

MODELADO EN 3D Y PROCESOS DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

MEMORIA

Titulación: Grado en Ingeniería Civil
 Centro: Escuela Politécnica Superior de Zamora
 Departamento: Construcción y Agronomía
 Alumno: Alberto Sánchez Rodríguez
 Tutor: Manuel Pablo Rubio Cavero
 Fecha de adjudicación: 23/03/2018
 Fecha de presentación: 07/09/2018



Índice

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PROCESOS DE FUNCIONAMIENTO	5
2.1. PRETRATAMIENTOS	5
2.2. TRATAMIENTOS PRIMARIOS	15
2.3. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS	20
2.4. ESPESAMIENTO	26
2.5. ESTABILIZACIÓN	27
2.6. TANQUE DE TORMENTAS	32
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	34
4. MODELADO EN 3D	35
4.1. MODELADO	35
4.2. ANIMACIÓN	58
4.3. SISTEMAS DE PARTÍCULAS	62
4.4. ILUMINACIÓN	65
4.5. MATERIALES	69
4.6. RENDERIZADO	80
5. MONTAJE DEL VIDEO	81
6. BIBLIOGRAFÍA	82

1. INTRODUCCIÓN

Como ya se sabe, el agua es imprescindible para la vida, y debido a que se utiliza para lavar, fregar, asearnos ... esa agua acaba contaminada y no se puede devolver al medio ambiente con todos esos contaminantes.

Para un desarrollo sostenible es necesario reducir los contaminantes vertidos al medio acuático natural. En este proceso se utilizan las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), que son las construcciones necesarias para reducir la contaminación de las aguas residuales. El objetivo de la depuración es reducir la concentración o eliminar los contaminantes, para hacer admisible el vertido al medio natural o para su reutilización.

Dependiendo de la capacidad de autodepuración que tenga el medio natural receptor, será necesario que los distintos tipos de contaminantes tengan un mayor o menor grado de depuración.

Existen distintos tipos de vertido dependiendo de su procedencia, normalmente lo que se entiende por vertido es el agua residual urbana ARU, que su procedencia principal es de las ciudades; pero también existen aguas residuales que proceden en su mayoría de las zonas industriales, estas se denominan como agua residual industrial ARI.

Dependiendo del tipo de agua residual que se depura será necesario que la EDAR esté diseñada para eliminar un tipo de contaminantes u otros; por ejemplo, cuando existe ARI procedente de la industria cárnica, el mayor contaminante será la materia orgánica disuelta; sin embargo, si el afluente es ARU la contaminación podrá ser desde sólidos en suspensión de gran tamaño, hasta materia orgánica en disolución.

Este proyecto se centra en la EDAR de Zamora, una estación con más de diez años de antigüedad y que el afluente proviene de ARU. A pesar de la antigüedad de ésta estación, los sistemas de depuración son muy similares a los que se están proyectando actualmente para este tipo de afluentes.

Esta depuradora está localizada en el municipio español de Zamora en la provincia de Zamora, aproximadamente a dos kilómetros y medio aguas abajo del río Duero tras su paso por Zamora. Esta depuradora consta de tratamientos primarios, tratamientos secundarios, eliminación de fósforo y eliminación de nitrógeno.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

El caudal contemplado en los cálculos de la depuradora es de 29000 m³ diarios de agua, lo que sería el consumo de 130000 habitantes-equivalentes. Pese a que la población de Zamora no ha crecido en los últimos años ha sido necesaria una ampliación para poder cumplir los porcentajes de depuración, tras haberse catalogado al río Duero como zona sensible.

En la ampliación se ha llevado a cabo la instalación de dos decantadores, uno primario y otro secundario, así como la incorporación de otro reactor biológico; lo que deja a las instalaciones con la presencia de cuatro decantadores primarios, otros cuatro decantadores secundarios y cuatro reactores biológicos del tipo fangos activos.

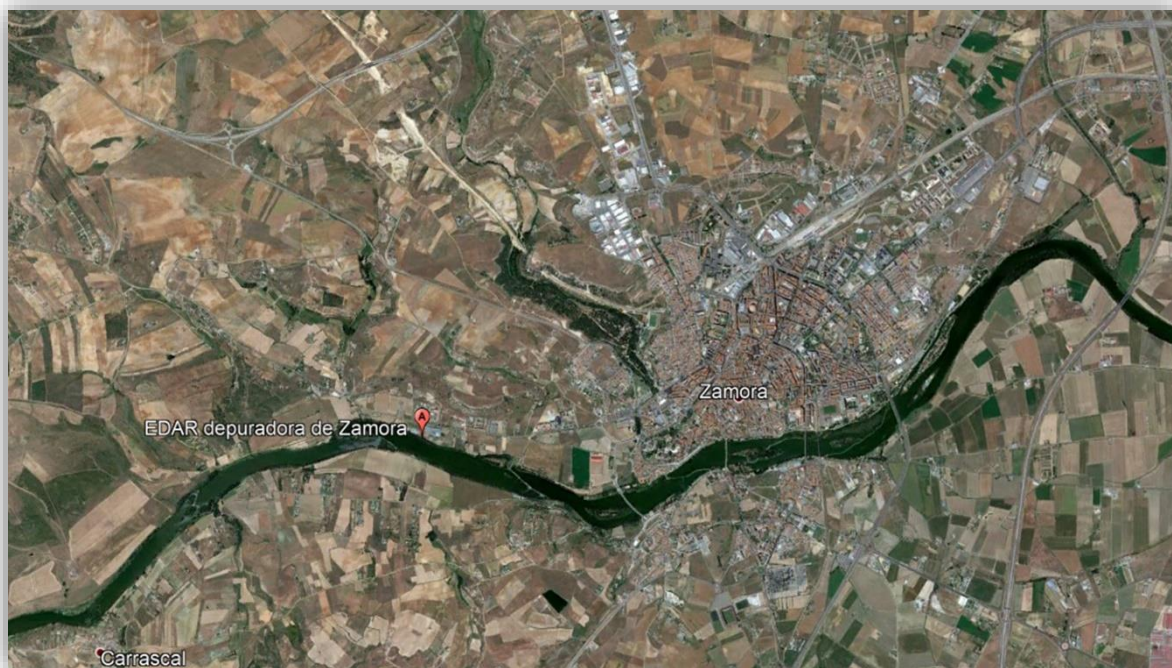
Para una mejor eficiencia energética, también cuenta con una línea de aprovechamiento de biogás, que producirá energía para el consumo interno de la planta.

Con el fin de conseguir un ahorro en los recursos, esta planta también cuenta con un sistema de riego en todas las instalaciones, en el que, el agua proviene del efluente de salida ya depurado de la estación.

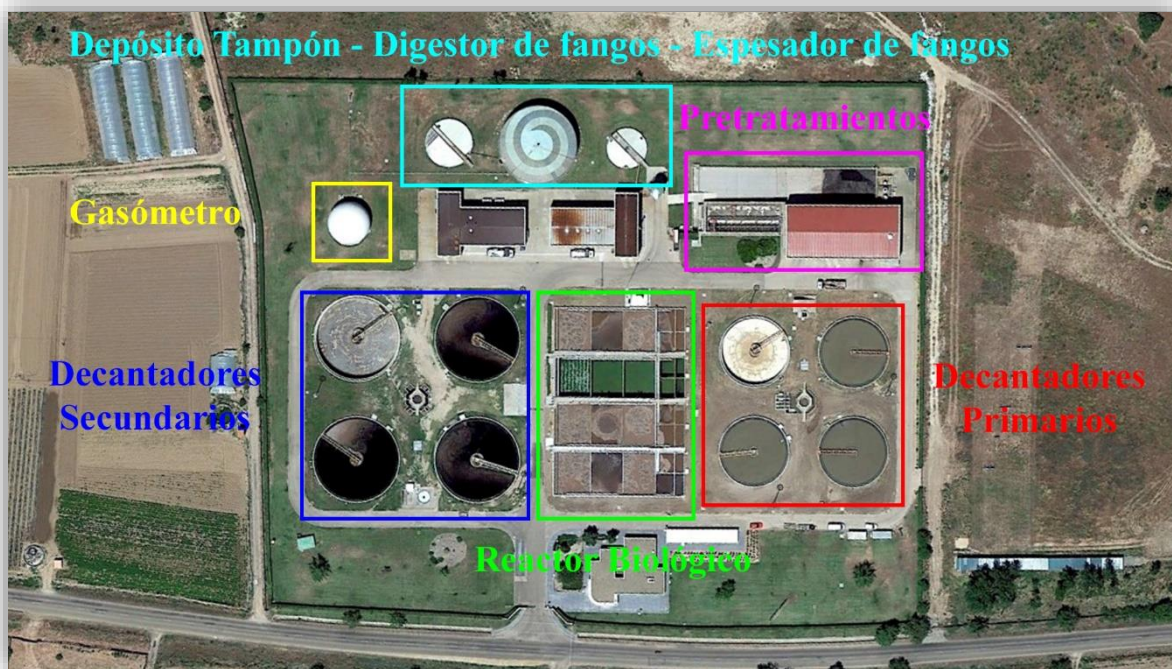
I. Planos de situación.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



II. Planta general EDAR de Zamora.



2. PROCESOS DE FUNCIONAMIENTO

Para poder devolver el agua al medio natural con los parámetros adecuados establecidos en la ley de vertidos, es necesario que pase por una serie de tratamientos y procesos. Cada uno de estos tratamientos y procesos será imprescindible para retirar del agua un contaminante determinado.

En estos procesos de depuración existen dos líneas diferenciadas, una es la línea de aguas y otra es la línea de fangos, pero debe existir un buen funcionamiento en conjunto para que se consigan los rendimientos adecuados.

En la línea de agua se pueden diferenciar las siguientes etapas:

- a) Pretratamientos.
- b) Tratamientos primarios.
- c) Tratamientos secundarios.

En la línea de fangos los procesos serán:

- a) Espesamiento.
- b) Estabilización.

2.1. PRETRATAMIENTOS

El objetivo básico de los pretratamientos es eliminar todas las materias gruesas visibles que lleva el agua residual. Este proceso se realizará a su vez en varias fases, estas fases son:

- Desbaste de gruesos: Trata de eliminar residuos sólidos o basura, esto evita problemas como atascamientos en procesos posteriores. En la estación de estudio se eliminan los materiales mayores a diez centímetros.

Esto se consigue de una forma muy sencilla, una vez que el agua llega a la estación a través del colector principal, entra en el llamado pozo de gruesos, aquí es dónde se acumularán los sólidos en suspensión de un tamaño mayor de diez centímetros, por medio de una reja con una luz de diez centímetros. Los sólidos acumulados en el pozo de gruesos son extraídos mediante cuchara bivalva. Las dimensiones de este pozo son de 8m x 8m x 12m.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

Una vez pasado este desbaste, el agua se encuentra en otro pozo desde el cual se eleva mediante un sistema de bombeo, para que tenga la altura manométrica suficiente y que el resto de los procesos se produzcan por gravedad. Este bombeo consta de cinco bombas sumergibles Sulzer M370 con un caudal nominal de 645 m^3 por hora cada una. Las dimensiones de este otro pozo son de $8\text{m} \times 9\text{m} \times 12\text{m}$. Desde este pozo también se realiza el bombeo al tanque de tormentas en grandes avenidas; este proceso se describe más adelante.

I. Reja desbaste de gruesos de 10 cm de luz.

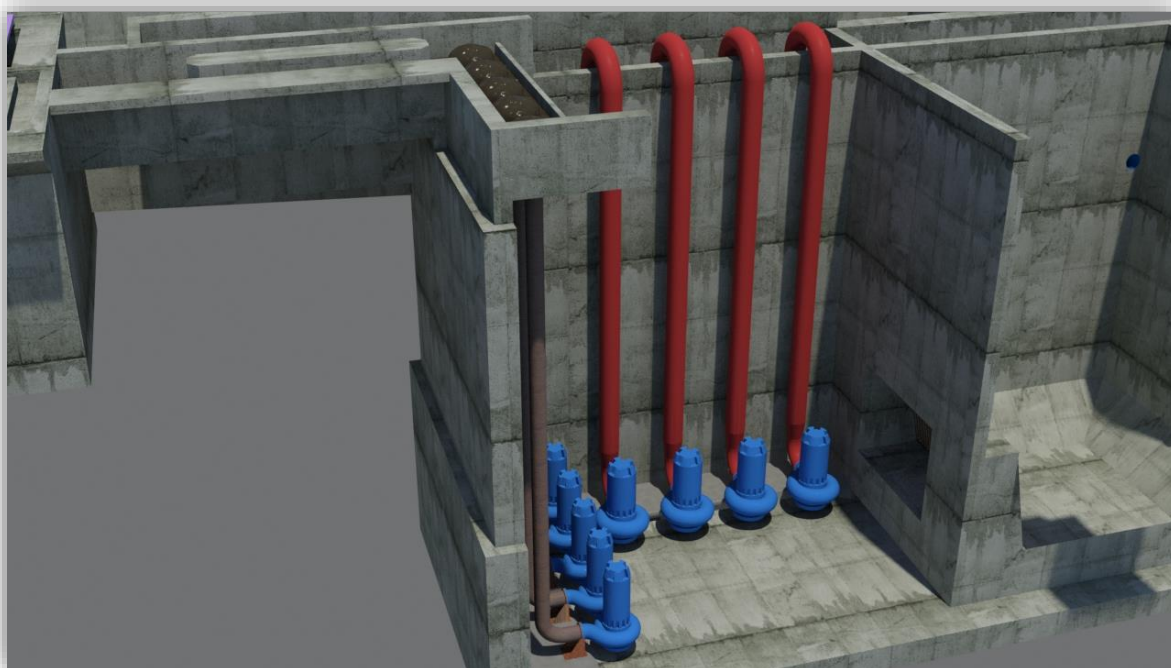


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

II. Pozo de gruesos y retirada de residuos con cuchara bivalva.



III. Bombas y pozo de bombeo.



IV. Foto pozo desbaste de gruesos.



- Desbaste de finos: Una vez eliminados los sólidos más grandes se irán retirando paulatinamente los de mayor tamaño a menor tamaño. Los tamaños de sólidos en suspensión ahora retirados serán los mayores a tres milímetros. Este proceso se realiza mediante el paso del agua por un tamiz automático de tres milímetros de luz. Tanto estos residuos como los retirados en el anterior desbaste, se llevan a un Centro de Tratamientos de Residuos Sólidos Urbanos.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

I. Rejilla desbaste de finos 3 mm de luz.



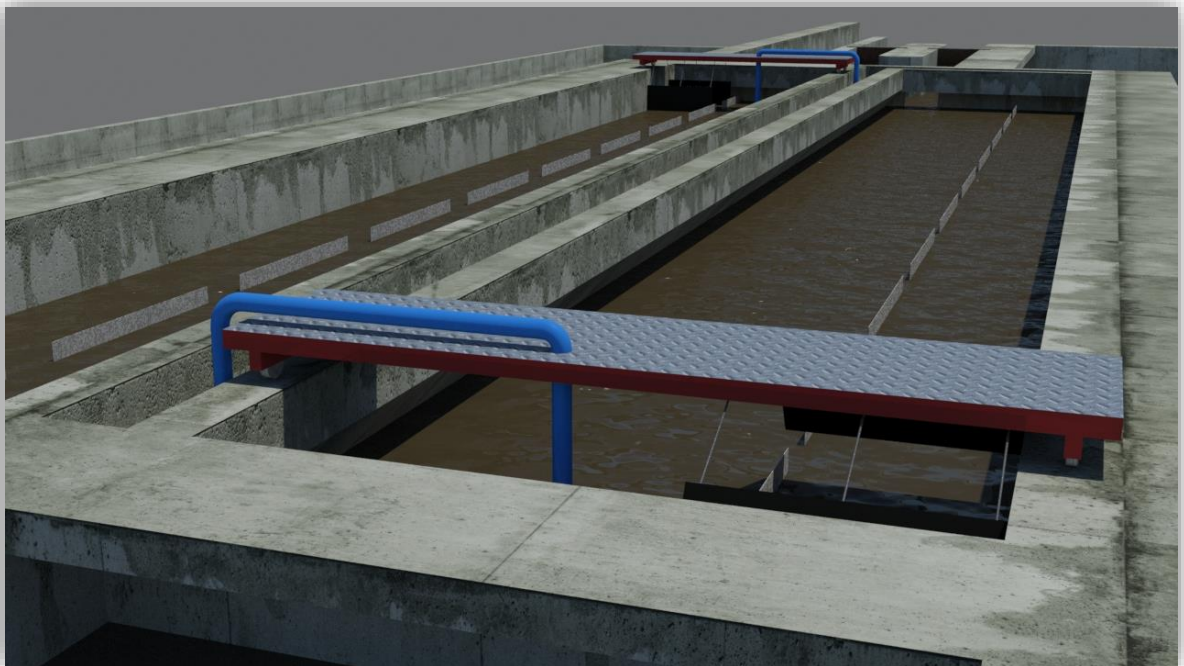
II. Foto elevación de agua a desbaste de finos.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

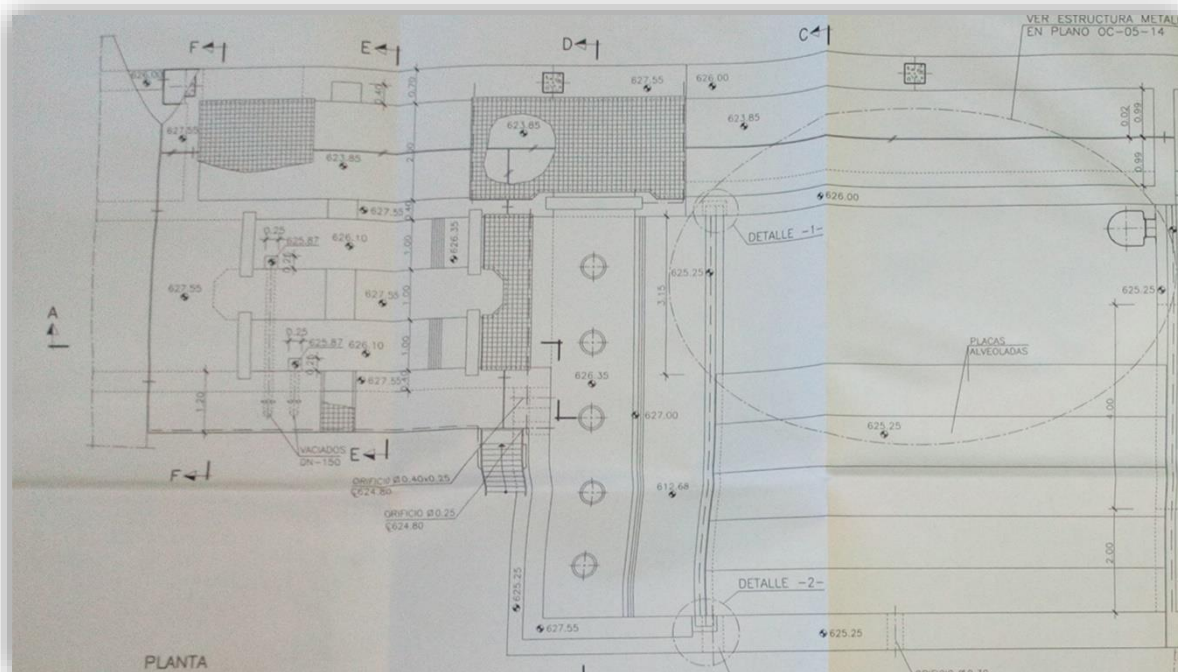
- Desarenado desengrasado: Para finalizar con los pretratamientos, será necesario eliminar las partículas discretas sedimentables o arenas, perjudiciales para los procesos posteriores, así como las grasas flotantes y espumas, que podrían adherirse en objetos y dificultar la aireación del agua en el proceso biológico. Para conseguir esto, el agua pasa por unos canales y gracias a unos agitadores se separa el agua de las grasas, éstas ascienden por flotación debido a la diferencia de densidad con respecto al agua. Para eliminar esta grasa se utilizan unas rasquetas superficiales que arrastran la grasa flotante hasta un canal de evacuación. Las arenas a su vez se van decantando en el fondo y son retiradas mediante absorción por una bomba. Tanto las bombas como las rasquetas están colocadas en unas plataformas que se van desplazando para recorrer cada uno de los canales.

I. Desarenado-desengrasado.

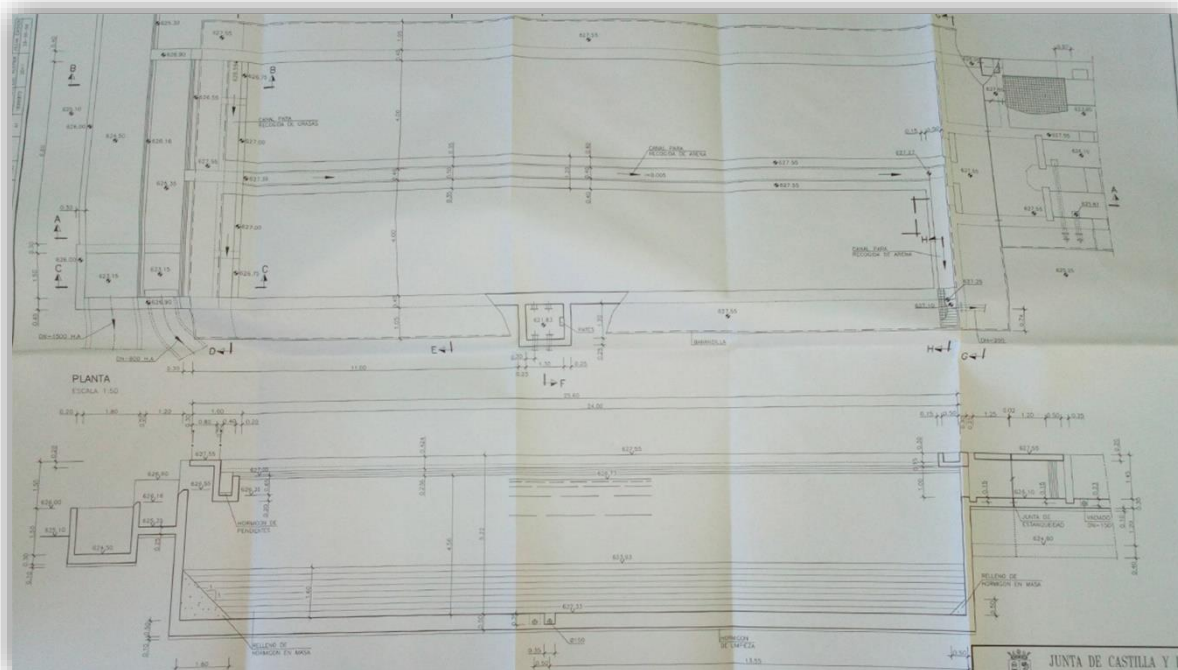


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

IV. Detalle canal desbaste de finos.

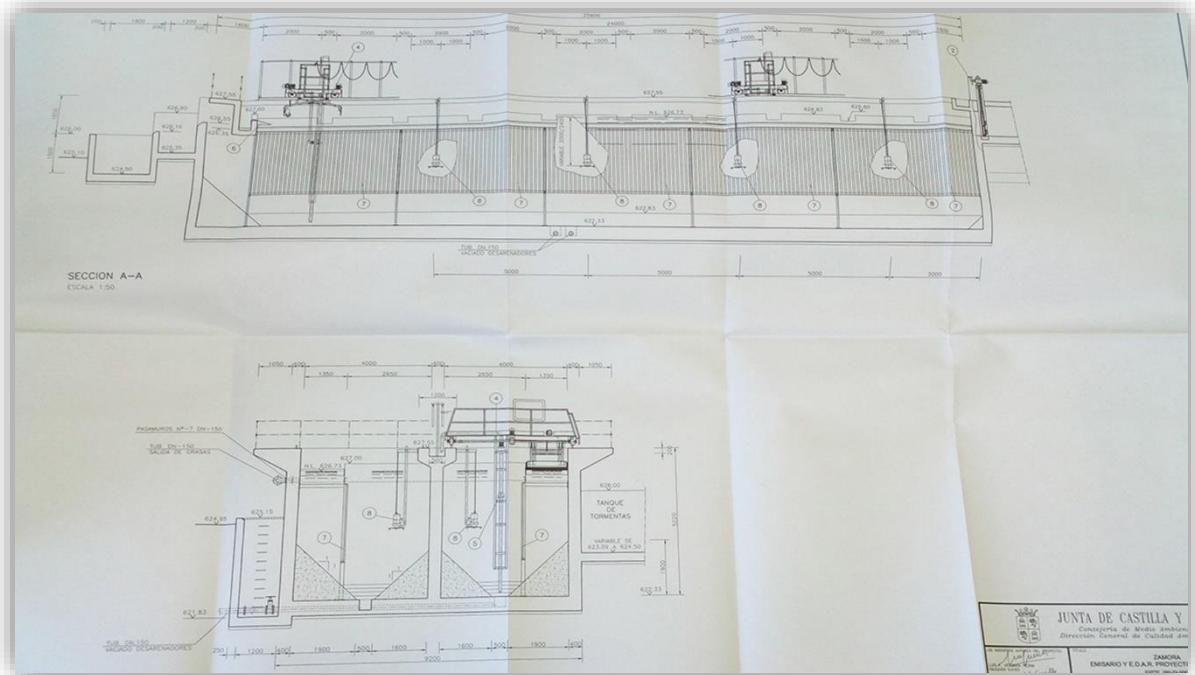


V. Planta desarenado-desengrasado.

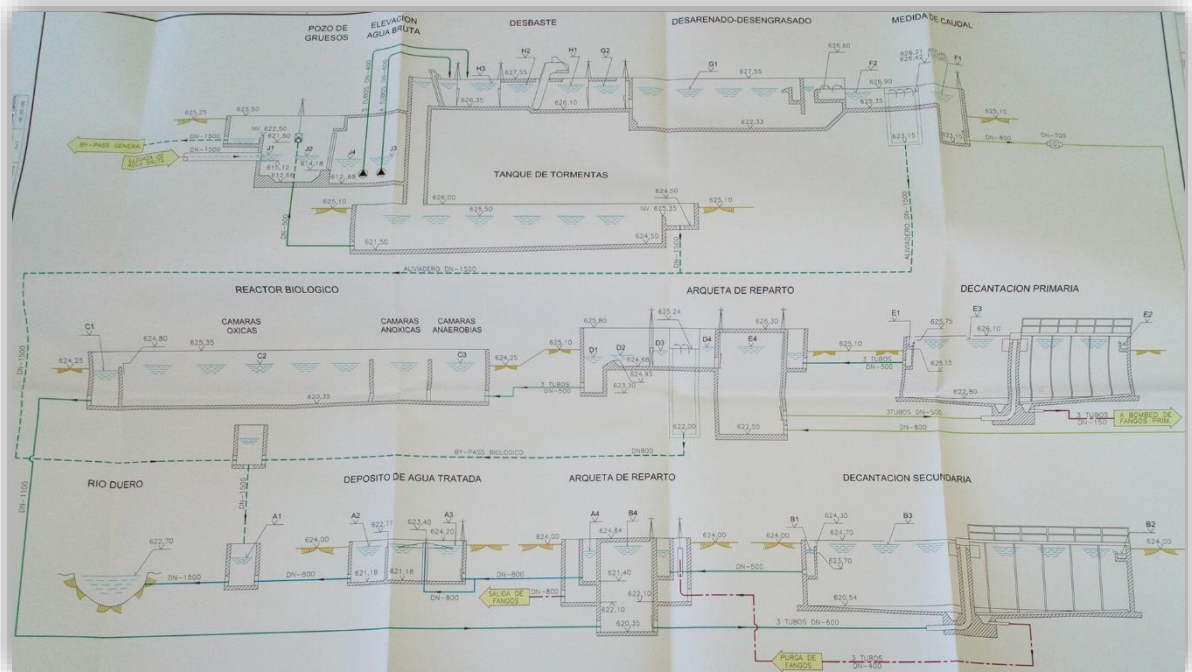


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

VI. Plano elementos móviles desarenado-desengrasado.

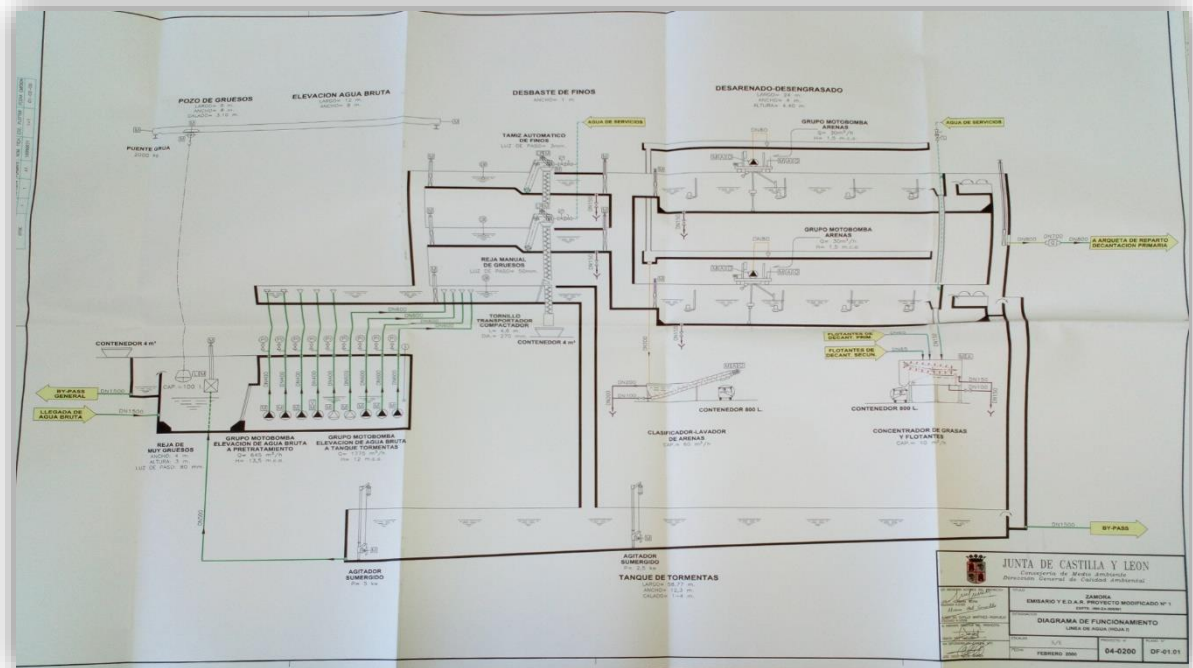


VII. Plano línea de agua general.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

VIII. Plano línea de agua 1.



2.2. TRATAMIENTOS PRIMARIOS

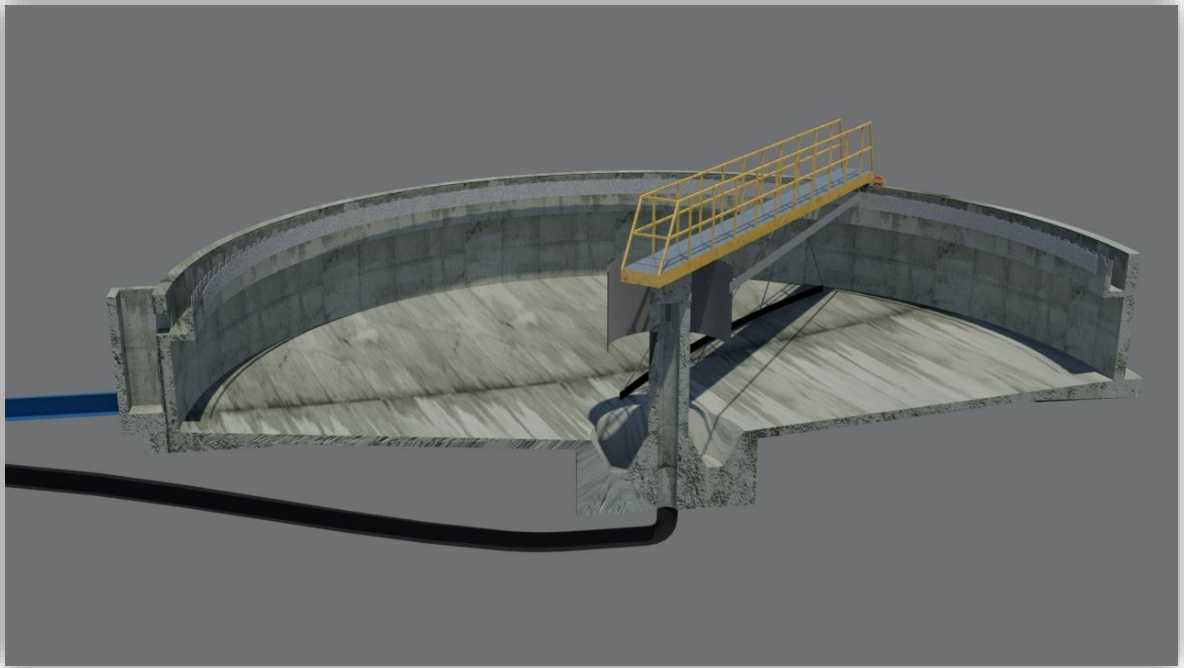
El proceso de los tratamientos primarios persigue la reducción de sólidos en suspensión. Se reducirá la turbidez y la demanda biológica de oxígeno a cinco días DBO_5 , debido a que una gran parte de los sólidos en suspensión son materia orgánica. Para poder eliminar estos contaminantes será necesario crear un remanso en el agua para que, por el efecto de la gravedad, sedimenten los sólidos suspendidos.

La forma de conseguir este proceso es introduciendo el agua en los decantadores primarios, que son unas “piscinas” circulares. El agua entra por el centro desde una tubería ascendente. Para conseguir el remanso del agua y evitar que se creen turbulencias, que aumentarían el tiempo de decantación, se coloca una carcasa metálica alrededor de la tubería ascendente para que haga de sifón. Como los sólidos se eliminan por decantación el agua más limpia siempre estará en la lámina superior, por lo que la salida del agua en estos decantadores se realizará por rebose en la parte perimetral del decantador circular. Esta EDAR cuenta con cuatro decantadores primarios.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

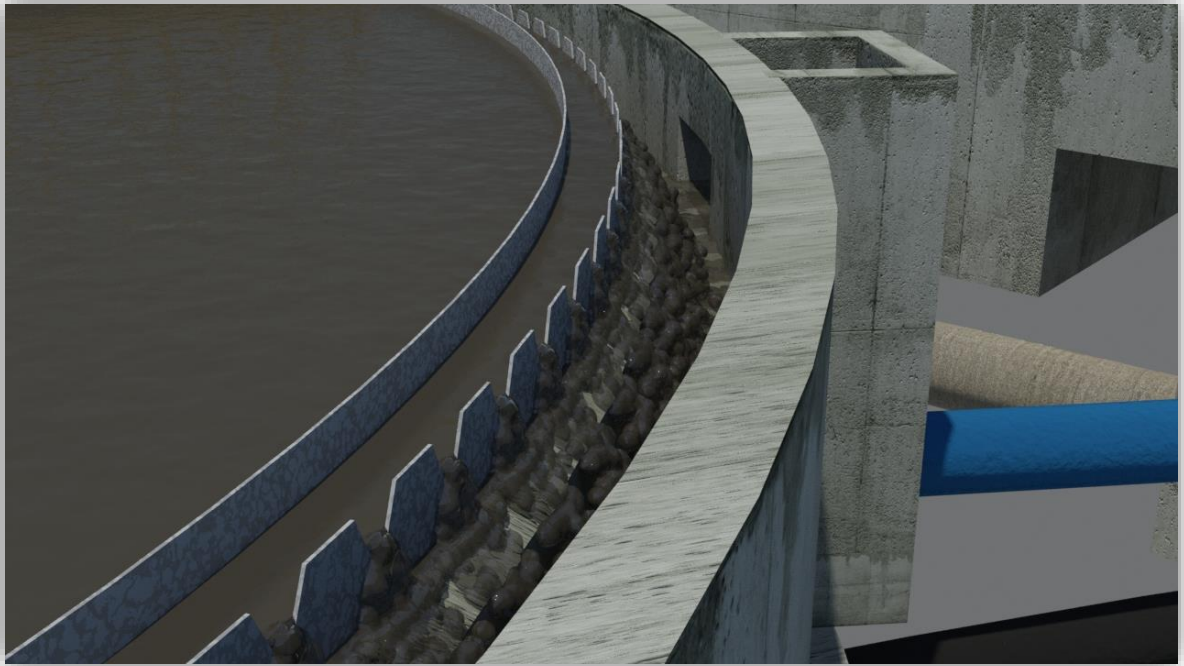
En este proceso los desechos se extraen desde un canal circular situado alrededor de la tubería central y en la parte inferior. Una vez que este canal está lleno se extraen mediante succión.

I. Decantador primario.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

II. Salida agua del decantador primario.



III. Fotos decantador primario.

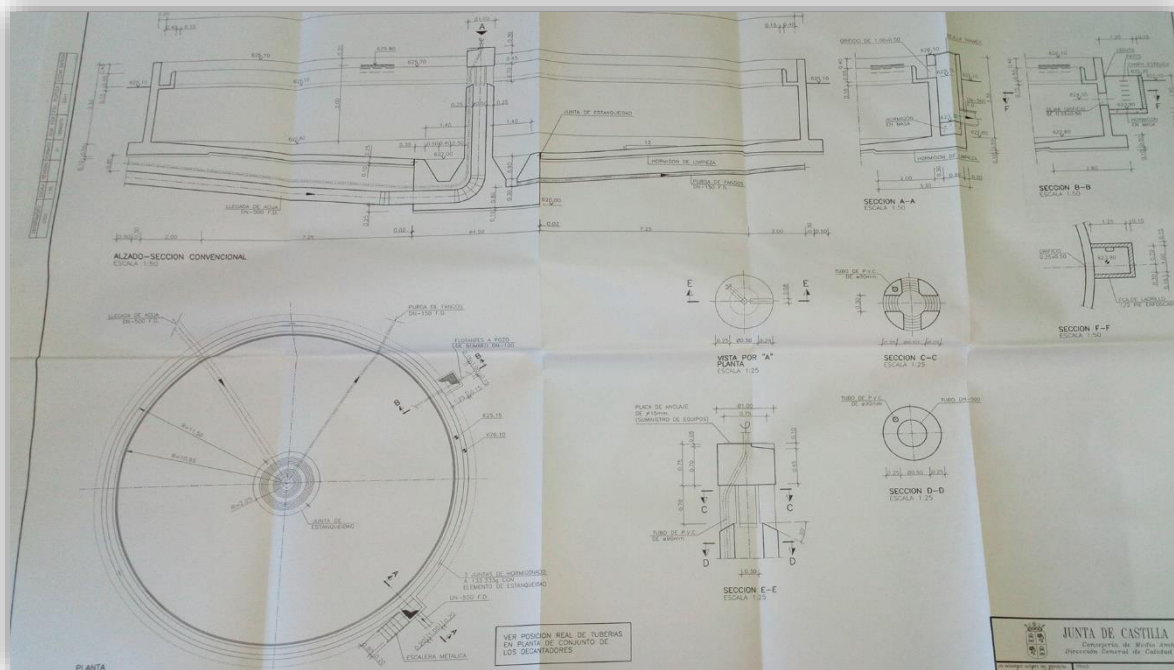


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



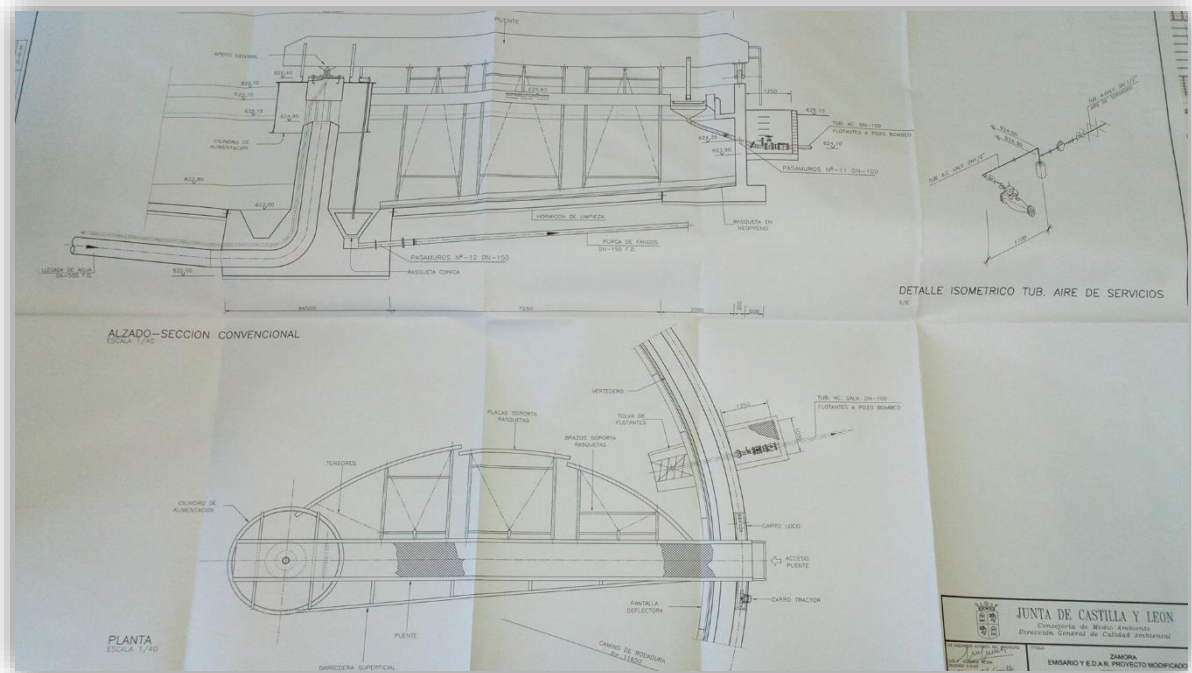
* Planos decantadores primarios:

I. Plano de planta decantador primario.

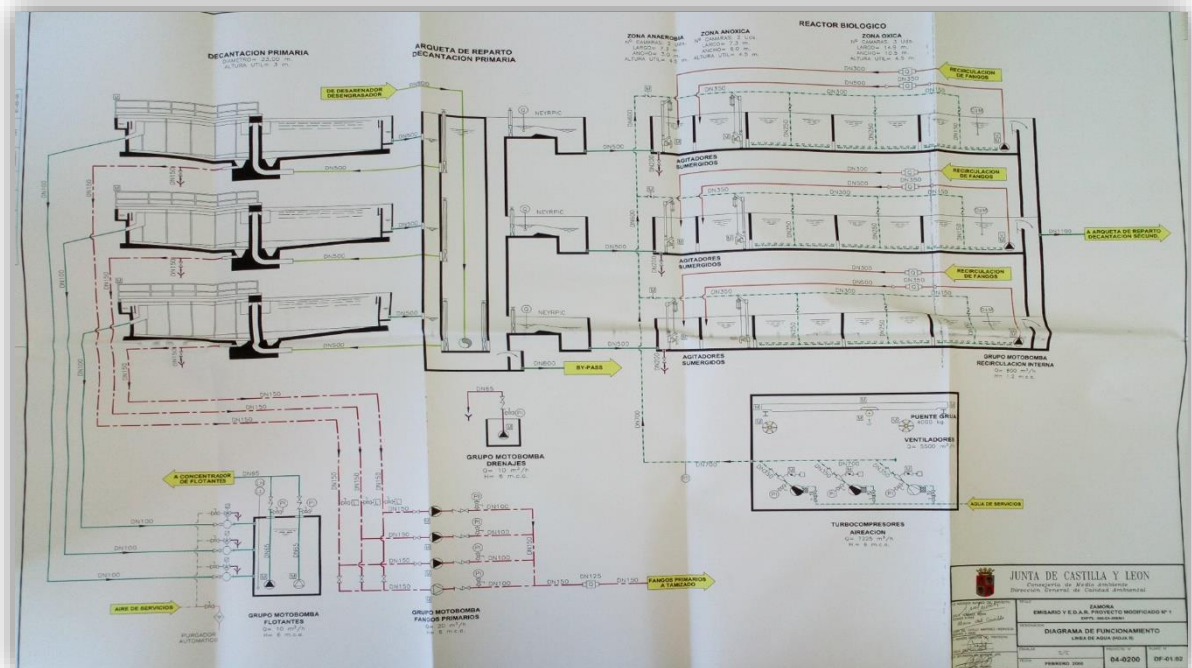


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

II. Elementos móviles decantación primaria.



III. Plano línea de agua 2.



2.3. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS

El objetivo básico de los tratamientos secundarios consiste en reducir la materia orgánica disuelta, normalmente mediante procesos biológicos. Este proceso se basa en el consumo de la materia orgánica por medio de los organismos adecuados, lo que conseguirá una gran reducción de la DBO. En la estación de estudio el proceso biológico es del tipo fangos activos.

Para el proceso del tratamiento secundario existen dos partes bien diferenciadas, una es, como se ha explicado anteriormente, el proceso de fangos activos que se realiza en el reactor biológico; otra es la decantación de los microorganismos que han llevado a cabo el consumo de la materia orgánica.

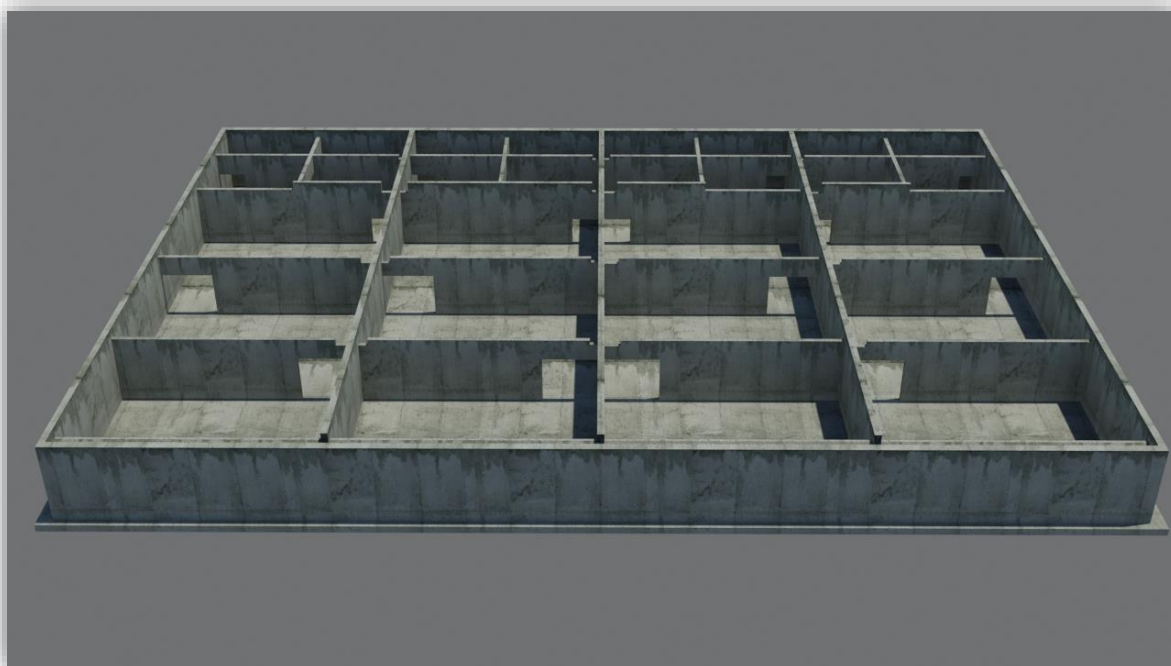
El reactor biológico consta de cuatro balsas rectangulares divididas en tres zonas cada una, en cada una de las cuales existen distintas condiciones de aporte de oxígeno para propiciar el consumo de materia orgánica, nitrógeno o fósforo. Estas tres divisiones serán las cámaras anaerobias, cámaras anóxicas y cámaras óxicas o aireadas. En cada una de ellas predomina un tipo de microorganismo que se encarga de eliminar un contaminante determinado.

El líquido presente en el reactor biológico se llama licor mezcla, este líquido ya no es solo el vertido que llegó del proceso primario, sino que se mezcla con los fangos activos; que son, los microorganismos encargados de eliminar la materia orgánica, nitrógeno y el fósforo, provenientes de la decantación secundaria.

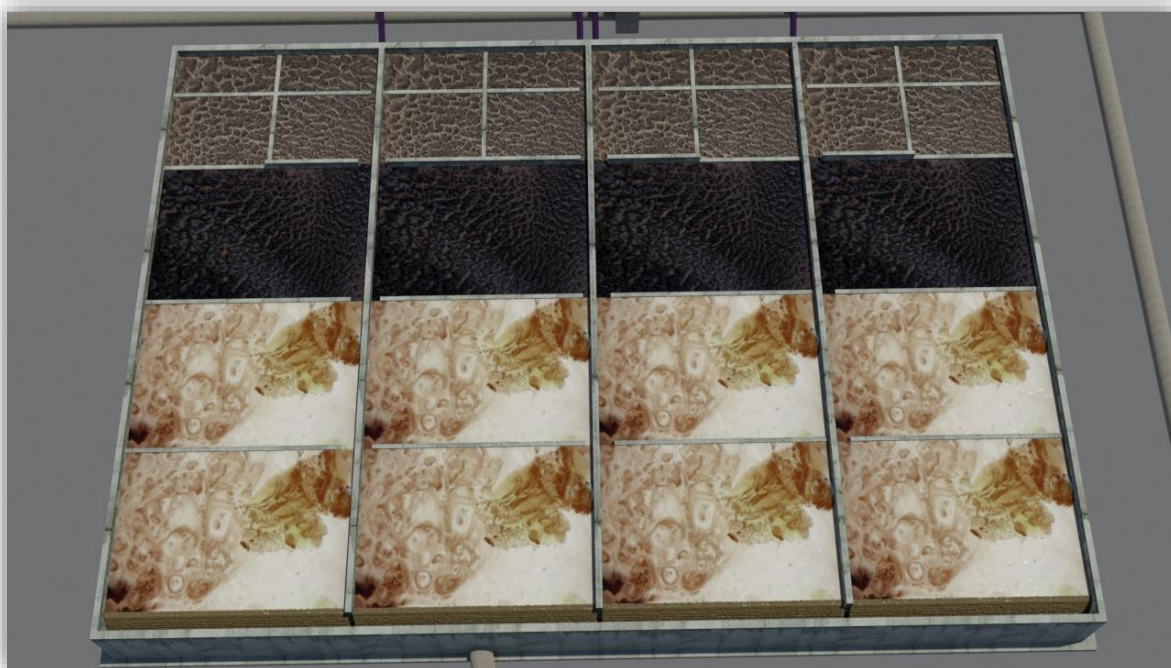
La decantación secundaria es la última parte de la línea de agua en esta planta, ya que, una vez se hayan sedimentado los fangos activos del licor mezcla, el agua es devuelta al río Duero. El proceso de la decantación secundaria es igual que la decantación primaria. Los decantadores secundarios tienen la misma forma que los decantadores primarios, pero con un radio y un calado más grandes. Al igual que en la decantación primaria, la decantación secundaria también cuenta con cuatro decantadores.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

I. Reactor biológico.



II. Render reactor biológico en funcionamiento.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

III. Imágenes reactor biológico.

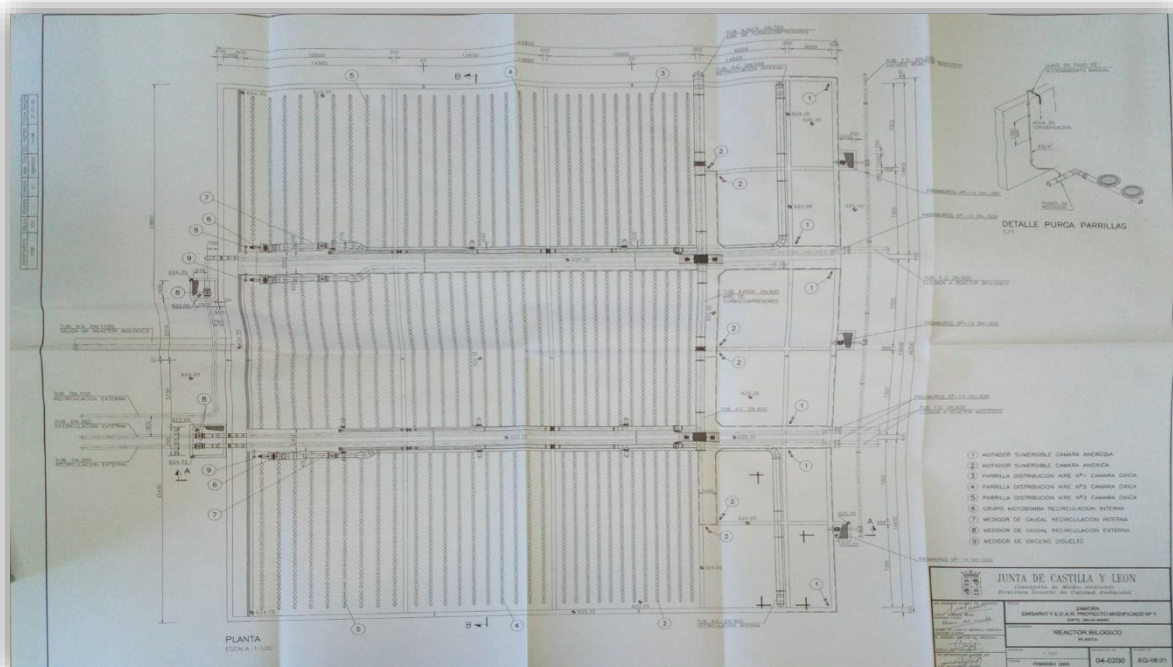


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



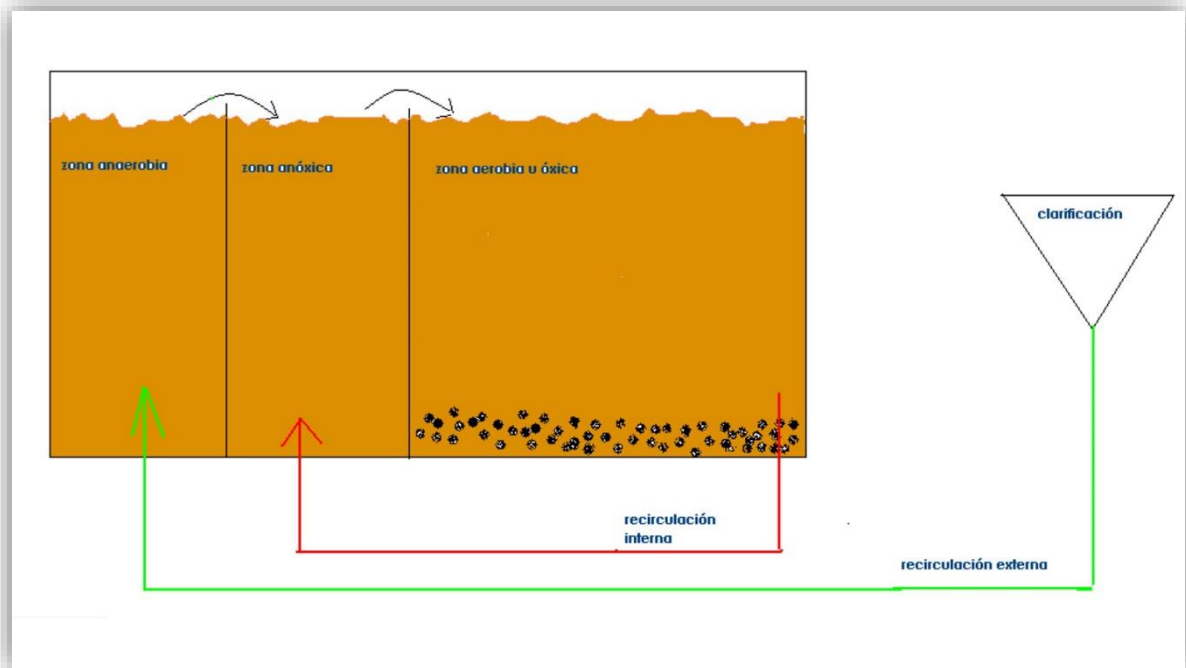
* Planos reactor biológico.

I. Plano aireadores reactor biológico.

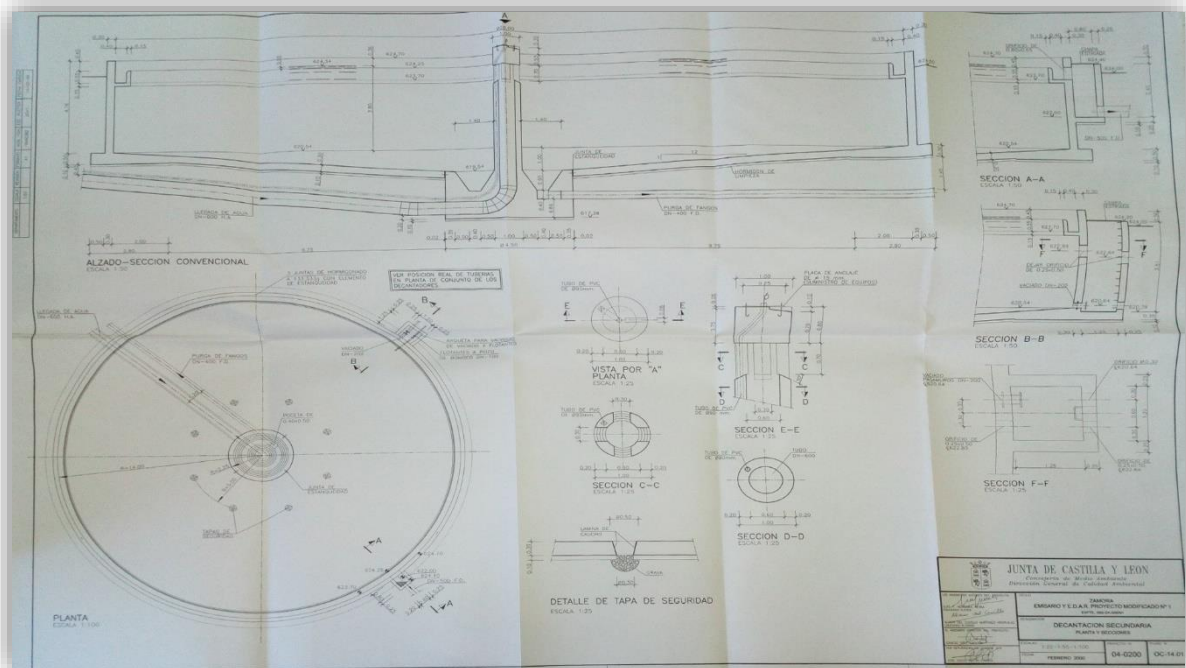


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

II. Esquema funcionamiento interno reactor biológico.



III. Plano decantador secundario.



2.4. ESPESAMIENTO

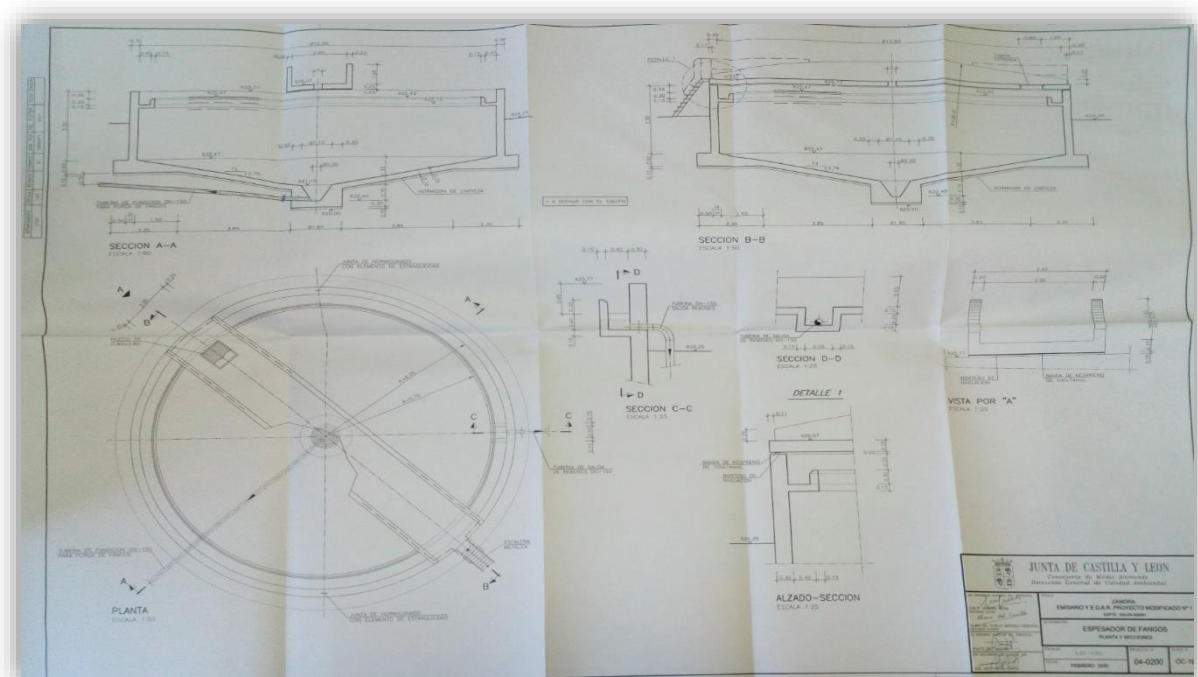
Una vez terminada la línea de agua comienza la línea de fangos. En el proceso de espesamiento lo que se quiere conseguir es un incremento de la concentración de los fangos mediante la eliminación de agua, de este modo se logra reducir el volumen de los lodos y mejorar el rendimiento de los posteriores procesos. El método que se utiliza en la EDAR de Zamora es el espesamiento por gravedad.

El espesamiento por gravedad se realiza en un tanque de forma circular en el cual el fango diluido se introduce por la zona central, comienza a sedimentar y a compactarse, mientras unas rasquetas en el fondo del tanque arrastran los fangos espesados a la zona central, para su posterior evacuación. También existen varillas verticales que se mueven junto con el giro de las rasquetas de fondo, que remueven el fango y ayudan a un espesamiento más rápido.

Una vez extraído el fango espesado del fondo se traspasa al digestor de fangos para la producción de biogás y así terminar con la estabilización.

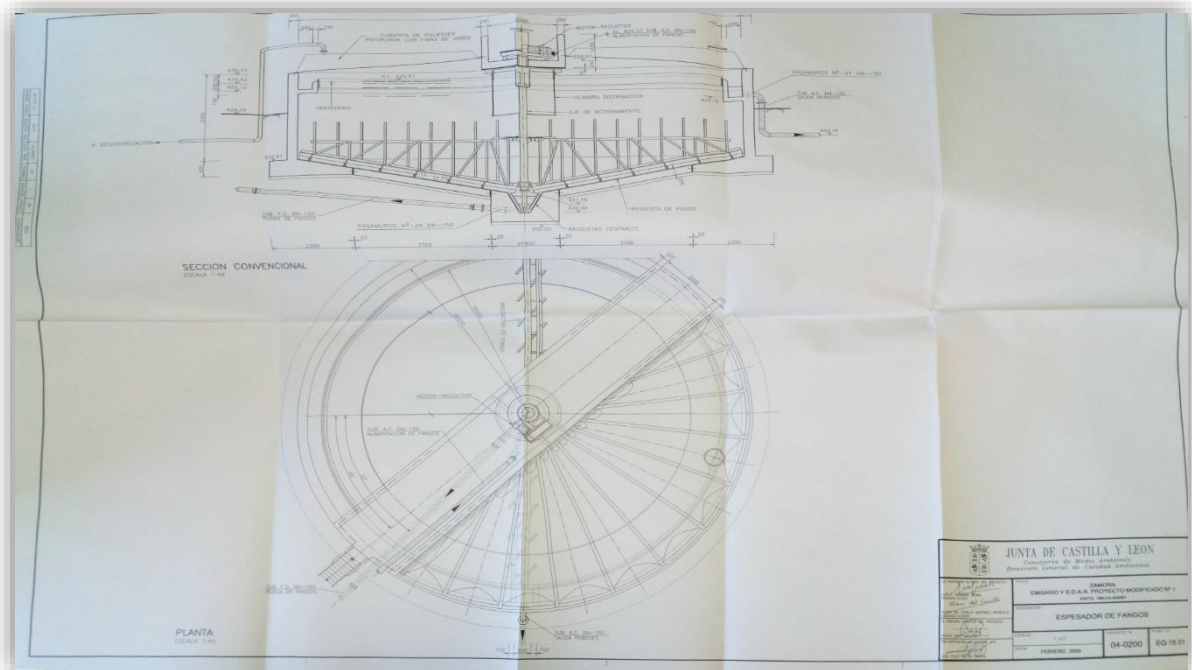
* Planos espesador de fangos.

I. Planta espesador de fangos.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

II. Elementos móviles espesador de fangos.



2.5. ESTABILIZACIÓN

La estabilización consiste en la eliminación controlada de una gran parte de la materia orgánica de evolución rápida; si no se realizase este proceso se descompondría y produciría malos olores. Una vez eliminadas estas materias orgánicas de evolución rápida, solo quedarán las materias orgánicas más complejas y estables formando un humus. Estos desechos se retiran mediante la recogida en camiones cisterna por un Gestor de Residuos No Peligrosos autorizado por la Junta de Castilla y León, para reutilizarlo en labores agrícolas.

Este proceso se realiza de forma anaerobia en el digestor de fangos, es la forma de estabilización de fangos más utilizada en todo el mundo. En este proceso lo que se consigue es producir gas metano, que se almacenará en un gasómetro y se utilizará para crear energía, que se consumirá en la propia EDAR.

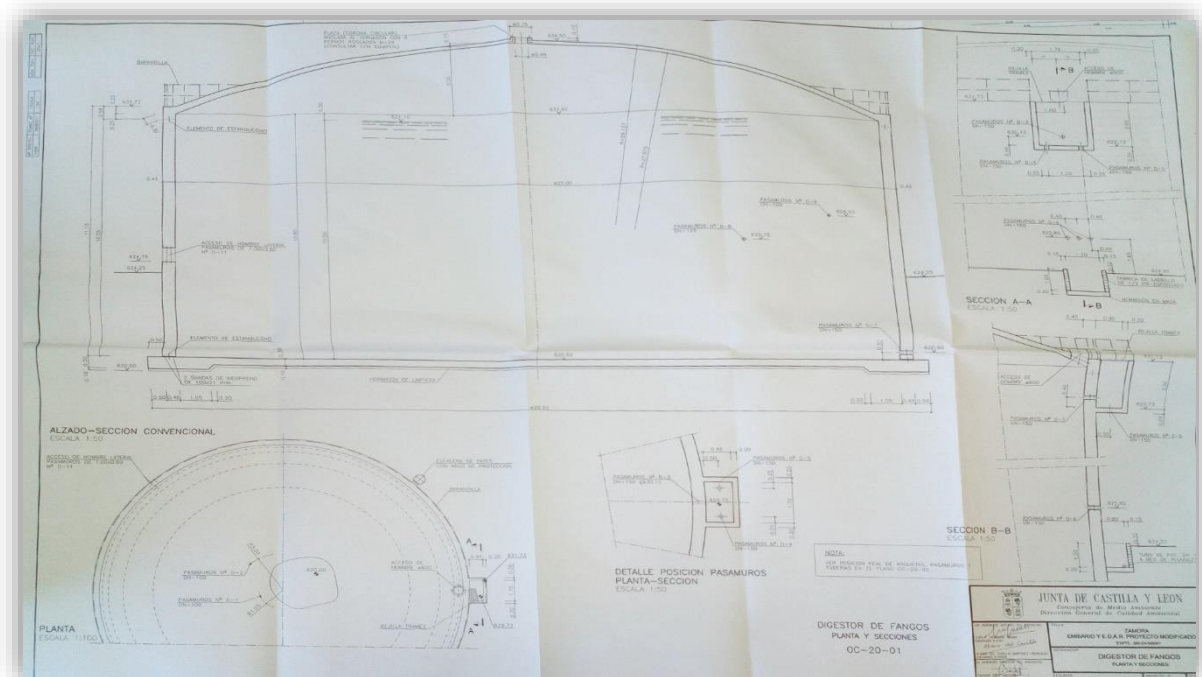
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

I. Foto gasómetro.



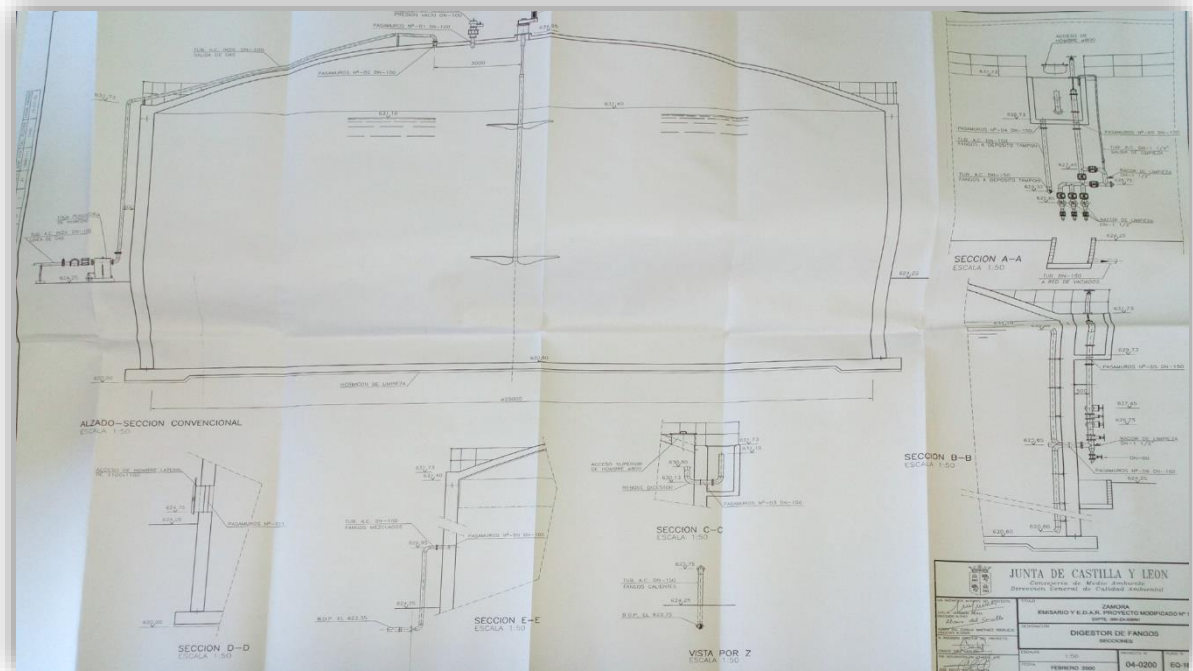
* Planos del digester de fangos, línea de fangos y red de gas.

I. Sección del digester.

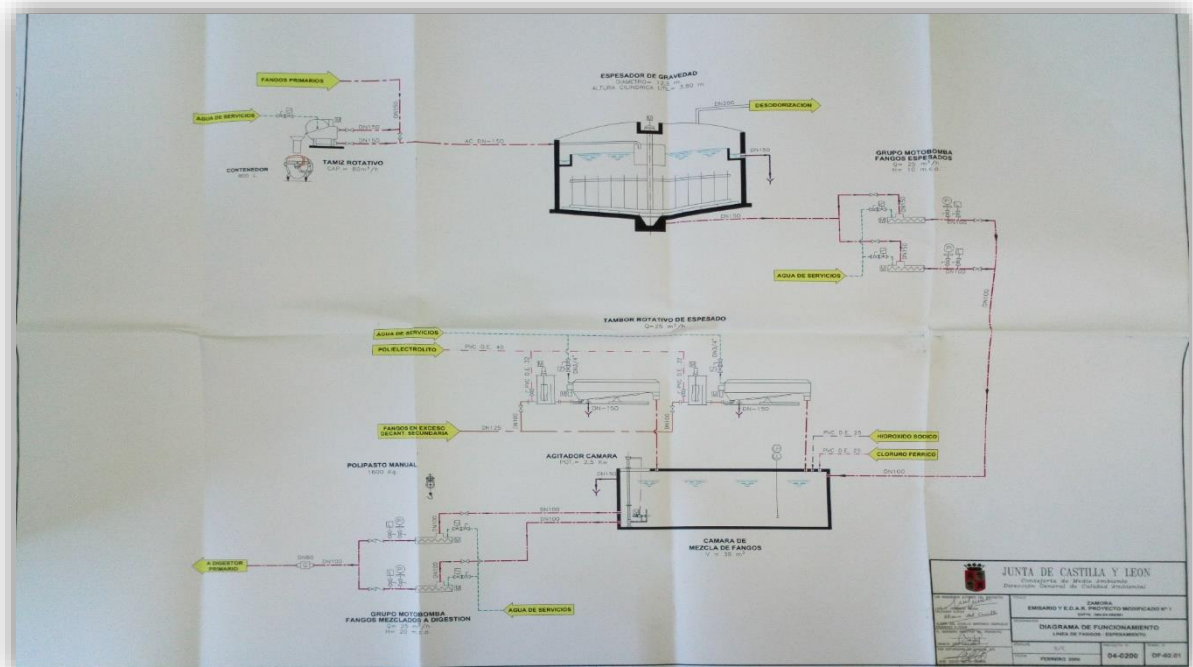


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

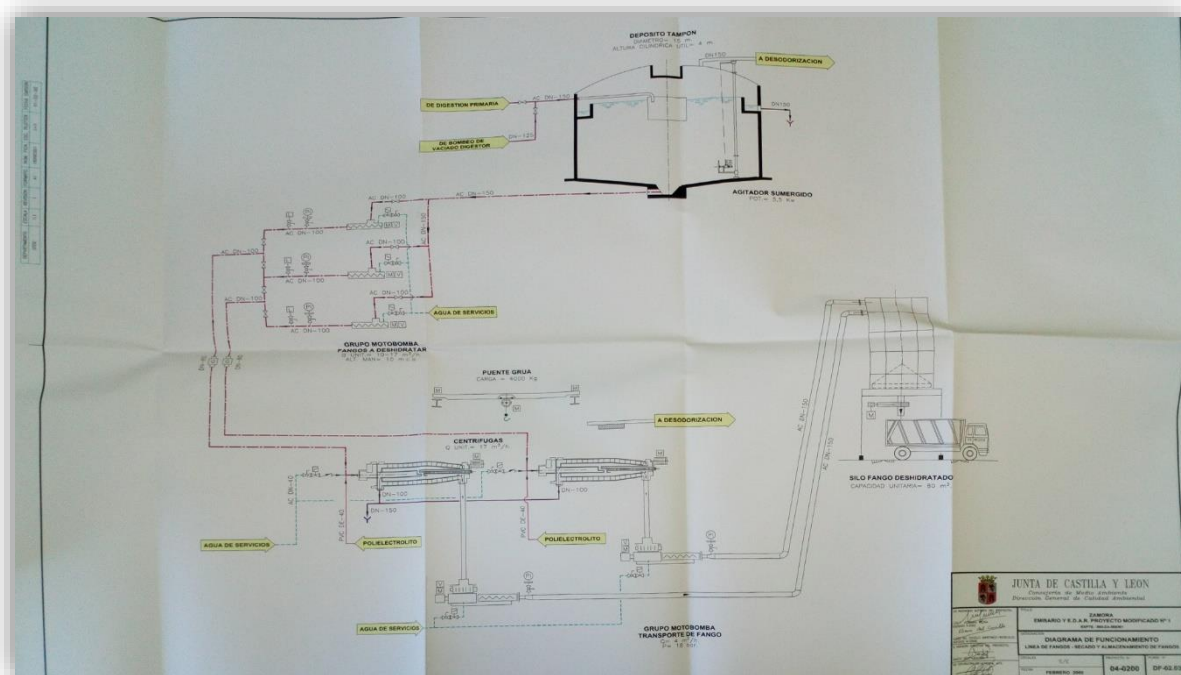
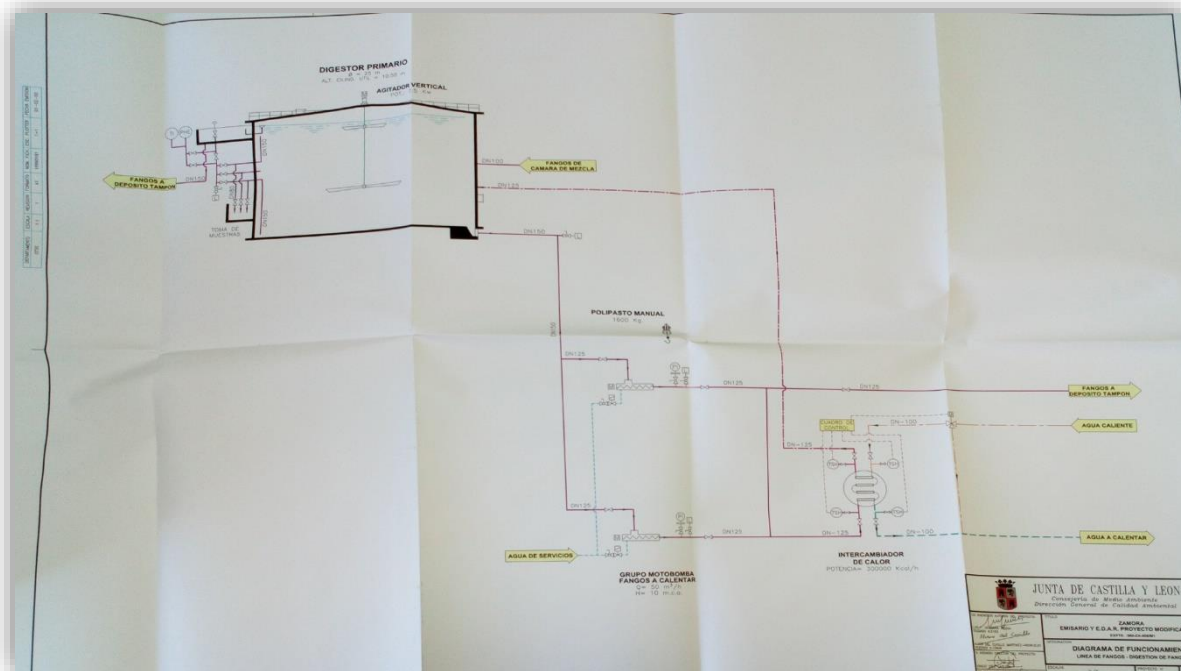
II. Elementos móviles digestor de fangos.



III. Planos línea de lodos.

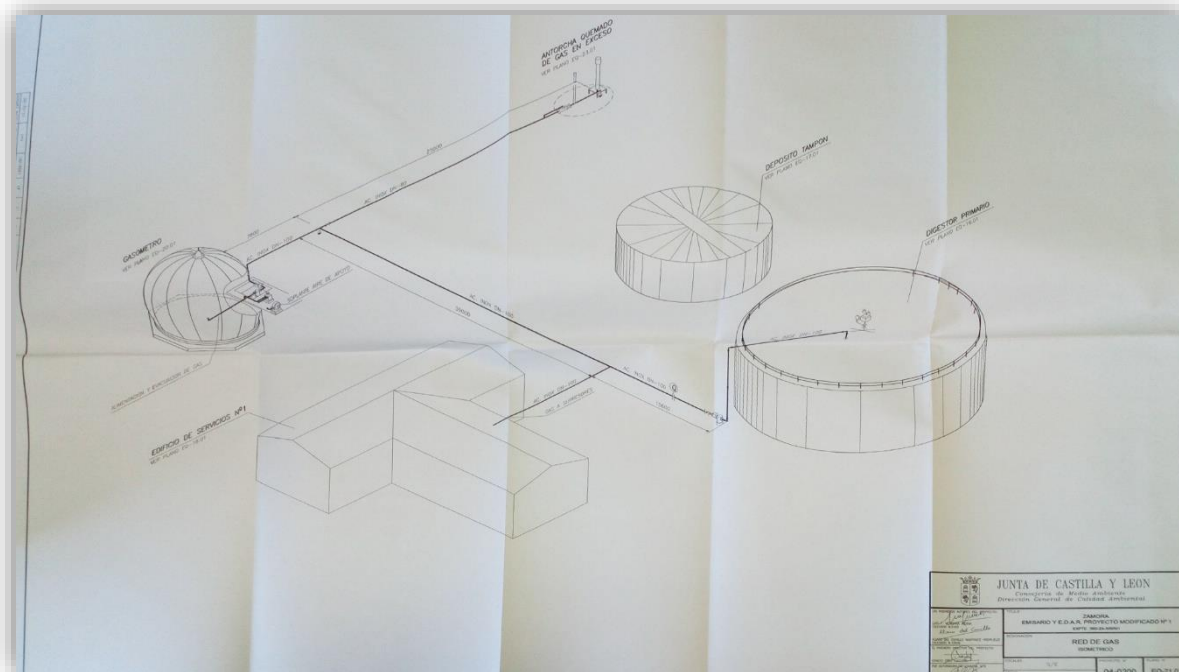


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

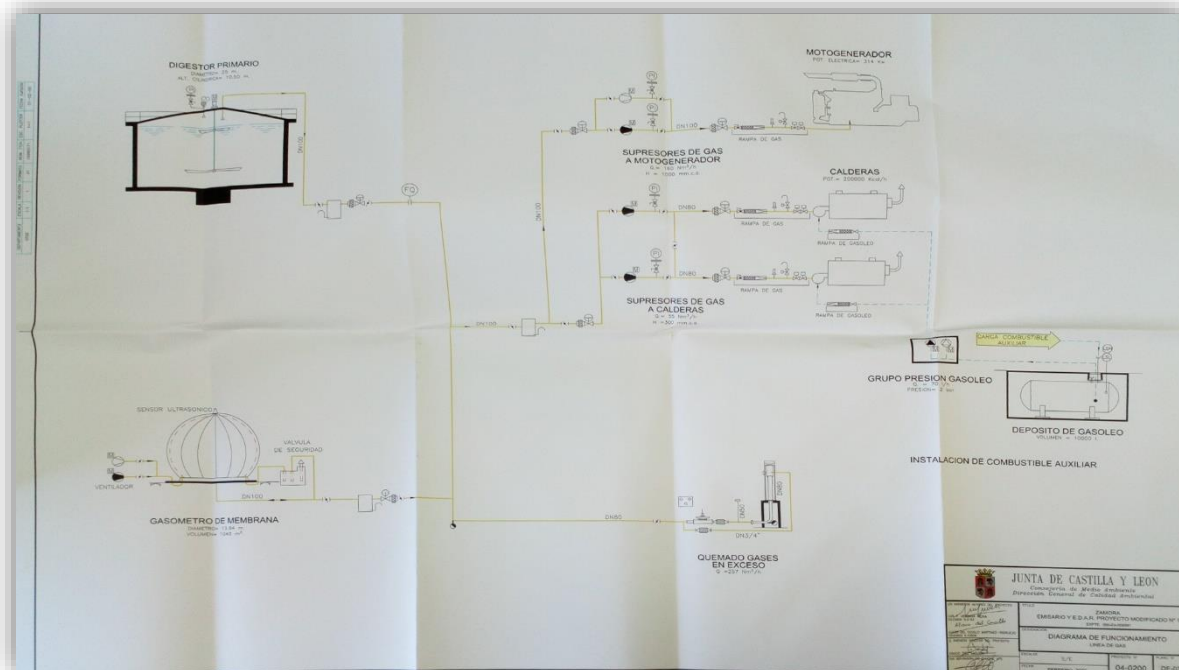


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

IV. Esquema red de gas.



V. Línea de gas.



2.6. TANQUE DE TORMENTAS

El tanque de tormentas es una parte de la línea de agua, pero ya que solo se utiliza cuando existen grandes avenidas se puede considerar como un apartado diferenciado.

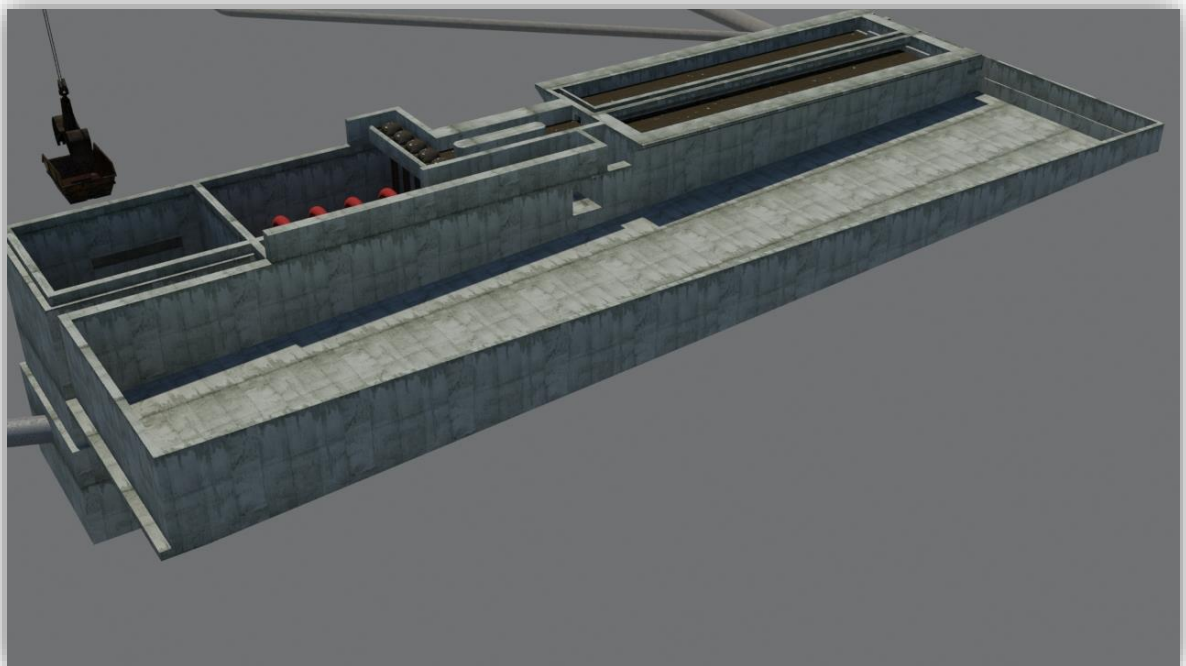
Esta zona se utiliza para guardar la primera parte de una gran avenida, que es la más contaminada de todas, porque si la avenida se prolonga en el tiempo, los contaminantes estarán más diluidos y el impacto en el medio natural será prácticamente insignificante.

El tanque de tormentas es una balsa a la que se bombea el agua residual desde el pozo de bombeo, mediante cuatro bombas sumergibles Sulzer M900 con un caudal nominal de 1800 m³ por hora.

Una vez pasada la avenida se introduce el agua residual del tanque de tormentas al pozo de desbaste mediante una tubería por la que están comunicados. De este modo es capaz de pasar por el ciclo completo de depuración.

Ya que hasta este momento no pasa por todos los procesos de retirada de finos, existen agitadores dentro del tanque para mantener el agua en movimiento y evitar la decantación de los sólidos en suspensión.

I. Render tanque de tormentas.



* Planos tanque de tormentas.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para poder realizar este trabajo, lo primero que se necesita es información sobre una depuradora y su funcionamiento. Para conseguir esta información se le pidió a la Concejalía de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Zamora poder visitar las instalaciones y el acceso a los planos del proyecto.

Con la ayuda del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Pública e Ingenieros Civiles, se logró tener un contacto más rápido con el técnico de medio ambiente y a su vez con la Jefa de Planta. Esta última ayudando en todo lo necesario para la recopilación de información y acceso a la planta.

La recopilación de datos fue la captura de 118 fotografías a los planos del proyecto inicial de la depuradora y también de los elementos principales de la depuradora.

Una vez recopilados los datos dio comienzo el modelado, el programa principal de diseño es 3ds Max 2016 y utilizando AutoCAD 2016 como programa de apoyo para dibujar en 2D. Todo este proceso llevado a cabo bajo la tutela de Manuel Pablo Rubio Caverio mediante incontables tutorías y correos electrónicos.

Tras el renderizado de los fotogramas, la edición del video se realizó con el programa Adobe Premiere, uno de los mejores programas de edición actualmente. En el que se le añaden los sonidos y efectos necesarios para crear un ambiente realista.

4. MODELADO EN 3D

El programa 3ds Max 2016 es un software de renderización, animación y modelado en 3D. Permite la creación de objetos en un entorno 3D, asignarle a estos objetos materiales y texturas, animar las escenas con el fin de crear los movimientos de los objetos e iluminar la imagen para conseguir un renderizado realista.

Aunque existen versiones posteriores del 3ds Max, se utiliza la versión 2016 porque en éstas últimas versiones el motor de render ha cambiado y la visualización de las luces no es tan real como en la versión 2016, además que aumenta la complejidad con respecto a su manejo.

El programa AutoCAD 2016 la única función que cumple en el proceso de modelado es dibujar secciones en dos dimensiones con gran exactitud, que posteriormente se modelan de distintas formas en 3ds Max y así crear las piezas en tres dimensiones.

Dentro del modelado en 3ds Max podemos diferenciar cinco partes, pero cada una de ellas con total importancia en el resultado final del modelado. A continuación, se explicarán estas cinco partes con ejemplos de cómo se llevaron a cabo.

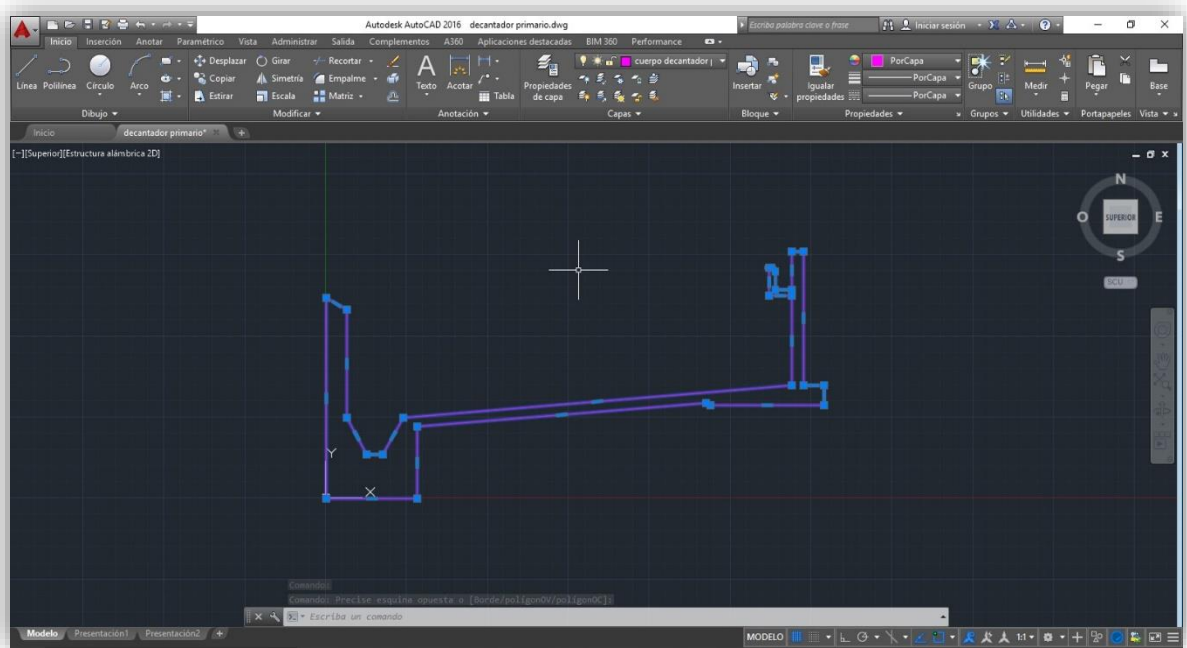
4.1. MODELADO

El modelado es la parte inicial del proyecto, ya que es la base del resto de apartados que se verán más adelante. Como se comentó anteriormente en esta parte del trabajo se han utilizado varios programas para modelar algunas de las piezas, sin embargo, en el resto de partes sólo se utilizó 3ds Max. Para comenzar se verá el modelado de las piezas en las que se ha utilizado el apoyo de AutoCAD 2016.

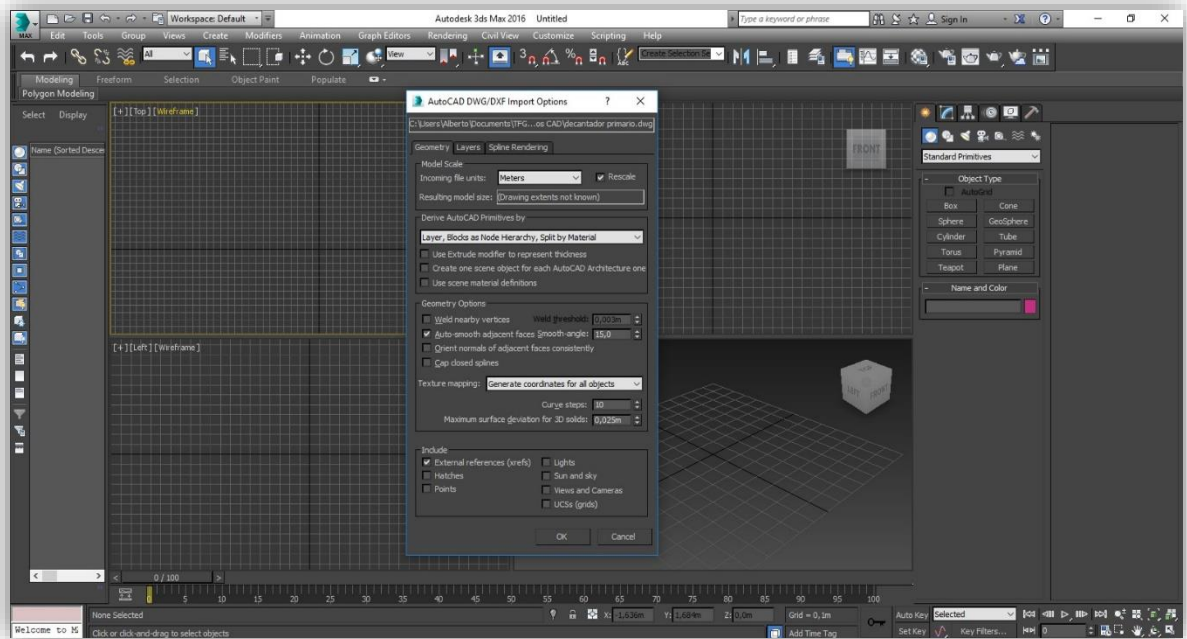
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- Decantadores:

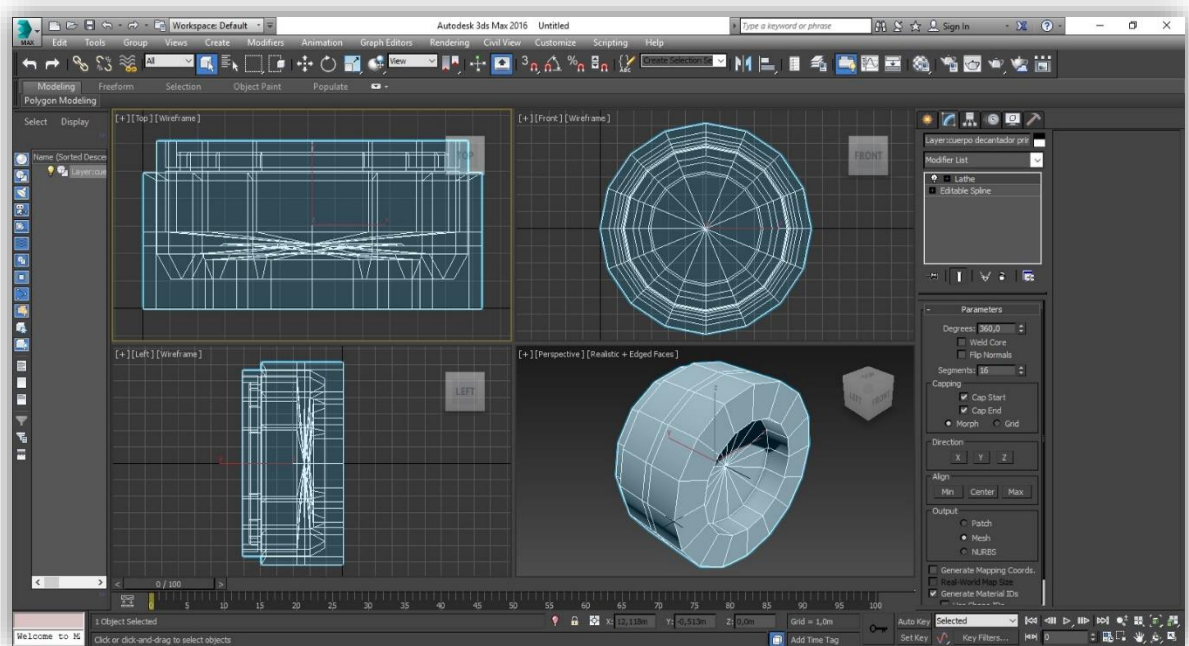
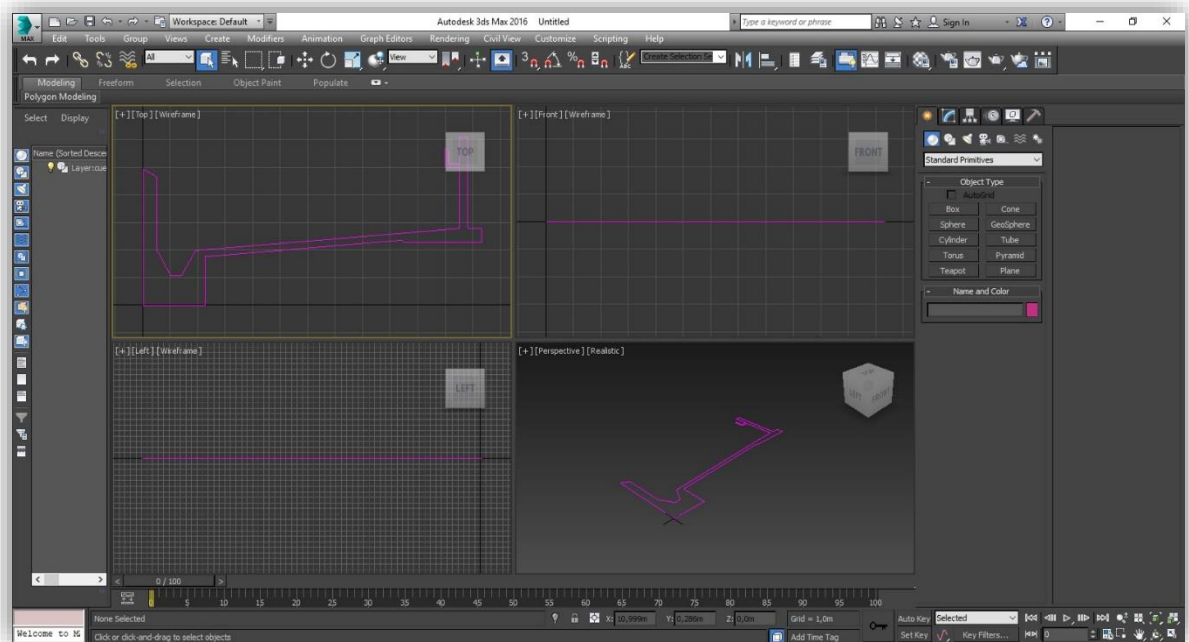
I. Se dibuja una sección radial en AutoCAD.



II. Se importa a 3ds Max y se le aplica el modificador de revolución. (Lathe)

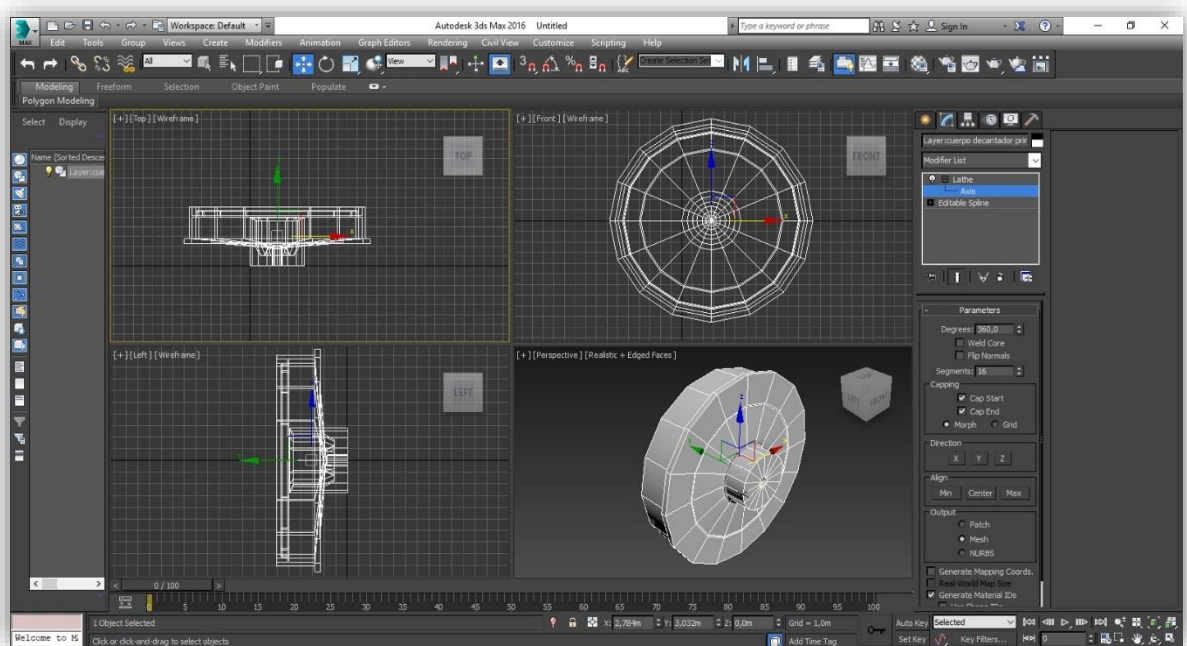
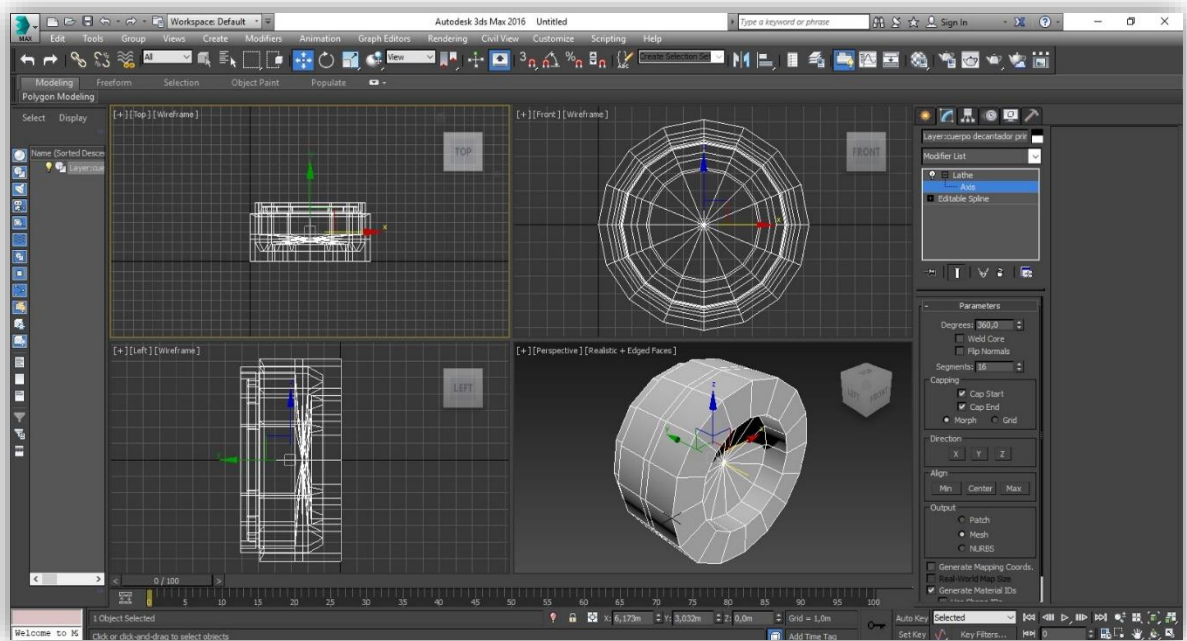


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

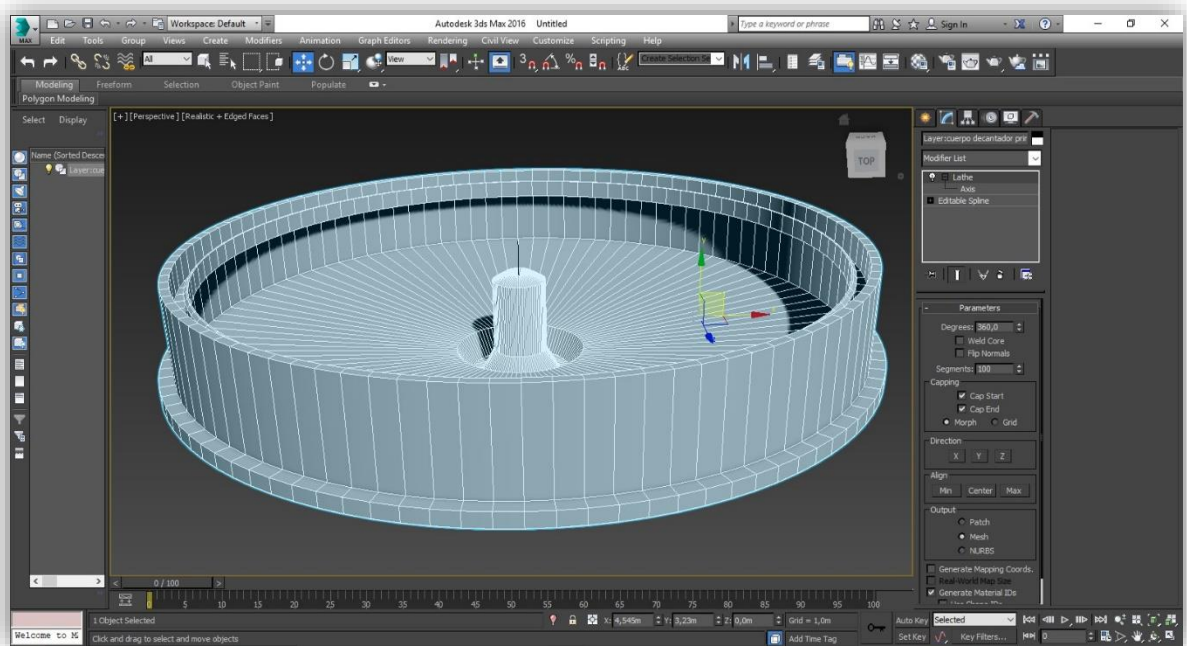
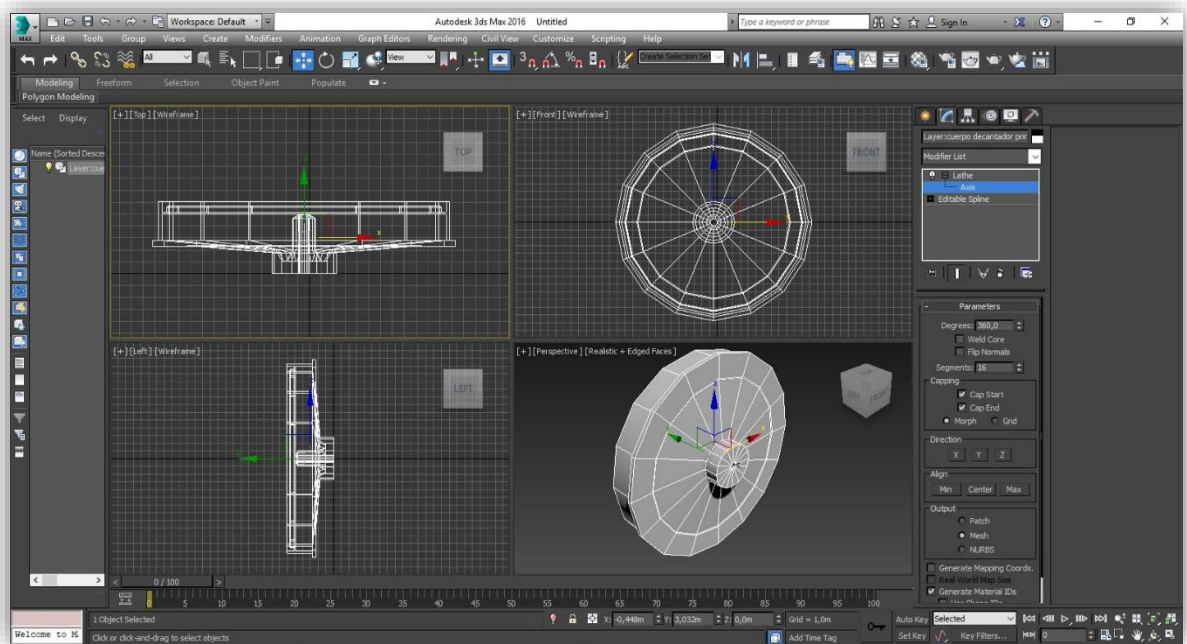


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

III. Se coloca el eje de giro en el punto adecuado para que tenga la forma correcta.

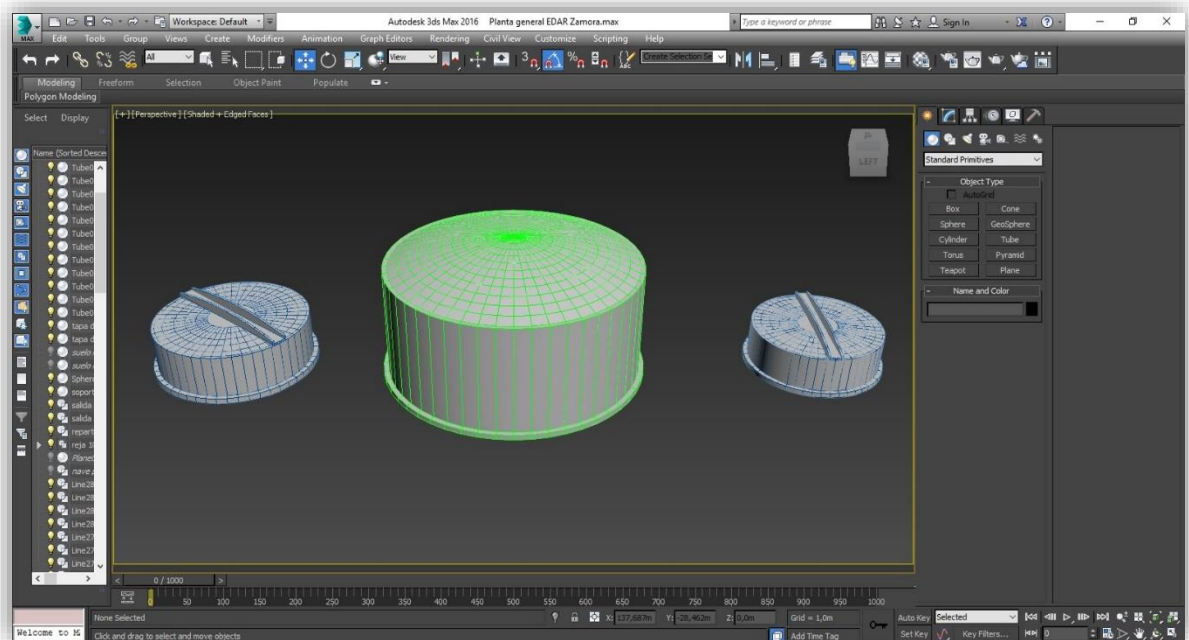


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



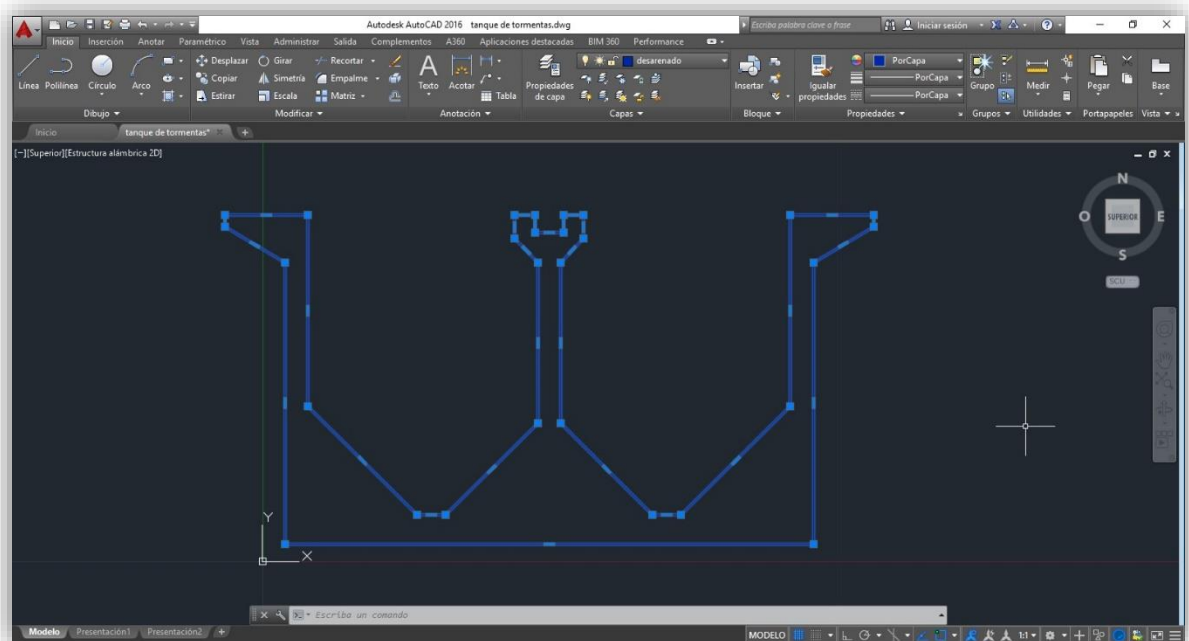
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

* Este mismo proceso se utilizará para modelar el depósito tampón, el digestor de fangos y el espesador de fangos.



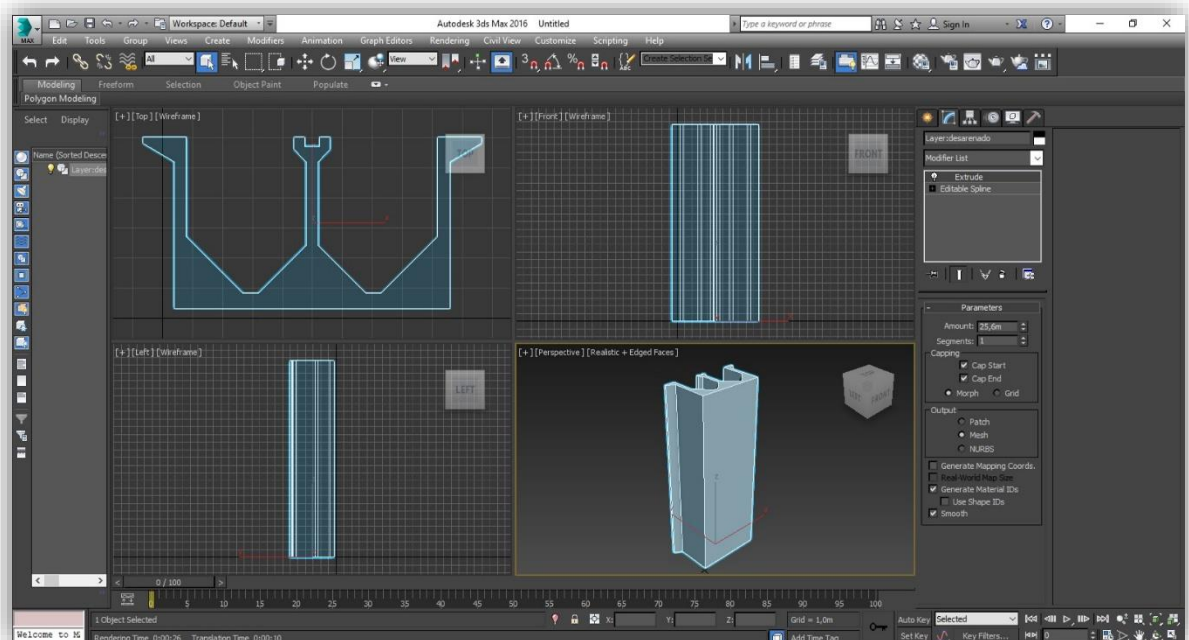
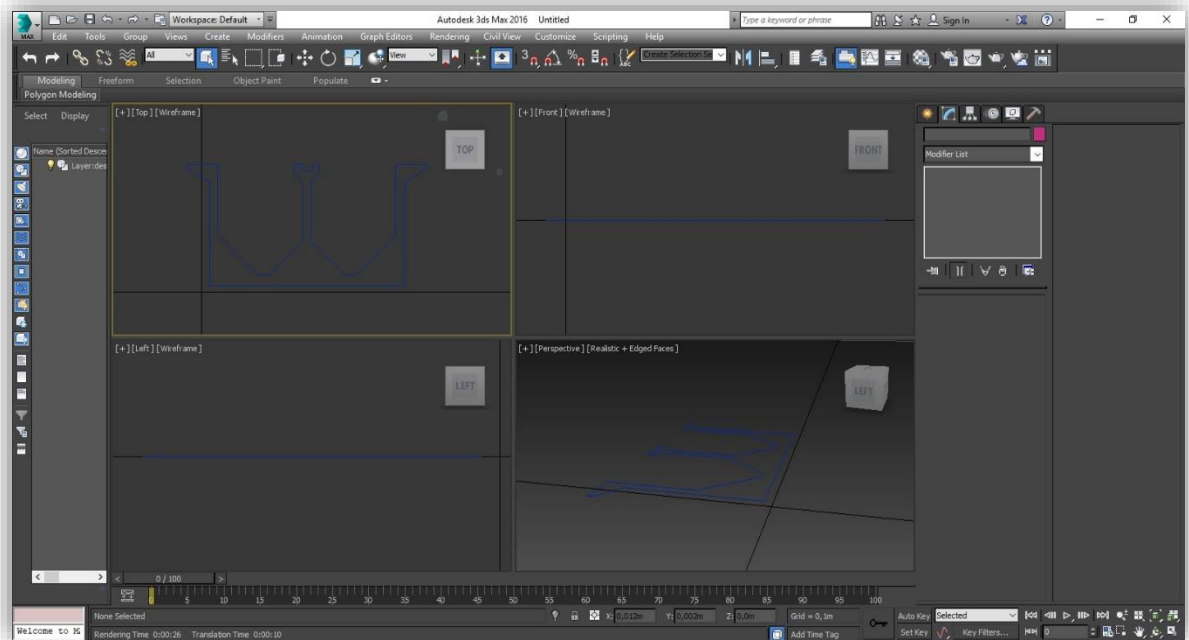
- Desarenado-Desengrasado:

I. Se dibuja una sección transversal en AutoCAD.



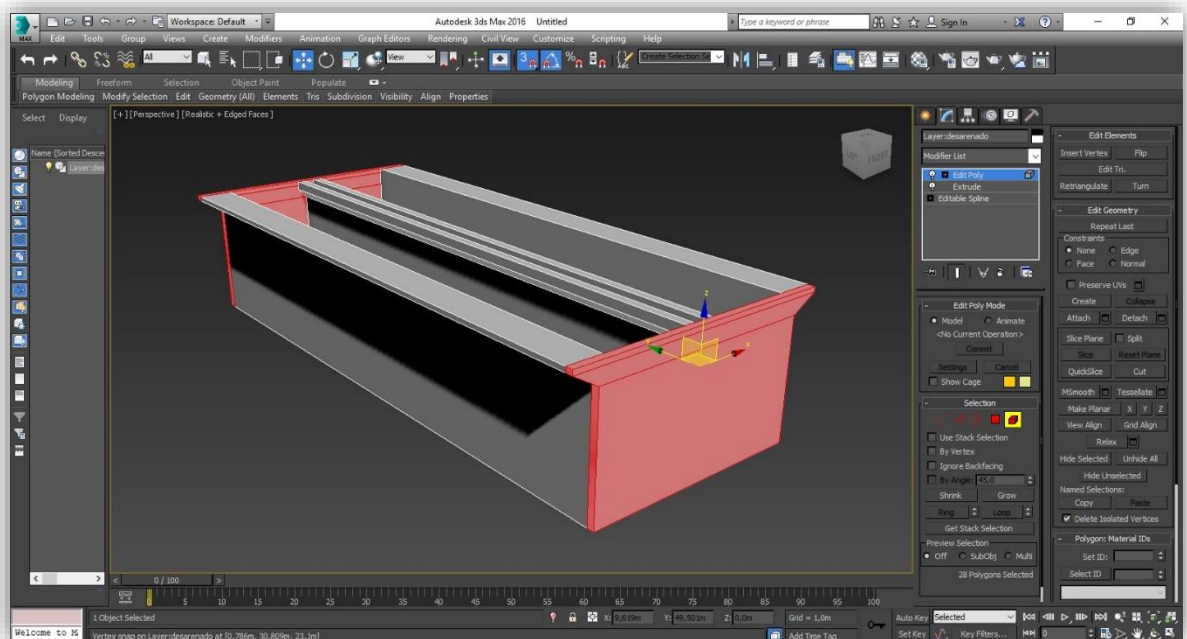
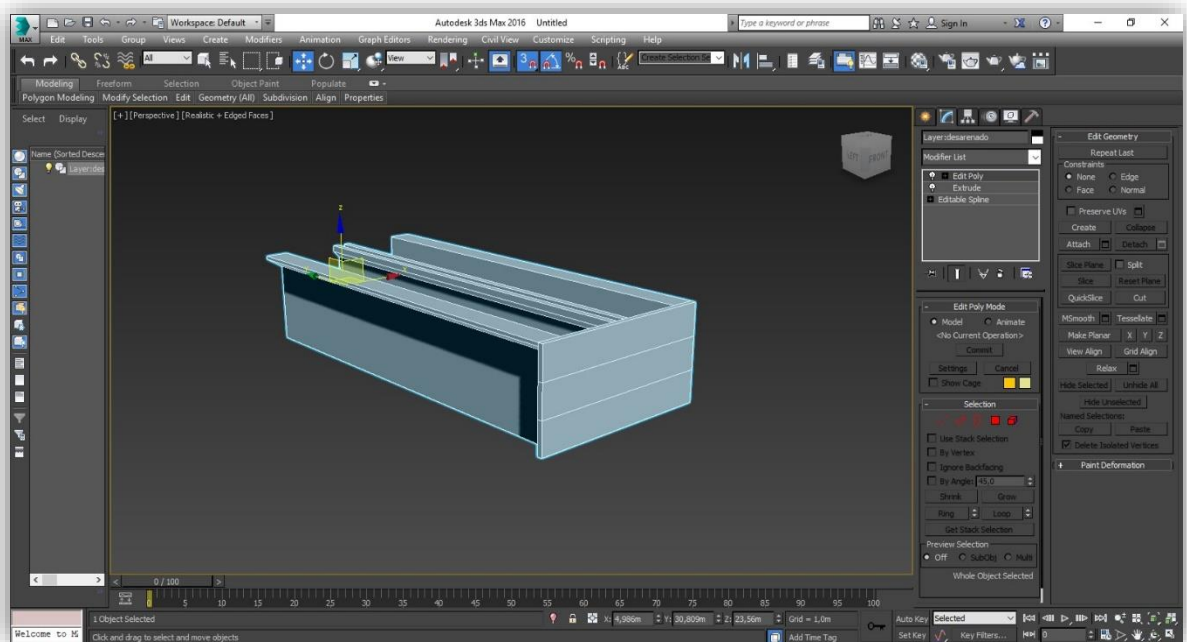
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- II. Se importa a 3ds Max y se le aplica el modificador de extrusión con los valores deseados. (Extrude)

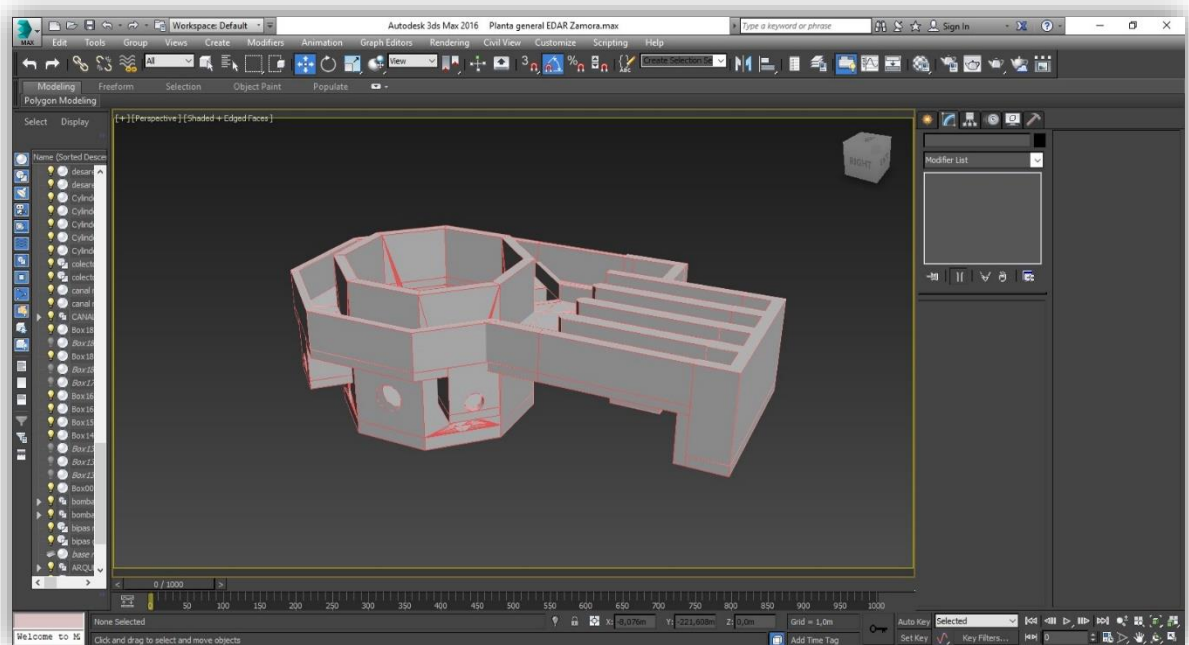


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

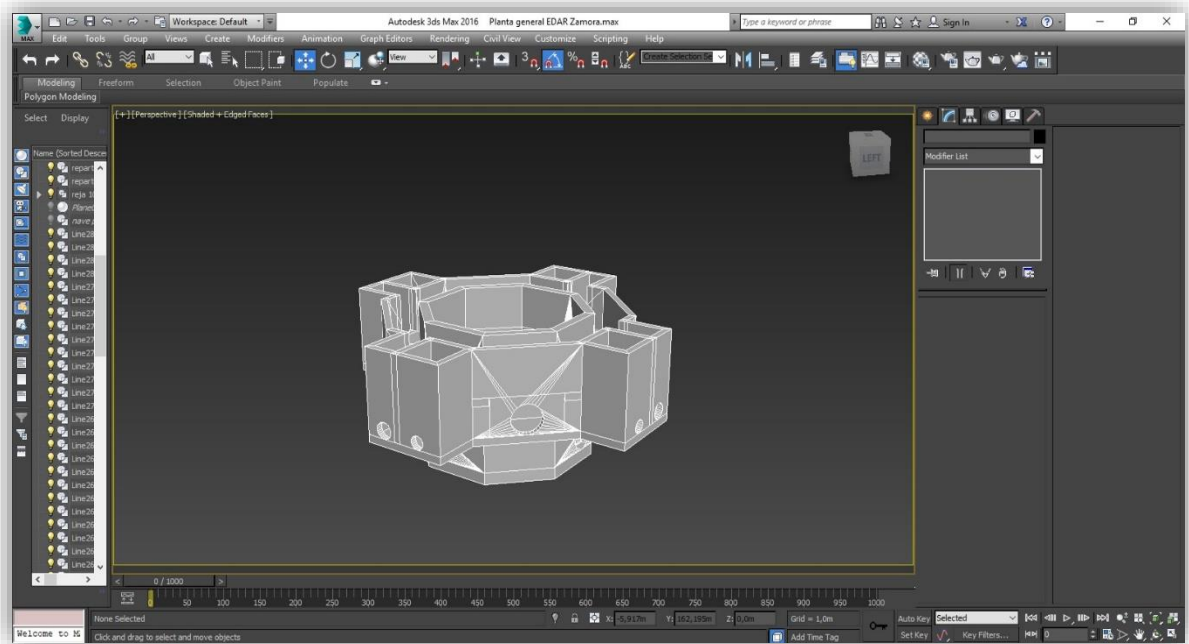
- III. En algunos puntos de la geometría no se pudo ser tan preciso como se quería o hubo que hacer modificaciones para evitar que se solapasen caras, para esto se utilizó otro modificador que nos ayuda a modificar vértices, aristas, caras y elementos. (Edit Poly)



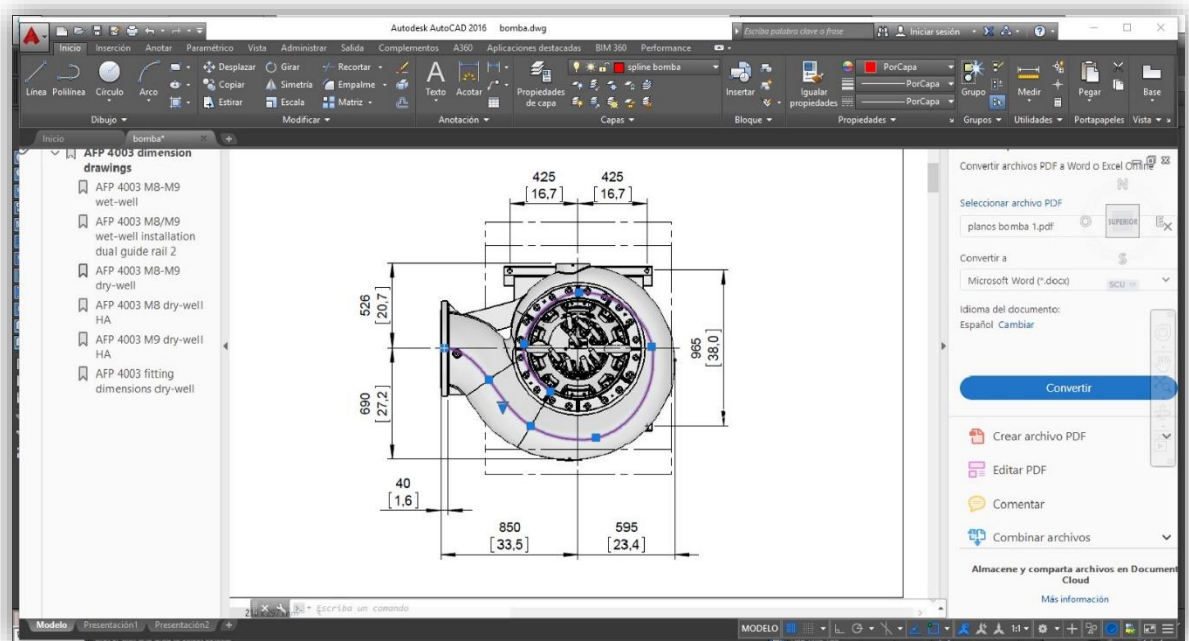
* Este procedimiento también se utilizó para modelar el tanque de tormentas y los repartidores primario y secundario.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

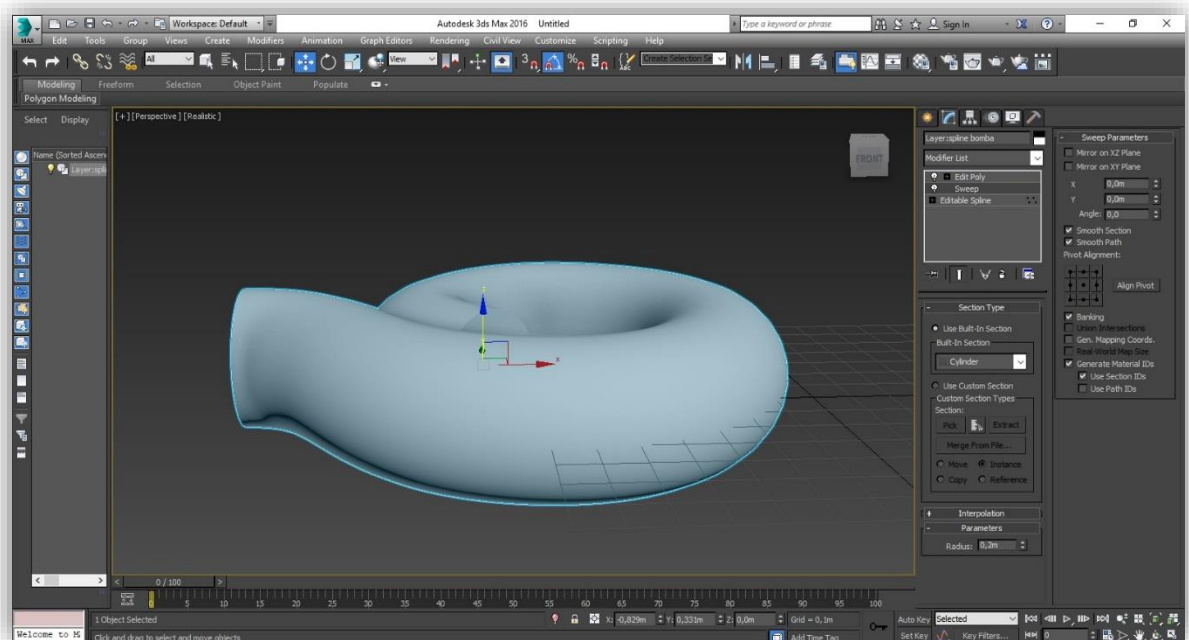
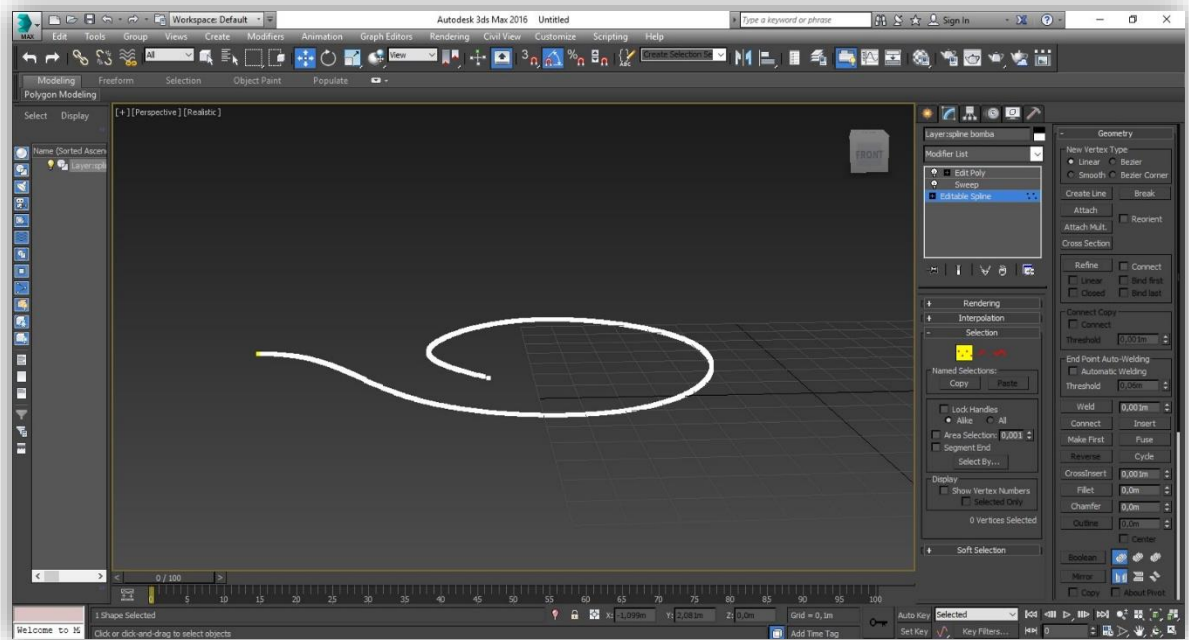


- Bombas de impulsión:
 - Para modelar estos elementos lo primero que se hizo fue conseguir los planos de la página oficial de los modelos reales, estos planos se escalaron en AutoCAD y se creó una Spline para crear la tubería de la bomba.



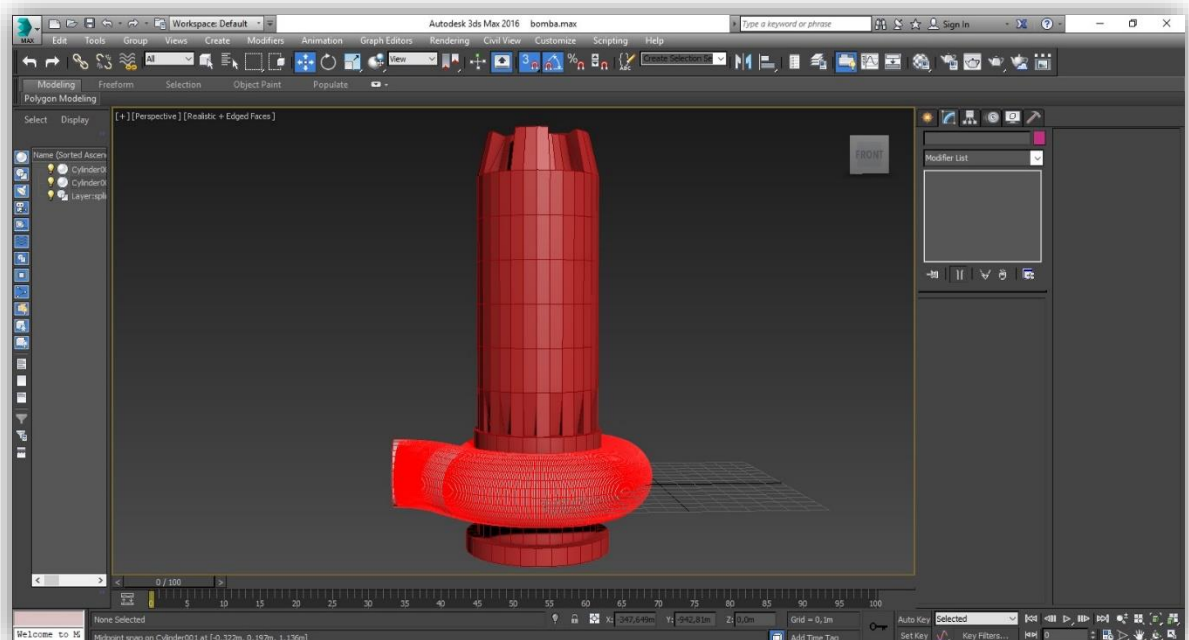
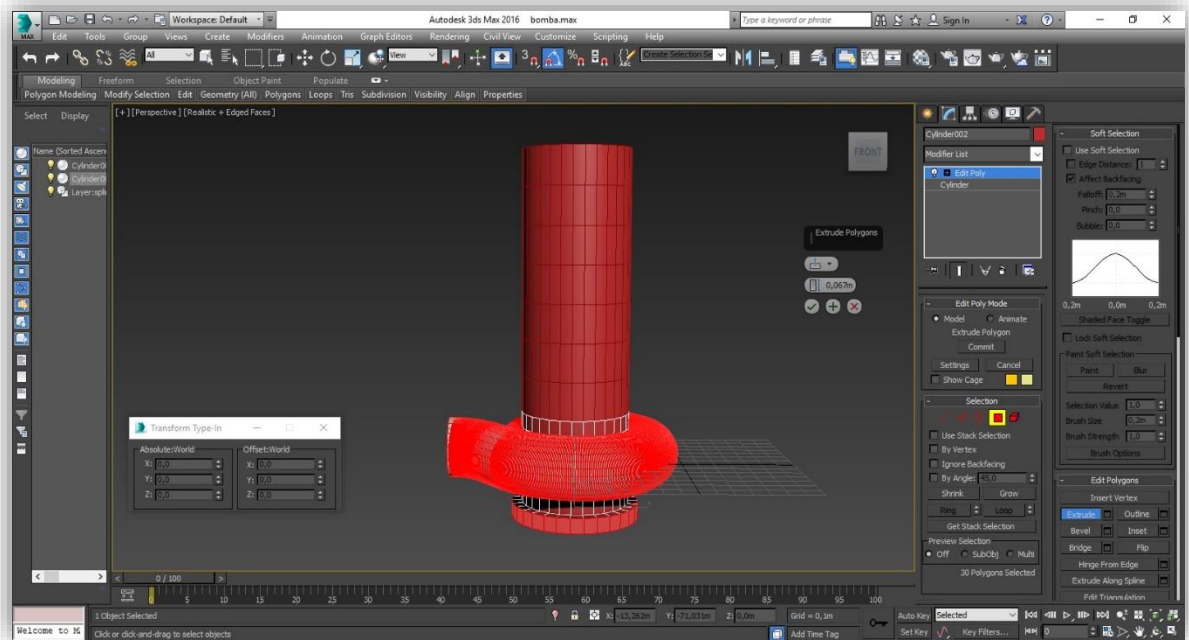
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- II. Se importó esta Spline y se le añadió un modificador para darle forma de tubería. (Sweep)



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- III. Se le añadió un cilindro central y aplicando un modificador se pudo cambiar la geometría para tener un aspecto realista. (Edit Poly)

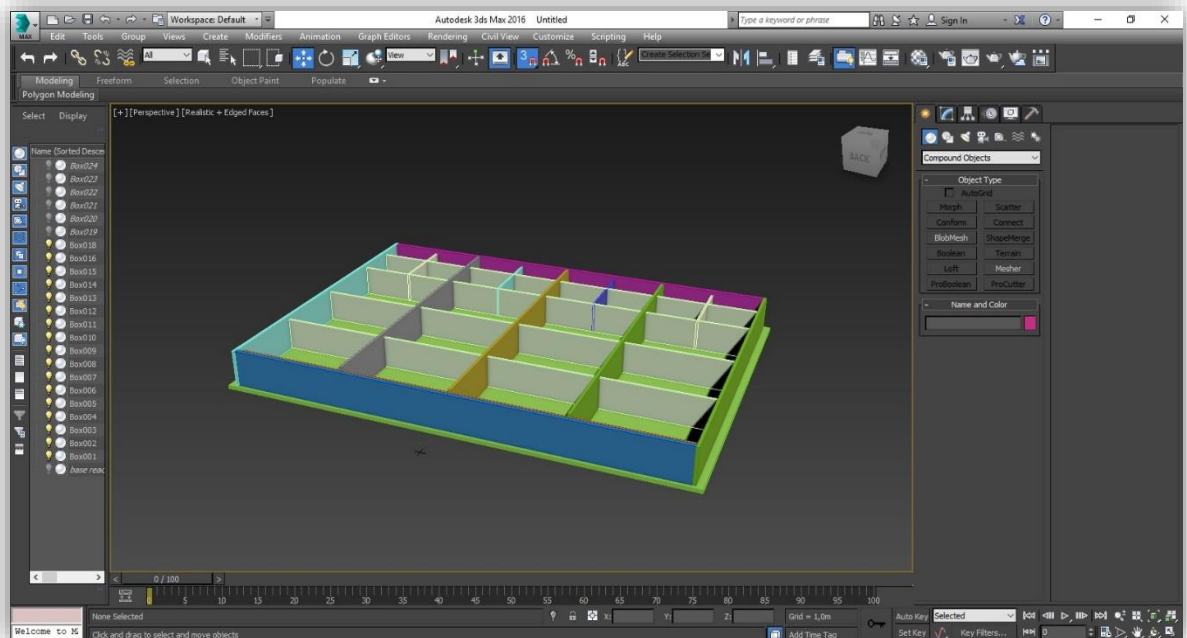
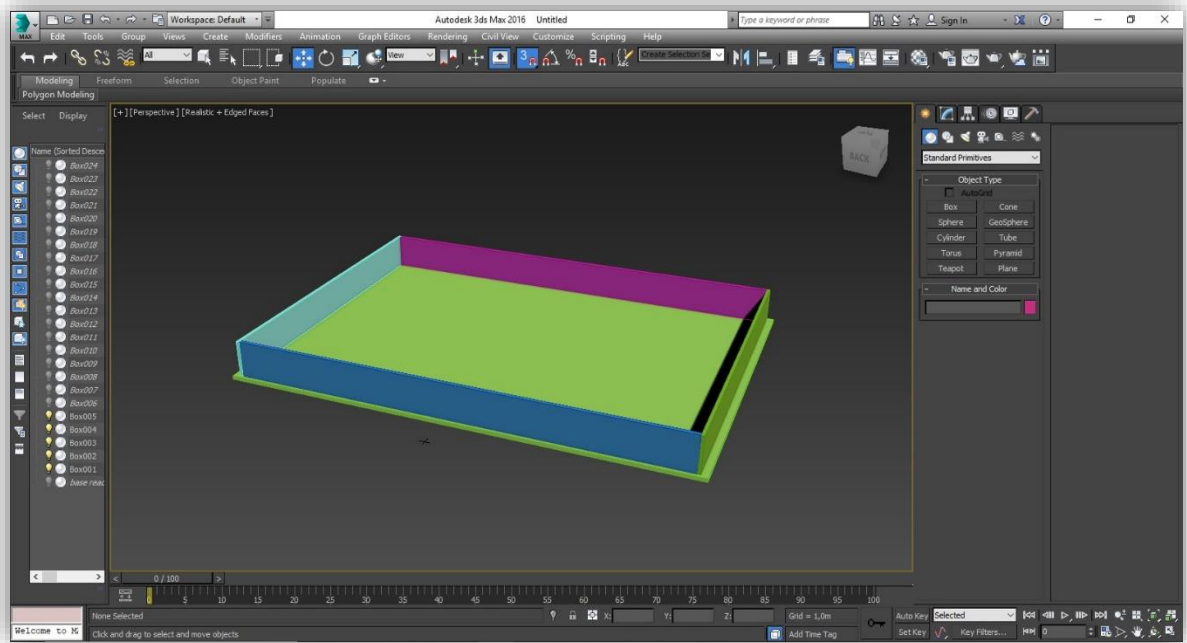




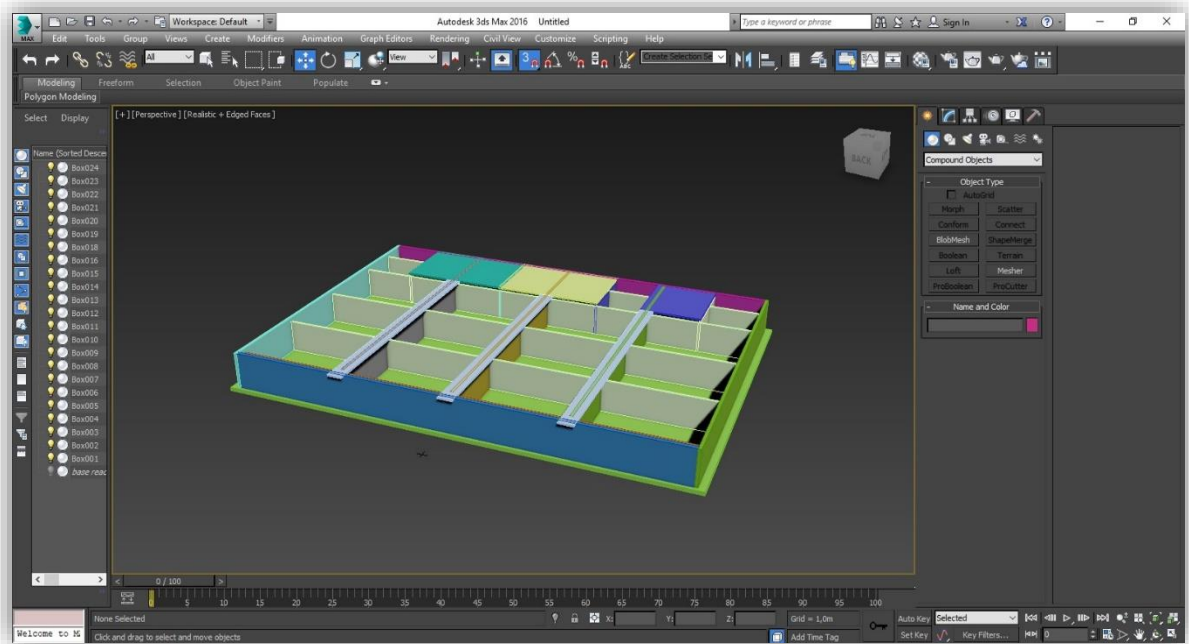
En las próximas explicaciones ya no se utilizó el AutoCAD como programa de apoyo, esto quiere decir que todo el modelado de las piezas se realizó en el 3ds Max, utilizando distintos métodos y modificadores que se describen más adelante.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

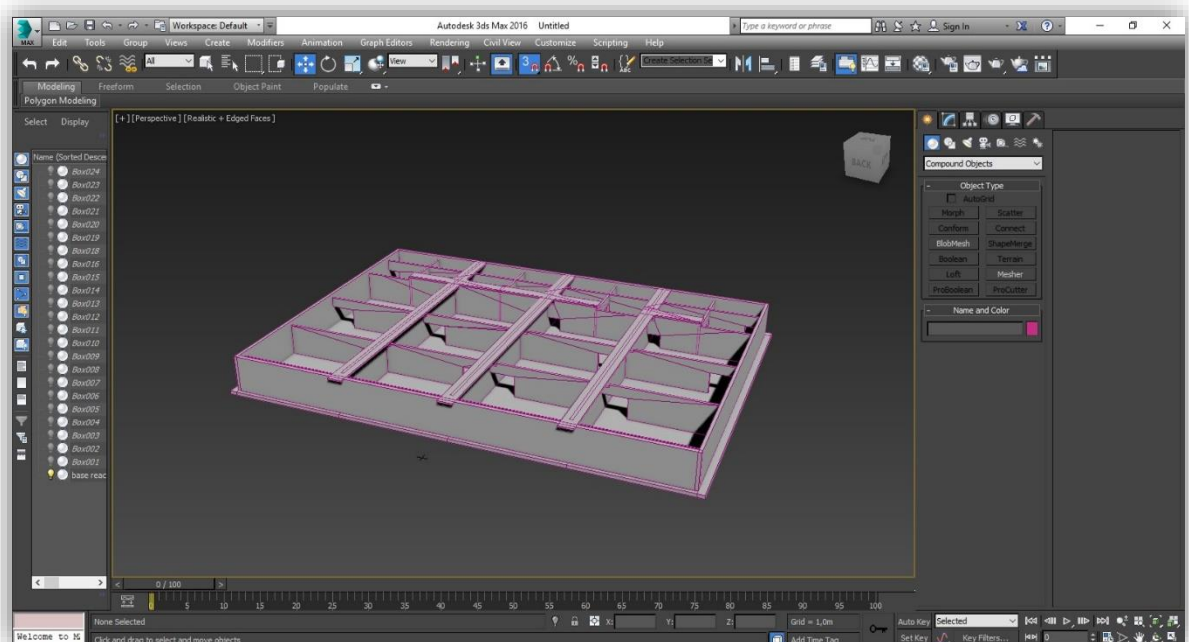
- Reactor biológico:
 - I. Utilizando uno de los objetos básicos de modelado, el paralelepípedo, se fue dando las dimensiones adecuadas y la forma correcta correspondiente a los planos.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

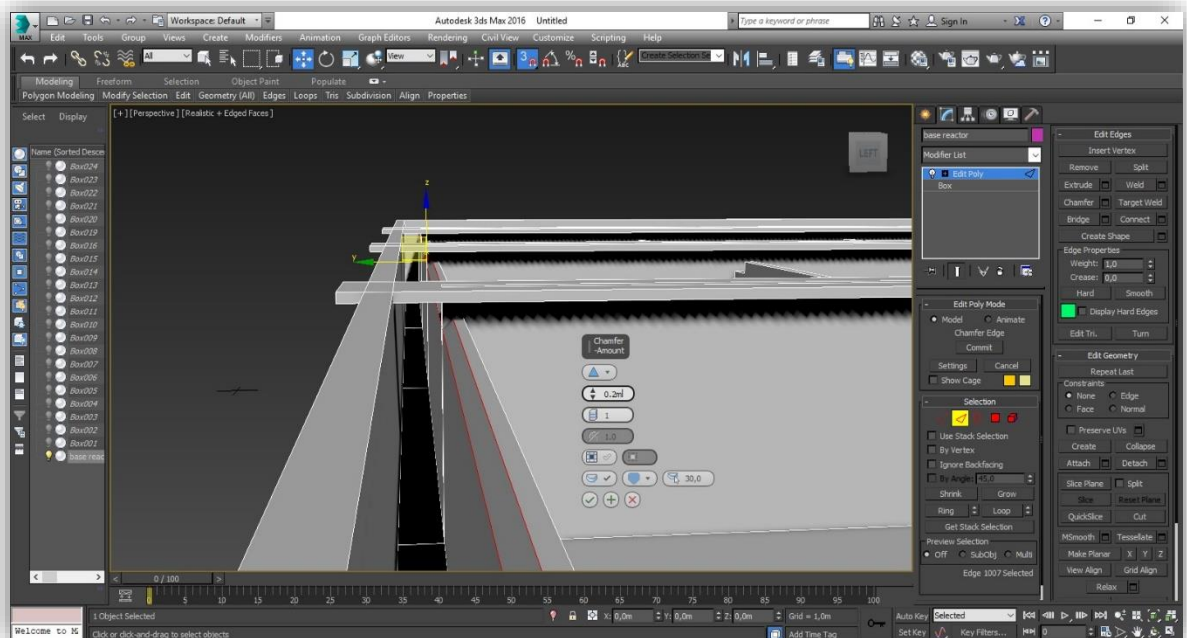
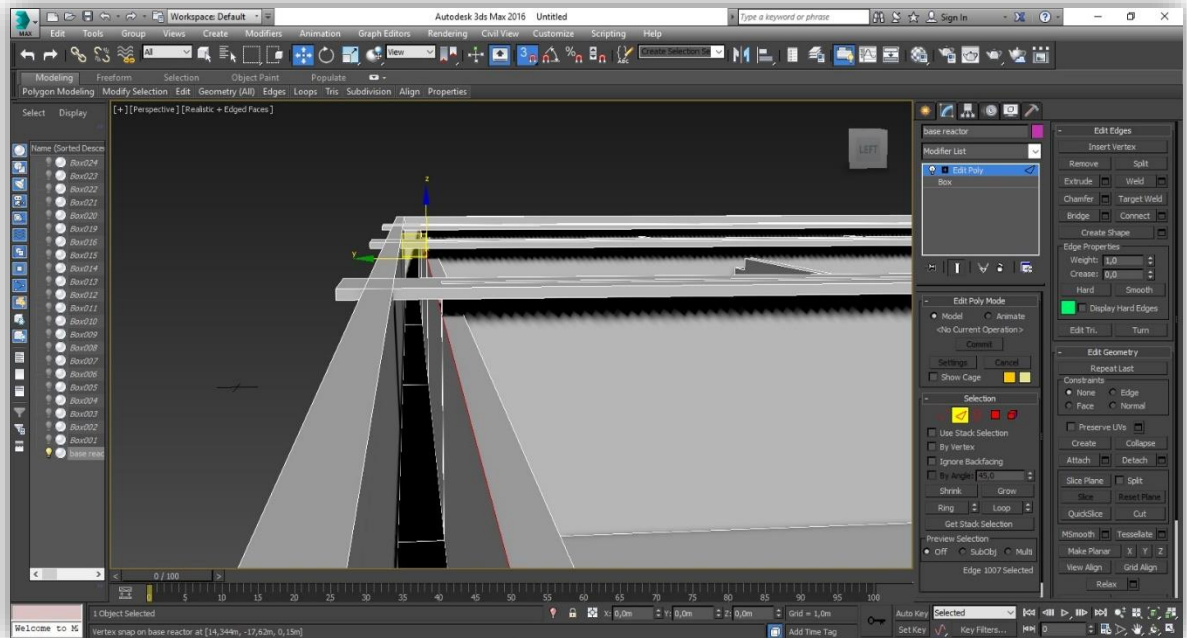


- II. Para crear los huecos se utilizaron elementos compuestos para extraer las zonas en las que se precisaban estos huecos. (Boolean)



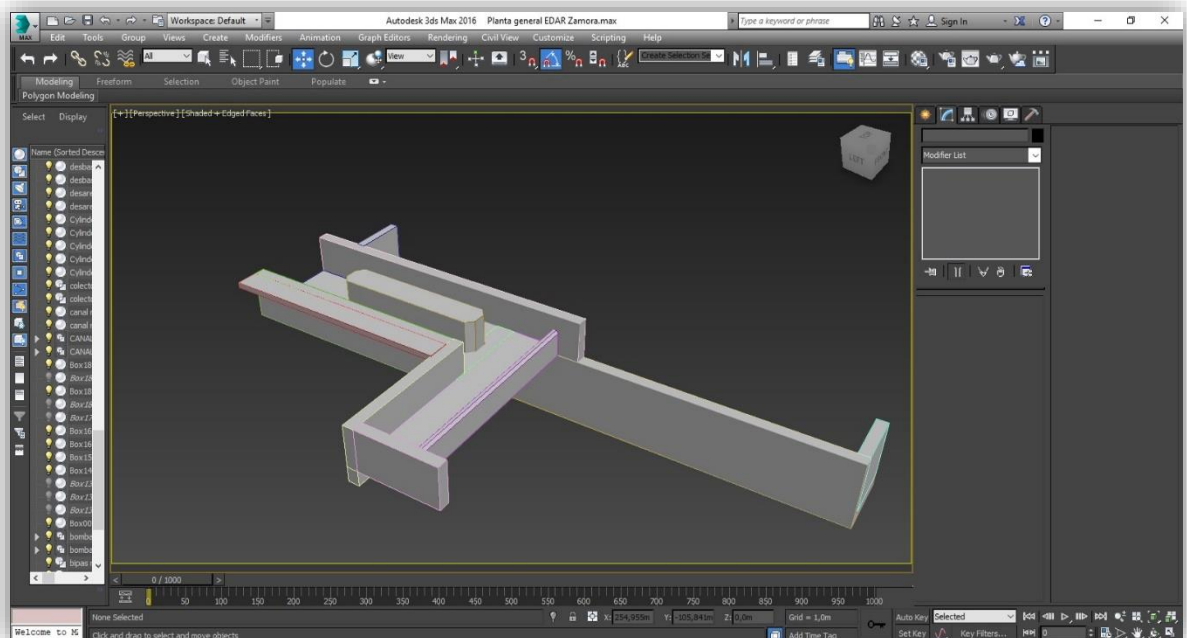
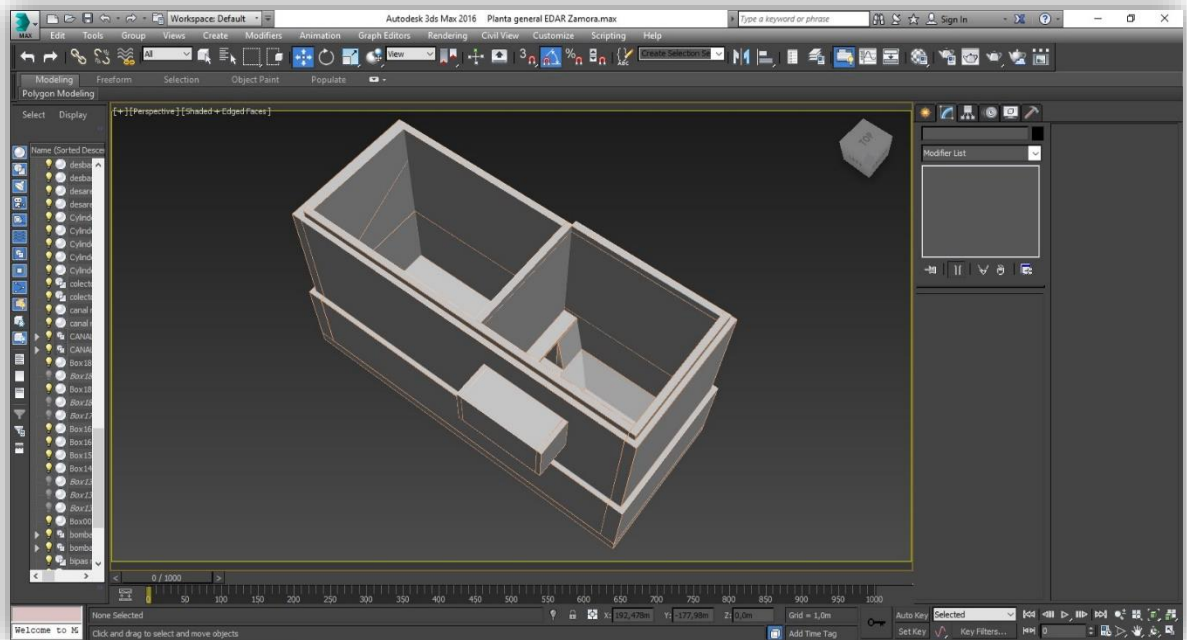
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

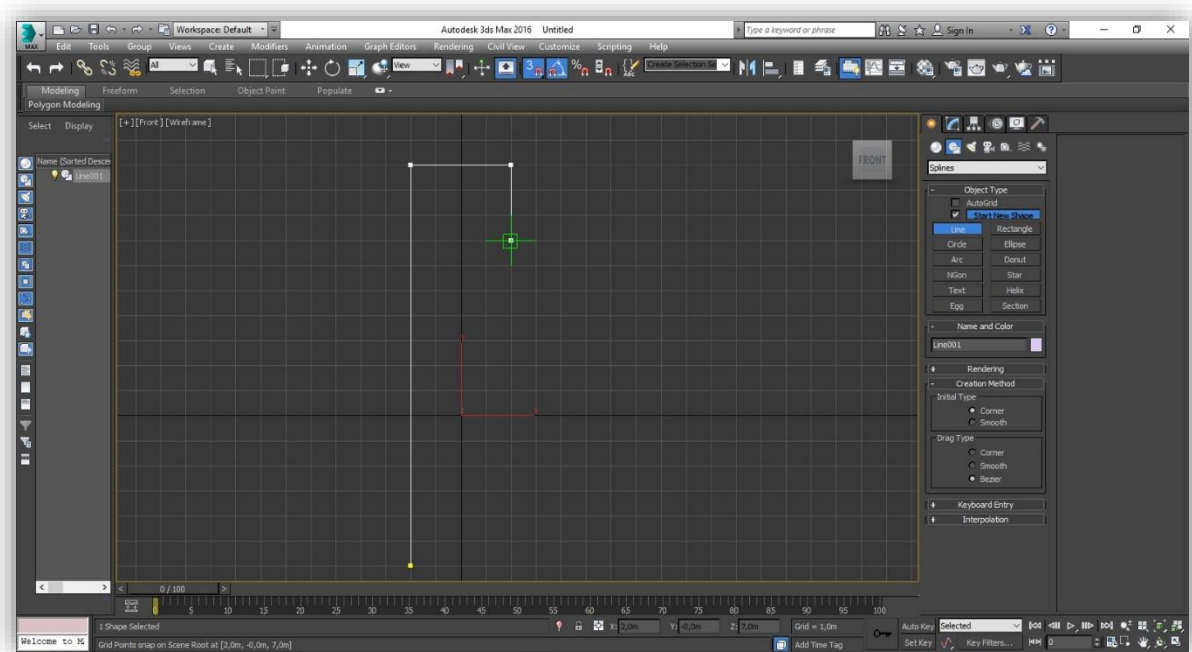
III. Para poder realizar modificaciones en los vértices, aristas, caras y elementos, se utilizó otro modificador como ya se explicó en otros elementos mencionados anteriormente. (Edit Poly)



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

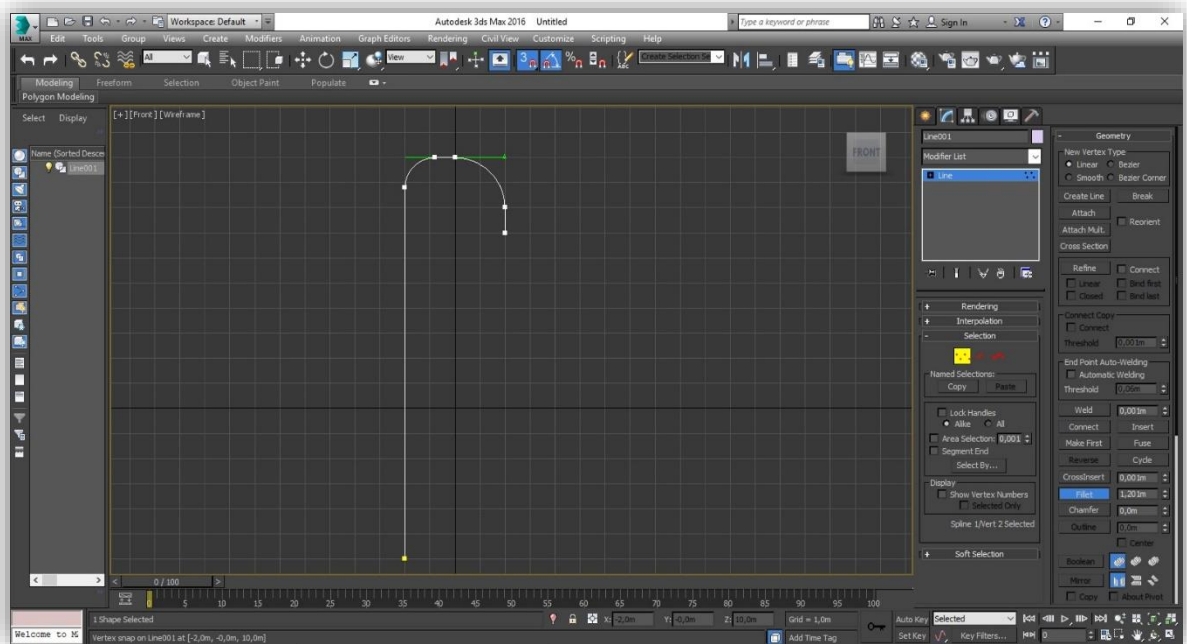
* Como en los apartados anteriores, este proceso se llevó a cabo en varias piezas, algunas de ellas fueron el pozo de gruesos, el canal de desbaste de finos y el canal de desagüe del desarenador-desengrasador.



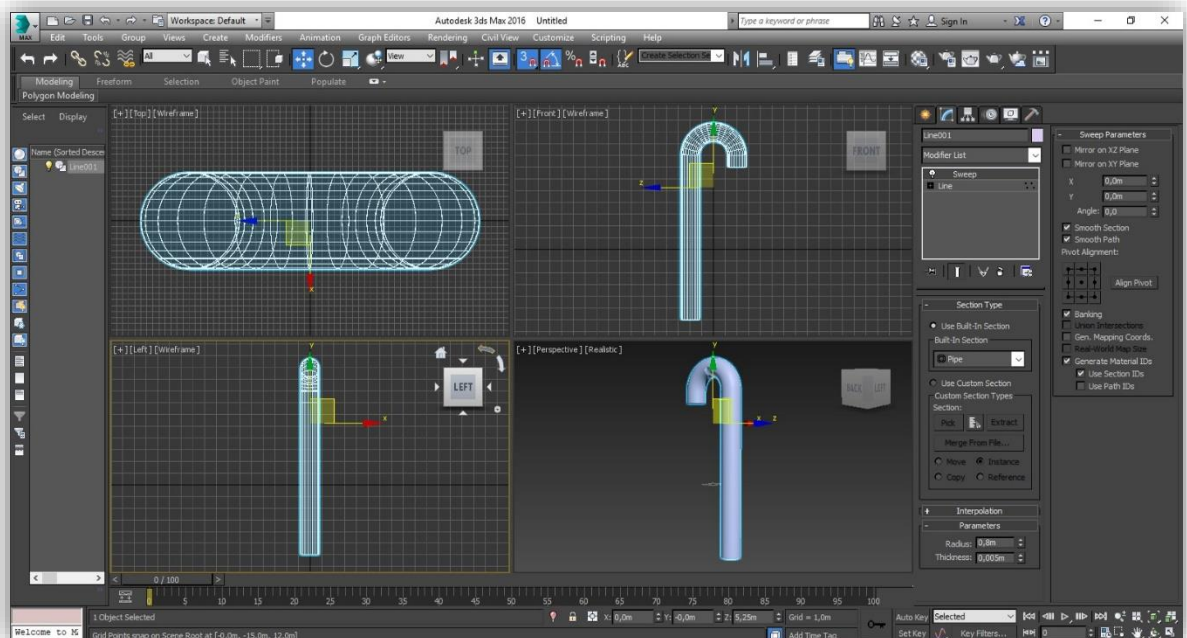


- I.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



- II. Una vez creadas las tuberías se le aplicó un modificador, el cual nos permite darle a estas líneas el aspecto que queramos, en este caso de tubo, pudiendo aplicarle los parámetros de radio interior y radio exterior.

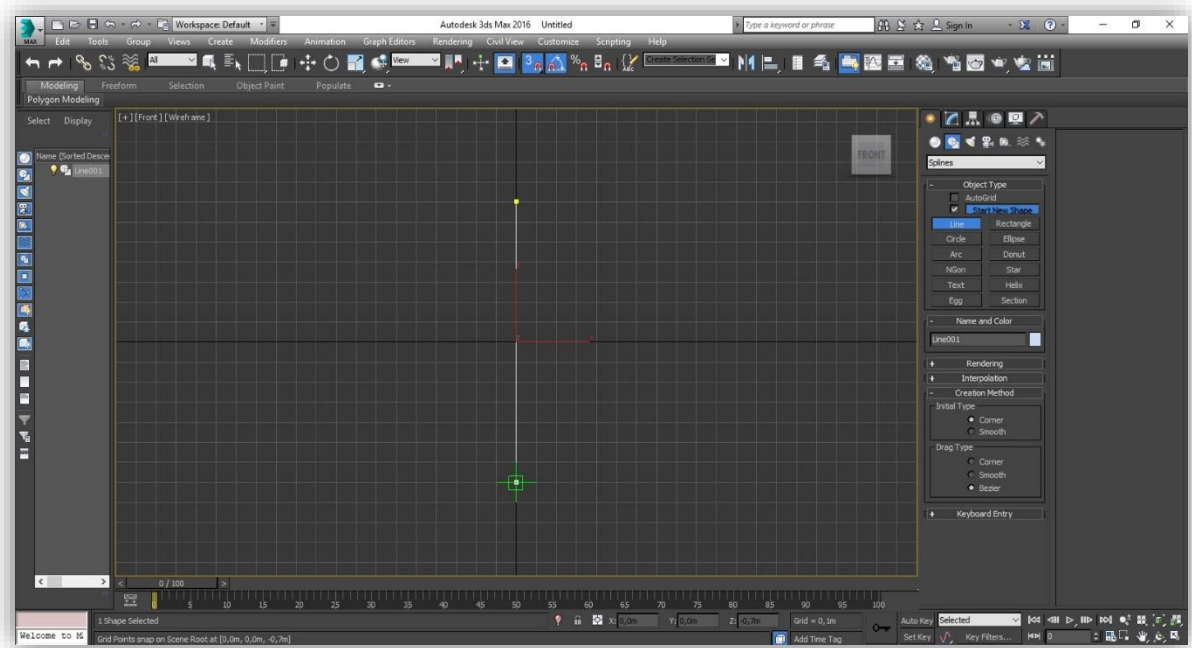


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

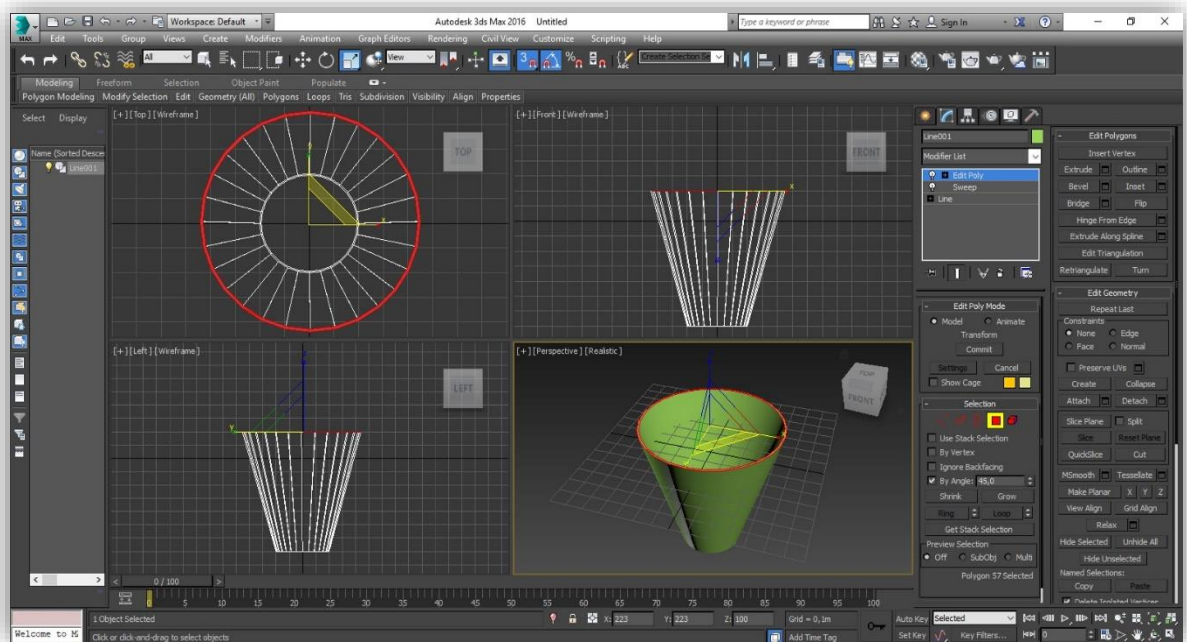
- Parte superior tubería de elevación:

Este es un caso peculiar en el que había que darle al “tubo” una forma de embudo, para ello se siguieron el paso I y II mencionados anteriormente y después se escaló una de las caras.

I. Creación de la línea.



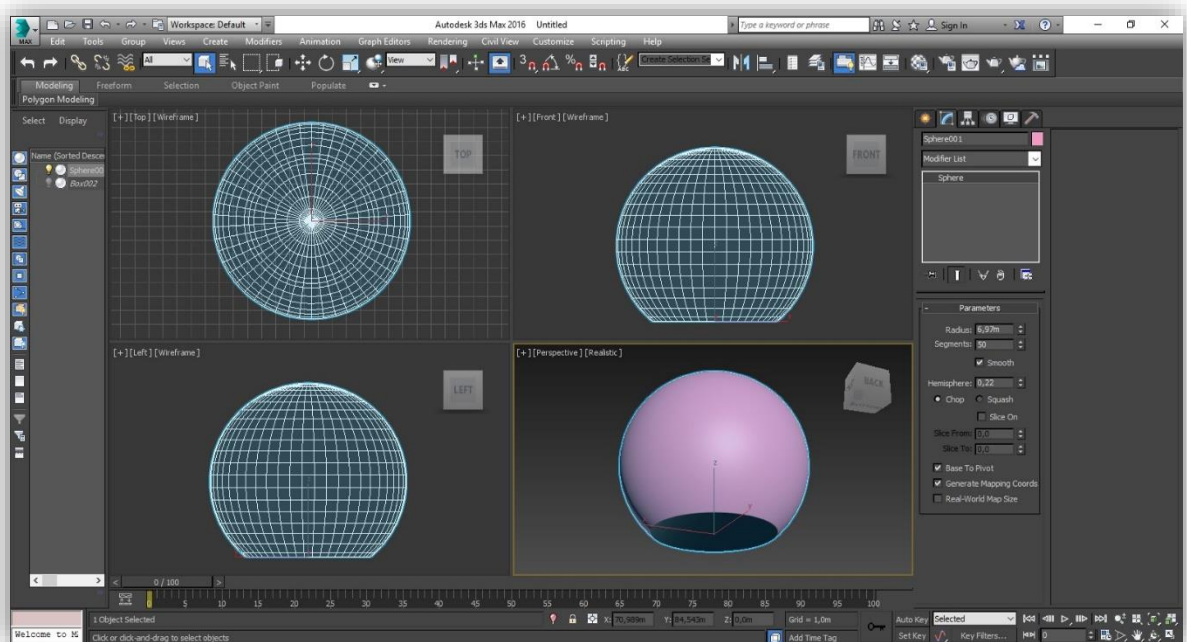
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



- Gasómetro:

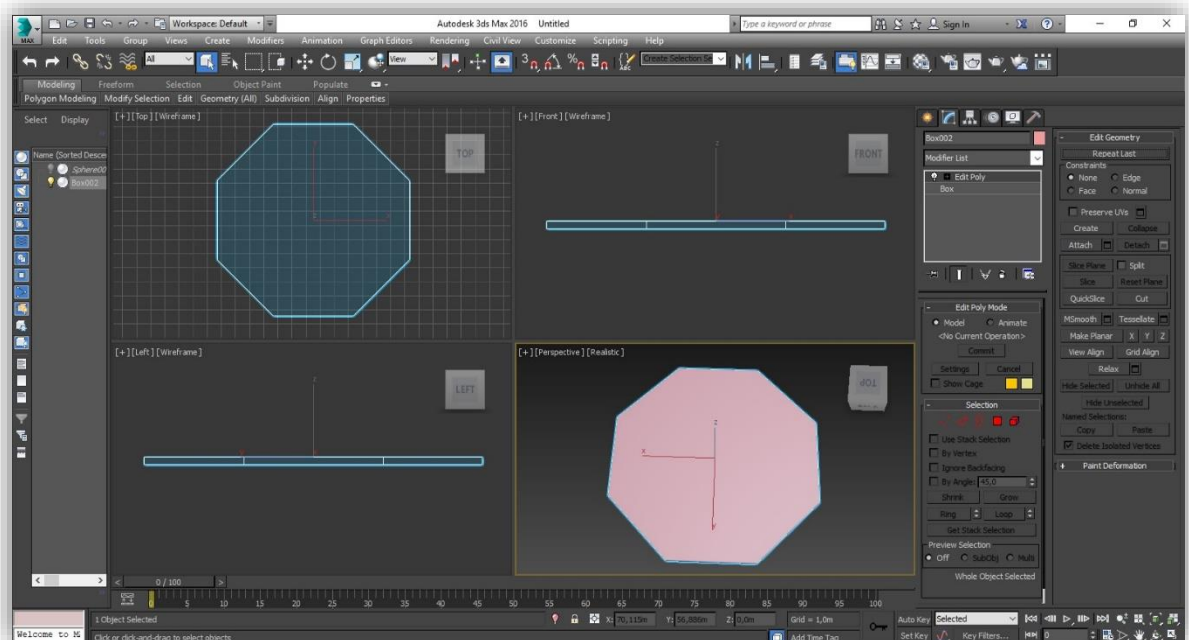
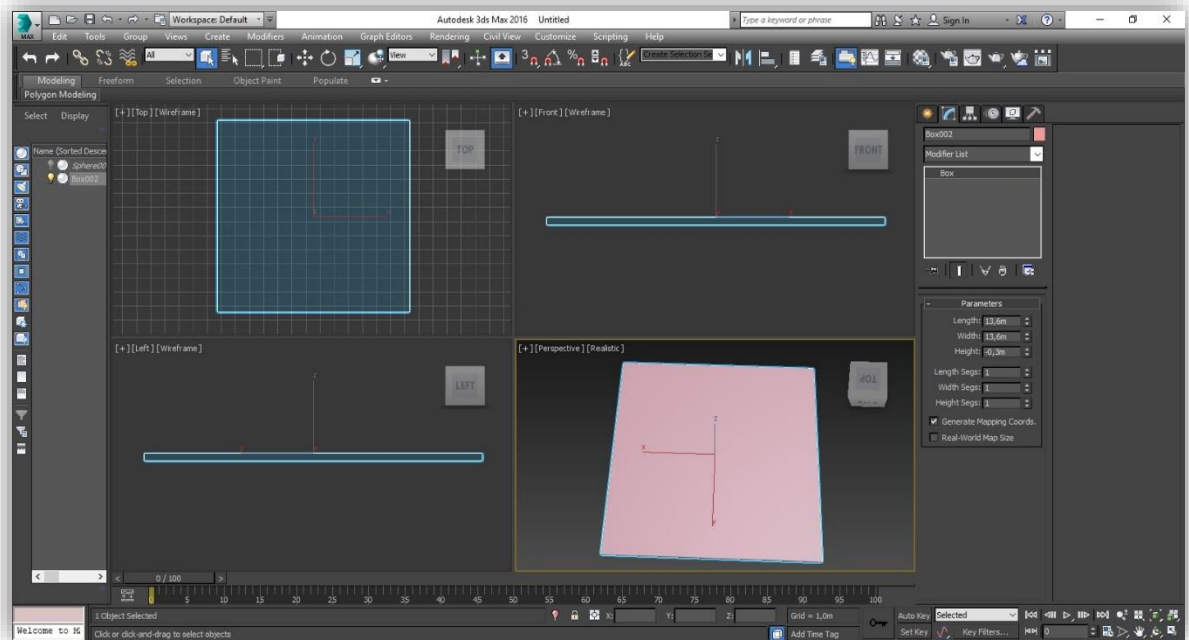
Probablemente el elemento de toda la planta más fácil de modelar, ya que se compone de dos objetos simples modificando poco sus parámetros.

- I. Para comenzar se modeló una esfera de las dimensiones exactas al gasómetro real, por trigonometría se calculó la parte proporcional inferior que habría que quitarle.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- II. La base se creó formando un “losa” cuadrada y achaflanando las esquinas para conseguir una forma octogonal.



Para hacer un resumen de cómo se ha modelado la EDAR se enumeran los elementos y los modificadores principales usados.

- Como elementos de dibujo se han utilizado:
 - a) Los elementos Standard Primitives, que es un grupo de objetos como las cajas, tubos, esferas, cilindros, conos y planos.
 - b) Los elementos Splines, que son polilíneas con formas circulares, rectangulares y por supuesto, dentro de este grupo también se encuentran las líneas.
 - c) Los Compound Objects, que en el apartado de Boolean se pueden crear las extracciones de unas piezas a otras.

- Como modificadores los más usados han sido:
 - a) Lathe, para generar los cuerpos de revolución.
 - b) Extrude, para generar extrusiones en elementos de dos dimensiones.
 - c) Sweep, para crear las tuberías a partir de una línea.
 - d) Edit Poly, el modificador que te permite variar la geometría según sea conveniente.

4.2. ANIMACIÓN

La animación es el proceso por el que se le aplica movimiento, transparencia, cambio de materiales y un sinnúmero de posibilidades a los objetos, con el objetivo de conseguir los efectos deseados para una visualización clara a la par que realista.

La forma de aplicar estos movimientos es por medio de claves, esto es, en un instante se determina la posición de un objeto y en otro instante se determina otra, de esta forma en los tiempos intermedios, el objeto irá tomando las posiciones intermedias correspondientes.

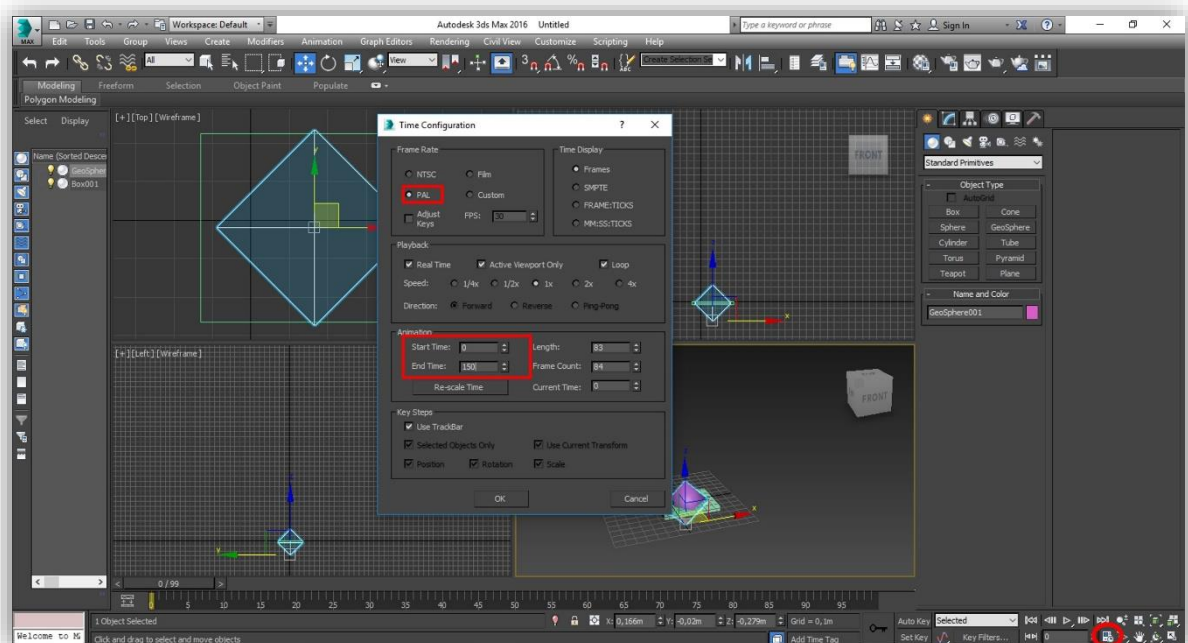
Esto se consigue con la herramienta Autokey, el proceso es colocar el objeto en la posición inicial, nos desplazamos a la fracción de tiempo en la que queremos otra posición, activamos Autokey y determinamos el punto en el que queremos que ese objeto se encuentre en ese instante; después de estos pasos se debe tener la precaución de desactivar Autokey.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

Para poder realizar el proceso anterior primero se tiene que determinar una escala de tiempo ajustada al proyecto, en este caso se ha utilizado la escala PAL que utiliza 25 fotogramas por segundo. De este modo se pueden ajustar los movimientos de los objetos, si se quiere que un desplazamiento dure 5 segundos solo hay que separar las claves del movimiento 125 fotogramas.

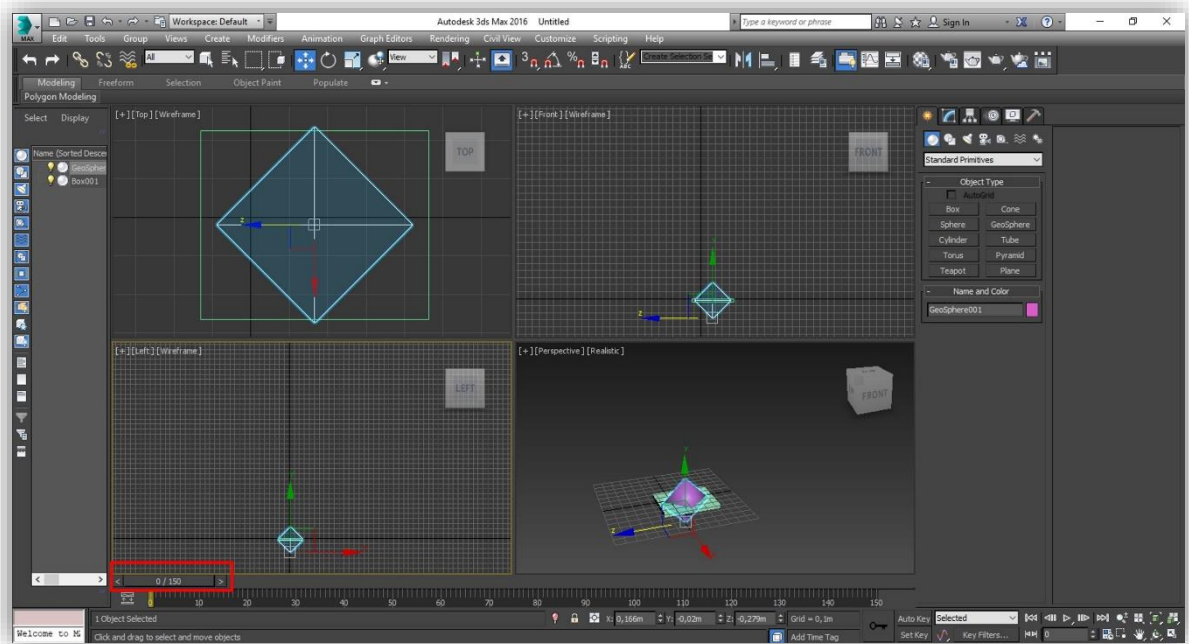
- Pasos a seguir:

I. Lo primero de todo es crear la escala de tiempo e indicar el número de fotogramas.

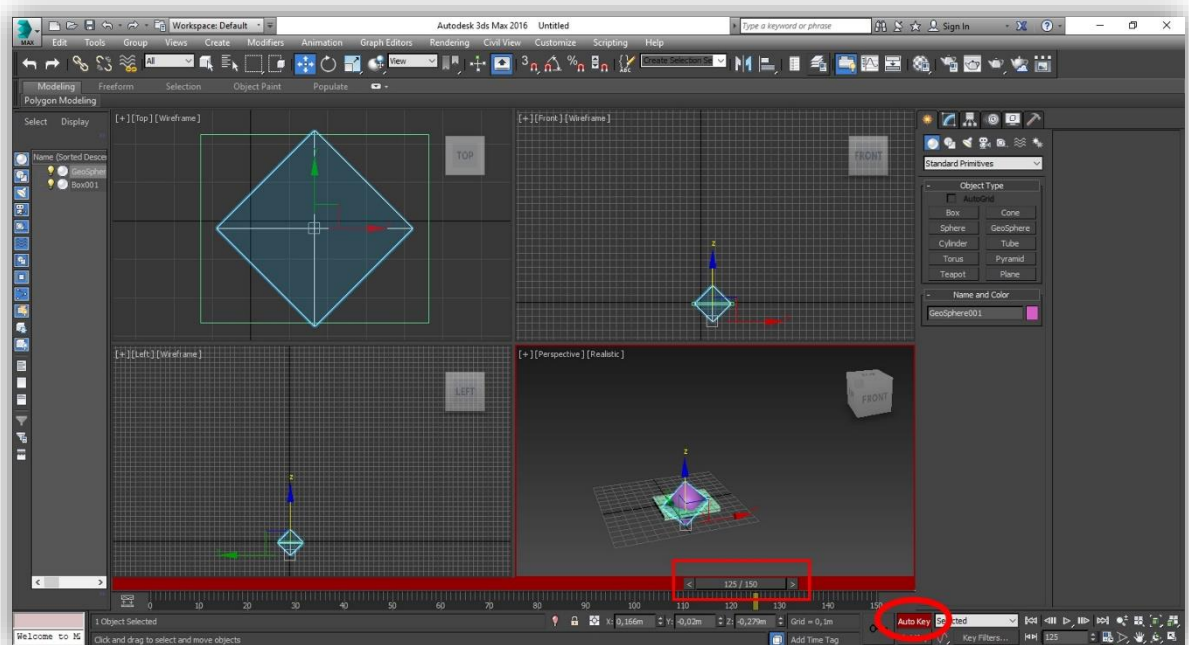


II. Colocar el objeto en el punto concreto en la fracción de tiempo deseada.

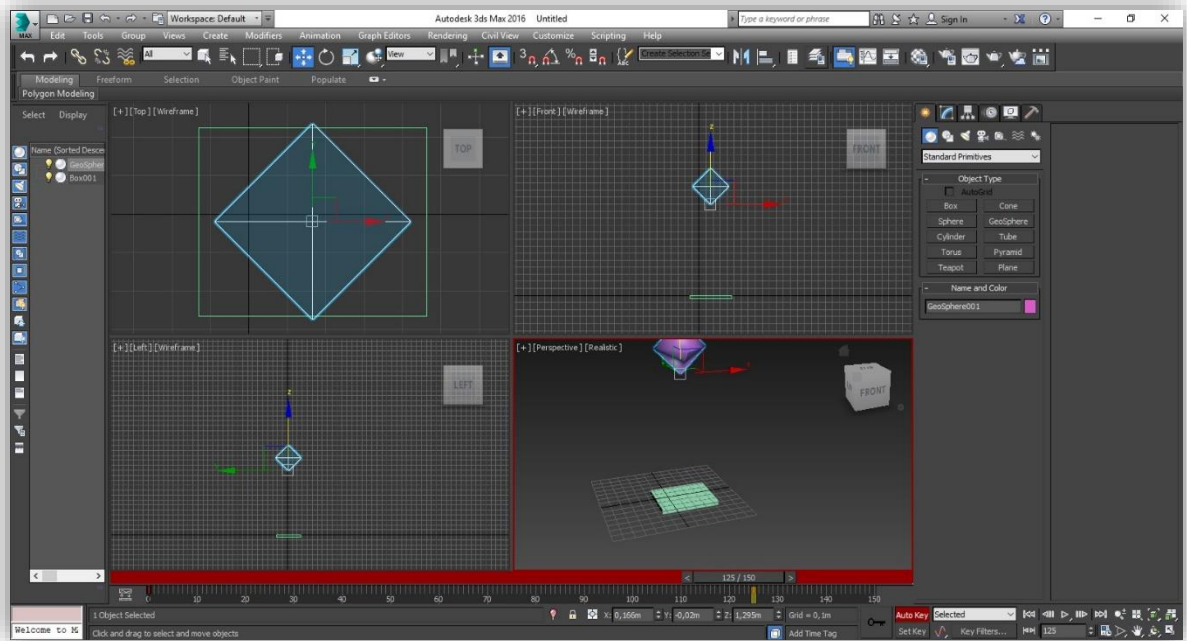
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



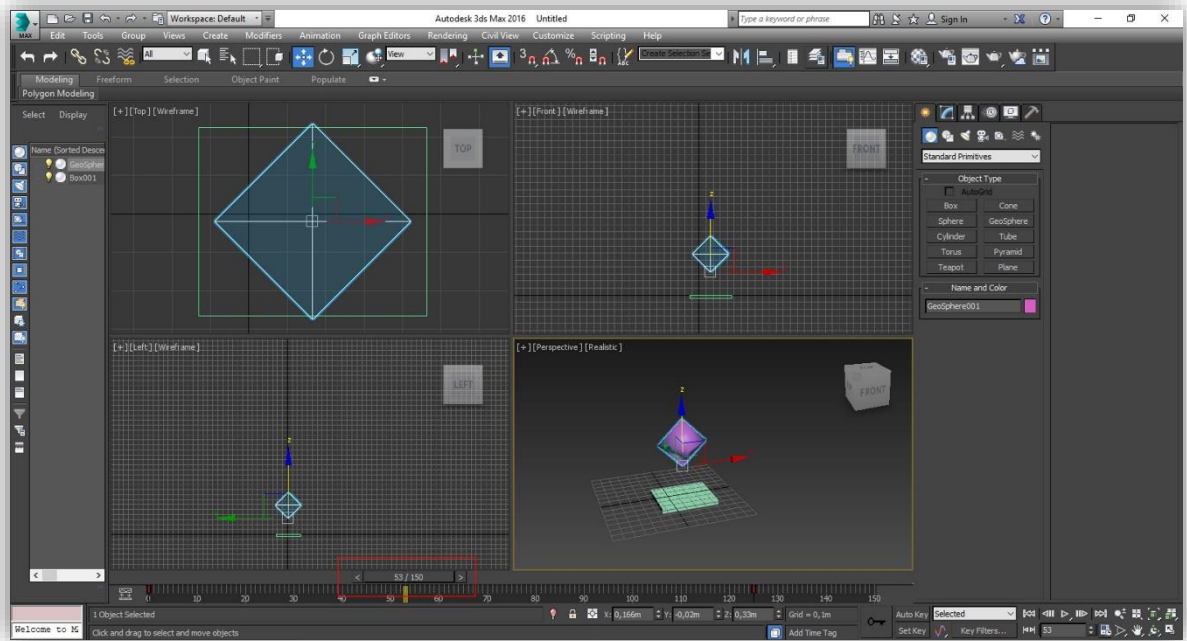
- III. Desplazarse a la fracción de tiempo “final” y activar Autokey para determinar la posición en ese instante.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



Una vez animada la escena, si se mueve la escala de tiempo a un instante determinado se puede observar como el objeto se coloca en la posición correspondiente. Como se comprobar en la próxima captura utilizando el fotograma 53 como un fotograma al azar.



* De este modo se han animado los movimientos, giros, transparencias y posiciones de cámara.

4.3. SISTEMAS DE PARTÍCULAS

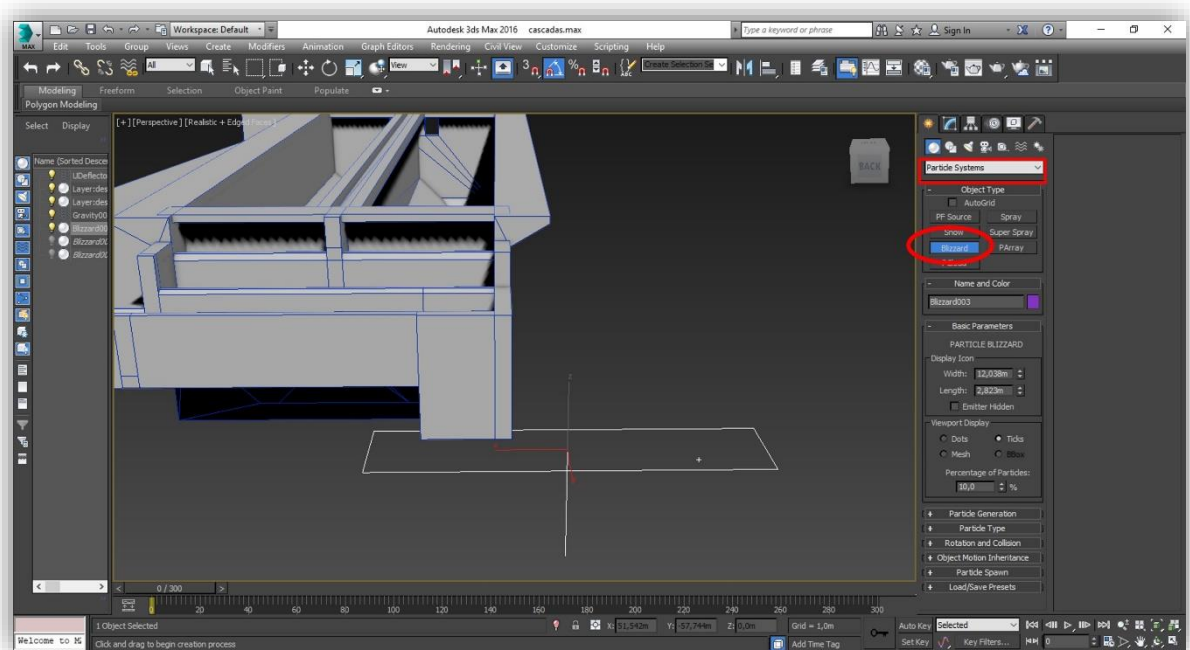
Como punto intermedio entre la animación y el modelado se encuentran los sistemas de partículas, estos sirven para recrear distintos fenómenos basados en partículas; como por ejemplo lluvia, nieve, pompas de jabón y muchas más, en este proyecto se utilizan para crear cascadas de agua y chorros de agua.

Se modelan como cualquier otro objeto, pero los parámetros están relacionados con el número de partículas y los instantes de tiempo en los que se crean y se destruyen, por lo que también tiene relación con el apartado de animación.

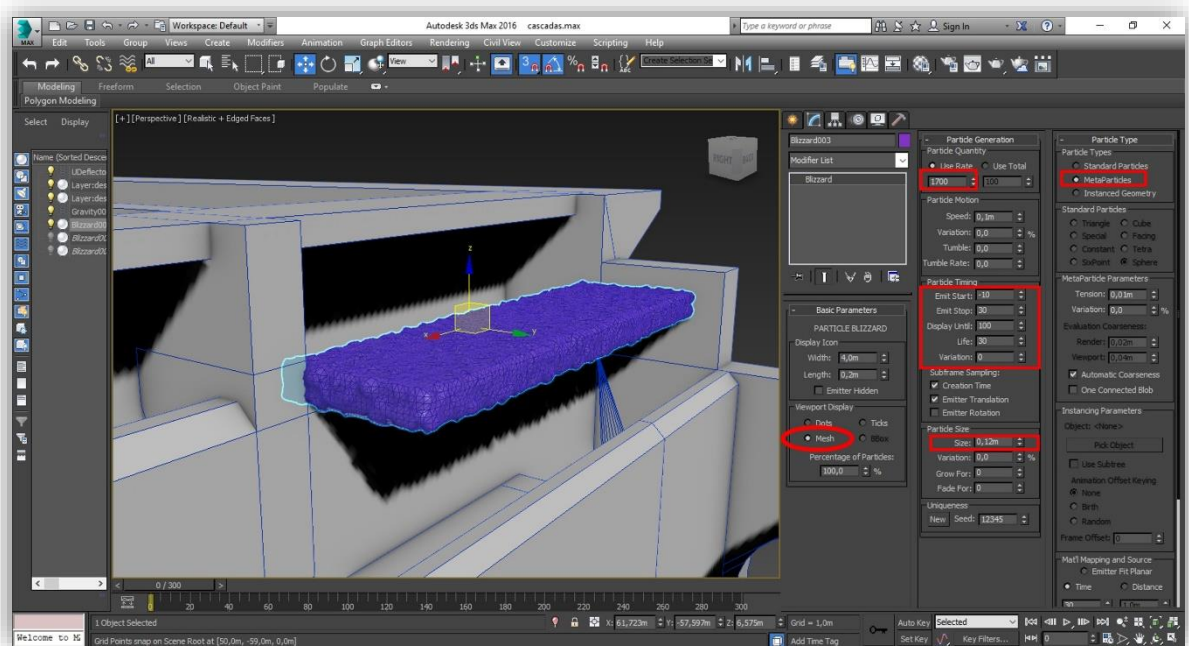
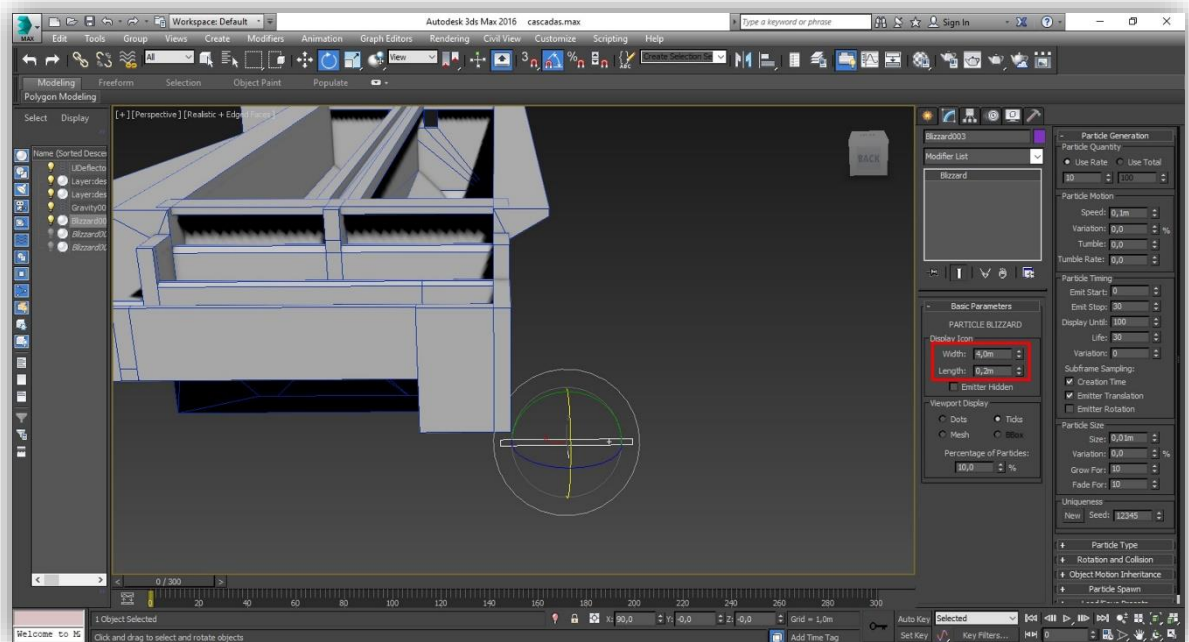
Los dos métodos utilizados para crear los sistemas de partículas son el Super Spray y el Blizzard, en el primero las partículas aparecen de un solo punto y en el segundo de una línea. Como en los dos casos existen los mismos parámetros se describe uno de ellos.

- Blizzard:

I. Creación del sistema de partículas y ajustes de parámetros.

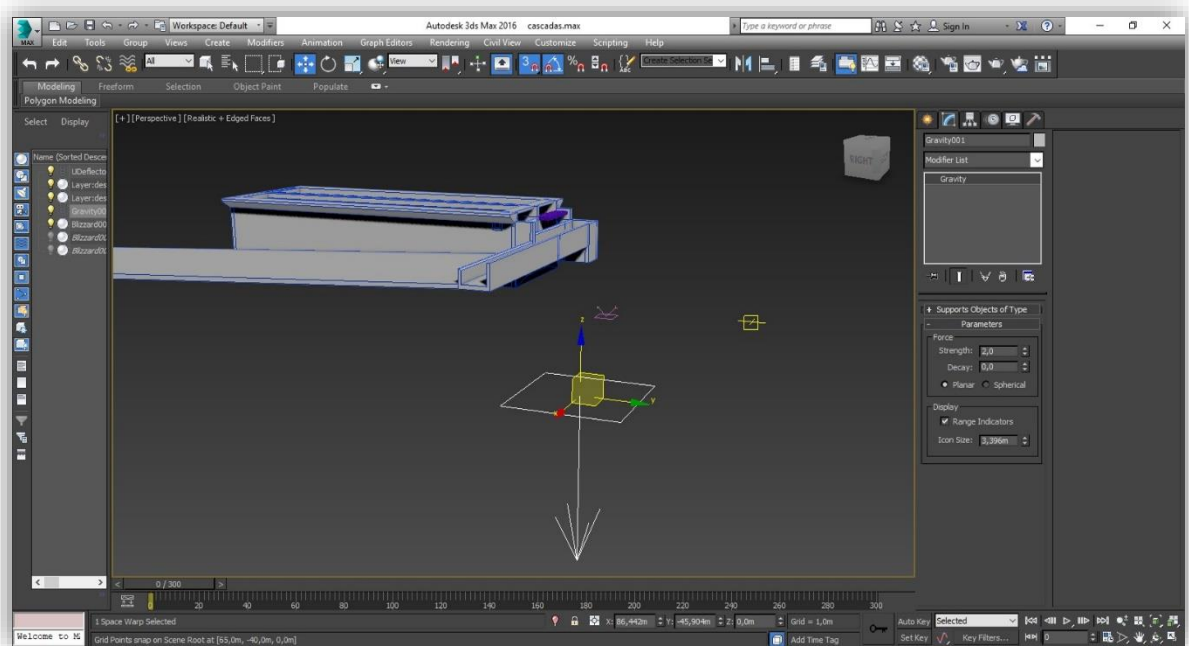
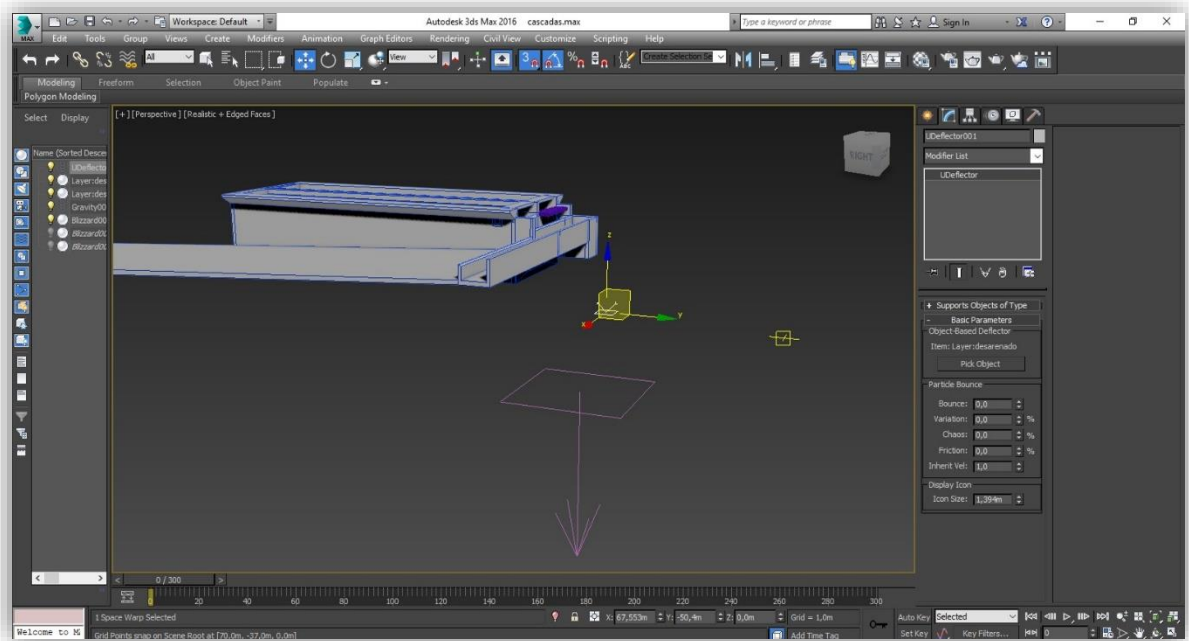


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



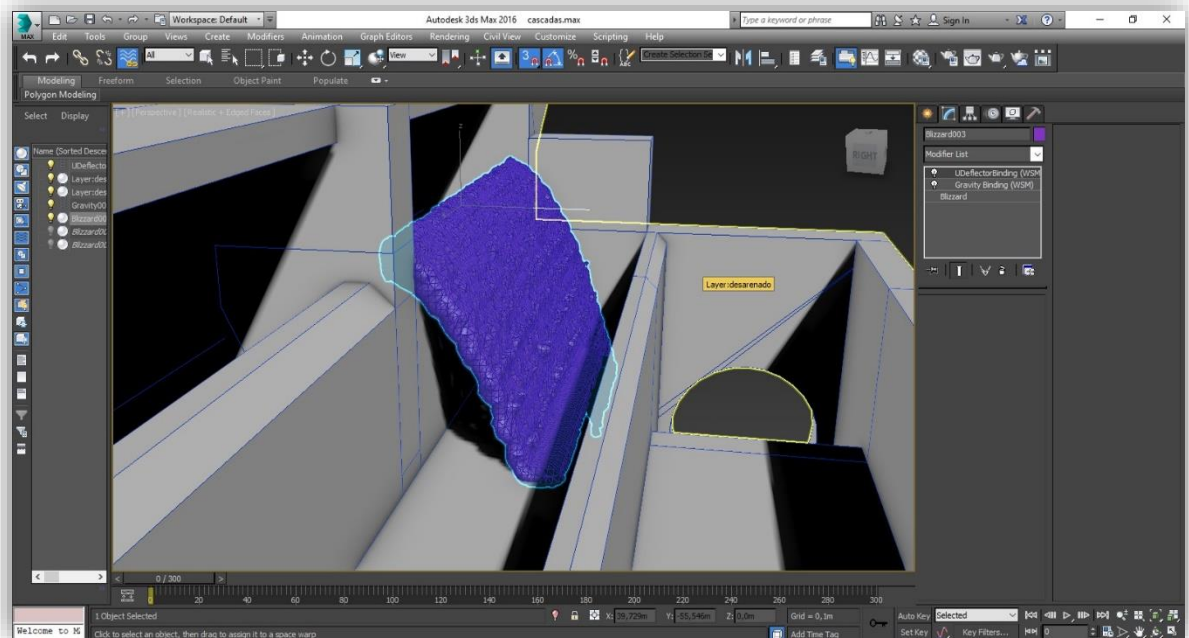
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

II. Creación del efecto de gravedad y los deflectores.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

El resultado final del modelado del sistema de partículas a falta de asignarle un material es el siguiente:



Como se puede comprobar el parecido a una cascada de agua es bastante apreciable, por lo que usando este método de modelado se consigue el objetivo deseado.

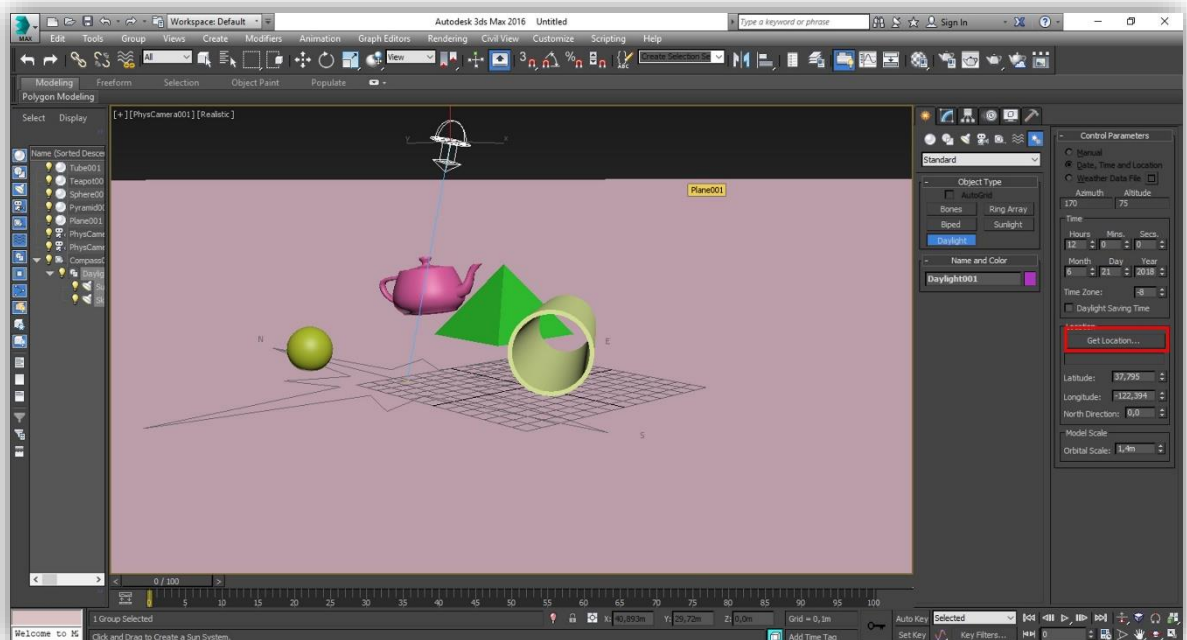
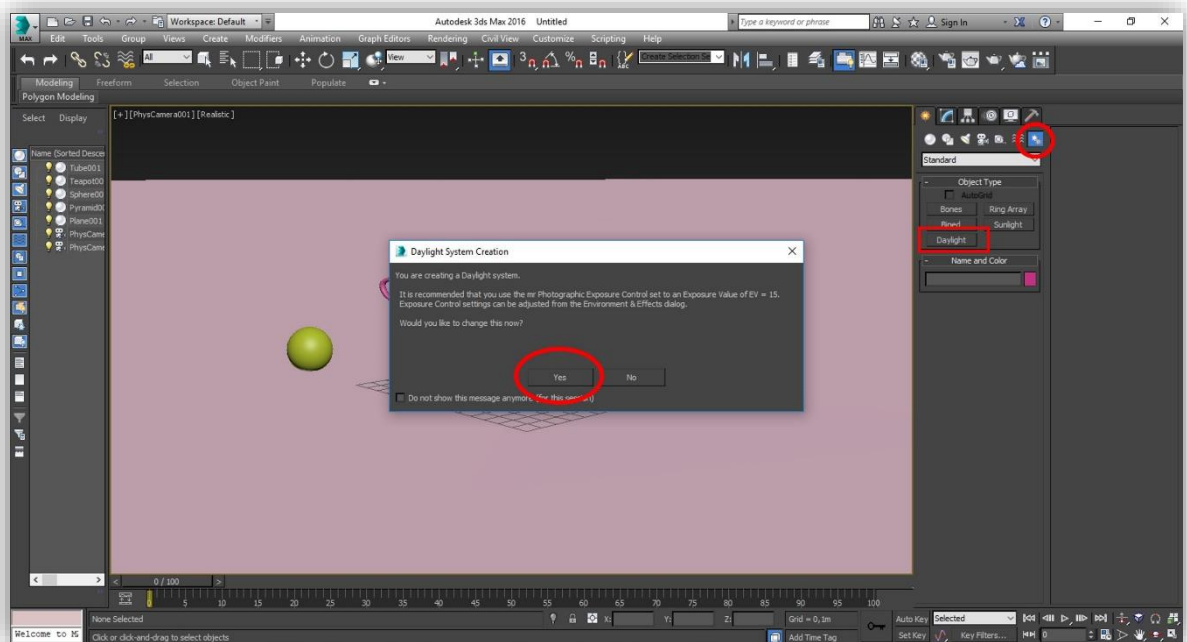
4.4. ILUMINACIÓN

La iluminación es otra parte importante a la hora de darle realismo a las escenas. Si no se le aplica iluminación a la escena, esta no contaría con sombras, brillos y reflejos de los materiales y los materiales no tendrían tanto realismo.

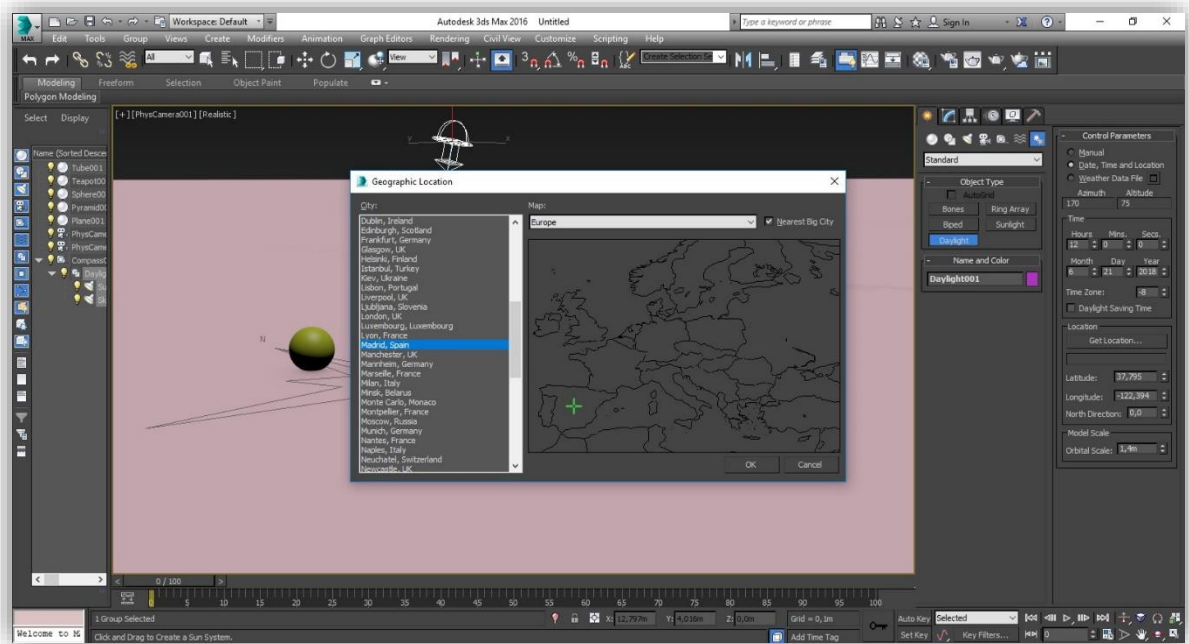
El sistema de iluminación que se utiliza en este proyecto es el Daylight, que simula una iluminación de exterior de un día soleado. La forma de conseguir este efecto es mediante las pestañas de iluminación del 3ds Max.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

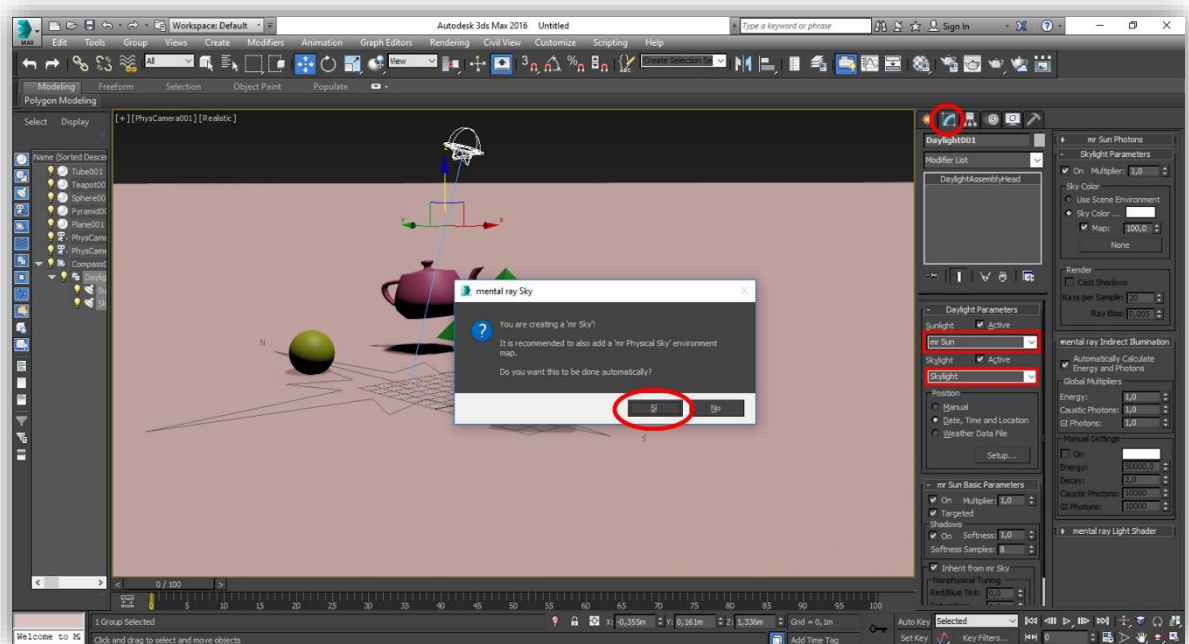
- Iluminación de la escena:
- Crear la rosa de los vientos y el ovni.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



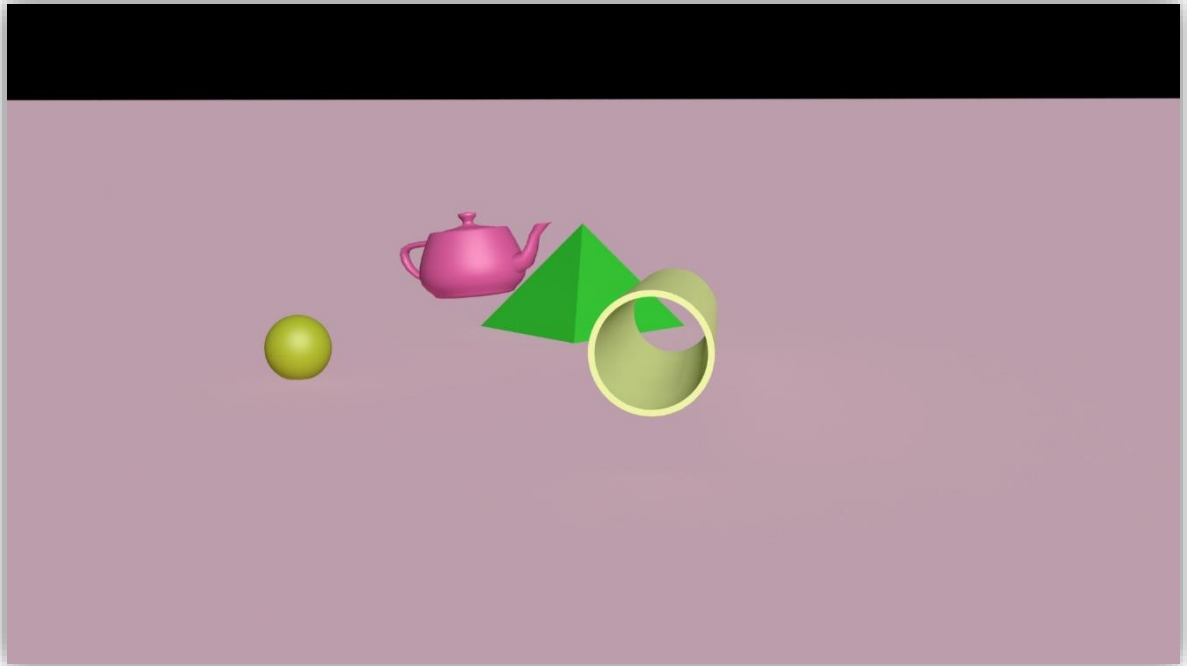
II. Cambiar los parámetros para crear los efectos de luz de un día soleado.



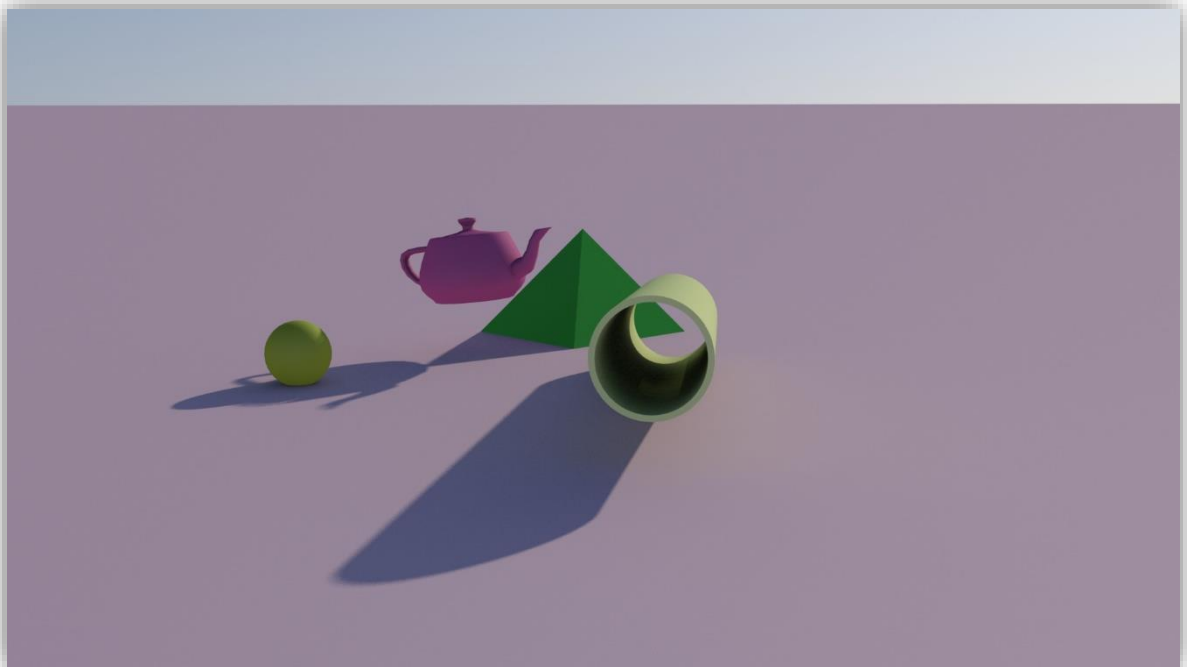
Para poder apreciar las diferencias entre una escena iluminada y otra sin iluminar se comparan posteriormente dos render desde el mismo punto de vista.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- Render sin iluminación:



- Render con iluminación:



La diferencia entre la primera escena y la segunda es notable, así como el efecto de realidad de la segunda escena.

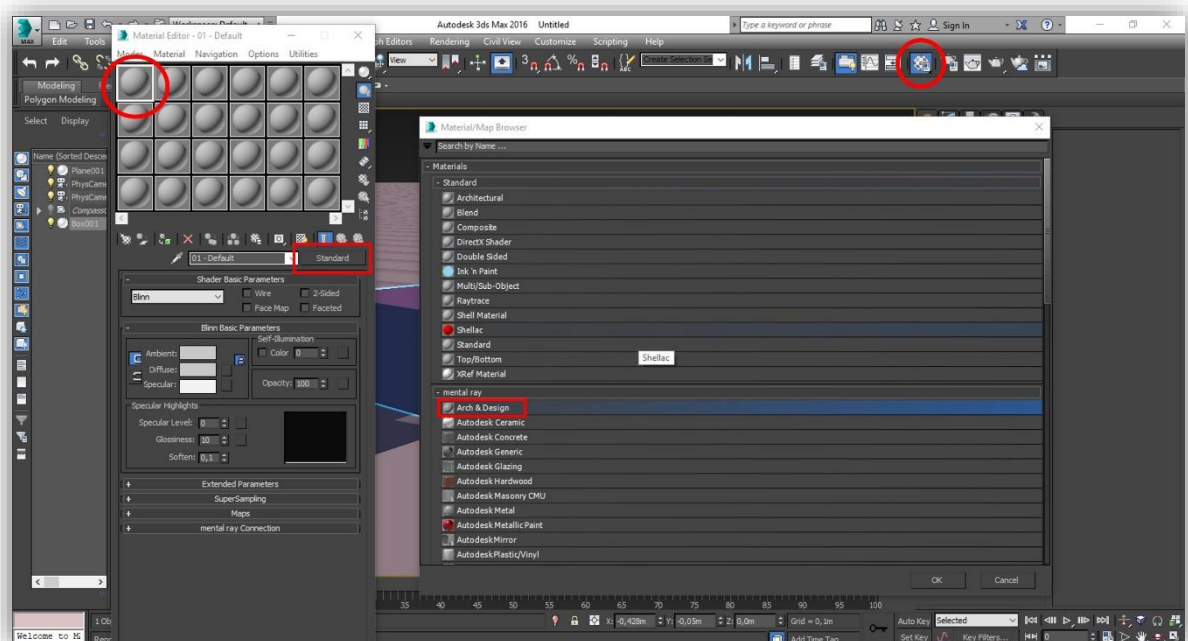
4.5. MATERIALES

Los materiales es la última parte a trabajar con el 3ds Max, a partir de aquí solo queda renderizar y producir el video con Premiere. El fin de introducir materiales es la apariencia totalmente realista de los objetos modelados.

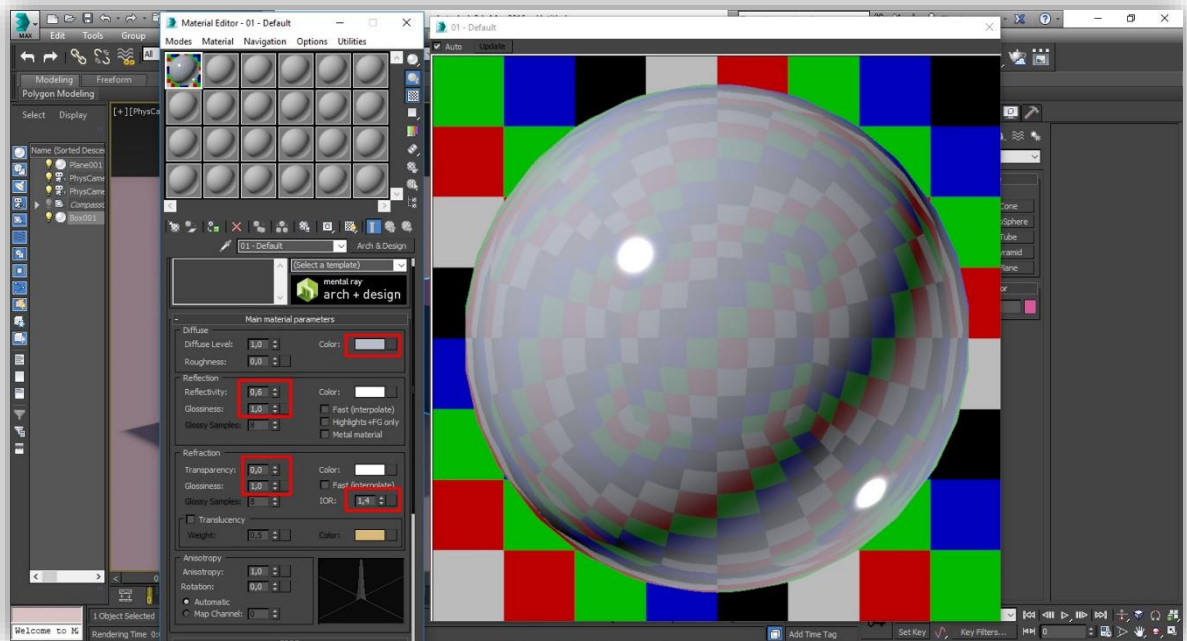
Básicamente se utilizan dos métodos para crear los materiales Arch and Design, uno es cambiando y modificando los parámetros para crear las texturas deseadas, y otro es utilizando Bitmaps, esto es, introducir imágenes para crear las texturas. Los materiales que se crean están asociados al motor de render utilizado, en este caso es Mental Ray.

- Agua:

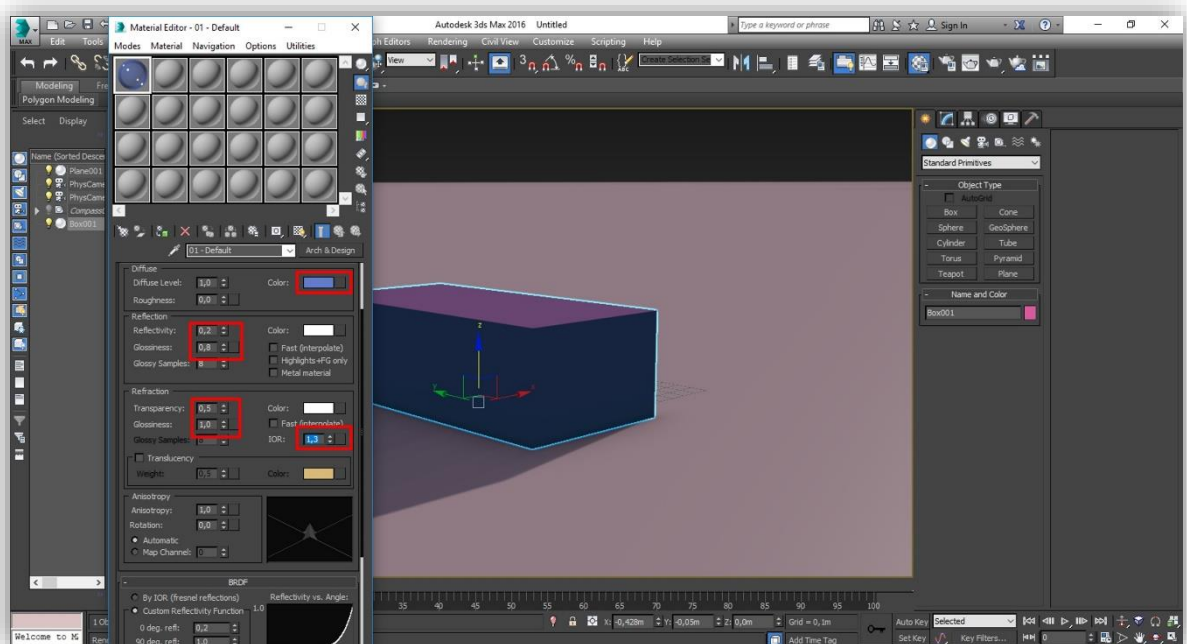
I. Crear el material Arch and Design.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

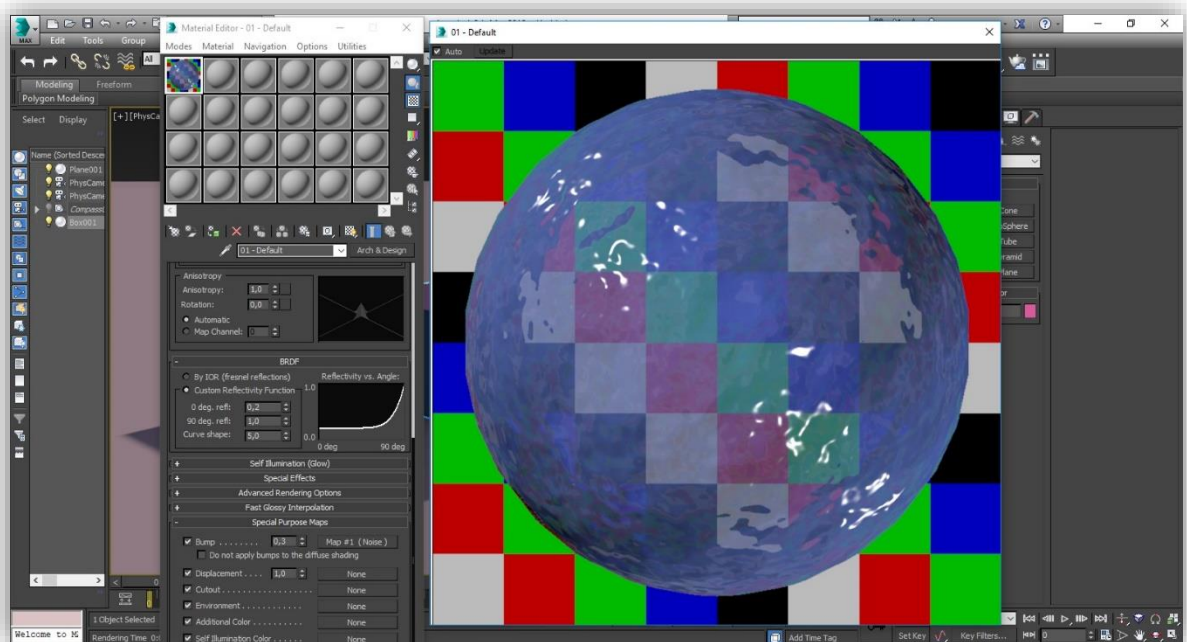
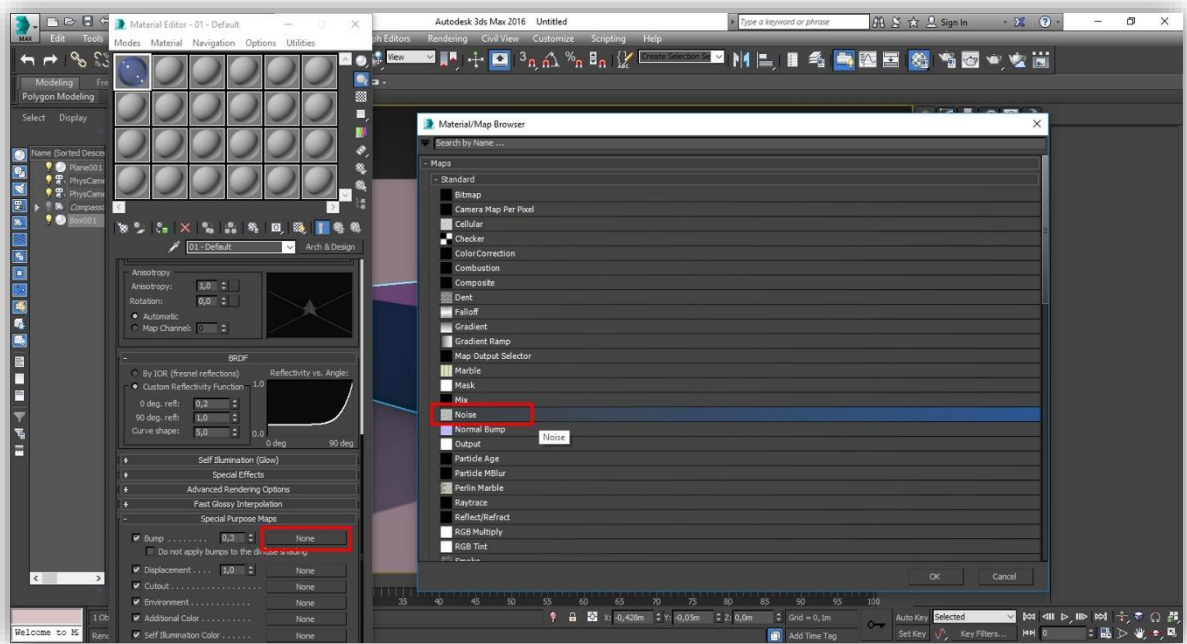


II. Modificar los parámetros para conseguir el efecto deseado.



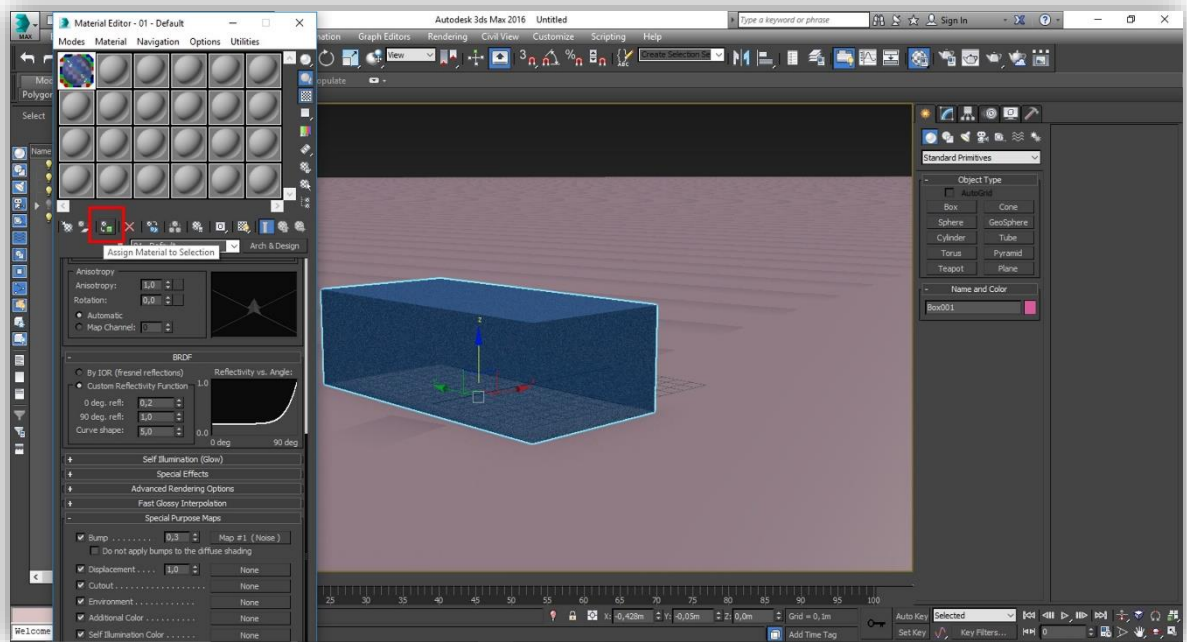
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

III. Introducir rugosidad.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

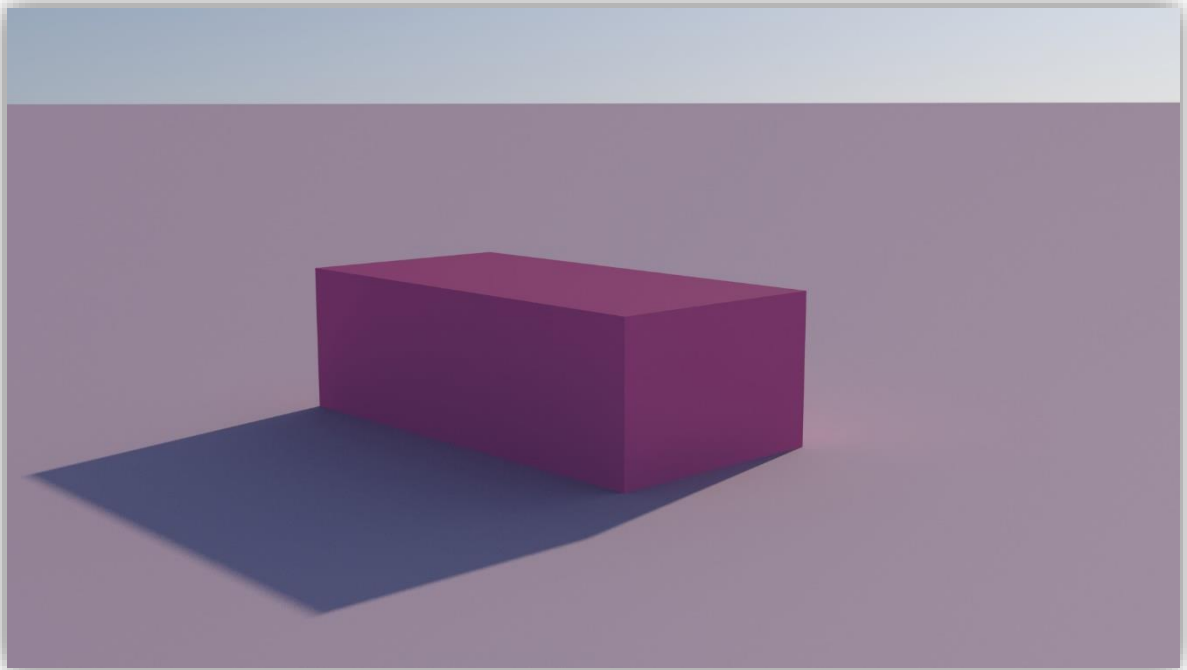
IV. Asignar el material creado al objeto deseado.



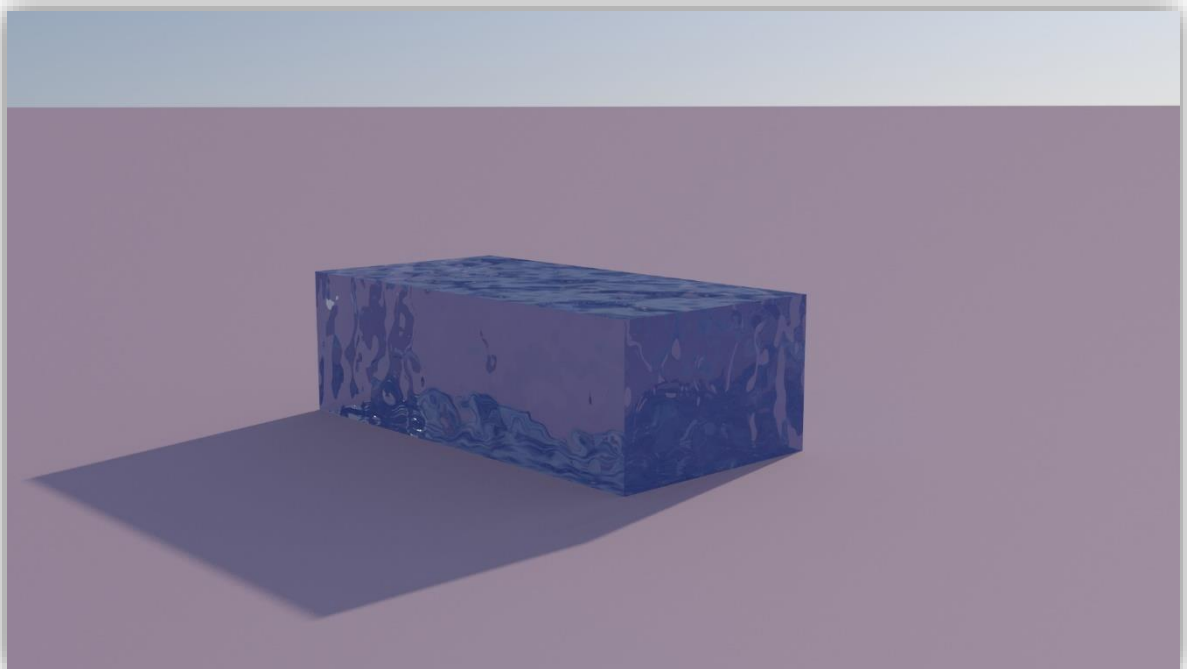
Los cambios de los parámetros del material Arch and Design y la rugosidad insertada en el Bump, hacen que la apariencia con el agua sea razonable; como se ve en los dos siguientes render.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- Render antes de insertar el material agua.

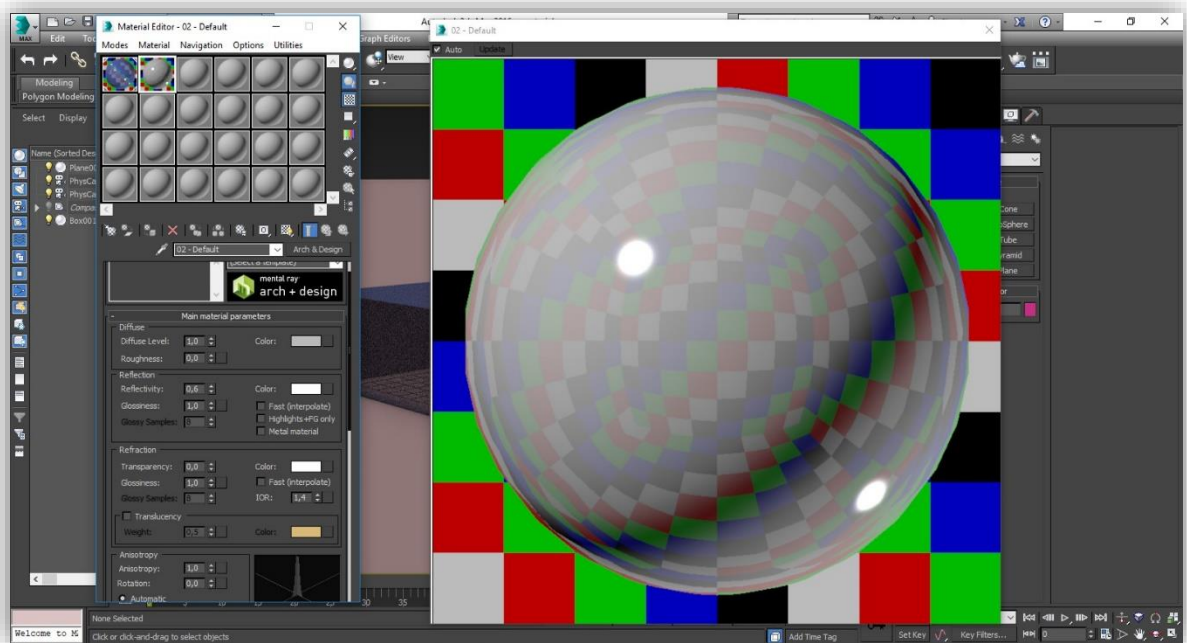
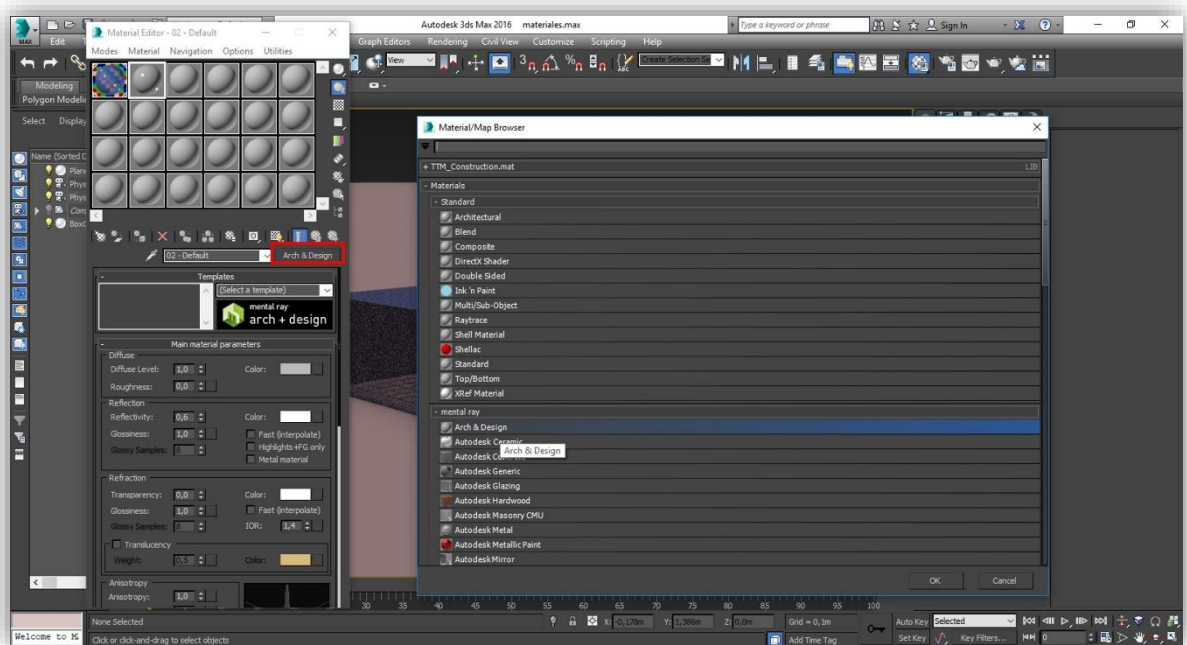


- Render después de insertar el material agua.



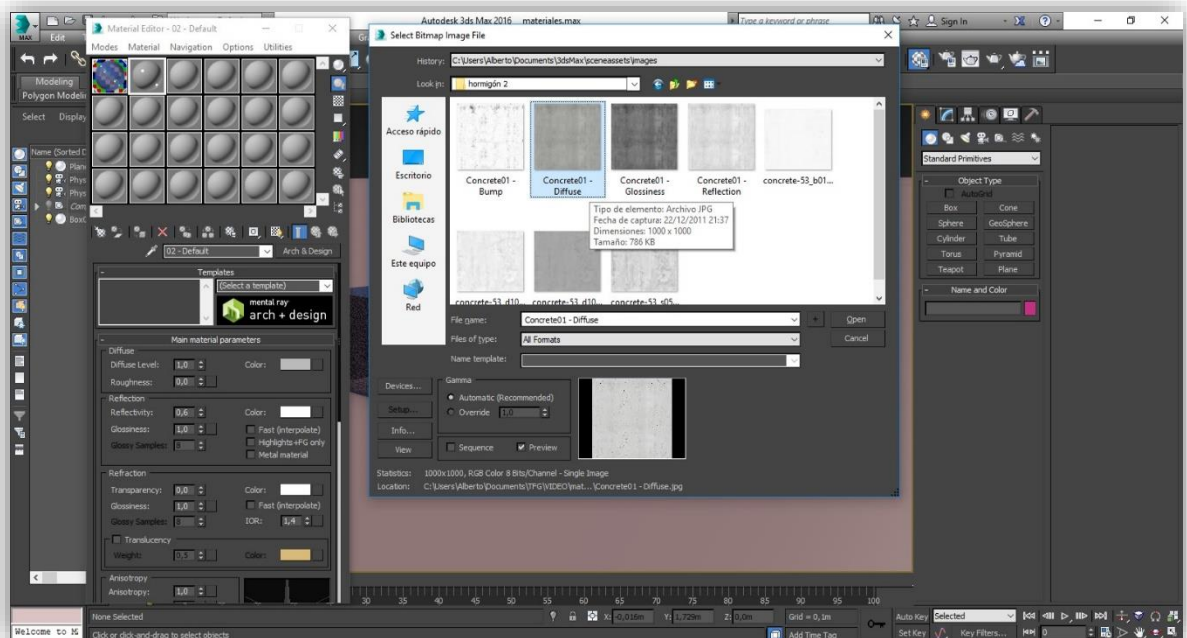
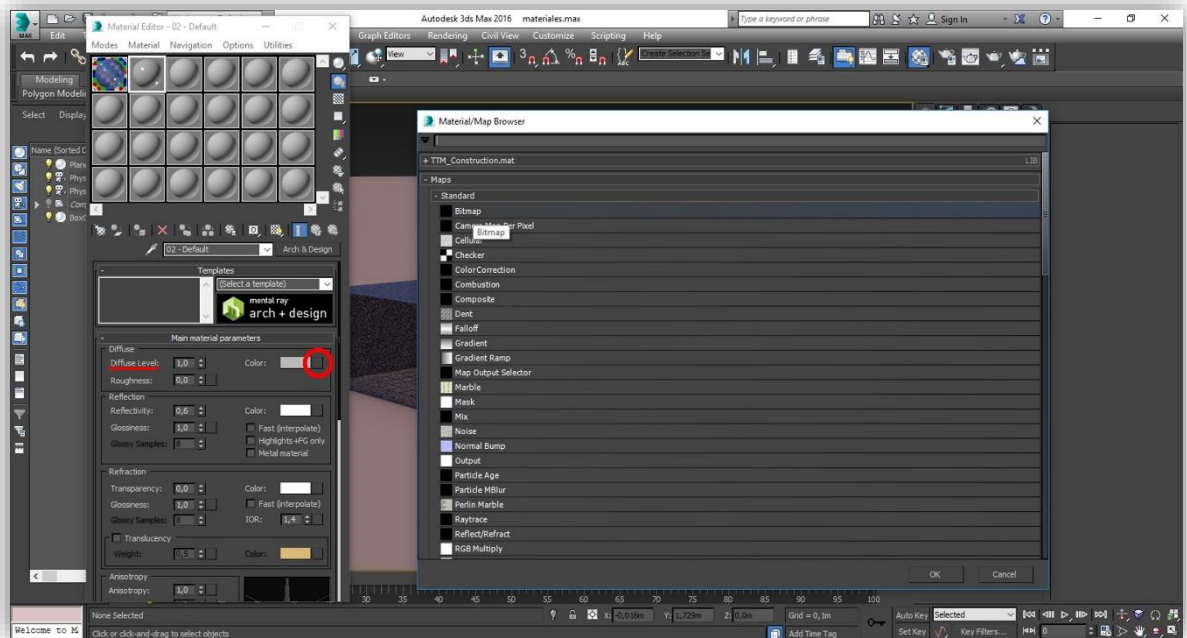
MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- Hormigón:
- I. Se crea el material Arch and Design.

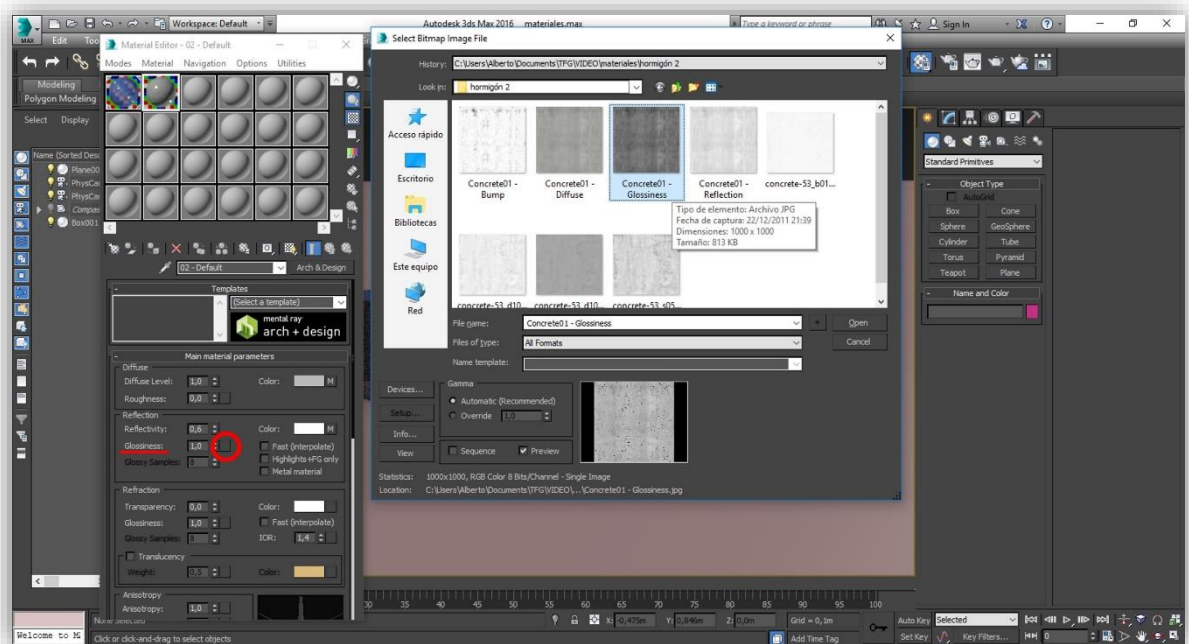
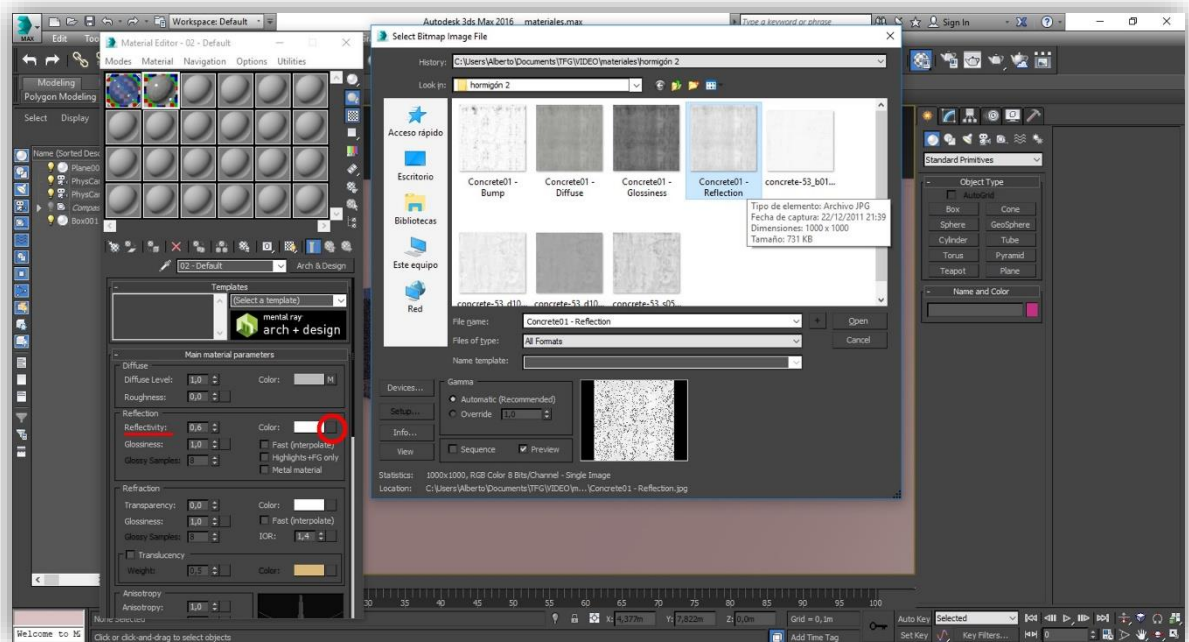


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

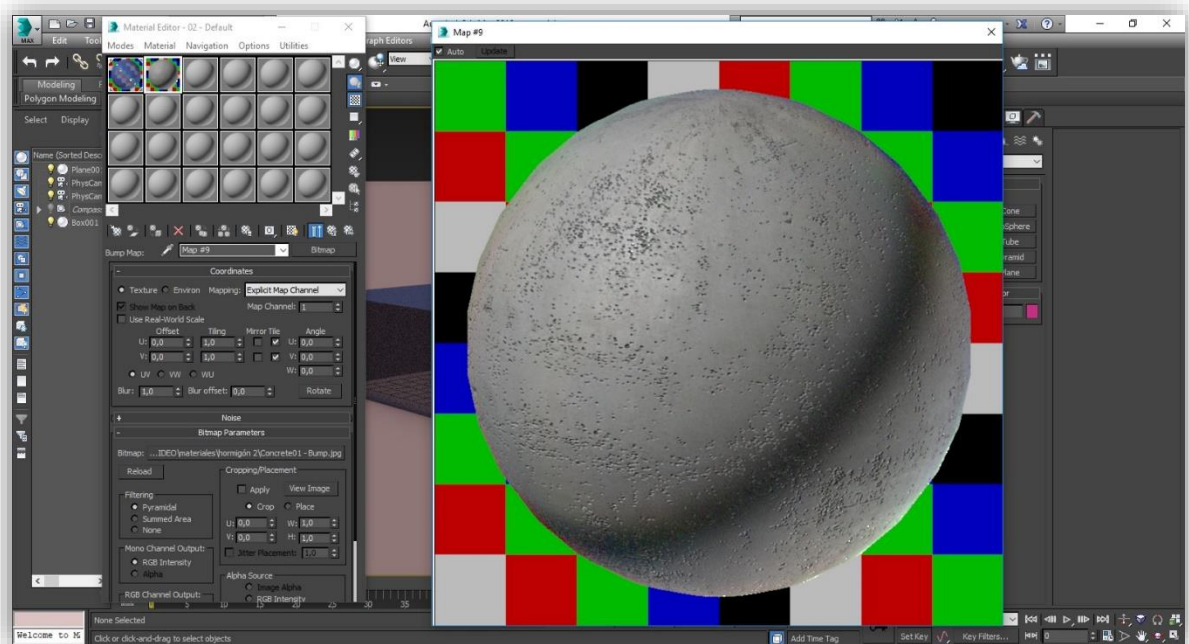
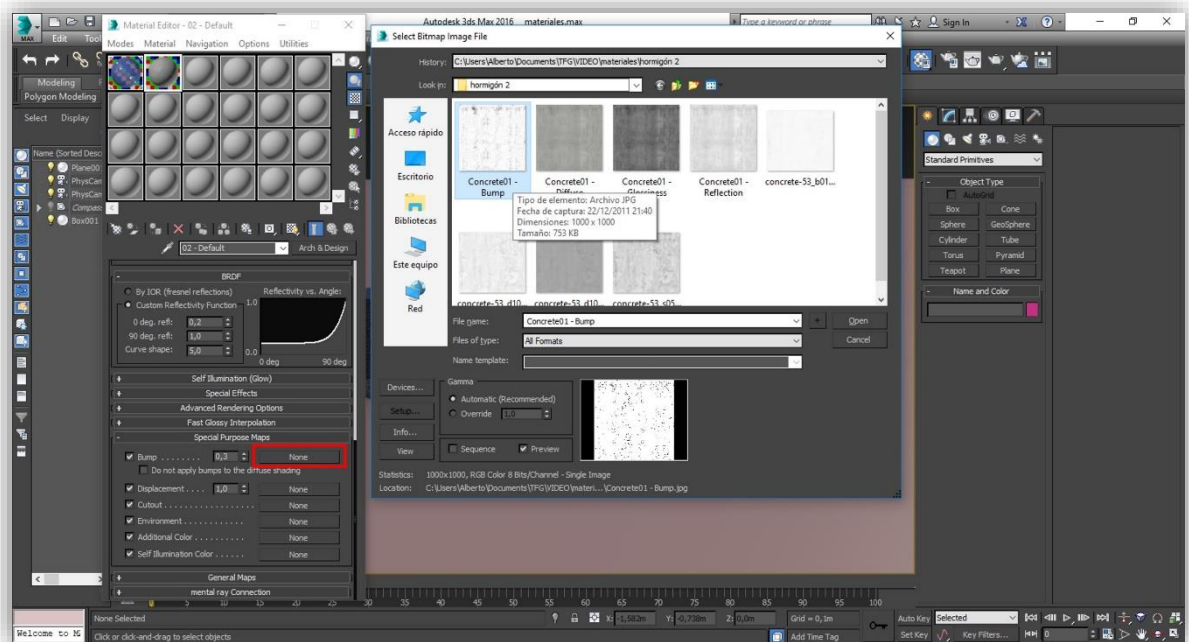
- II. Se introducen las imágenes Bitmap en la parte de Diffuse, que es el color, Glossiness, que son los brillos, Reflection, que es la reflexión y Bump, que es el relieve. Una vez creado se asigna el material al objeto.



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

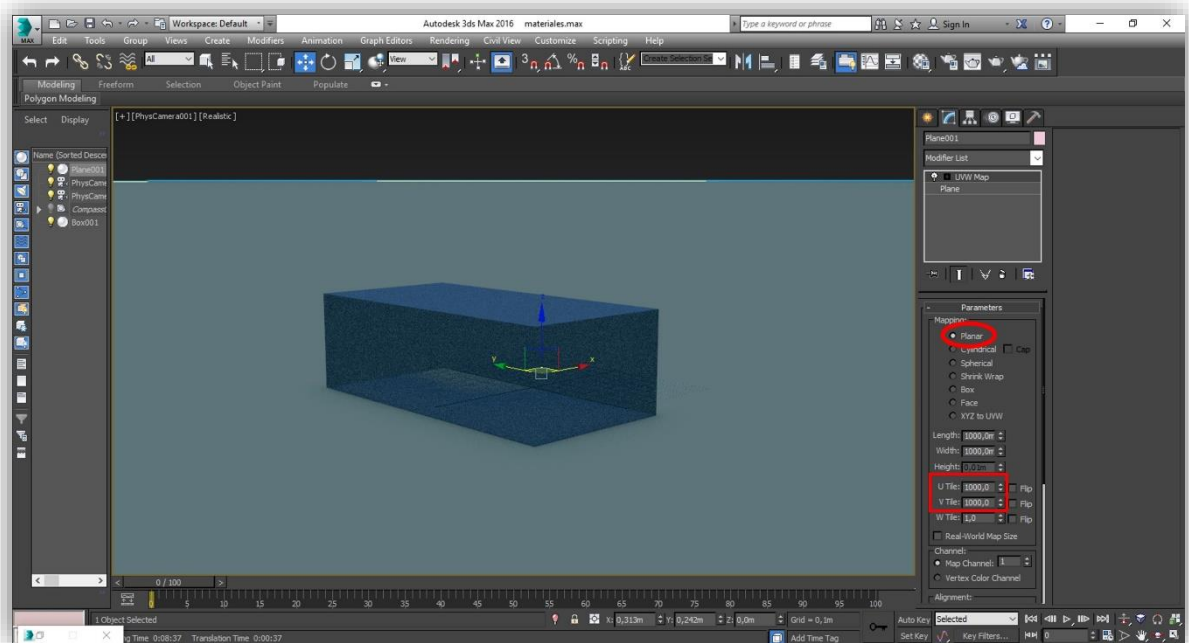
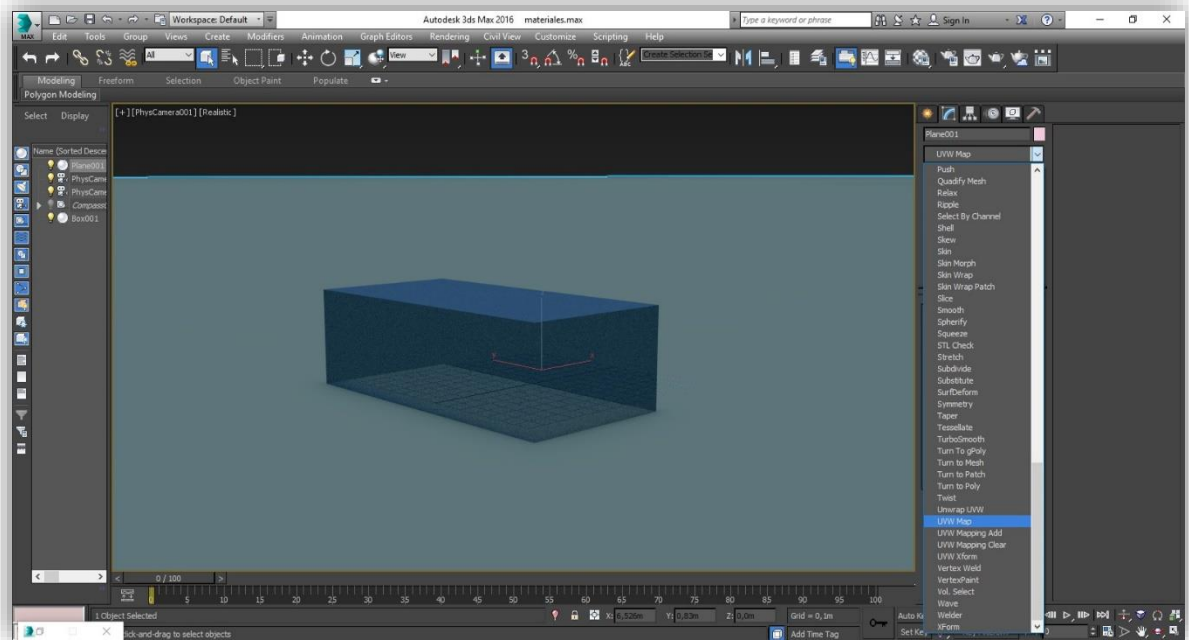


MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES



MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

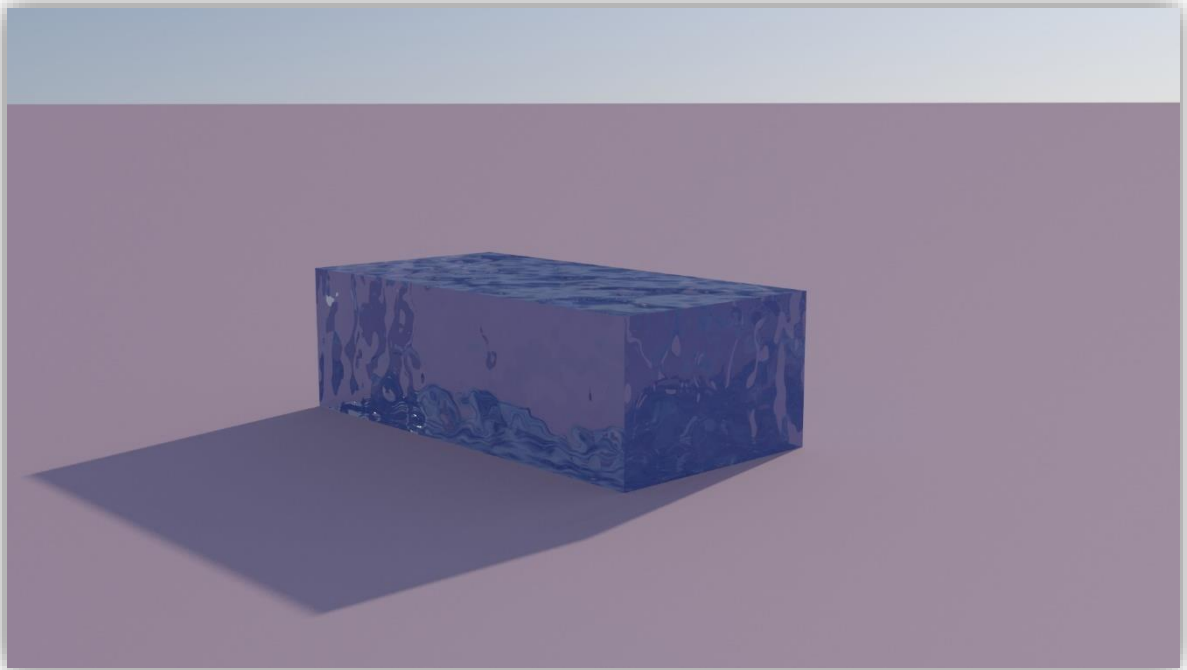
III. Cuando se utilizan imágenes para crear materiales, se tiene que utilizar un modificador en el objeto para ajustar la escala de las imágenes. (UVW Map)



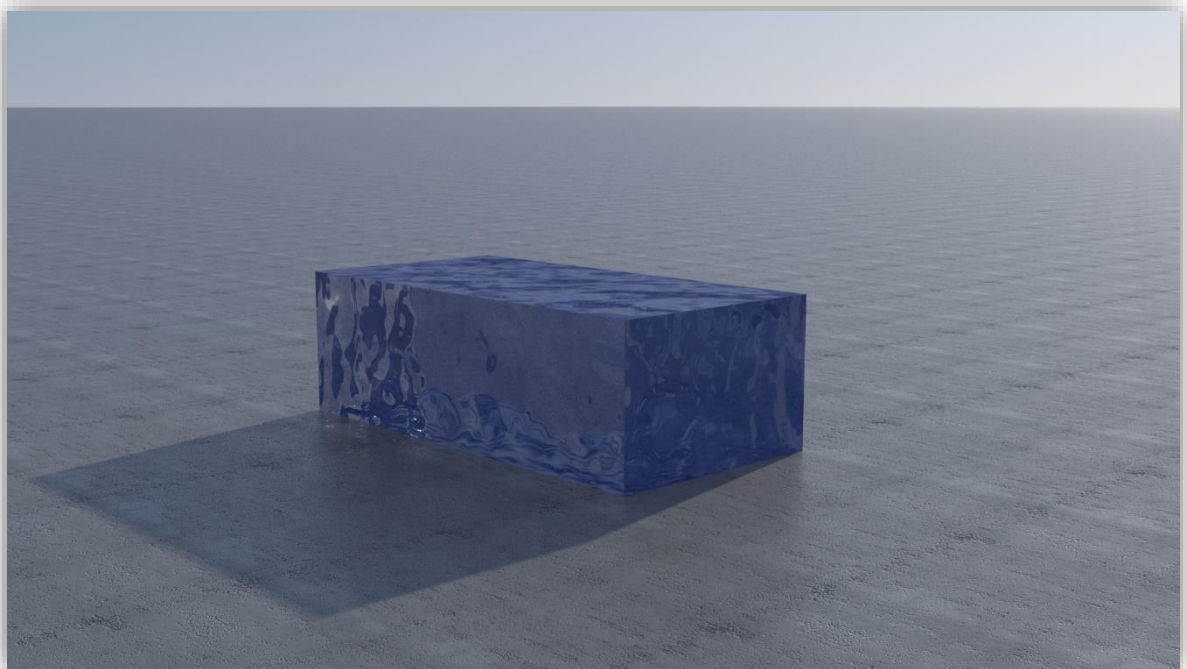
Como se aprecia en la vista previa de los materiales, los cambios son muy sustanciales y la semejanza con un hormigón es apreciable; se puede comprobar en el render antes de adjuntar el material hormigón al plano y el render de después.

MODELADO EN 3D Y PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES

- Render antes del material hormigón.



- Render después del material hormigón.



La biblioteca de mapas para los materiales ha sido facilitada por el profesor Manuel Pablo Rubio Cavero.

4.6. RENDERIZADO

El primer paso una vez que se tienen todas las escenas animadas con sus cámaras, es realizar previos, estos previos son renderizaciones básicas de la escena, sin materiales ni luces, que sirven para comprobar los tiempos de los vídeos y el dinamismo de estos.

Una vez realizada la comprobación de los previos y ver que los tiempos son correctos, el renderizado es la última parte antes del montaje del video, se deberá renderizar las distintas escenas creadas. Éstas escenas tienen entre 200 y 1200 fotogramas, para poder renderizar todos estos fotogramas se utiliza una granja de render, la cual está situada en el Aula 5 de informática del edificio politécnico de la Escuela Politécnica Superior de Zamora.

Gracias al programa Team Viewer nos podremos conectar de forma remota al Jefe Render, que es el ordenador programado para controlar toda la granja. Se transfieren los archivos al ordenador Jefe Render y se mandan a renderizar, ahora a cada ordenador de la granja se le asigna un fotograma y cuando terminan de renderizar esos fotogramas se le asignan los siguientes, así hasta terminar la secuencia.

Una vez que se han renderizado todos los fotogramas de la secuencia, se transfieren las imágenes al ordenador personal para montar el video.

5. MONTAJE DEL VIDEO

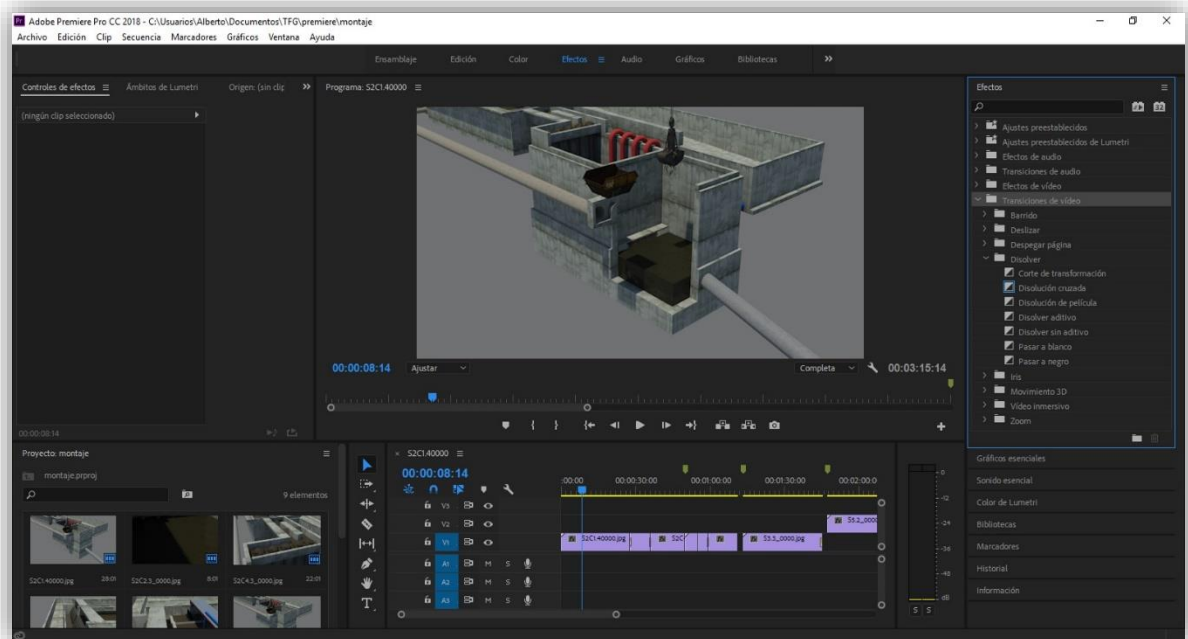
El montaje del video es el proceso en el que se combinan todas las escenas, se insertan los títulos y los sonidos. Para este proceso se utiliza Adobe Premiere. Al iniciar el programa aparece una ventana de diálogo para crear el proyecto, en este proyecto son los parámetros por defecto.

Una vez dentro del proyecto en la parte inferior izquierda se importan las secuencias, para el montaje solo habrá que arrastrarlas a la parte inferior central e ir las colocando en el lugar correspondiente. Para insertar efectos de vídeo y transiciones se hace en la pestaña efectos de la parte superior.

En el siguiente paso se añadirán los títulos y los sonidos al proyecto, donde corresponda, para darle ambientación y dinamismo al vídeo.

Para terminar, se importa el archivo en H.264, que es un formato mp4, con el que se consigue una gran calidad de vídeo.

I. Interface de Adobe Premiere Pro CC.



6. BIBLIOGRAFÍA

- DesignMaga (2017, junio 24) *3ds Max Tutorial - fire effect- no plugins* [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=M8NT2CBifEc> Visitado el: 29/08/2018
- Exmo. Ayuntamiento de Zamora (s.f.). *E.D.A.R. Zamora. Depuración de Aguas Residuales en el municipio*. Recuperado de http://www.zamora.es/ficheros/EDAR_Zamora.pdf Visitado el 22/08/2018.
- iAgua (2012) *EDAR DE Zamora*. Recuperado de <https://www.iagua.es/data/infraestructuras/edar/zamora> Visitado el 20/08/2018.
- Tejero, I., Suárez, J., Jácome, A., y Temprano, J. (2004) *Ingeniería sanitaria y ambiental (Vol.2)*. Santander: Universidad de Cantabria