán transportados por camión hasta el punto de almacenamiento.



Suelos

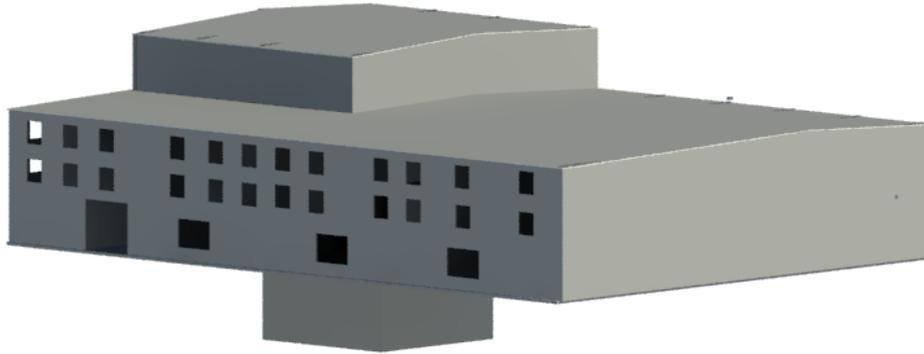
Para la demolición de los suelos se utilizará una retroexcavadora con martillo hidráulico que descomponga el hormigón que posteriormente será retirado con retroexcavadora y camión.

3.3 Edificio 2

Puertas y ventanas

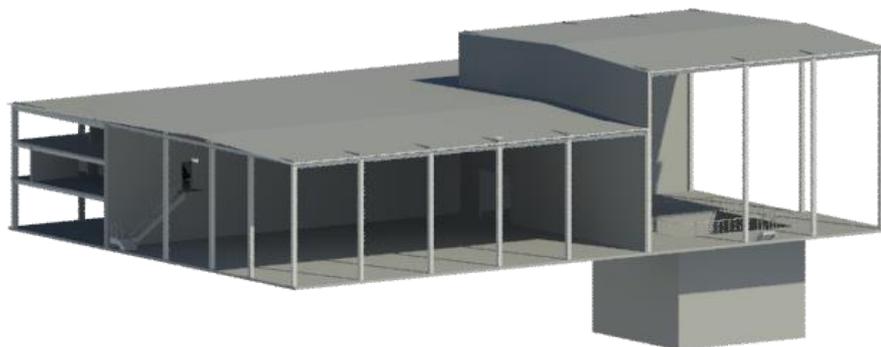
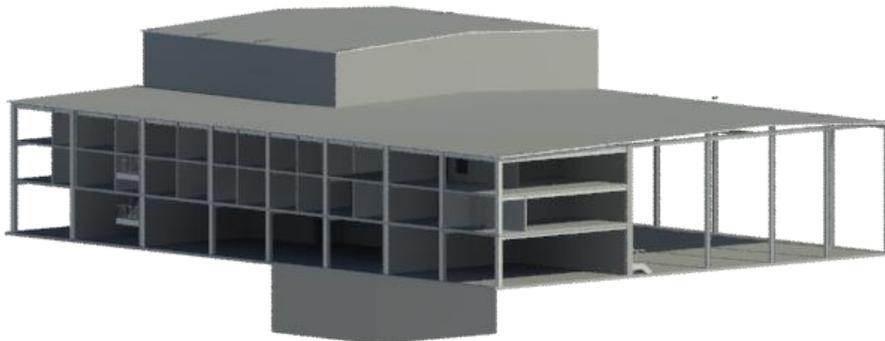
Se retirarán toda la carpintería del edificio tanto exterior como interior de forma manual para dejar los huecos despejados y permitir el posterior acceso de la maquinaria.

Además, se comprobará el estado de las mismas y se separarán todas aquellas que sean aprovechables.



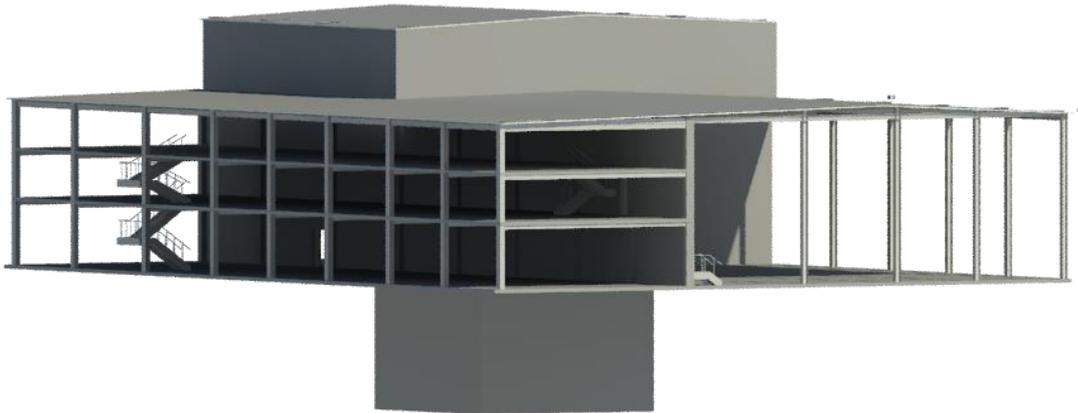
Fachada

Se retirará la fachada metálica mediante retroexcavadora con útil de pinzas y se utilizarán camiones como medio auxiliar para el transporte del material retirado hasta el punto de almacenamiento.



Tabiquería oficinas

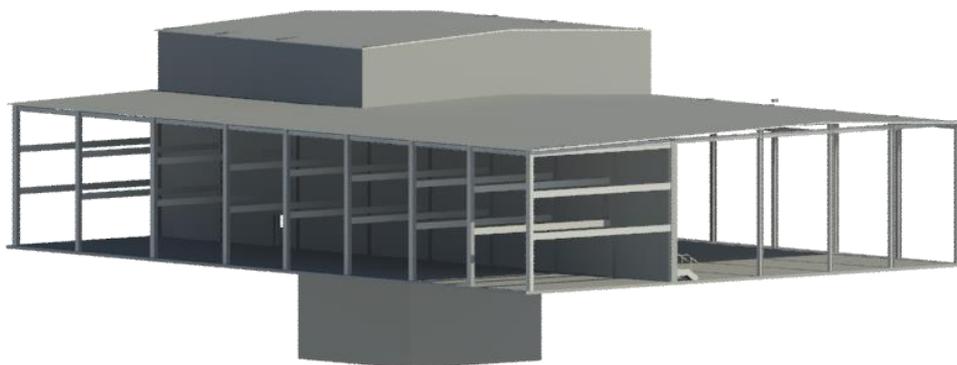
Para la retirada de la tabiquería de la zona de oficinas que está constituida por pladur, se utilizará un retroexcavadora con martillo hidráulico, así como, una retroexcavadora con pala cargadora y un camión para la retirada de los escombros generados.



Suelos y techos de oficinas

Se comenzará por el nivel superior y se irá realizando de forma descendente.

Para su demolición se utilizará una retroexcavadora con martillo y otra con pinzas para el corte de la ferralla. La carga y transporte de escombros se llevará a cabo con una retroexcavadora con pala cargadora y un camión.



Tabiquería nave

Para la retirada de la tabiquería interior de hormigón armado se utilizará una retroexcavadora con martillo hidráulico para el trabajo general y una retroexcavadora con pinzas para el corte de la ferralla.

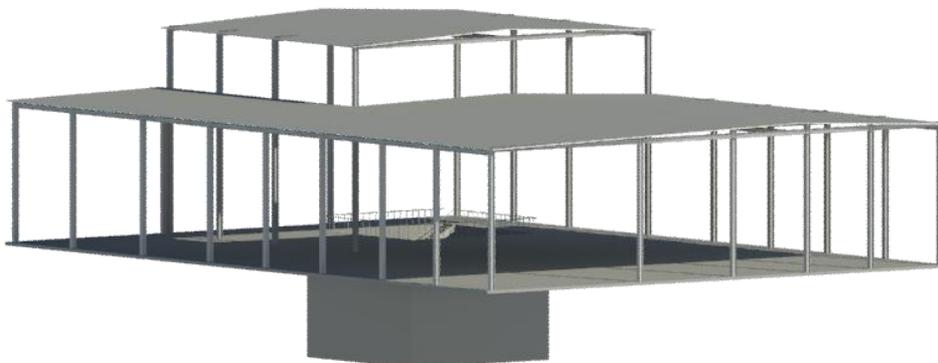
Los escombros generados de cargarán mediante retroexcavadora en camiones para su transporte al punto de almacenamiento.



Estructura hormigón

La estructura de hormigón se encuentra en la zona de oficinas y será demolida mediante cizalladora hidráulica, prestando especial atención al apuntalamiento de la estructura resultante para evitar posibles desplomes.

Los escombros generados de cargarán mediante retroexcavadora en camiones para su transporte al punto de almacenamiento.



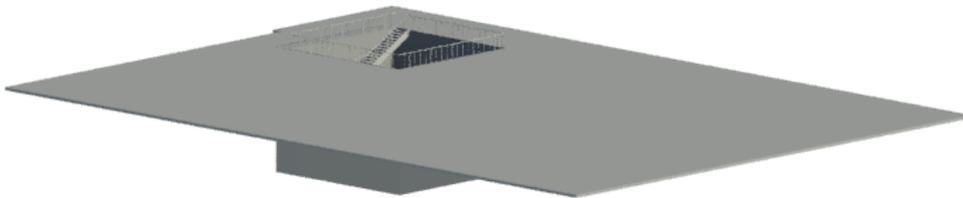
Cubierta

La cubierta se retirará mediante retroexcavadora de pinzas y las chapas extraídas se apilarán para su posterior transporte.



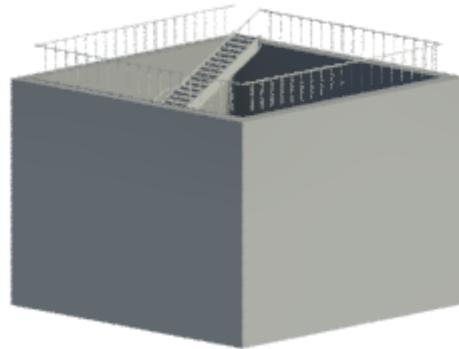
Estructura metálica

Una vez solo queda la estructura del edificio, ésta se demolerá con cizalladora hidráulica y los elementos resultantes serán transportados por camión hasta el punto de almacenamiento.



Suelos

Para la demolición de los suelos se utilizará una retroexcavadora con martillo hidráulico que descomponga el hormigón que posteriormente será retirado con retroexcavadora y camión.

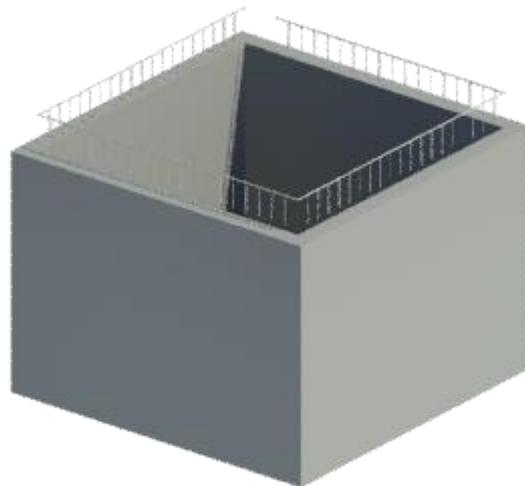


3.4 Foso

Escaleras

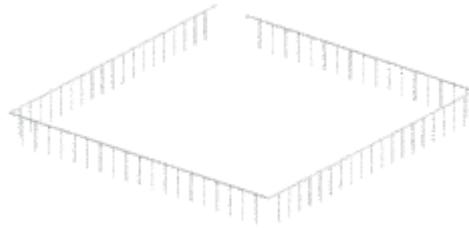
Se procurará mantener la barandilla exterior del foso como medida de seguridad durante su demolición.

Se procederá al desmontaje y retirada de la escalera de forma manual.



Hormigón

Una vez retirada la escalera, se procederá a la demolición del hormigón que forma el foso mediante retroexcavadora con martillo hidráulico y se irán retirando los escombros generados mediante retroexcavadora con pala cargadora y camión.



Relleno

Una vez retirado todo el hormigón, se rellenará el hueco resultante con tierra vegetal.

3.5 Acondicionamiento

Una vez realizada la completa demolición de los edificios se procederá al relleno de los posibles huecos dejados por las cimentaciones o demás elementos mediante tierra vegetal.

Además, se limpiará toda la zona de los posibles elementos que hayan quedado de la demolición y se dejará limpia y segura.



CAPÍTULO 4: CÁLCULOS

4.1 Tablas de mediciones

Una vez realizado el modelo 3D en Revit y caracterizando todos los elementos introducidos (tipo de material, espesor, densidad...), el propio programa genera tablas con un resumen de todos los datos.

Muros

Edificio 1

	Material	Área (m ²)	Ancho (m)	Largo (m)	Volumen (m ³)
Muro básico: 150	Chapa metálica	187	0.15	28.72	28.042
Muro básico: 230	Chapa metálica	185	0.23	28.64	42.639
Muro básico: 230	Chapa metálica	185	0.23	28.64	42.639
Muro básico: 230	Chapa metálica	85	0.23	19.08	19.593
Muro básico: 150	Chapa metálica	83	0.15	18.89	12.445
Muro básico: 50	Hormigón	163	0.05	19.08	8.137
Muro básico: 300	Hormigón	183	0.3	19.15	54.929
Muro básico: 150	Chapa metálica	186	0.15	28.72	27.84
Muro básico: 150	Hormigón	114	0.15	18.89	17.049
Muro básico: 150	Hormigón	57	0.15	18.7	8.587
Muro básico: 150	Chapa metálica	34	0.15	5.55	5.053
Muro básico: 230	Chapa metálica	32	0.23	5.45	7.321
Muro básico: 230	Chapa metálica	32	0.23	5.45	7.321
Muro básico: 150	Chapa metálica	32	0.15	5.38	4.743
Muro básico: 150	Hormigón	52	0.15	18.88	7.849
Muro básico: 350	Chapa metálica	11	0.35	4.23	3.876
Muro básico: 350	Chapa metálica	11	0.35	4.05	3.826
Muro básico: 150	Chapa metálica	7	0.15	6.15	1.022
Muro básico: 150	Chapa metálica	5	0.15	10.08	0.68
Muro básico: 150	Chapa metálica	6	0.15	6.15	0.931
Muro básico: 150	Chapa metálica	5	0.15	10	0.736
Muro básico: 150	Chapa metálica	4	0.15	10.08	0.642
Muro básico: 150	Chapa metálica	5	0.15	10.15	0.805
Muro básico: 150	Chapa metálica	147	0.15	10.79	21.994

Edificio 2

	Material	Área (m2)	Ancho (m)	Largo (m)	Volumen (m3)
Muro básico: 230	Chapa metálica	149	0.23	10.97	34.265
Muro básico: 120	Chapa metálica	12	0.12	0.79	1.391
Muro básico: 120	Chapa metálica	87	0.12	13.52	10.394
Muro básico: 230	Chapa metálica	14	0.23	1.04	3.151
Muro básico: 230	Chapa metálica	171	0.23	12.44	39.249
Muro básico: 110	Chapa metálica	390	0.11	52.07	42.941
Muro básico: 350	Chapa metálica	352	0.35	36.95	123.036
Muro básico: 50	Chapa metálica	292	0.05	31.55	14.598
Muro básico: 300	Chapa metálica	289	0.3	31.48	86.623
Muro básico: 600	Hormigón	88	0.6	10.6	53.021
Muro básico: 600	Hormigón	84	0.6	10.6	50.18
Muro básico: 600	Hormigón	84	0.6	10.6	50.18
Muro básico: 600	Hormigón	79	0.6	10.6	47.34
Muro básico: 150	Hormigón	317	0.15	24.31	47.524
Muro básico: 250	Hormigón	271	0.25	20.42	67.827
Muro básico: 150	Pladur	27	0.15	7.63	4.074
Muro básico: 150	Pladur	15	0.15	4.2	2.237
Muro básico: 150	Pladur	15	0.15	4.84	2.219
Muro básico: 150	Pladur	31	0.15	9.54	4.652
Muro básico: 150	Pladur	4	0.15	2.14	0.604
Muro básico: 150	Pladur	36	0.15	10.33	5.432
Muro básico: 150	Pladur	44	0.15	12.47	6.544
Muro básico: 150	Pladur	20	0.15	11.02	2.979
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	23	0.15	11.02	3.399
Muro básico: 150	Pladur	4	0.15	2.2	0.656
Muro básico: 150	Pladur	5	0.15	2.6	0.821
Muro básico: 150	Pladur	7	0.15	2.79	1.068
Muro básico: 150	Pladur	12	0.15	4.99	1.868
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.99	1.976
Muro básico: 150	Pladur	32	0.15	12.47	4.818
Muro básico: 150	Pladur	64	0.15	32.1	9.549
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	6	0.15	2.15	0.887
Muro básico: 150	Pladur	53	0.15	27.87	8.025



Muro básico: 150	Pladur	12	0.15	4.94	1.849
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.94	1.955
Muro básico: 150	Pladur	12	0.15	4.94	1.849
Muro básico: 150	Pladur	12	0.15	4.94	1.849
Muro básico: 150	Pladur	12	0.15	4.94	1.849
Muro básico: 150	Pladur	12	0.15	4.94	1.849
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.81	1.951
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.907
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	2.017
Muro básico: 150	Pladur	15	0.15	6.18	2.193
Muro básico: 150	Pladur	20	0.15	11.02	2.955
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	14	0.15	5.02	2.043
Muro básico: 150	Pladur	58	0.15	34.52	8.669
Muro básico: 150	Pladur	22	0.15	11.02	3.319
Muro básico: 150	Pladur	4	0.15	2.2	0.64
Muro básico: 150	Pladur	5	0.15	2.6	0.802
Muro básico: 150	Pladur	6	0.15	2.15	0.871
Muro básico: 150	Pladur	57	0.15	27.8	8.493
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.81	1.917
Muro básico: 150	Pladur	7	0.15	2.79	1.05
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.99	1.941
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.99	1.941
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	11	0.15	5.02	1.667
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	5.02	1.982
Muro básico: 150	Pladur	18	0.15	7.32	2.682
Muro básico: 150	Pladur	13	0.15	4.94	1.921



Muro básico: 150	Pladur	11	0.15	4.94	1.669
Muro básico: 250	Hormigón	285	0.25	31.48	71.368
Muro básico: 300	Chapa metálica	29	0.3	2.23	8.676
Muro básico: 50	Chapa metálica	30	0.05	2.33	1.478
Muro básico: 300	Chapa metálica	80	0.3	19.15	24.119
Muro básico: 230	Chapa metálica	109	0.23	12.6	25.148
Muro básico: 230	Chapa metálica	16	0.23	1.2	3.667

Pilares de hormigón

Edificio 2

	Material	Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	5.460	0.4	0.3	0.655
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	6.183	0.4	0.3	0.742
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.501	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.203	0.4	0.3	1.104
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.205	0.4	0.3	1.105
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.501	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140
M_Rectangular Column: Pilar 400x300	Hormigón	9.500	0.4	0.3	1.140

Vigas de hormigón

Edificio 2

	Material	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.100	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.100	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	11.990	0.2	0.41	0.983
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.100	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.100	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.047	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.047	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.102	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.000	0.2	0.41	0.984
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.100	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	11.990	0.2	0.41	0.983
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.047	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.000	0.2	0.41	0.984
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.000	0.2	0.41	0.984
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.047	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.047	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.102	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.000	0.2	0.41	0.984
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.000	0.2	0.41	0.984
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.100	0.2	0.41	0.992
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	11.990	0.2	0.41	0.983
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.000	0.2	0.41	0.984
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	11.900	0.2	0.41	0.976
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.047	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	11.990	0.2	0.41	0.983
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	12.045	0.2	0.41	0.988
Viga Hormigón: Viga Hormigón 200x410	Hormigón	11.990	0.2	0.41	0.983

Pilares y vigas metálicas

Edificio 1

	Material	Largo (m)	Volumen (m3)
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	8.72	0.106
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	8.72	0.106
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	8.72	0.106
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	8.63	0.105
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	5.46	0.066
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.53	0.079
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.69	0.081
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.69	0.081
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.53	0.079
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.82	0.083
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.82	0.083
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.51	0.079
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.51	0.079
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.18	0.075
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	5.87	0.071
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	5.87	0.071
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	6.18	0.075
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	18.17	0.221
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	18.17	0.221
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	18.07	0.219
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	18.17	0.221
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	18.17	0.221
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	18.08	0.22

Edificio 2

	Material	Largo (m)	Volumen (m3)
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	0.2	0.002
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	0.2	0.002
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.22	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	0.2	0.002
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.22	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.22	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.21	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.21	0.112

UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.69	0.118
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.74	0.118
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.49	0.115
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.5	0.115
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.2	0.112
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	9.5	0.115
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.95	0.169
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	20.6	0.25
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	36.32	0.441
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	51.38	0.624
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	31.44	0.382
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	51.34	0.624
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	24.3	0.295
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	24.27	0.295
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	24.26	0.295
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	24.25	0.295
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	24.26	0.295
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	13.43	0.163
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	23.76	0.289
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	23.79	0.289
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	23.8	0.289
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	23.8	0.289
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	20.29	0.246
UC-Pilar universal-Pilar: 305x305x97UC	Acero	31.44	0.382

Cubiertas

Edificio 1

	Material	Volumen (m3)
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	4.450
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	15.258
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	13.603
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	3.334
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	3.326

Edificio 2

	Material	Volumen (m3)
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	13.546
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	13.520
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	54.087
Techo compuesto: 600 x 1200mm grid	Chapa metálica	20.206

Suelos

Edificio 1

	Material	Volumen (m3)
Suelo: Losa 500 mm	Hormigón	47.244
Suelo: Losa 450 mm	Hormigón	44.454
Suelo: Losa 200 mm	Hormigón	115.658
Suelo: Losa 125mm	Hormigón	10.694

Edificio 2

	Material	Volumen (m3)
Suelo: Losa 200 mm	Hormigón	25.088
Suelo: Losa 200 mm	Hormigón	369.524
Suelo: Losa 200 mm	Hormigón	127.182
Suelo: Losa 150 m	Hormigón	0.294
Suelo: Losa 150 m	Hormigón	95.232

4.2 Tablas de producción

Una vez obtenido el resumen de los volúmenes de los materiales y aplicando los rendimientos de la maquinaria y los equipos correspondientes, calculamos la duración de cada unidad de obra.

Edificio 1

Fachada

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro pinzas (Kg/h)	Tiempo (h)
Chapa metálica	232.148	7850	1822361.80	2*8000	113.898

Tabiquería

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro martillo (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	96.551	2500	241377.50	8000	31.258
Ferralla		90	8689.59		
Total			250067.09		

Cubierta

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro pinzas (Kg/h)	Tiempo (h)
Chapa metálica	39.971	7850.000	313772.35	8000	39.222

Estructura metálica

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. cizalladora (Kg/h)	Tiempo (h)
Acero	2.748	7850	21571.80	3000	7.191

Suelos

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro martillo (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	218.050	2500	545125.00	2*8000	35.297
Ferralla		90	19624.5		
Total			564749.50		

Edificio 2

Fachada

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro pinzas (Kg/h)	Tiempo (h)
Chapa metálica	418.736	7850	3287077.60	2*8000	205.442

Tabiquería oficinas

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro martillo (Kg/h)	Tiempo (h)
Pladur	161.629	1500	242443.50	8000	30.305

Suelos y techos de oficinas

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro martillo (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	521.794	2500	1304485.00	4*8000	42.233
Ferralla		90	46961.46		
Total			1351446.46		

Tabiquería nave

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro martillo (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	186.719	2500	466797.50	8000	60.450
Ferralla		90	16804.71		
Total			483602.21		

Estructura de hormigón

Pilares

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. cizalladora (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	21.599	2500	53996.43	5000	11.188
Ferralla		90	1943.871631		
Total			55940.31		

Vigas

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. cizalladora (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	26.648	2500	66621.11	5000	13.804
Ferralla		90	2398.35978		
Total			69019.46		

Cubierta

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro pinzas (Kg/h)	Tiempo (h)
Chapa metálica	101.359	7850.000	795668.15	2*8000	49.729

Estructura metálica

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. cizalladora (Kg/h)	Tiempo (h)
Acero	9.208	7850	72282.80	5000	14.457

Suelos

Material	Volumen (m3)	Densidad (Kg/m3)	Masa (Kg)	Rend. retro martillo (Kg/h)	Tiempo (h)
Hormigón	95.526	2500	238815.00	16000	15.463
Ferralla		90	8597.34		
Total			247412.34		



CAPÍTULO 5: PLANIFICACIÓN

5.1 Organización de tareas

Calculada la duración de las unidades de obra gracias a la información obtenida del modelo, se ha realizado en Microsoft Project la planificación con la organización de todas las tareas.

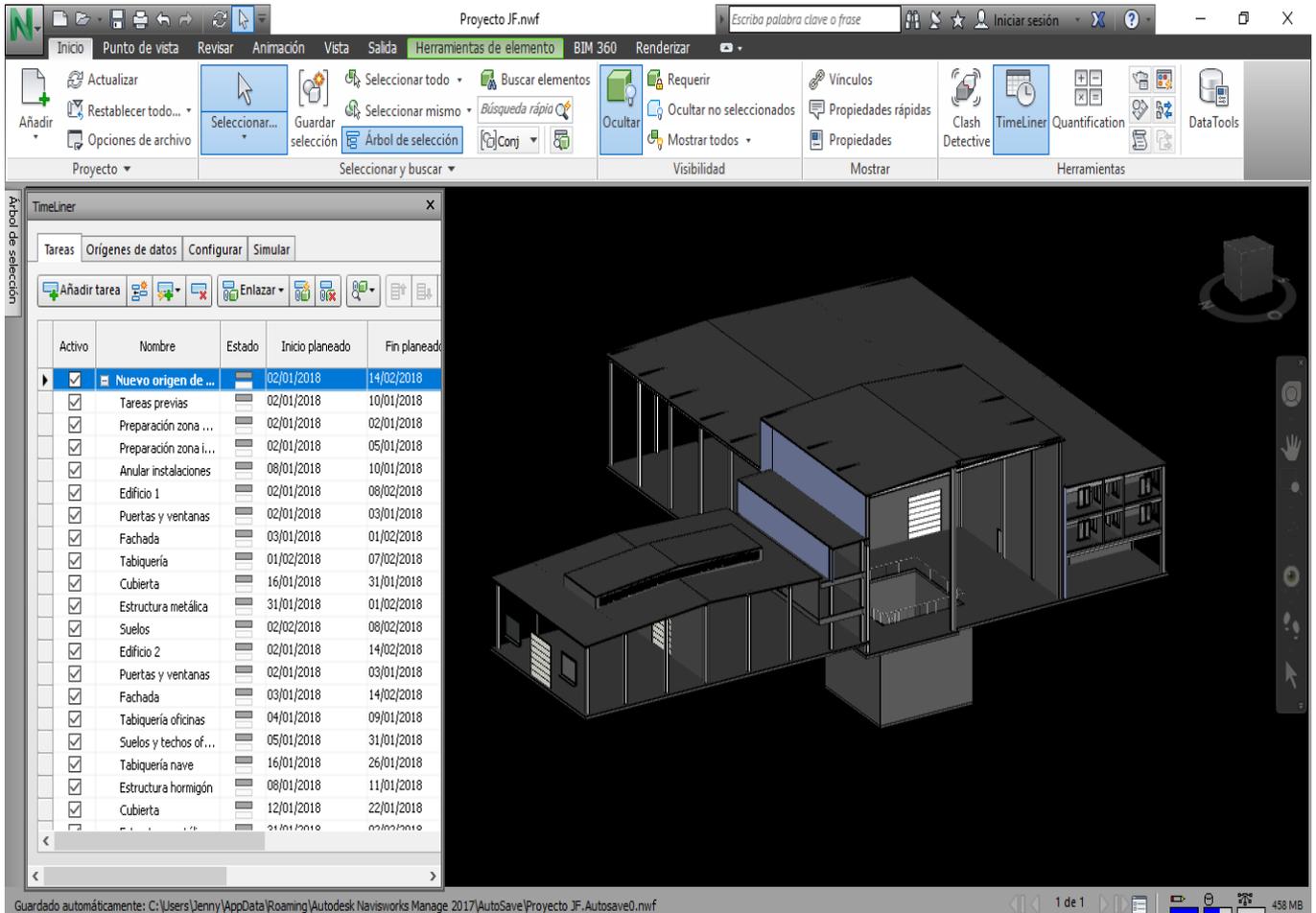
Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0		Proyecto1	31,5 días	mar 02/01/18	mié 14/02/18
1		Tareas previas	7 días	mar 02/01/18	mié 10/01/18
2		Preparación zona exterior	2 días		
3		Preparación zona interior	4 días	mar 02/01/18	vie 05/01/18
4		Anular instalaciones	3 días	lun 08/01/18	mié 10/01/18
5		Edificio 1	27,88 días	mar 02/01/18	jue 08/02/18
6		Puertas y ventanas	2 días	mar 02/01/18	mié 03/01/18
7		Fachada	175 horas	mié 03/01/18	jue 01/02/18
8		Tabiquería	32 horas	jue 01/02/18	mié 07/02/18
9		Cubierta	40 horas	mar 16/01/18	mié 31/01/18
10		Estructura metálica	8 horas	mié 31/01/18	jue 01/02/18
11		Suelos	36 horas	vie 02/02/18	jue 08/02/18
12		Edificio 2	31,5 días	mar 02/01/18	mié 14/02/18
13		Puertas y ventanas	2 días	mar 02/01/18	mié 03/01/18
14		Fachada	244 horas	mié 03/01/18	mié 14/02/18
15		Tabiquería oficinas	31 horas	jue 04/01/18	mar 09/01/18
16		Suelos y techos oficinas	68 horas	vie 05/01/18	mié 31/01/18
17		Tabiquería nave	61 horas	mar 16/01/18	vie 26/01/18
18		Estructura hormigón	26 horas	lun 08/01/18	jue 11/01/18
19		Cubierta	50 horas	vie 12/01/18	lun 22/01/18
20		Estructura metálica	15 horas	mié 31/01/18	vie 02/02/18
21		Suelos	16 horas	jue 01/02/18	lun 05/02/18
22		Foso	13,63 días	mar 09/01/18	vie 26/01/18
23		Escaleras	4 horas	mar 09/01/18	mar 09/01/18
24		Hormigón	102 horas	mar 09/01/18	vie 26/01/18
25		Relleno	3 días	jue 11/01/18	lun 15/01/18
26		Acondicionamiento	2 días	mar 16/01/18	mié 17/01/18
27		Gestión de residuos	31,5 días		
28		Seguridad y salud	31,5 días		

5.2 Gantt



5.3 Naviswork

Una vez se dispone de la planificación en Microsoft Project y el modelo 3D parametrizado en Revit, se procede a vincular todas las actividades de la planificación con el modelo, generando una visualización del proceso de demolición en el programa Naviswork.

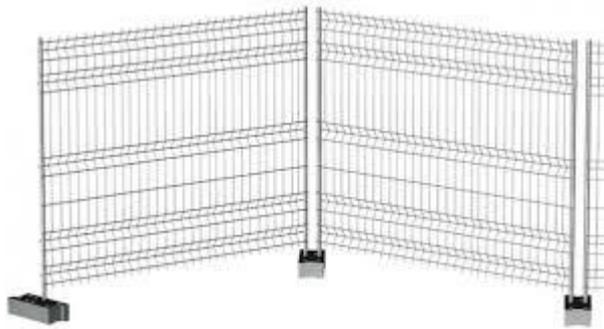




CAPÍTULO 6: MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las principales medidas de seguridad a tener en cuenta serán:

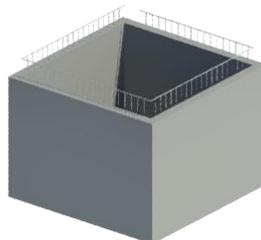
- Antes de comenzar la obra, se colocará un vallado perimetral que encierre toda la superficie a demoler, así como los espacios habilitados para el acopio de materiales o de maquinaria.



- En la entrada de este vallado se colocarán los pertinentes carteles que indican que el acceso a la obra es exclusivo para el personal de la misma.



- Durante la obra se mantendrán las barandillas de las escaleras para evitar las caídas por los huecos y si algún tramo de barandilla es necesario quitarlo para facilitar el acceso de la maquinaria, se acordonará y señalizará la zona para evitar que el personal se aproxime y se puedan producir caídas.





- Se colocarán redes de seguridad en las zonas elevadas para evitar que la caída de materiales pueda producir daño en el personal o en la maquinaria.



- Todo el personal de la obra deberá llevar los EPIs correspondientes, así como mascarillas para reducir la inhalación de polvo y humos.



- Se prestará especial atención al almacenamiento de sustancias combustibles tales como carburantes y aceites de la maquinaria para evitar riesgos de incendio.



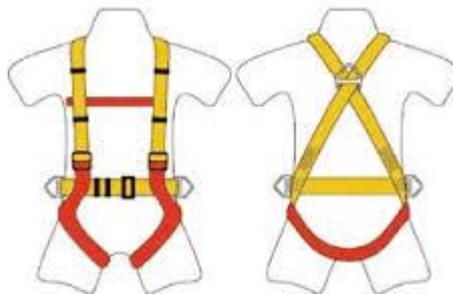
- Debido al tráfico de camiones y maquinaria para la demolición y el transporte de escombros, se señalizarán adecuadamente los caminos y



las zonas de maniobra de la maquinaria y se prohibirá el paso de los operarios a pie para evitar atropellos.



- En el caso de que algún operario tenga que realizar un trabajo de altura deberá ir equipado con arnés anticaída.



- Los conductores de la maquinaria deberán llevar cascos contra el ruido y gafas antiproyección.
- Se mantendrán siempre limpias las instalaciones y los materiales correctamente acopiados para evitar daños accidentales.



CAPÍTULO 7: MEDIDAS AMBIENTALES

Todo proceso de demolición necesita un estudio de la afección que esta demolición va a provocar al medio en el que se encuentra. Para ello se estudiarán los siguientes puntos.

7.1 Contaminación atmosférica

Uno de los principales contaminantes que se producen en una demolición es el polvo. El derribo de la tabiquería de hormigón, de la estructura de hormigón y de los suelos y techos de las oficinas va a ser un foco emisor importante.

Medida correctora: Mientras se producen los trabajos de demolición se aplicarán riegos que eviten que el polvo quede en suspensión.



La maquinaria utilizada para la demolición también producirá contaminación atmosférica debido a las emisiones de gases.

Medida correctora: Se realizarán revisiones del estado de la maquinaria sea óptimo para evitar emisiones inusuales de gases.

7.2 Ruidos y vibraciones

Los principales emisores de ruido y vibraciones serán la maquinaria y los propios elementos constructivos al caer.

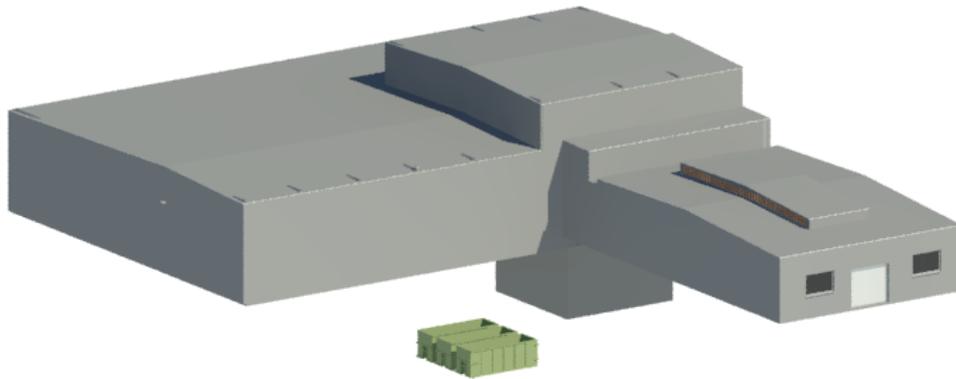
Medida correctora: Se procurará que solo se encuentre en funcionamiento la maquinaria estrictamente necesaria y se limitará la altura de caída de los elementos para evitar que los ruidos producidos superen los decibelios saludables.

7.3 Residuos

En primer lugar, se retirará todo el mobiliario, maquinaria y elementos de carpintería existentes en la nave, se revisarán y se separarán aquellos que se encuentren en condiciones de ser reutilizados.

A continuación, se comenzará con la demolición propiamente dicha y para gestionar adecuadamente los residuos se colocarán 3 contenedores en la zona sur - este de los edificios.

Estos contenedores estarán destinados al vertido de los residuos de hormig3n, de los elementos metálicos y los elementos cerámicos, de forma que después puedan ser transportados a un gestor autorizado para su correcto aprovechamiento o eliminación.



Los volúmenes de residuos de cada material se resumen en la tabla siguiente.

Hormig3n (m3)	Pladur(m3)	Acero (m3)
241377.50	242443.50	1822361.80
466797.50		8689.59
501802.50		3287077.60
53996.43		16804.71
545125.00		18064.89
1304485.00		1943.871631
238815.00		313772.35
66621.11		795668.15
		72282.80
		2398.35978
3419020.04	242443.50	6339064.12



CAPÍTULO 8: PRESUPUESTO

1.01 Camión basculante 8t		
797h	30.03€/h	23,933.80 €
1.02 Retroexcavadora hidráulica neumáticos 100 cv/ martillo rompedor		
346h	60.33€/h	20,874.18 €
1.03 Retroexcavadora hidráulica neumáticos 100 cv/ pinzas		
620h	64.22€/h	39,816.40 €
1.04 Cizalla neumáticos corte		
49h	124.25€/h	6,088.25 €
1.05 Pala cargadora neumáticos 270cv 4m³		
396h	44.61€/h	17,665.56 €
1.06 Peón ordinario		
256*5h	17€/h	21,760 €
1.07 Encargado		
256h	20.12€/h	5,150.72 €

TOTAL PRESUPUESTO DE DEMOLICIÓN 111.355,11 €