



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



# **ESTUDIO DE ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUA RESIDUALES EN BECERRIL DEL CARPIO**

Trabajo realizado por:  
*Ángel García Olmo*

Dirigido:  
*Ramón Collado Lara*

Titulación:  
**Grado en Ingeniería Civil**

Santander, Julio de 2016

**TRABAJO FINAL DE GRADO**





## E.D.A.R EN BECERRIL DEL CARPIO

El presente Trabajo de Fin de Grado de la mención de hidrología, en la convocatoria de Julio de 2016, consiste en el estudio de alternativas de una **Estación Depuradora de Aguas Residuales en la localidad de Becerril del Carpio**, Palencia. Dicho trabajo ha sido elaborado por el alumno, **Ángel García Olmo** y dirigido por el profesor Ramón Collado Lara.

Para la elaboración de dicho trabajo han sido definidas, estudiadas y valoradas una serie de condiciones geométricas y técnicas a realizar. Las instalaciones incluidas en este trabajo son aquellas que permiten un tratamiento de los caudales hasta conseguir el grado de depuración necesario para que el posterior vertido de las aguas cumpla con los límites fijados por la legislación vigente.

La localidad de Becerril del Carpio perteneciente a la cuenca del río Pisuegra., se encuentra situado en el norte de Palencia. Dicha localidad se divide en tres núcleos de población: Barrio San Pedro, Barrio Santa María y La Puebla de San Vicente.

La situación actual es la siguiente: Los barrios de San Pedro y Santa María poseen una fosa séptica cada uno vertiendo el efluente a arroyos, y La puebla de San Vicente posee 2 tanques Imhoff, aunque la Estación de servicio de dicho núcleo posee su propia fosa séptica vertiendo el efluente a la red de alcantarillado que llega a los tanques Imhoff.

El diseño del saneamiento se efectúa para un período de retorno de 25 años. Durante este tiempo se debe garantizar que las instalaciones funcionarán correctamente. El papel de la población es esencial en la determinación de caudales. La localidad cuenta con 414 habitantes con una tasa de crecimiento que es considerada 0, ya que en los últimos años la población en esta zona rural se ha visto notablemente reducida.

Para la E.D.A.R de Becerril del Carpio se ha realizado un estudio de alternativas en el que han sido estudiadas las siguientes:

1. Biodiscos.
2. Aireación Prolongada.
3. Lecho Bacteriano.
4. Humedal.



Posteriormente, se han calculado y diseñado todas las alternativas. Esto nos dará una idea del volumen y superficie que ocupara la misma. Después se han definido unos criterios para seleccionar la más adecuada. Los criterios que se han valorado han sido: Superficie necesaria, mantenimiento y explotación, coste de construcción como de explotación y mantenimiento, estabilidad, impacto ambiental y producción de fangos. En el estudio se definen los pesos de cada uno de ellos. Finalmente, mediante una matriz de comparación ha sido seleccionada la mejor alternativa cuya puntuación resultante haya sido más alta. La alternativa por tanto escogida es: Humedal.

La solución final de la depuradora en Becerril del Carpio contará por tanto con un Pretratamiento (Desbaste, Pozo de bombeo, tamizado), Tratamiento Primario (Tanque Imhoff), Tratamiento Secundario (Humedal), y Tratamiento de desinfección (Laguna de maduración).

También se ha calculado el colector que recogerá todas las aguas negras y conducirá las mismas a la Estación Depuradora de Aguas Residuales. Así como el emisario EDAR-río.

Para finalizar, comentar que debido a que se realiza de un estudio de alternativas, no se han desarrollado los apartados Pliego de Prescripciones técnicas particulares, ni presupuesto, normales en un proyecto de construcción. Sin embargo si se adjunta una memoria donde se encuentran los anejos necesarios para el estudio y determinación de la mejor alternativa. Y también los planos de la ubicación y de las alternativas.

Este Trabajo de Fin de Grado ha pretendido realizar un estudio y cálculos de alternativas a una EDAR. Valorando la problemática actual y buscando la mejor solución para llegar a los objetivos planteados, poniendo en práctica conocimientos de varias ramas de la ingeniería entre las que destacan el área de ingeniería sanitaria y medio ambiente, ingeniería hidráulica y el área de proyectos.

Palabras clave: EDAR, Becerril, tamizado, tanque imhoff, humedal, laguna de maduración.



## SEWAGE TREATMENT PLANT STUDY IN BECERRIL DEL CARPIO

The current final degree project of the hydraulic speciality for the July 2016 deadline consists in a **Sewage Treatment Plant in Becerril del Carpio**, Palencia. This project has been created by the student **Ángel García Olmo** and it has been directed by the Professor Ramón Collado Lara.

For the development of this final degree project a set of geometric and technical conditions have been defined, studied and valued. The sewage-treatment facilities included in this project are those that allow treatments of streams until the necessary rate of purification is reached. This rate is defined by the current legislation and all discharged water has to obey it.

Becerril del Carpio belongs to the Pisuerga River Basin and it is located in the north of Palencia. Becerril is composed of three population centers: Barrio San Pedro, Barrio Santa María y La Puebla de San Vicente.

At the current situation, there are two septic tanks that pour the effluent to creeks placed on Barrio San Pedro and Barrio Santa María. La Puebla de San Vicente has two imhoff tanks, though there is a gas station with its own septic tank. This effluent is poured right to the sewerage system and connected with the imhoff tanks.

The design of the sanitation system is designed for the return period of 25 years. During this time it is necessary to ensure that these facilities will work correctly. The role of the population is essential to define the quantity of stream. Becerril del Carpio has 414 inhabitants with growth rate established at zero because population in this rural area has notably been reduced in the last few years.

The sewage treatment plant of Becerril del Carpio has a study of alternative solutions whose options have been:

1. Rotating biological contactors
2. Activated sludge
3. Biological Trickling Filter
4. wetlands



After that, they have been designed and calculated all the alternatives to obtain the area and volume that will be required. It has been established a set of criterion to decide which is the best option. The valued aspects have been: necessary area, use and maintenance, construction and maintenance costs, stability, environmental impact and mud production. With a comparison matrix, it has been chosen the best alternative whose final score is the highest one. At the end of the process, the chosen alternative is Wetland.

The solution of the sewage treatment plant of Becerril del Carpio will have a Pre-treatment (Pump Station, Sieving), Primary Treatment (Imhoff Tank), Secondary Treatment (Wetland) and disinfection treatment (stabilization ponds).

It has been also calculated the waste water pipe which connects to the sewage treatment plant as well as the sewage pipe to the river.

To conclude, it must be commented that due to the fact that this is a study of alternatives it has not been included sheet of technical specifications either works budget. However, a memory of the project has been attached with the necessary information to evaluate the best alternative. As well as the plans of the location and of each alternative.

This Final Degree Project has studied and calculated different alternatives to solve the needs of the population of Becerril del Carpio with the most suitable type of sewage treatment plant. They have been implemented knowledges of several branches of Engineering as Sanitation, Hydraulic, Environmental and Projects Departments.

Key-words: sewage, Becerril, sieving, imhoff tank, wetland, stabilization ponds



# MEMORIA





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS .....	2
3. SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA .....	2
4. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO .....	3
5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA .....	3
5.1. DATOS FÍSICOS.....	3
5.2. DATOS GEOGRÁFICOS .....	4
5.3. DATOS AMBIENTALES.....	4
5.3.1. CLIMA.....	4
5.3.2. HIDROGRAFÍA.....	4
5.3.3. OTROS DATOS DE INTERÉS DE LA ZONA .....	4
6. DATOS TÉCNICOS .....	5
7. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	5
8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	6
9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO.....	6
10. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolla en el norte de Palencia, concretamente en Becerril del Carpio.

En este estudio se pretende buscar la mejor alternativa a la construcción de una estación depuradora de aguas residuales.

## 2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

La red de alcantarillado es antigua, por lo que convendría hacer una reforma, aunque en este estudio no se contempla.

La situación actual respecto a la depuración es la siguiente: Una fosa séptica a la salida de cada uno de los barrios de Santa María y de San Pedro. Otra situada a la salida de la estación de servicio “La puerta de la montaña”. Y al final de La puebla de San Vicente dos tanques Imhoff, uno a cada lado del arroyo al que se va el efluente.

Las labores de mantenimiento de estas diferentes fosas, se lleva a cabo una vez al año y con problemas para acceder a ellas. Excepto la de la estación de servicio que es más a menudo debido a los olores que produce.

La solución a esta problemática es realizar una conexión mediante tubería y conducirlo hasta la ubicación actual de los tanques Imhoff, donde se situaría la nueva EDAR.

## 3. SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

La estructura socio-económica de dicho municipio está basada como la mayoría de los núcleos rurales de la provincia de Palencia en el primario, agricultura y ganadería.

La evolución demográfica y socioeconómica del municipio en las últimas décadas está también caracterizada por un descenso constante de la población un incremento de la edad media, al igual que una disminución de la población activa y un incremento de la edad media, al igual que una disminución de la población activa.

Se observa que la población vive principalmente de las hectáreas de cultivo, actualmente. Se quiere fomentar el sector servicios fomentando el turismo en la zona ya que cabe destacar el interés cultural de esta zona en la que existe un gran atractivo con el románico.



El alquiler de viviendas tampoco es una de las claves para la restauración económica de Becerril del Carpio, ya que muchas de las casas que se encuentran en dicho municipio son segundas viviendas que mayoritariamente son ocupadas en la época de verano. Es en esta época cuando más población habita. Existen casas rurales muy cotizadas y es previsible que aumente la existencia de las mismas.

La situación de la actividad agraria como se ha citado anteriormente es uno de los sectores más fuertes aunque en los últimos años también se ha notado la desaparición constante de explotaciones ganaderas, quizá también ligada al envejecimiento de la población y a carecer de gente joven que se pueda ocupar de dichas actividades. Es previsible también que en los siguientes años esta situación se acentúe debido al Plan de Reestructuración del Sector Lácteo dirigido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca derivado de la reforma política agraria común de la Unión Europea, que favorece el abandono de la actividad de las pequeñas y medianas explotaciones para poder aumentar la cuota láctea de las explotaciones más productivas. Este hecho repercute directamente en la disminución de la superficie agraria útil, dando lugar a un excedente de tierras no utilizado.

#### 4. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

El pretexto de estudio es recoger, en el ámbito de un trabajo de fin de grado las actuaciones necesarias en la localidad de Becerril del Carpio para desarrollar una red integral de saneamiento y dotar a dichos núcleos que conforman la localidad de una instalación depuradora de aguas residuales. De tal forma se controlará corrigiendo los actuales vertidos puntuales, unificando y eliminando la contaminación que los mismos producen, con unos mínimos de calidad de servicio acordes con la actual demanda, mejorando sustancialmente las actuales condiciones y con un coste ampliamente compensado por la finalidad a conseguir.

“Estudio de alternativas de EDAR en Becerril del Carpio”.

#### 5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA

##### 5.1. DATOS FÍSICOS

LATITUD: 42º 42' Norte

LONGITUD: 4º 18'Oeste



## 5.2. DATOS GEOGRÁFICOS

La zona del estudio realizado es orográficamente hablando ondulada y llana, emplazada en las proximidades del río Pisuerga. La altitud media del pueblo de Becerril del Carpio es de 900 metros con una cota máxima de 1180 metros y una cota mínima de 860 metros.

## 5.3. DATOS AMBIENTALES

### 5.3.1. CLIMA

El clima es uno de los factores más relevantes para la caracterización y estudio de una determinada región ya que incide en procesos tan relevantes como la formación del suelo o la evolución de la vegetación.

Es un factor también muy influyente en la redacción de proyectos y en la ejecución de obras sobre todo de aquellas ejecutadas al aire libre como por ejemplo el movimiento de tierras o el hormigonado.

El clima de Palencia (Norte):

El clima que predomina en esta zona es el oceánico y a medida que vamos hacia el sur cambia a mediterráneo continental.

En esta zona la precipitación media es de 738mm

Las temperaturas por otro lado son Frías, con nieve y heladas frecuentes en los meses de invierno. Mientras que en verano se alcanzan temperaturas elevadas. La humedad en esta zona varía entre 70-80%.

### 5.3.2. HIDROGRAFÍA

Pertenciente a la cuenca hidrográfica del Duero la hidrografía se caracteriza por ríos largos con caudales persistentes a lo largo de todo el año pudiendo sufrir estiajes en verano y crecidas otoño y principios de la primavera.

En este caso tenemos que hablar del río Pisuerga y de la localidad de Becerril del Carpio que pertenece a la zona medio-alta de la cuenca del mismo.

### 5.3.3. OTROS DATOS DE INTERÉS DE LA ZONA

Destacar que la cuenca del Pisuerga es que ha sido más intervenida por la mano del hombre, contando con el embalse de Requejada, embalse de Ruesga y embalse de Aguilar de Campoo, este último con aprovechamiento hidroeléctrico, aunque produciendo muy poco. Estos embalses están diseñados para dar servicio a los cultivos de la zona de campos y abastecimiento suficiente a lo largo del año hasta la capital de Valladolid.



## 6. DATOS TÉCNICOS

Se tendrá en cuenta una vida útil de la futura obra proyectada de 25 años, considerando una dotación total del núcleo dividida en consumo doméstico, servicios municipales y las tenidas en cuenta por las fugas de redes.

La población de la localidad de Becerril del Carpio cuenta con 414 habitantes (el total de los 3 núcleos) por lo que se adopta una dotación de:

$$Dot = 414hab \times \frac{0'15m^3}{hab.dia} = 62'1 \frac{m^3}{dia} \approx 2'6 m^3/h$$

$$Qm = Dot$$

El coeficiente punta horario para esta población será:

$$Cph = \frac{5}{\frac{hab^{\frac{1}{6}}}{1000}} = \frac{5}{0'414^{\frac{1}{6}}} = 5'79$$

El caudal punta horario será el siguiente:

$$Qph = 62'1 \frac{m^3}{dia} \times 5'79 \times \frac{1dia}{24h} = 14'98m^3/h \approx 15m^3/h$$

## 7. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

El planteamiento de la obra se basa en la realización de una red de saneamiento que conecte los tres núcleos de población que se citan a continuación: Barrio Santa María, Barrio San Pedro y La Puebla de San Vicente.

Esta conexión acabara en la EDAR a construir, la cual vertirá el efluente al río Pisuerga.

Para la realización de la **EDAR** situada en **Becerril del Carpio** se procederá a hacer un estudio de alternativas y se adoptará la mejor alternativa posible. Las alternativas que se desarrollarán serán:

- Alternativa 1, (tratamiento secundario): BIORROTORES.
- Alternativa 2: FANGOS ACTIVOS.
- Alternativa 3, (tratamiento secundario): LECHO BACTERIANO.
- Alternativa 4,(tratamiento secundario):HUMEDAL SUBSUPERFICIAL

Todas ellas finalizaran con lagunas de maduración.



## 8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Tras una comparación y selección de las alternativas la alternativa solución es el HUMEDAL

## 9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO

### MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN
2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS
3. SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA
4. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO
5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA
  - 5.1. DATOS FÍSICOS
  - 5.2. DATOS GEOGRÁFICOS
  - 5.3. DATOS AMBIENTALES
    - 5.3.1. CLIMA
    - 5.3.2. HIDROGRAFÍA
    - 5.3.3. OTROS DATOS DE INTERÉS DE LA ZONA
6. DATOS TÉCNICOS
7. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS
8. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS
9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO
10. CONCLUSIONES

### ANEJOS

1. Información actual
2. Cartografía y Topografía
3. Geología y Geotecnia
4. Efectos Sísmicos
5. Climatología e Hidrología
6. Población
7. Emplazamiento
8. Planeamiento Urbanístico
9. Dotaciones y Caudales
10. Estudio del Medio Receptor
11. Estudio de alternativas
12. Dimensionamiento de alternativas (I)
13. Estudio comparativo y selección de alternativas
14. Estudio de impacto ambiental
15. Reposiciones y Servicios Afectados

### PLANOS



## 10. CONCLUSIONES

Con este estudio realizado, se llega a la solución de un humedal subsuperficial como mejor solución. Este estudio sirve como base para un posterior proyecto constructivo de la EDAR de Becerril del Carpio.

Santander, Julio de 2016

Ángel García Olmo





# ANEJO Nº1 – INFORMACIÓN ACTUAL



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED DE SANEAMIENTO .....	2
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA DEPURACIÓN .....	2
3.1 INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO .....	2



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudian la situación actual de la red de saneamiento y depuración de la localidad de Becerril del Carpio.

## 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED DE SANEAMIENTO

La red de saneamiento actual se divide en 3 debido a la singularidad de la localidad. Existe una red por cada núcleo de población. La red es antigua, de hecho no existen planos de la misma. Aunque no es de este estudio convendría realizar una mejora de la misma.

## 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA DEPURACIÓN

La depuración actual se hace individualmente en cada núcleo poblacional. En los barrios de San Pedro y Santa María existe una fosa séptica desaguando al arroyo de Costana y de FuentePalomas, respectivamente. En La Puebla de San Vicente existen 2 tanques Imhoff para este fin. Aunque cabe señalar que la estación de servicio posee su propia fosa séptica.

### 3.1 INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO

Las fosas sépticas de los barrios de San Pedro y Santa María se encuentran bastante cubiertas por la vegetación. Y solo se vacían una vez al año. Respecto a La Puebla de San Vicente es la más moderna de todas y se encuentra en mejor estado tanto de acceso como de mantenimiento. La fosa de la estación de servicio se vacía una vez al mes.



# ANEJO Nº2 – TOPOGRÁFICO



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.2 POLIGONAL BÁSICA .....	2
1.2.1 METODOLOGÍA .....	2
1.2.2 INSTRUMENTACIÓN .....	3
1.3 LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO .....	3
1.3.1 METODOLOGÍA .....	3
1.3.2 INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA .....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

Para la elaboración del proyecto se han utilizado diversas cartografías de la zona de actuación siendo lo lógico que a partir de ellas se efectuase algún levantamiento taquimétrico como complemento de la cartografía.

En primer lugar se puede aprovechar una poligonal en las cercanías de la ubicación de la EDAR para que sus bases sirvan para realizar posteriormente un levantamiento topográfico de la zona en cuestión.

### 1.2 POLIGONAL BÁSICA

Su principal misión es la de acercar la geodesia a la zona de estudio, a fin de contar con una referencia cercana y fiable en la que se basará el resto de los trabajos.

En los apartados siguiente se comentan exponen los trabajos realizados con esta poligonal. En primer lugar se expone la metodología empleada y a continuación se reseña la posible instrumentación utilizada.

#### 1.2.1 METODOLOGÍA

Para el establecimiento de la poligonal se emplea el sistema GPS dándose posteriormente tofos los resultados que se muestran en el sistema de coordenadas U.T.M.

Se realiza un proceso de planificación de las observaciones para que sirva para asegurar la existencia de la ventana de observación, es decir, que garantice la viabilidad y precisión de las observaciones a realizar. Con este fin, se controla tanto el número de satélites visibles como la disposición de los mismos de tal forma que los parámetros de dilución y precisión (principalmente PDOP) no alcancen los valores considerados como críticos. Una vez se conoce el periodo en el que la geometría de la constelación resulta la adecuada se llevan a cabo las observaciones. Para realizar la toma de datos simplemente se sitúa en cada uno de los extremos del vector del cual se quieren obtener los incrementos de coordenadas.

La observación GPS se desarrolla por el método de estático relativo por medida de la fase en forma de cadenas de triángulos, de tal forma que en cada instante se colocan dos receptores de GPS observando simultáneamente. Lo cual permite realizar a modo de comprobación un control de la calidad de los trabajos mediante el análisis del cierre espacial de triángulos.

El tiempo de observación para la determinación de las líneas bases se obtiene en función de las longitudes de las mismas, procurando que nunca sea inferior a 10 minutos, con el fin de obtener la suficiente redundancia en los datos como para



asegurar la determinación de las mismas con una precisión mejor que  $\pm(0.015 + \text{ppm})$  en las tres coordenadas.

### 1.2.2 INSTRUMENTACIÓN

Para la realización de todas las observaciones se puede utilizar una instrumentación consistente en cuatro receptores GPS bifrecuencia, aunque actualmente existe un amplio abanico de marcas y modelos para realizar el trabajo.

El cálculo de las vaelinas se realiza con un software automático utilizando como puntos fijos vértices de la geodesia optimizando la resolución de las ambigüedades mediante el cambio de satélite de referencia, variando la mascar de observación y desechando aquellos satélites con información deficiente.

### 1.3 LEVANTAMIENTO TAQUIMÉTRICO

Para complementar la cartografía es necesaria la realización de un levantamiento taquimétrico en la zona de ubicación de la EDAR.

#### 1.3.1 METODOLOGÍA

Para la elaboración del taquimétrico se estaciona en las bases de la poligonal que anteriormente se ha citado, e independientemente de si se utiliza GPS o Estación Total en método a emplear es el de radiación desde la base más próxima a la zona de actuación.

#### 1.3.2 INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA

Se emplea una Estación Total de una determinada marca y modelo, con libreta incorporada.

Asimismo se emplearan receptores GPS de diferentes marcas, pero siempre conectados dos en tiempo real y con una precisión centimétrica.





# ANEJO N°3 – GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 INFORMACIÓN UTILIZADA .....	2
2. MARCO GEOLÓGICO .....	2
2.1 GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA DE LA REGIÓN.....	2
2.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE BECERRIL .....	5
2.3 LITOESTRATIGRAFÍA .....	6
3. TECTÓNICA.....	8



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo constituye el estudio geológico del estudio de la situación de una EDAR en la región norte de Palencia, concretamente en Becerril del Carpio, zona alta del valle del Pisuerga.

### 1.1 INFORMACIÓN UTILIZADA

- Mapa geológico de España, Magna 50, escala 1:50 000, hoja 133 INGME.

## 2. MARCO GEOLÓGICO

### 2.1 GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA DE LA REGIÓN

La zona de estudio está representada por dos conjuntos geológicos, el Mesozoico que comprende la línea de contacto entre la zona montañosa y la cuenca terciaria y el Cuaternario que ocupa una superficie mucho menor, tan sólo se representa en la vega del río Pisuerga.

La zona está dentro de la llamada comarca de Las Loras, se trata de un espacio de gran singularidad geográfica, bisagra entre la montaña y la cuenca terciaria. Estas curiosas formaciones de promontorios calizos, son conocidas como “sinclinales colgados” o “relieves inversos”

Además de estas singulares formaciones, Becerril del Carpio se caracteriza por la presencia de los denominados páramos, planicies elevadas rotas por los surcos que crean los valles del río y los principales arroyos. Los páramos corresponden a la última fase del relleno de la cuenca del Duero durante el periodo Terciario, en un medio lacustre, dando origen a materiales duros, calizas más o menos karstificadas.

Los procesos erosivos naturales, por una parte, y los antrópicos, por otra, hacen estas litologías proclives a la formación de taludes, que pueden llegar a ser de gran altura.

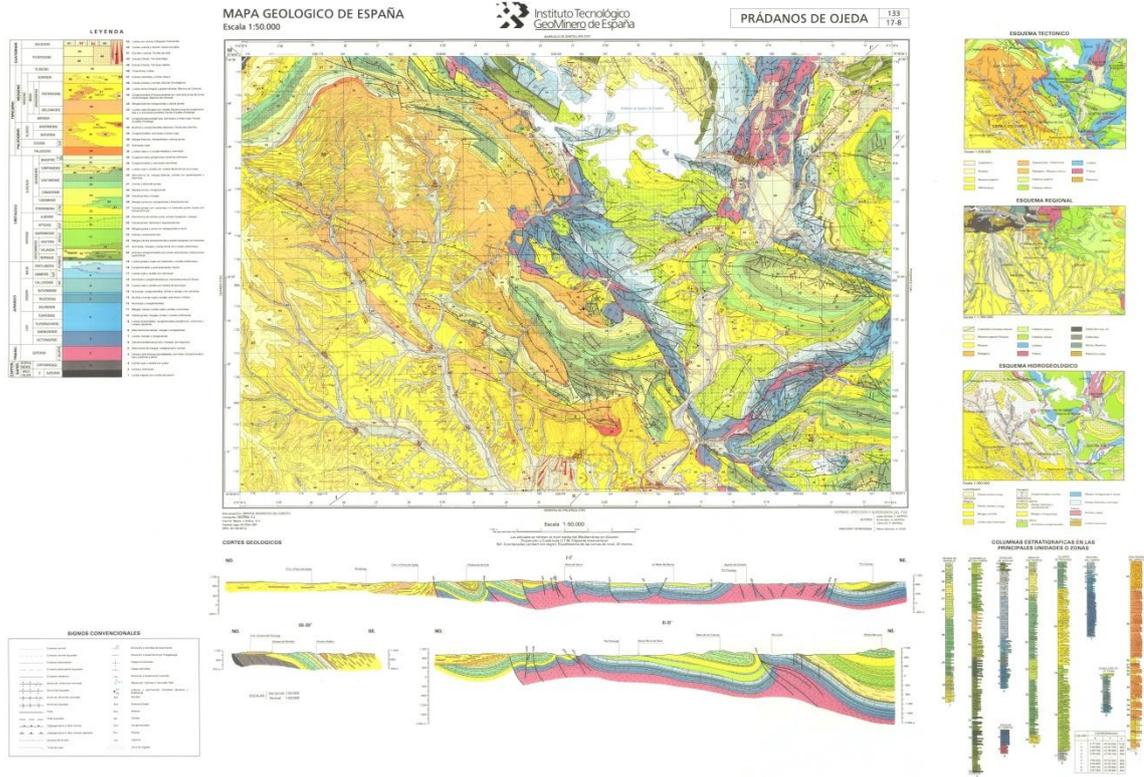
Por último, la creación de nuevas infraestructuras de transporte, y el acondicionamiento y mejora de las existentes, han provocado el recorte de manera artificial de estas litologías, dando ocasión a la formación de taludes, que en algún caso pueden llegar a 10-20 metros de altura.



Los suelos son en gran medida un reflejo de las características geológicas, fisiográficas y climáticas del territorio. A continuación se adjunta el esquema cartográfico provincial con un alto grado de simplificación dado que las variaciones del relieve y litofacias a escala local imponen una diversidad acusada de tipos de suelos que no pueden reflejarse en la escala utilizada. Mas adelante se describen de forma detallada los tipos de suelos que encontramos en Becerril del Carpio.

En la zona norte y oeste del área de estudio, abundan los Mollisoles (Xerolls), estos suelos aparecen al amparo de un régimen de humedad xérico y de rocas madres carbonatadas. Los Mollisoles presentan un epipedón móllico con alto porcentaje de saturación en bases, generalmente descansa sobre un horizonte cámbico rico en carbonatos o directamente sobre materiales calcáreos. El epipedón móllico, cuyo color oscuro indica una correcta incorporación de la fracción orgánica, posee una elevada fertilidad. El problema de estos suelos es su escaso espesor y frecuentemente, la excesiva pedregosidad. En su mayoría se encuentran ocupados por cultivos que proporcionan buenos rendimientos. Pero en las laderas de mayor pendiente suelen sustentar matorral de carácter calcícola. Son suelos básicos o neutros por su alto contenido en carbonatos y por su buena permeabilidad.

En la vega del principal río, el Pisuerga, aparecen Entisoles (Fluvents), aunque estos suelos se encuentran en distintos regímenes de humedad, su casi total puesta en regadío, uniformiza en parte sus posibilidades reales de utilización. Por otra parte, su perfil suele estar constituido por depósitos recientes, cuya diferenciación no obedece a motivos edáficos sino a diferentes etapas de sedimentación. Salvo depósitos muy modernos, excesivamente ricos en gravas, que por lo general se sitúan a los bordes mismos de las corrientes de agua, estos suelos son los más fértiles de la zona. A ello contribuye una granulometría equilibrada, riqueza en materia orgánica y una reacción neutra o próxima a la neutralidad. Además, por su intenso cultivo debido a su alta productividad, han estado sometidos a cuidados (laboreo y abonado) que han mejorado sensiblemente su calidad.



### ESQUEMA REGIONAL

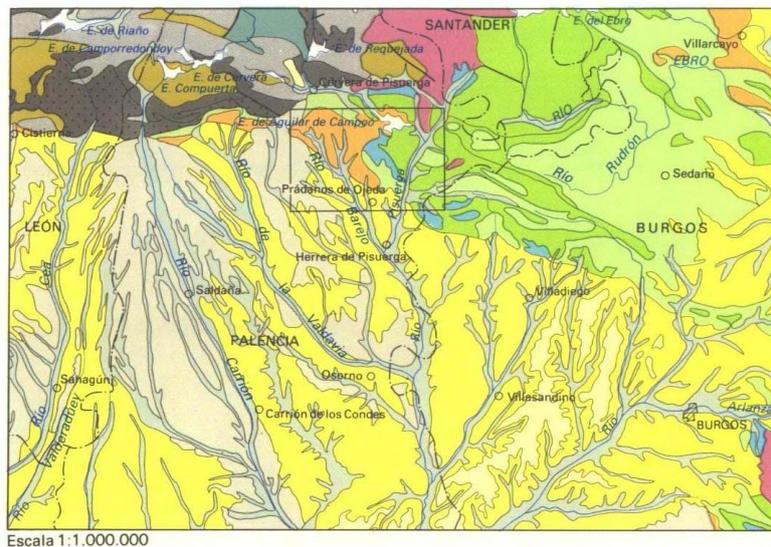


Figura 3. Esquema Regional.



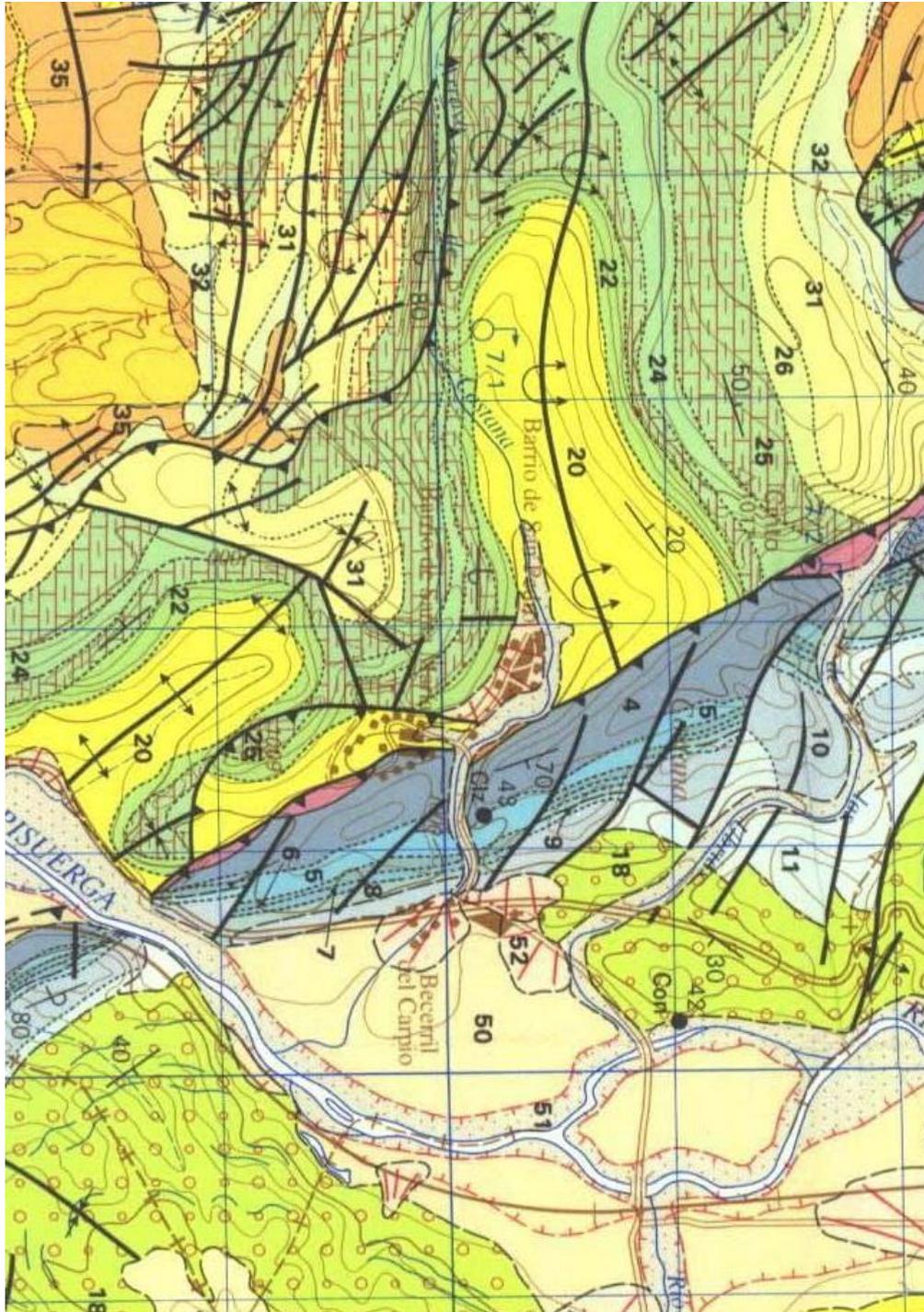
## 2.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE BECERRIL

La zona de estudio se encuentra en la hoja nº133 de los mapas geológicos de la serie MAGNA 50, escala 1:50 000 realizados por el Instituto Geológico y Minero de España.

En la hoja podemos observar la singularidad que presenta Becerril en cuanto a la diversidad de estratos y épocas de los mismos. Estos se producen en el triásico superior, cretácico inferior y superior y en el cuaternario. Como se observa en las siguientes imágenes:



### 2.3 LITOESTRATIGRAFÍA





2.3 LITOESTRATIGRAFÍA

LEYENDA

CUATERNAR.	HOLOCENO		51	52	53	54	53 Lutitas con cantos y bloques. Coluviones	
	PLEISTOCENO		50	49	48	47	52 Lutitas, arenas y cantos. Conos aluviales 51 Arcillas y cantos. Fondos de valle 40 Gravas silíceas. Terrazas bajas 49 Gravas silíceas. Terrazas medias	
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO		46			48 Travertinos y tobas	
		MIOCENO	SUPERIOR		44	45	44	47 Gravas calcáreas y lutitas. Glacis
			ARAGONIENSE	ASTARACIENS.		40	41	41
		ORLEANIENSE		39	42	43	44 Conglomerados silíceos (canales) con intercalaciones de lutitas ocre (fangos). Abanico de Cantoral 43 Margas blancas margocalizas y calizas grises	
		INFERIOR		37	38	38	42 Lutitas rojas (fangos) con niveles discontinuos de conglomerados y/o areniscas (canales). Facies Grijalba-Villadiego 41 Conglomerados poligénicos, areniscas y lutitas rojas. Facies Grijalba-Villadiego	
	PALEOGENO	OLIGOCENO	ARVERNIENSE		35	36	35	40 Brechas y conglomerados calcáreos. Facies Alar del Rey
			SUEVIENSE		34	36	35	39 Conglomerados, areniscas y lutitas rojas 38 Margas blancas, margocalizas y calizas grises
		EOCENO		SUP.		37	37 Areniscas rojas	
		PALEOCENO		34		35	36 Lutitas rojas y/o conglomerados y areniscas 35 Conglomerados poligénicos y brechas calcáreas	
		33		34	34	34 Conglomerados y areniscas cuarcíticas		
CRETACICO	SUPERIOR	MAASTRIC.		33	32	32	33 Lutitas rojas y verdes con niveles dolomíticos en la base	
		CAMPANIENSE		30	29	31	32 Alternancia de margas blancas, calizas con gasterópodos y dolomías	
		SANTONIENSE		26	27	28	31 Calizas y dolomías grises	
		CONIACIENSE		24	23	23	30 Margas ocre y margocalizas 29 Calizas grises y margas	
		TURONIENSE		22	21	21	28 Margas ocre con margocalizas y biocalcarenititas	
		CENOMANIENS.		20	20	20	27 Calizas grises con Lacazines y/o dolomías pardo rojizas con biocalcarenititas	
		ALBIENSE		19	18	18	26 Alternancia de calizas ocre, calizas margosas y margas 25 Calizas grises, dolomías y biocalcarenititas	
		APTIENSE		17	17	17	24 Margas grises y ocre con margocalizas a techo	
		BARREMIENSE		16	16	16	23 Calizas y biocalcarenititas	
	INFERIOR	NEOCOMIENSE		12	15	12	22 Margas, calizas, biocalcarenititas y calizas margosas, con ostreidos	
		HAUTERIV.		11	11	11	21 Areniscas, margas y lutitas ocre con niveles carbonosos	
		VALANGIN.		10	10	10	20 Arenas y conglomerados con lutitas versicolores y alteraciones caolíniferas	
		BERRIASIE.		9	9	9	19 Lutitas grises y rojas con areniscas y niveles carbonosos	
		F. PUBBECK		8	8	8	18 Conglomerados y areniscas pardo-rojizas	
		F. UTR.		7	7	7	17 Lutitas rojas y verdes con areniscas	
		F. WEALD		6	6	6	16 Areniscas y conglomerados con intercalaciones arcillosas	
		F. W.		5	5	5	15 Lutitas rojas y verdes con niveles de areniscas	
		F. W.		4	4	4	14 Areniscas, conglomerados, lutitas y margas, con ostreidos	
JURASICO	MALM	PORTLANDIENSE.		10	10	10	13 Arcillas y lutitas rojas y verdes, areniscas y calizas	
		KIMMERID.		9	9	9	12 Areniscas y conglomerados	
		F. SUP.		8	8	8	11 Margas, calizas, lutitas rojas y verdes y areniscas	
	DOGGER	CALLOVIENSE		7	7	7	10 Calizas grises, margas, lutitas y niveles carbonosos	
		BATHONIENSE		6	6	6	9 Lutitas anaranjadas, conglomerados poligénicos, areniscas y niveles calcáreos	
		BAJOCIENSE		5	5	5	8 Alternancia de calizas, margas y margocalizas	
		AALENIENSE		4	4	4	7 Lutitas, margas y margocalizas	
	LIAS	TOARCIENSE		3	3	3	6 Calizas bioclásticas grises y margas, con esponjas	
		PLIENSBACHIENS.		2	2	2	5 Alternancia de margas, margocalizas y calizas	
		SINEMURIENSE		1	1	1	4 Calizas y dolomías grises tableadas, carniolas. Calizas bioclásticas y oolíticas a techo	
HETTANGIENSE		1	1	1	3 Lutitas rojas y verdes con yesos			
TRIASIC.	SUPERIOR		2	2	2	2 Lutitas y areniscas		
	F. KELPER		1	1	1	1 Lutitas negras con niveles de carbón		
CARTON.	SUPER.	STEPHANIENSE		1	1	1	1	
		WEST-FALIEN.		1	1	1	1	

La zona de estudio de la ubicación de la EDAR se sitúa en sedimentos del cuaternario: gravas silíceas del pleistoceno.





# ANEJO Nº4 – EFECTOS SÍSMICOS



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. CONSIDERACIONES GENERALES .....	2
3. PELIGROSIDAD SÍSMICA DE LA ZONA .....	2
4. CONCLUSIONES.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

En la construcción de la presente obra tendrán que tenerse en cuenta las características sísmicas de la zona, con objeto de que las mismas no comprometan la seguridad estructural de las mismas.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de la estación depuradora (todas las alternativas que se estudian) se tendrán en cuenta las siguientes normativas actualmente en vigor:

- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02), aprobada por RD 997/2002 de 27 de septiembre y publicada en el BOE de 11 de octubre de 2002.
- Norma de Construcción Sismorresistente para puentes (NCSP-07), aprobada por RD 637/2007 de 18 de mayo y publicada en el BOE de 2 de junio de 2007.

En ambas normativas se especifica que no será necesario considerar los efectos sísmicos en las inmediaciones de la obra siempre que el valor de la aceleración sísmica horizontal básica  $a_b$ , no supere el valor de 0.04 g. Siendo g el valor de la gravedad.

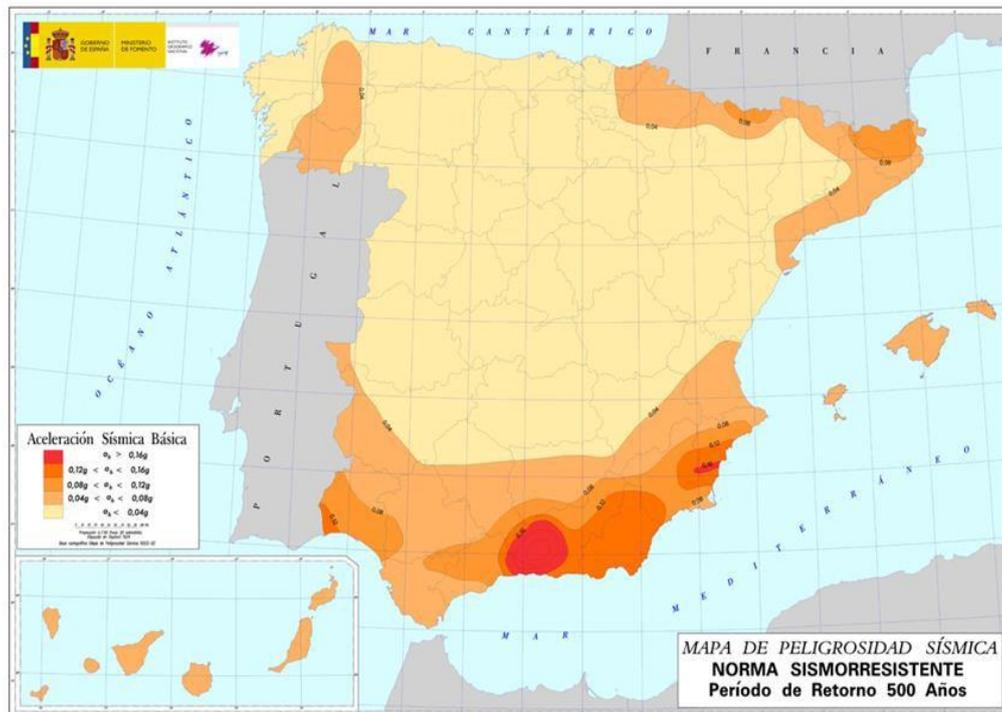
## 3. PELIGROSIDAD SÍSMICA DE LA ZONA

En el mapa adjunto, donde se representa la peligrosidad sísmica por zonas, se observa que el valor de la aceleración sísmica horizontal básica  $a_b$  en toda la comunidad de Castilla y León es inferior a 0.04 g.



#### 4. CONCLUSIONES

No es necesaria la consideración de acciones sísmicas de ningún tipo para el diseño y cálculo de las construcciones que implican esta obra.







# ANEJO N°5- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. DESCRIPCIÓN DEL CLIMA DE PALENCIA.....	2
3. GEOGRAFÍA FÍSICA DEL VALLE DEL PISUERGA.....	2
4. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE BECERRIL DEL CARPIO.....	3
5. HIDROGRAFÍA .....	5
6. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	6
7. CÁLCULO DEL COLECTOR .....	7



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es el estudio climatológico e hidrológico del área de estudio que aunque no influye en nuestro diseño al tratarse de una red separativa, si influye en otros aspectos y en el proceso de construcción.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL CLIMA DE PALENCIA

El clima es uno de los factores más relevantes para la caracterización y estudio de una determinada región ya que incide en procesos tan relevantes como la formación del suelo o la evolución de la vegetación.

Es un factor también muy influyente en la redacción de proyectos y en la ejecución de obras sobre todo de aquellas ejecutadas al aire libre como por ejemplo el movimiento de tierras o el hormigonado.

El clima de Palencia (Norte):

El clima que predomina en esta zona es el oceánico y a medida que vamos hacia el sur cambia a mediterráneo continental.

En esta zona la precipitación media es de 738mm

Las temperaturas por otro lado son Frías, con nieve y heladas frecuentes en los meses de invierno. Mientras que en verano se alcanzan temperaturas elevadas.

La humedad en esta zona varía entre 70-80%.

## 3. GEOGRAFÍA FÍSICA DEL VALLE DEL PISUERGA

La cuenca del Pisuerga está situada entre la del Carrión y la del Ebro.

El valle orientado de norte a sur desemboca en el Rio Duero, situado en el centro de la meseta norte. El río especialmente torrencial y erosivo sobre todo en cabecera forma laderas de pendientes pronunciadas, mientras que en la mayor parte de su recorrido es suave y regular.



#### 4. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE BECERRIL DEL CARPIO

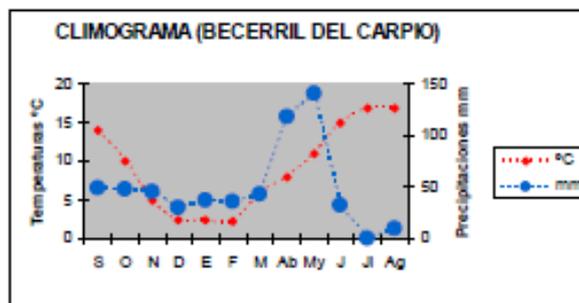
El clima de Becerril del Carpio es mediterráneo subhúmedo, puesto que las temperaturas medias están entre 8 y 13 °C y las precipitaciones entre 600 y 1.000 mm.

Respecto a las temperaturas, en Becerril del Carpio los inviernos son rigurosos, pudiéndose alcanzar mínimas absolutas de -7°C. La temperatura media anual es de unos 9°C, lo cual indica una moderada influencia atlántica originada por los vientos del noroeste, los cuales tienden a amortiguar ligeramente el efecto continental. Durante los meses de diciembre, enero y febrero son habituales las heladas, que pueden extenderse a los meses de marzo, abril, octubre y noviembre. En altitudes próximas a los 1.000 m, la probabilidad de heladas se amplía a los meses de mayo y septiembre.

Los veranos no son muy calurosos, como media se alcanzan los 17º C, aunque las temperaturas se elevan durante las horas centrales del día.

Las lluvias en Becerril del Carpio son abundantes en primavera, otoño e invierno, durante este periodo se concentra el 86% de la lluvia que cae durante todo el año. Los veranos son secos, presentándose un periodo de aridez durante los meses de julio y agosto.

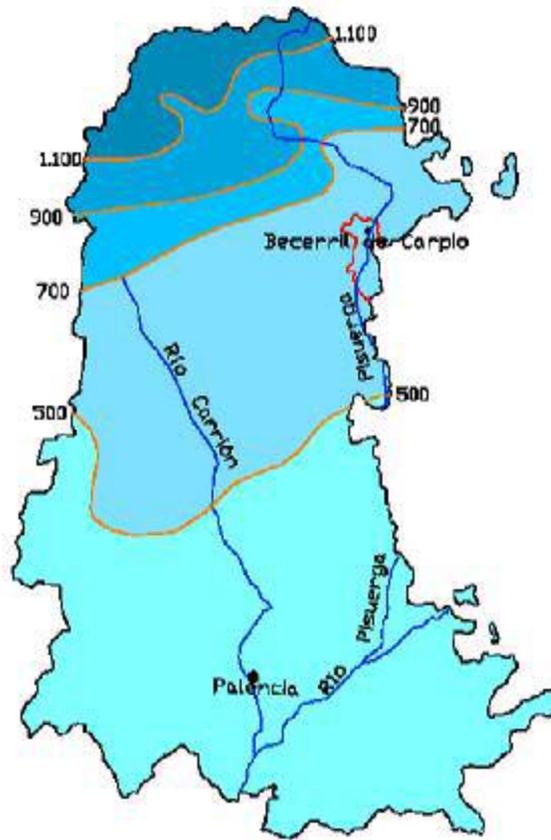
Por último, en cuanto a los vientos, éstos vienen condicionados por su ubicación en el valle del Pisuerga, predominando a lo largo del año los vientos locales de componente Noroeste.



A continuación se representan los mapas de isoyetas e isotermas anuales de la provincia de Palencia.

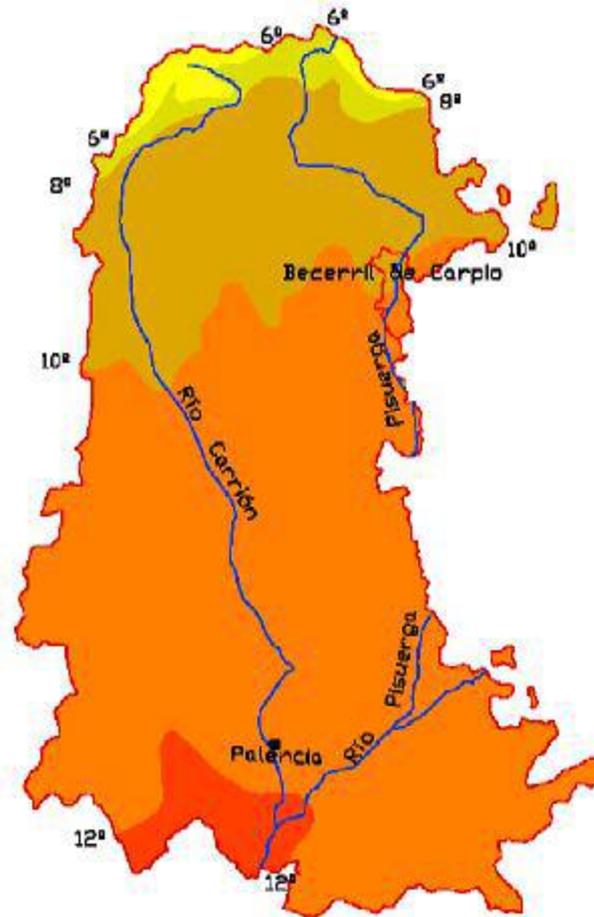


## ISOPYETAS ANUALES





## ISOTERMAS ANUALES



### 5. HIDROGRAFÍA

Pertenciente a la cuenca hidrográfica del Duero la hidrografía se caracteriza por ríos largos y lentos con caudales persistentes a lo largo de todo.

Concretamente, Becerril del Carpio localidad perteneciente a la zona alta de la cuenca del Pisuerga entre Aguilar de Campoo y Alar del Rey, perteneciendo su pedanía a este último. Su vega de cultivo es bordeada por el río Pisuerga. Además la zona destaca por su caudal constante mantenido gracias a los embalses en su cabecera para abastecer a las localidades y al riego.



## 6. CUENCA HIDROGRÁFICA

La cuenca hidrográfica del Pisuerga abarca 15.828 km<sup>2</sup>, recorre 283km a lo largo de Castilla y León, atravesando las provincias de Palencia, Burgos y Valladolid.

Tiene sus fuentes en la cuenca glaciar de Covarrés, entre el pico Valdecebollas y la sierra de Híjar, en el llamado Sel de la Fuente, cerca de Brañosera, (Palencia). El agua procedente de manantiales y el deshielo se acumula en el fondo de la cuenca, formando pequeñas lagunas y regatos que desaguan en una sima. Tras un recorrido subterráneo de 3000 metros, el caudal reaparece en la Fuente del Cobre (cueva del Cobre). Posteriormente continúa en dirección SO, para girar al SE por Tierra de Campos.

Casi todo su recorrido lo hace en dirección Norte-Sur girando hacia el Oeste en su tramo final. Numerosos tramos del río sirven de frontera entre las provincias de Palencia y Burgos, casi desde Aguilar de Campoo hasta casi su unión con el Arlanza. Tras atravesar Torquemada, Venta de Baños y Dueñas se adentra en la provincia de Valladolid. Baña las riberas de Valladolid y Simancas y poco después de Pesqueruela desemboca en el río Duero por su margen derecha en Geria (Valladolid).

En su desembocadura el caudal del Pisuerga es mayor que el del Duero. La longitud total del río es de 283 km. El caudal máximo registrado en la ciudad de Valladolid fue de 2340 m<sup>3</sup>/s.<sup>3</sup>

Sus afluentes son: río Resoba, Rivera, Camesa, Ritobas, Monegro, Sauguillo, Burejo, Fresno, Valdavia, Carrión, Arlanza, Esgueva y Odra.

En su recorrido atraviesa numerosas localidades, como Santa María de Redondo, Cervera de Pisuerga, Aguilar de Campoo, Becerril del Carpio, Alar del Rey, Herrera de Pisuerga, Ventosa de Pisuerga, Olmos de Pisuerga, Naveros de Pisuerga, Osorno la Mayor, Lantadilla, Melgar de Yuso, Villodre, Astudillo, Villalaco, Cordovilla la Real, Torquemada, Magaz de Pisuerga, Venta de Baños, Tariego de Cerrato y Dueñas en la provincia de Palencia; Zarzosa de Río Pisuerga, Castrillo de Riopisuerga, San Llorente de la Vega y Melgar de Fernamental en la de Burgos; Valoria la Buena, Cabezón de Pisuerga, Santovenia de Pisuerga, Valladolid, Arroyo de la Encomienda, Simancas y Geria en la de Valladolid.



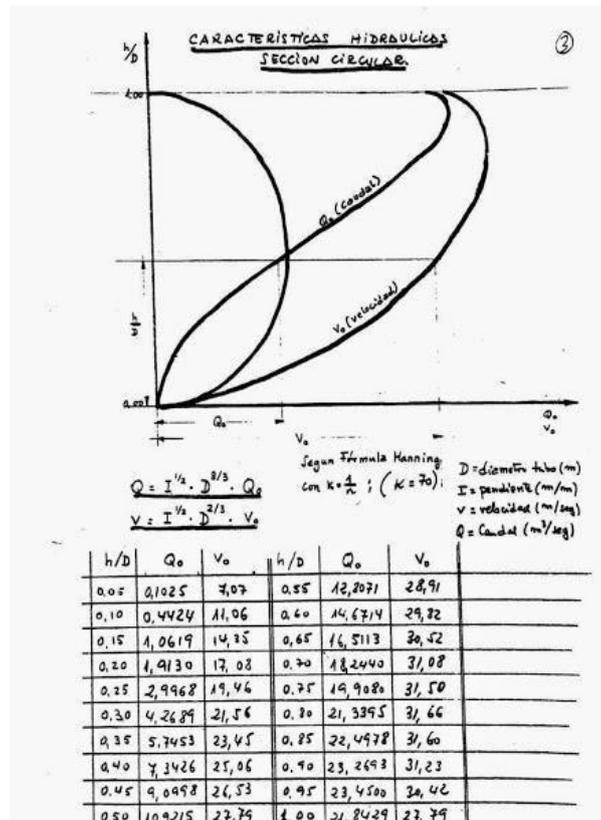
**7. CÁLCULO DEL COLECTOR**

Aplicando la ecuación de Manning se consigue el diámetro de la tubería, y la velocidad del agua a su paso.

$$Q_{II}(\text{m}^3/\text{s}) = I^{1/2} (\text{mm}) * D^{8/3} (\text{m}) * Q_o (\text{m}^3/\text{s})$$

$$0.00416 = 0.01^{1/2} * D^{8/3} * 23.45; D = 0.093 \text{ m}; D = 9.3 \text{ cm.}$$

Como la tubería va a ser demasiado pequeña debido al caudal  $15\text{m}^3/\text{h}$  se tomará una de 25cm de diámetro para todo el colector.







# ANEJO N°6 – POBLACIÓN





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. DEMOGRAFÍA DE BECERRIL DEL CARPIO .....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

El diseño de saneamiento se suele efectuar para un período de retorno de normalmente 25 años. Durante este intervalo de tiempo las instalaciones deben funcionar de manera correcta para garantizar el saneamiento de la zona de proyecto.

La población juega un papel muy importante ya aparece en la determinación de los caudales de diseño. Sin embargo, no sirve únicamente el cálculo de la población actual del núcleo, se tiene que estimar el crecimiento de esa misma población durante esos 25 años. En este estudio el año horizonte es de 2040.

Con el fin de determinar los caudales del año horizonte se ha realizado un estudio de la población a que se destina esta depuradora. De esta manera, se han seguidos los siguientes pasos:

- Recopilación de datos poblacionales debido al conocimiento de los habitantes.
- A partir de ellos y siguiendo las “Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Poblaciones” se ha obtenido la tasa de crecimiento anual del municipio. La estimación de la población futura se ha llevado a cabo mediante el empleo de la siguiente fórmula que se recomienda en las citadas normas:

$$P_t = P_o(1 + r)^t$$

Dónde:

r= Tasa de crecimiento acumulativo anual expresado en tanto por uno

P<sub>t</sub>= Población en el año t

P<sub>o</sub>= Población en el año base o en el año actual

- Análisis de las Normas Urbanísticas que afectan a los municipios por si hubiese que realizar alguna modificación de la previsión realizada.



## 2. DEMOGRAFÍA DE BECERRIL DEL CARPIO

La variación de la población se debe principalmente a dos factores:

- Crecimiento natural: diferencia entre nacimientos y defunciones.
- Movimientos migratorios.

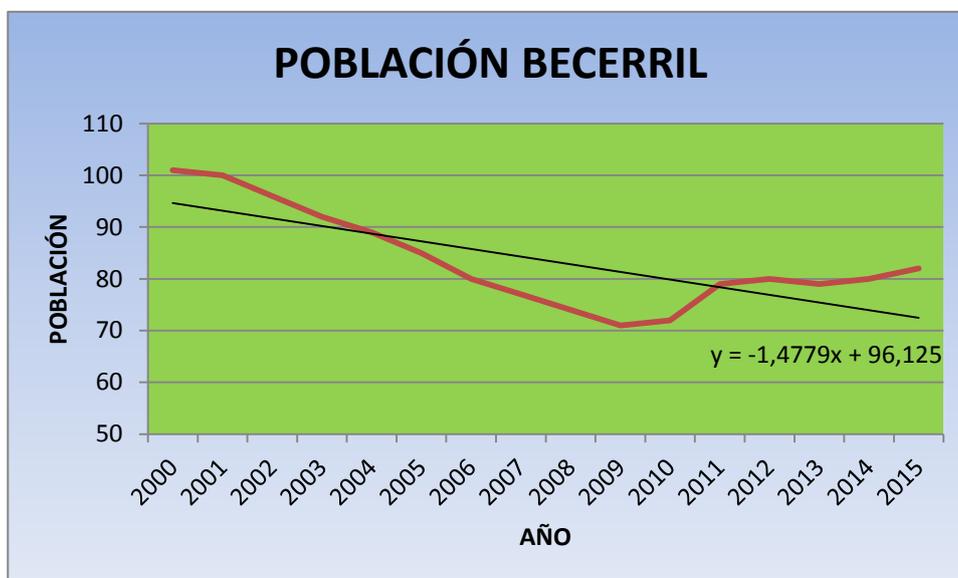
Los datos del censo de población de la localidad se muestran a continuación en la siguiente tabla:

año	poblacion
2000	101
2001	100
2002	96
2003	92
2004	89
2005	85
2006	80
2007	77
2008	74
2009	71
2010	72
2011	79
2012	80
2013	79
2014	80
2015	82

A partir de estos datos podemos estimar la tasa de crecimiento anual de la localidad con objeto de determinar los caudales de diseño para el dimensionamiento de los distintos procesos de la depuradora.

Se puede observar que el crecimiento ha sido negativo desde 2000, observando una disminución paulatina de la población, incrementándose levemente en los últimos años.

En el siguiente gráfico se muestra la evolución de la población de la localidad de Becerril donde se aprecia este último hecho:



En la evolución de la tasa de crecimiento global de Becerril se puede observar como en los últimos años se ha estabilizado en un valor entorno al  $-0.0138$ , aunque en los últimos años se observa un ligero aumento. Como en nuestro caso la población censal no es determinante debido a que la mayor población se localiza en los meses de verano donde esta aumenta considerablemente.

Por esta razón nos centraremos en la población estimada en los meses de estiaje, calculada por el conocimiento del mismo. El pueblo se divide en tres barrios, los cuales estudiaremos por separado, además de la estación de servicio independientemente.

Los resultados son los siguientes:

	POBLACIÓN	Qm(m3/día)	Qm(m3/h)	Cph	Qph(m3/h)
BARRIO SANTA MARIA	10-90	13,5	0,56	7,47	4,20
BARRIO SAN PEDRO	25-140	21	0,88	6,94	6,07
LA PUEBLA DE SAN VICENTE	25-120	18	0,75	7,12	5,34
ESTACIÓN DE SERVICIO	64*	9,6	0,40	7,91	3,16
<b>TOTAL</b>	<b>414</b>	<b>62,10</b>			

En la columna de población se expresa la población residente en invierno-verano, excepto para la estación de servicio.



\*La población de la estación de servicio está estimada en función de los m<sup>2</sup> de comedor y cafetería (70 y 170 m<sup>2</sup> respectivamente) según estas tablas:

**DOTACIÓN DE AGUA PARA ALGUNAS INSTALACIONES****HOTELES, PENSIONES, HOSPEDAJES**

<u>Tipo de establecimiento</u>	<u>Dotación diaria</u>
Hotel	500 litros/alcoba
Pensión	350 litros/alcoba
Hospedaje	25 litros por cada m <sup>2</sup> destinado a alcobas

**RESTAURANTES**

<u>Área en m<sup>2</sup></u>	<u>Dotación diaria</u>
Hasta 40 m <sup>2</sup>	2.000 litros
De 41 a 100 m <sup>2</sup>	40 litros/m <sup>2</sup>
Más de 100 m <sup>2</sup>	50 litros/m <sup>2</sup>

**BARES, FUENTES DE SODA, CAFETERÍAS**

<u>Área del local</u>	<u>Dotación diaria</u>
Hasta 30 m <sup>2</sup>	1.500 litros
de 31 a 60 m <sup>2</sup>	60 litros/ m <sup>2</sup>
de 61 a 100 m <sup>2</sup>	50 litros/ m <sup>2</sup>
más de 100 m <sup>2</sup>	40 litros/ m <sup>2</sup>





# ANEJO N°7– EMPLAZAMIENTO



**ÍNDICE**

1. OBJETO DEL ANEJO .....	2
2. COLECTOR .....	2
3. EMISARIO EDAR-RÍO .....	2
4. EDAR .....	3



## 1. OBJETO DEL ANEJO

El objeto del presente anejo es definir con exactitud el emplazamiento donde se va a ubicar la EDAR.

Para la correcta ubicación de las posibles instalaciones depuradoras de la localidad de Becerril del Carpio tendrá que tenerse en cuenta una serie de normativas.

La Directiva Marco del Agua (DMA), aprobada en diciembre de 2000 y transpuesta al ordenamiento jurídico español en diciembre de 2003, ha supuesto un antes y un después en la forma de entender la gestión de los ríos, acuíferos, costas y estuarios en España. La DMA establece el objetivo de lograr una mejora sustancial en los ecosistemas acuáticos de todos los países de la Unión Europea antes de 2015. Igualmente, establece la obligación de que las autoridades competentes lleven a cabo procesos de participación pública previos a la toma de decisiones encaminadas al cumplimiento de tal objetivo. La participación hidrológica es el proceso por el cual toda la sociedad interviene en la definición de las actuaciones relacionadas con el ciclo del agua y sus ecosistemas: abastecimiento, saneamiento, recuperación de espacios naturales, reducción de riesgos de inundación, ordenación del territorio fluvial y costero, etc. Y todo lo que se recoge en esta directiva ha sido tenido en cuenta para la ubicación de las EDAR en Becerril del Carpio.

## 2. COLECTOR

Habrà un colector que saldrà de cada barrio. Los colectores de los barrios de Santa María y San Pedro se unirán para llegar en uno solo hasta La puebla de San Vicente. La puebla de San Vicente contara con su propio colector.

Para mejor visualización ver planos.

## 3. EMISARIO EDAR-RÍO

El emisario parte de la EDAR que se situará en la margen izquierda del arroyo de Costana. Desde ésta atraviesa la autovía para desaguar en la orilla derecha del cauce.

Es posible hacer que este emisario funcione por gravedad porque el punto de vertido al río se encuentra a una cota inferior a la que se encuentra el punto de salida de la EDAR.



#### 4. EDAR

La EDAR se situará en el punto más bajo cercano al arroyo de Costana cuando este ya ha atravesado La puebla de San Vicente y a cota 870 metros respecto del NMM.

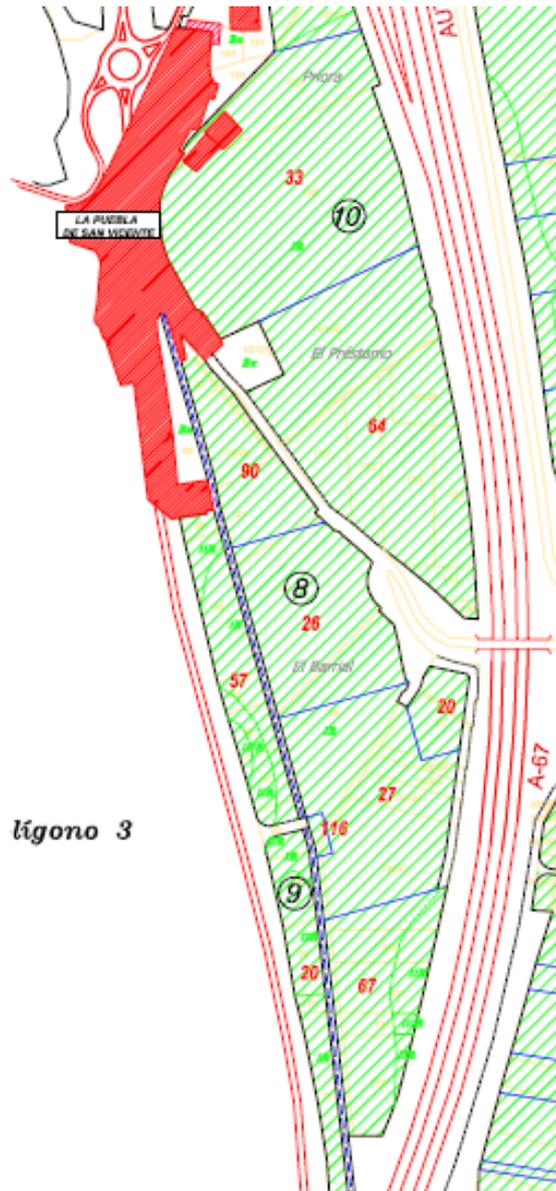
Todo ello se muestra con detenimiento en el documento de planos.

Sin embargo a modo de esquema se muestra a continuación dos imágenes que ayudan a entender donde van a ser ubicada la instalación depuradora.



La superficie roja señala la localización.

En la siguiente imagen la EDAR se situara en las parcelas 26, 27 y si hiciese falta en la 67.



*Figura 3*



# ANEJO Nº8 – PLANEAMIENTO URBANÍSTICO



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO EN BECERRIL DEL CARPIO.....	2
1.2 CONCLUSIONES .....	2



## 1. INTRODUCCIÓN

La depuradora a realizar en este proyecto se encuentra en la localidad de Becerril del Carpio, perteneciente al municipio de Alar del Rey.

La depuradora se ha situado en una zona que no sea de tipo urbano o urbanizable, ni valor ecológico o cultura de importancia para no influir en el desarrollo urbanístico de la zona. El planteamiento urbanístico regula el régimen jurídico para cada uno de los ámbitos, zonas y categorías contempladas del suelo en cuestión, estableciendo la programación para su ejecución y desarrollo, fijando el contenido del derecho de propiedad, dotando a cada terreno de una calificación y clasificación urbanística.

Para la construcción de la nueva depuradora se ha tenido en cuenta este aspecto y por eso se sitúa en este lugar.

### 1.1 PLANTEAMIENTO URBANÍSTICO EN BECERRIL DEL CARPIO

En el municipio de Becerril del Carpio resulta de aplicación las normas subsidiarias provinciales y el criterio de la Diputación Provincial de Palencia.

El casco urbano de Becerril del Carpio está separado en tres barrios; San Pedro, Santa María y Puebla de San Vicente. En total abarca una superficie de 10,53 ha, su estructura se basa en casas generalmente pegadas pared con pared, formando manzanas que dan lugar a calles de trazado básicamente irregular.

### 1.2 CONCLUSIONES

Una vez tenido en cuenta todos los planes anteriormente citados se considera total la compatibilidad entre el proyecto y dichos planteamientos.



# ANEJO Nº 9– DOTACIONES Y CAUDALES



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN.....	2
3. ESTIMACIÓN DE CAUDALES .....	3
3.1 CARGAS CONTAMINANTES.....	3
3.1.2 CONCENTRACIÓN MEDIA.....	4
3.1.2 CONCENTRACIÓN PUNTA .....	4
3.1.3 CONCENTRACIÓN EFLUENTE .....	5



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto estudiar las cargas contaminantes existentes en el afluente que llegar a la EDAR de Becerril del Carpio. Se ha tenido en cuenta la elaboración de una red unitaria de saneamiento en el citado núcleo que recoge tanto las aguas negras como las aguas de lluvia.

Por las redes unitarias circulará las aguas residuales domésticas que recogerán tanto las cargas contaminantes como las cargas totales de las aguas que pueden llegar a la estación depuradora de aguas residuales.

Para el estudio y los cálculos de este anejo se utilizarán algunos datos calculados en el Anejo Nº6 de Población.

## 2. ESTIMACIÓN DE LA DOTACIÓN

Para el cálculo de las necesidades de agua se utiliza el concepto de dotación. Se define dotación como el cociente del consumo anual de una población entre los 365 días del año y el número de habitantes, obteniendo un valor medio de litros consumidos por habitante y día (l/hab\*día).

Este valor contiene consumos domésticos, comerciales, industriales, municipales, de edificios públicos y pérdidas en la red.

Para este municipio se ha tenido en cuenta:

$$\text{Dotación (actual)}=150 \text{ l/hab.día}$$

Para un t= 25 años se tendrá en cuenta el mismo valor de dotación ya que la tendencia de crecimiento de este municipio es la disminución pero para asegurar la posibilidad del aumento de población se tomará:

$$\text{Dotación (futura)}=150 \text{ l/hab.día}$$



### 3. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

$$Dot = 414hab \times \frac{0'15m^3}{hab.dia} = 62'1 \frac{m^3}{dia} \approx 2'6 m^3/h$$

La tasa de crecimiento que se considerará será del 0% ya que se estaría hablando de una tasa de crecimiento negativo y el cálculo no sería válido. El vertido de cálculo es del 100% de la dotación de agua, por tanto siendo la situación más desfavorable para el estudio.

$$Q_m = Dot$$

El coeficiente punta horario para esta población será:

$$C_{ph} = \frac{5}{\frac{hab^{\frac{1}{6}}}{1000}} = \frac{5}{0'414^{\frac{1}{6}}} = 5'79$$

El caudal punta horario será el siguiente:

$$Q_{ph} = 62'1 \frac{m^3}{dia} \times 5'79 \times \frac{1dia}{24h} = 14'98m^3/h \approx 15m^3/h$$

#### 3.1 CARGAS CONTAMINANTES

Para una fácil comprensión de las cargas a tener en cuenta se muestra a continuación la siguiente tabla, diseñada con unos valores que representan los de un núcleo de población con una red de saneamiento unitario y poca actividad industrial.

PARAMETRO	2014		2039	
	VALOR	UNIDADES	VALOR	UNIDADES
DBO5	45	g/hab/dia	45	g/hab/dia
DQO	75	g/hab/dia	75	g/hab/dia
SS	55	g/hab/dia	55	g/hab/dia
NKT	6	g/hab/dia	6	g/hab/dia
PT	2	g/hab/dia	2	g/hab/dia
C.F.	10 <sup>7</sup>	g/hab/dia	10 <sup>7</sup>	g/hab/dia
C.A.G.	15	g/hab/dia	15	g/hab/dia



### 3.1.2 CONCENTRACIÓN MEDIA

PARAMETRO	2014		2039	
	VALOR	UNIDADES	VALOR	UNIDADES
DBO5	300	mg/l	300	mg/l
DQO	500	mg/l	500	mg/l
SS	366.67	mg/l	366.67	mg/l
NKT	40	mg/l	40	mg/l
PT	13.33	mg/l	13.33	mg/l

### 3.1.2 CONCENTRACIÓN PUNTA

PARAMETRO	2014		2039	
	VALOR	UNIDADES	VALOR	UNIDADES
DBO5	450	mg/l	450	mg/l
DQO	750	mg/l	750	mg/l
SS	550	mg/l	550	mg/l
NKT	60	mg/l	60	mg/l
PT	20	mg/l	20	mg/l

Para hallar las concentraciones punta hemos multiplicado los valores de las concentraciones por un coeficiente punta reflejando así los valores máximos de los contaminantes dentro de la continua variación que sufre a lo largo del día.

Se ha optado por un **coeficiente punta de 1.5**.

**3.1.3 CONCENTRACIÓN EFLUENTE**

PARAMETRO	2014		2039	
	VALOR	UNIDADES	VALOR	UNIDADES
DBO5	20	mg/l	20	mg/l
DQO	50	mg/l	50	mg/l
SS	30	mg/l	30	mg/l
NKT	20	mg/l	20	mg/l
PT	5	mg/l	5	mg/l





# ANEJO Nº 10 – ESTUDIO DEL MEDIO RECEPTOR



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL PISUERGA .....	3
2.1 OBJETIVOS DE CALIDAD EN EL RÍO .....	3
2.2 OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA DEPURADORA.....	3



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es establecer los objetivos de calidad mínima que debe cumplir el vertido de la Estación Depuradora de forma que pueda ser admitido por el cauce del río.

En general la calidad del medio acuático deberá propiciar el desarrollo y propagación de la flora y fauna acorde con los ecosistemas típicos de la misma latitud y mismas características físicas, exigiéndose en los sistemas fluviales un nivel adecuado para las especies de salmónidos.

Para ello, como objetivos de calidad prioritarios aplicables a la globalidad de dicho medio se incluyen los derivados de las normativas referentes al vertido de sustancias peligrosas y (Ley 46/1999) conducentes a la eliminación de dicho tipo de contaminación, mediante el control estricto de las emisiones de los diferentes compuestos y grupos de compuestos (Ley 46/1999).

1. A efectos de la presente Ley, se consideraran vertidos los que se realicen directa o indirectamente en las aguas continentales así como el resto del dominio público hidráulico, cualquiera que sea el procedimiento o técnica utilizada. Con carácter general, queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales o cualquier otro elemento del dominio público hidráulico, salvo que se cuete con la previa autorización administrativa.
2. La autorización de vertido tendrá como objetivo la consecución del buen estado ecológico de las aguas, de acuerdo con las normas de calidad, los objetivos ambientales y las características de emisión e inmisión establecidas reglamentariamente en la aplicación de la presente Ley. Esas normas y objetivos podrán ser concretados para cada cuenca por el respectivo plan hidrológico.

Por buen estado ecológico de las aguas se entiende aquel que se determina a partir de indicadores de calidad biológica, físico-químicos e hidromorfológicos inherentes a las condiciones naturales de cualquier ecosistema hídrico, en la forma y con los criterios de evaluación que reglamentariamente se determinen.

3. Cuando se otorgue una autorización o se modifiquen sus condiciones podrán establecerse plazos y programas de reducción de la contaminación para la progresiva adecuación de las características de los vertidos a los límites en que se fijen.
4. La autorización del vertido no exime de cualquier otra que sea necesaria conforme a otras leyes para la actividad o instalación que se trate.



## 2. CALIDAD DE LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL PISUERGA

La calidad de las aguas de los ríos determinan los vertidos que se producen tras los distintos usos del agua y la capacidad de dilución del curso fluvial.

### 2.1 OBJETIVOS DE CALIDAD EN EL RÍO

Los requisitos que deben cumplir, tanto los vertidos como las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, para que sean conformes a lo dispuesto en la Directiva 91/271/CEE aparecen descritos en las letras B y D de su Anexo I, y en los cuadros 1, 2 y 3 de este último.

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (b)
DBO <sub>5</sub> (c) (a 20° C sin nitrificación)	25 mg/L O <sub>2</sub>	70-90 %
DQO	125 mg/L O <sub>2</sub>	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

(a) O proceso equivalente. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

(b) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(c) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre la DBO<sub>5</sub> y el parámetro sustituto.

(d) Este requisito es optativo. Los análisis de vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos en suspensión en las muestras de agua sin filtrar no deberá superar los 150 mg/L.

### 2.2 OBJETIVOS DE CALIDAD DE LA DEPURADORA

De la obtención de datos obtenidos por la Confederación Hidrográfica del Norte se deduce que la zona que nos ocupa se trata de una “zona sensible”, debido a la existencia de tomas de abastecimiento.

La Directiva 91/271/CEE, modificada por la Directiva 98/15/CE, define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva ha sido transpuesta a la normativa española por el R.D. Ley 11/1995, el R.D. 509/1996, que lo desarrolla, y el R.D. 2116/1998 que modifica el anterior.

En este caso la Directiva del 21 de Mayo de 1991 sobre la recogida, el vertido y el tratamiento de aguas residuales tanto urbanas como industriales de la CEE, plantea unos valores máximos admitidos por el efluente de salida de la depuradora al igual que unas reducciones que a modo de una primera aproximación se representa en la siguiente tabla:



PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	REDUCCIÓN (%)
DBO5(mg/l de O2)	25	70-90
DQO (mg/l de O2)	125	75
SS (mg/l)	35	90
Fósforo total (mg/l de P)	2	80
Nitrógeno total (mg/l de N)	15	70-80



# ANEJO Nº11– ESTUDIO DE ALTERNATIVAS



**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE LOS PROCESOS DE DEPURACION EN AGUAS RESIDUALES .....	4
2.1 PRETRATAMIENTO .....	4
2.2 TRATAMIENTOS PRIMARIOS. TRATAMIENTOS FÍSICOS-QUIMICOS .....	6
2.3 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS O BIOLÓGICOS DE FANGOS ACTIVOS .....	8
2.4 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE LECHOS BACTERIANOS .....	14
2.5 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE FILTROS DE TURBA .....	18
2.6 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE BIODISCOS .....	19
2.7 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE FILTRO VERDE .....	22
2.8 SOLUCIONES RECOMENDADAS EN PEQUEÑOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN .....	23
3. ALTERNATIVAS .....	24



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es describir las posibles alternativas capaces de depurar las aguas residuales que llegan a la EDAR de Becerril del Carpio y que se alcancen los valores de vertidos exigidos en la normativa.

Una vez descritas y definidas las alternativas se seleccionará la solución más favorable desde varios puntos de vista.

En este tipo de anejo además se hace el estudio de alternativas teniendo en cuenta el proceso de depuración a elegir. La elección de las alternativas a desarrollar sigue un procedimiento de eliminación para ajustarse a los procesos de tratamiento más acorde a la problemática de los vertidos en el municipio estudiado así como las condiciones medioambientales del entorno.

En definitiva se trata de elegir los procesos de tratamiento capaces de garantizar los rendimientos de depuración en las condiciones más extremas (fluctuaciones en caudales y en la contaminación del agua a tratar, así como la variación de las condiciones climáticas, de población, etc.) para realizar un estudio comparativo más detallado de las alternativas seleccionadas y facilitar la elección de la alternativa más acorde para el proyecto.

Para la elección de la alternativa correcta se han de estudiar diferentes opciones. Destacan dos grandes grupos:

- Físico-Químicas: la depuración se produce mediante un tratamiento en el cual se añaden reactivos químicos para favorecer la decantación de los sólidos en suspensión presentes en el agua residual. Es empleado en plantas con alta carga de contaminación química.
- Biológicas: la depuración tiene lugar mediante procesos biológicos. Estos procesos se realizan con la intervención de microorganismos que actúan sobre la materia orgánica e inorgánica en suspensión, disuelta y coloidal presente en el agua residual, transformándola en sólidos sedimentables más fáciles de separar. Es empleada en plantas donde la carga contaminante es mayormente orgánica. En este tipo de procesos biológicos cabe destacar que la depuración puede ser aerobia (con aire) o anaerobia (sin aire).

Para la depuración óptima o en algún caso particular se pueden combinar estos dos tipos de depuración.

Hay que tener en cuenta además que en el diseño de una depuradora existen diferentes niveles de tratamiento dependiendo del grado de depuración que se



quiera obtener, por tanto se establece a continuación una breve clasificación para su correcta comprensión, que será detallada en los siguientes puntos.

*Pretratamiento*: proceso en el que usando rejillas y cribas se separan restos voluminosos como palos, telas, plásticos, etc.

*Tratamiento primario*: hace sedimentar los materiales suspendidos usando tratamientos físicos o físico-químicos. En algunos casos dejando las aguas residuales en grandes tanques, o en el caso de los tratamientos primarios mejorados añadiendo al agua contenida en estos grandes tanques, sustancias químicas que hacen más rápida y eficaz la sedimentación. También se incluye en este nivel de tratamiento aquellos tratamientos como la neutralización del PH y la eliminación de contaminantes volátiles como el amoníaco (desorción). Las operaciones que incluye son el desaceitado y desengrase, la sedimentación primaria, la filtración, neutralización y la desorción (stripping).

*Tratamiento secundario*: elimina las partículas coloidales y similares. Puede incluir procesos biológicos y químicos. El proceso secundario más habitual es un proceso biológico en el que se facilita que las bacterias aerobias digieran la materia orgánica que llevan las aguas. Este proceso se suele hacer llevando el efluente que sale del tratamiento primario a tanques en los que se mezcla con agua cargada de lodos activos (microorganismos). Estos tanques tienen sistema de burbujeo o agitación que garantizan condiciones aerobias para el crecimiento de los microorganismos. Posteriormente se conduce este líquido a tanques cilíndricos en forma de tronco de cono, en los que se realiza la decantación de lodos. Separados los lodos, el agua que sale contiene muchas menos impurezas.

*Tratamientos más avanzados*: consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fosforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus y compuestos orgánicos, etc. Es un tipo de tratamiento más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales: para purificar desechos de algunas industrias, especialmente en los países más desarrollados, o en las zonas con escasez de agua que necesitan purificarla para volverla a usar como potable, en las zonas declaradas sensibles (con peligro de eutrofización) en las que los vertidos deben ser bajos en nitrógeno y fosforo.



## 2. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE LOS PROCESOS DE DEPURACION EN AGUAS RESIDUALES

### 2.1 PRETRATAMIENTO

Las aguas brutas antes de su tratamiento se someten a un PRETRATAMIENTO, que comprende una serie de operaciones físicas y químicas que tiene por objeto separar del agua residual la mayor cantidad posible de materias que creen problemas a los tratamientos posteriores, mejore así su efectividad y se eviten problemas medioambientales.

Las operaciones de pretratamiento que incluye una EDAR dependen de la calidad del agua a tratar, de las variaciones de caudal y de su carga, del tipo de tratamiento primario y secundario adoptado y del sistema de tratamiento de fangos empleados y son:

#### 1. SEPARACIÓN DE GRANDES SÓLIDOS Y DESBASTE.

Es necesario cuando se prevé en el agua residual bruta la existencia de grandes sólidos o excesiva cantidad de arenas que provocarían problemas en la operación de desarenado. Debe situarse a la cabeza de la instalación. Consiste en un pozo situado a la entrada del colector a la depuradora, con el fondo tronco piramidal invertido y paredes muy inclinadas con el fin de concentrar los sólidos y las arenas decantadas, se extraerán de forma eficaz con una cuchara bivalva con acondicionamiento electro hidráulico soportado por una estructura pórtico.

Los residuos procedentes de este sistema se almacenan en contenedores para su posterior transporte a vertederos o incineración.

Consiste en la separación del agua de sólidos mediante rejillas o tamices.

- Rejillas: la separación se realiza mediante barrotes. En función de la separación entre barrotes las rejillas pueden clasificarse en:

1. Rejillas de finos con paso libre entre barrotes de 10 a 25 mm.
2. Rejillas de gruesos con paso libre entre barrotes de 25 a 100 mm.

Además estos barrotes tendrán determinados espesores en función del tipo de rejilla:

1. Rejillas de gruesos entre 12 y 25 mm.
2. Rejillas de finos entre 6 y 12 mm.



Según el método de limpieza para las rejillas de finos o gruesos se clasifican en:

1. Rejillas de limpieza manual: se utilizan en pequeñas instalaciones o como protección de elevaciones (bombas tornillos) cuando se realizan previas al desbaste.
  2. Rejillas de limpieza mecánica: eliminan problemas de atascos y reducen el tiempo de mantenimiento. El más empleado es un peine móvil que barre la rejilla periódicamente extrayendo los sólidos retenidos para su evacuación. El funcionamiento del dispositivo de limpieza de rejillas puede automatizarse mediante la temporización, pérdida de carga o ambos sistemas combinados.
- Tamices: consiste en una filtración sobre soporte delgado que se utiliza en numerosos campos de tratamiento de agua. Se utilizan cuando hay gran cantidad de sólidos en suspensión y vertidos de industrias agroalimentarias.

Es de uso generalizado y sustituye a rejillas finas. Incluso al desarenado y tratamiento primario obteniendo rendimientos de retención de DBO5 del 10-15%, SS del 15-25% y retención de arenas del 10-80%.

Los tamices más utilizados en el pretratamiento son:

1. Tamices estáticos autolimpiantes.
2. Tamices rotativos autolimpiantes.
3. Tamices deslizantes.
4. Tamices de escalera móvil.

Los residuos extraídos del desbaste se descargan sobre un sistema de cintas transportadoras o de tornillo, para su evacuación en una tolva o contenedor. La cinta debe tener un sistema de arranque y parada sincronizado con el de la rejilla. Estos residuos se depositan en vertederos o se incineran a temperatura superior a 800°C para evitar que se produzcan malos olores.

## **2. DESARENADO.**

Elimina las materias pesadas de granulometría superior a 200 micras con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones. Para proteger las bombas y otros, evitar la abrasión y sobrecargas. Elimina arenas, pero también elementos de origen orgánicos.



Es conveniente situar el bombeo previamente al desarenado para un mejor mantenimiento de las bombas, por razones económicas y de mayor facilidad de operación.

1. Canales de desarenadores de flujo variable para pequeñas instalaciones o de flujo constante.
2. Desarenadores circulares, con alimentación tangencial.
3. Desarenadores rectangulares aireados, estos tienen ventajas frente a los otros. El agua se airea con lo que aminora los olores, rendimientos constantes, pérdidas de carga muy pequeñas, arenas extraídas con bajo contenido de materia orgánica y posibilidad de utilizarlo como desengrasador cuando el contenido de grasas no es excesivo.

### **3. DESENGRASADO.**

Su objetivo es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materias flotantes, más ligeras que el agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores. Se realiza mediante insuflación de aire para desmenuar las grasas y conseguir una mejor flotación de estas.

## **2.2 TRATAMIENTOS PRIMARIOS. TRATAMIENTOS FÍSICOS-QUÍMICOS**

El principal objetivo del tratamiento primario es la reducción de los sólidos en suspensión del agua residual, que es la cantidad de materia retenida en un filtro al hacer pasar a través el agua residual en mg/l. La consecuencia del tratamiento primario de las aguas residuales suele ser la reducción de DBO5 y contaminación bacteriológica.

Los tipos de procesos de separación de sólido-líquido son:

### **1. SEDIMENTACIÓN O DECANTACIÓN PRIMARIA.**

Es la reducción de los sólidos en suspensión de las aguas residuales bajo la exclusiva acción de la gravedad, solo pretende la eliminación de los sólidos sedimentables y las materias flotables.

La tipología de decantadores en cuanto a su forma en planta, existen dos tipos:

- Decantador circular: consiste en la entrada del agua en el centro del decantador y su recogida en toda la periferia, también se ha desarrollado el de alimentación periférica con salida del agua bien central o bien periférica.



- Decantador rectangular: la alimentación se hace por uno de los lados más estrechos. Saliendo el agua por el opuesto después de circular a todo lo largo del decantador.
- Decantador cuadrado.

## **2. FLOTACIÓN.**

Se utiliza y se ha utilizado para la eliminación de materias flotables, materias sólidas y líquidas de densidad inferior a la del agua. La mejora de este tratamiento ha conducido al proceso de flotación por aire disuelto, que es capaz de eliminar por flotación sólidos de densidad superior a la del agua.

Consiste en la creación de micro burbujas de aire en el seno del agua residual formando agregados capaces de flotar, por tanto reduce las materias flotables y reduce los sólidos en suspensión.

## **3. PROCESO MIXTO (DECANTACIÓN-FLOTACIÓN).**

El rendimiento del proceso de floculación por aire disuelto para reducir la concentración de sólidos en suspensión, depende de la formación de un buen enlace entre partículas a ser eliminadas y las burbujas de aire. Dado que la velocidad descendencial de la flotación es bastante superior a la velocidad ascensional de la decantación, habrá partículas no flotadas que sedimentarían en un decantador primario y que son arrastrados por el efluente en el proceso de flotación.

Para evitar este problema aparece el decantador-flotador. Consiste en un decantador primario convencional en cuyo interior se ubica un flotador. El proceso se completa con el sistema de presurización- sobresaturación típico del proceso FAD.

Procesos complementarios de mejora:

## **1.COAGULACIÓN.**

Este tratamiento consigue mayores rendimientos que los obtenidos con los procesos de precipitados ya que implica la eliminación de los coloides estables que forman parte de los sólidos en suspensión.

Se puede realizar por vía química, que constituye la base del tratamiento físico-químico o bien por vía biológica que es uno de los principios en que se basa el tratamiento biológico o secundario de las aguas residuales.



Como consecuencia del proceso se puede dar reducciones importantes de fósforo y ciertos materiales pesados, también la mayor reducción de sólidos conlleva una mayor eliminación de DBO5.

El tratamiento físico-químico se compone de desestabilización de las partículas coloidales, agregación de las partículas desestabilizadas y separación de los agregados formados del seno del agua.

## **2.FLOCULACIÓN.**

Sirve para aumentar el rendimiento de eliminación de reducción de sólidos en suspensión mediante la reducción de sólidos coloidales. Existen coloides desestabilizados que debido a su pequeño tamaño no son eliminados en la decantación primaria y para conseguir por floculación, al agregar varias partículas en una sola.

Con la floculación se puede conseguir aumentar la velocidad ascensional de diseño y disminuir el tiempo de retención en la decantación. La floculación aumenta el 10-20% el rendimiento de reducción de sólidos en suspensión.

La floculación mediante agitación suave del agua residual, consigue la agregación de partículas al aumentar la probabilidad de contacto.

### **2.3 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS O BIOLÓGICOS DE FANGOS ACTIVOS**

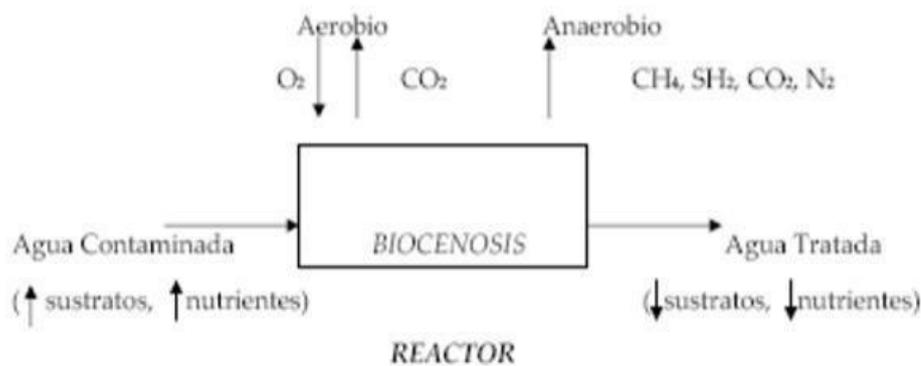
El sistema de fangos activados es un sistema de depuración muy experimentado que comenzó a desarrollarse en Inglaterra en 1914. Su nombre proviene del uso, como elemento básico del proceso, de una masa activada de microorganismos en continuo crecimiento, capaz de eliminar una parte importante de la contaminación del agua residual.

#### **FUNDAMENTOS Y TIPOLOGÍA BÁSICA:**

Si efectuamos un vertido de agua residual que contiene materia orgánica a un cauce público se produce un fenómeno de auto depuración natural del vertido. La materia orgánica, expresada como DBO5, es consumida por la BIOCENOSIS (comunidad de organismos vivos= presente en la corriente aportada por el vertido. En este proceso de degradación se consume oxígeno disuelto de la masa de agua. Los procesos biológicos de depuración imitan al proceso natural de auto depuración, intensificándolo y potenciándolo.



La contaminación que contiene el agua residual constituye el sustrato o el alimento de la biocenosis, que se mantendrá controlada en un lugar denominado reactor biológico. En éste se vigilarán las adecuadas condiciones ambientales que permitirán el desarrollo óptimo de la biocenosis. Si esta es de tipo aerobio se suministrara el oxígeno suficiente y si fuera de tipo anaerobio, se evitará la entrada de aquel.



La contaminación del agua se elimina por la biocenosis, la cual genera productos como  $CO_2/CH_4, N_2, SH_2$ . En función del aspecto a considerar, podemos destacar los siguientes procesos biológicos.

- Según el elemento a eliminar:
  1. Eliminación de DBO5 carbonosa: es la conversión biológica de la materia orgánica carbonosa del agua residual en tejido celular y productos gaseosos.
  2. Nitrificación: proceso biológico que convierte el nitrógeno orgánico y amoniacal en nitritos y después en nitratos.
  3. Desnitrificació: proceso biológico que convierte los nitratos en nitrógeno gas.
- Por potencial oxidación-reducción del medio:
  1. Procesos aerobios: que necesitan oxígeno para desarrollarse.
  2. Procesos atóxicos: con ausencia o escasez de oxígeno disuelto.
  3. Procesos anaerobios: en ambiente con ausencia estricta de oxígeno.
- Biomasa en reactor:
  1. Procesos de cultivos en suspensión: los microorganismos responsables de la conversión de la materia orgánica en gases y tejido celular se mantienen en suspensión dentro del líquido.
  2. Proceso de cultivo fijo: los microorganismos están fijados a un medio inerte como piedras, materiales cerámicps, escorias o plásticos.

**DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:**

En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones diferenciadas: “oxidación biológica” y “separación sólido-líquido”.

La primera tiene lugar en el reactor biológico o cuba de aireación donde se provoca el desarrollo de un cultivo biológico formado por un gran número de microorganismos agrupados en floculos (fangos activados). La población bacteriana se mantiene en un determinado nivel (Concentración de SS o SSLM, SS en licor mezcla), para llegar a un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos existentes en el reactor. El reactor se alimenta de agua residual pretrazada.

El proceso necesita para su desarrollo un “sistema de aireación y agitación” que produzca el oxígeno necesario para la actividad de las bacterias.





### **TIPOS DE PROCESOS DE FANGOS ACTIVADOS:**

Los diferentes tipos de fangos activados son los que se exponen a continuación:

#### **PROCESOS CONVENCIONALES:**

Son procesos de media carga diseñados para eliminar exclusivamente la materia orgánica carbonada, en cuba rectangular o cuadrada y en una sola etapa. Es ideal para aguas residuales urbanas con escasa incidencia de vertidos industriales.

En este tipo de procesos existen tres variantes:

1. Flujo pistón: se lleva a cabo en un depósito rectangular de aireación, seguido de un clarificador. Tanto el agua residual como el fango recirculado entran en la cuba por un extremo y son aireados por un periodo de unas 6 horas. Durante este periodo se produce la absorción, floculación, y oxidación de la materia orgánica. Se produce un fango muy decantable siendo menos susceptible a la proliferación de microorganismos filamentosos.
2. Mezcla completa: el agua residual influente y los fangos recirculados se introducen en diversos puntos del tanque de aireación a lo largo de un canal central. La carga orgánica en la cuba y la demanda de oxígeno son uniformes. Resiste bien cargas de choque, pero pueden desarrollarse organismos filamentosos.
3. Alimentación escalonada: el agua residual se introduce en distintos puntos del reactor biológico para conseguir que la a.m sea igual en toda la cuba, disminuyendo la demanda punta de oxígeno. El proceso es similar al de flujo pistón, sin embargo, la demanda de oxígeno se distribuye más uniformemente a lo largo de la cuba, aprovechando mejor el O<sub>2</sub> suministrado, se consigue al introducir el agua residual en varios puntos que el fango activado tenga mayores propiedades de absorción de modo que la materia orgánica soluble es eliminada antes, siendo posible cargas volúmicas superiores.

#### **PROCESOS DE AIREACIÓN PROLONGADA:**

Son procesos de muy baja carga que funcionan en la fase de respiración endógena, precisando una carga másica reducida y una edad de fango elevada. Los periodos de retención son mayores de 20 horas. La aireación prolongada funciona sin decantador primario.



Las ventajas de este proceso son sencillez, funcionamiento y explotación. Se elimina el proceso posterior de estabilización de fangos, ya que estos se estabilizan en el reacto biológico, cuando el suministro de oxígeno es suficiente se produce nitrificación y menor producción de fangos que en procesos convencionales.

El mayor inconveniente es su alto coste de explotación ya que presenta costes elevados de energía necesaria para agitar los reactores.

#### CANALES DE OXIDACIÓN:

La forma más simple consiste en un canal ovalado/circular equipado con dispositivos de aireación e impulsión. Funcionan según el proceso de aireación prolongada, con largos tiempos de retención hidráulica y alta edad del fango. Los aspectos a destacar con su velocidad horizontal ya que varía entre 0.25 y 0.6 m/s para evitar sedimentación y erosión, y que se provoca una circulación constante del licor mezcla, lo que permite que el proceso se aproxime al de la mezcla completa.

En los canales de oxidación diseñados para la eliminación de nitrógeno debido a su configuración, se producen fenómenos de desnitrificación simultánea. Existen zonas aerobias para nitrificar el amonio entrante y zonas atóxicas para desnitrificar.

Para eliminar el fósforo hay que incluir una cuba previa al canal de oxidación.

Las variantes de los canales de oxidación son el sistema de Carrusel y el Sistema Oral. En el primero se emplean uno o varios aireadores de eje vertical (turbinas), cada uno colocado en un extremo del canal. La profundidad del canal es de unos 4-5 metros. El segundo consiste en una serie de canales concéntricos interconectados de tal forma que el licor mezcla fluye de uno al siguiente, generalmente en sentido de fuera hacia dentro.

#### SISTEMAS SECUENCIALES (SBR):

En un sistema secuencial las mismas operaciones unitarias que se llevan a cabo en un proceso convencional de fangos activados ocurren de forma secuencial en un único depósito. La superficie ocupada es mucho menor.

El proceso está automatizado mediante un sistema de control que coordina el funcionamiento de las diferentes fases del ciclo. Esto supone una gran flexibilidad al permitir adaptar el ciclo a las diferentes características del influente.

#### PROCESO CONTACTO-ESTABILIZACIÓN:

Se basa en la idea de que en el proceso de fangos activados la eliminación de la DBO5 tiene lugar en dos etapas. La primera fase de adsorción (20-60 minutos), en la



que se adsorbe en el fango la mayor parte de las materias orgánicas coloidales, suspendidas y disueltas. La segunda fase es la oxidación donde la materia orgánica es asimilada metabolitamente. En estos procesos la depuración se lleva a cabo en cubas diferentes.

El agua residual se mezcla con el fango activado recirculado y es aireada en un tanque de contacto de 20 a 60 minutos. En este tiempo la materia orgánica es adsorbida por el flóculo del fango. A continuación, el fango se separa de 3 a 6 horas en otro tanque. En este periodo la materia orgánica se usa para sintetizar nuevas células.

#### PROCESOS DE DOBLE ETAPA:

Necesarios cuando se imponen límites de emisión más estrictos o porque las aguas residuales contienen vertidos industriales.

Se distinguen los que combinan procesos de biopelícula (consiste en células inmovilizadas en un medio soporte) con procesos de fangos activados y aquellos en los que ambas etapas son de fangos activados.

#### BIORRECTORES CON MEMBRANAS (MBR):

En los últimos años se han empezado a utilizar membranas de micro o ultra filtración en el proceso de fangos activados. Al pasar el licor mezcla por ellas se obtienen efluentes que pueden ser reutilizados.

Los sistemas de depuración “Membrana Birreactor (MBR)” o biorreactores con membranas son los sistemas en los que se integra la degradación biológica aerobia de los efluentes, con la filtración (clarificación) por membranas UF/MF (ultra filtración/micro filtración) que reemplaza a los depósitos de decantación secundaria o a la flotación.

El proceso MBR presenta inconvenientes importantes que limitan su desarrollo y expansión: el ensuciamiento de las membranas (fouling) y su coste de mantenimiento. El coste de las membranas, que es la mayor partida de inversión merece atención con respecto al diseño del módulo y operación de filtración (limpieza, régimen de trabajo, etc.). los equipos de filtración actuales tienen un alto consumo de energía y necesitan de un mantenimiento exhaustivo para la reducción del fouling y restauración del caudal de perneado, lo que todo ello se traduce en unos elevados costes de operación y explotación.



## 2.4 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE LECHOS BACTERIANOS

El proceso de lecho bacteriano es el sistema clásico de los de cultivo fijado a soporte. Se les denomina también filtros percoladores, filtros de goteo o filtros de escurrimiento y filtros coladores.

### TEORÍA DE OPERACIÓN DE UN LECHO BACTERIANO:

El reactor de un proceso de lechos bacterianos es aerobio de cultivo fijado a un medio soporte: un reactor biopelícula. El agua residual decantada o tamizada atraviesa el lecho que forma el medio soporte, sin llegar a inundarlo, dejando aire en los intersticios o huecos del medio. La superficie del soporte rápidamente es recubierta con una sustancia viscosa y pegajosa, la biopelícula, que contiene bacterias y otra biota. La biota elimina materia orgánica por adsorción y asimilación de los componentes solubles y en suspensión. El proceso depende de la oxidación bioquímica de una parte de la materia orgánica remanente es transformada en nueva biomasa. Para el metabolismo aerobio, el oxígeno puede suministrarse mediante aireación natural o forzada. La transferencia de oxígeno es directa o por difusión de la capa líquida adyacente a la biopelícula.

Después del arranque del proceso, debido a la actividad microbiana puede formarse una zona anaerobia en la biopelícula junto al medio soporte. Esto puede llevar al crecimiento de microorganismos facultativos y posiblemente anaerobios, especialmente si la acumulación de biomasa es excesiva. Sin embargo, los organismos aerobios superficiales sustentan el mecanismo básico de eliminación orgánica. Las funciones propias de las anaerobiosis, hidrólisis y producción de gas, son mínimas o ausentes si la operación del lecho es adecuada.

La cantidad de biomasa producida es controlada por la disponibilidad de alimento. La biopelícula crece en función de la carga orgánica y de la concentración del agua residual, hasta alcanzar un espesor efectivo máximo. Este espesor máximo es controlado por factores físicos, tales como la carga hidráulica, el tipo de material soporte, el tipo de materia orgánica, la cantidad de nutrientes esenciales presentes, la temperatura y la naturaleza del crecimiento biológico. Durante la operación del filtro, se desprende biopelícula, de forma intermitente o continua. Los desprendimientos, continuos o periódicos, se miden como SS del efluente del lecho y dan una indicación de si la operación del lecho es adecuada.

En las plantas de lechos bacterianos, a menudo encontraremos moscas y babosas o caracoles. Las moscas pueden evitarse o controlarse diseñando los lechos para permitir su inundación, lo cual es una forma simple para que un operador controle la proliferación de estos insectos indeseables. También, reduciendo la frecuencia en



La dosificación se puede encontrar estos organismos molestos e incluso evitar malos olores.

Una población excesiva de caracoles puede causar problemas en los bombeos y en otros equipos, tanto en línea de agua como en línea de fangos. Para su control, se puede usar un canal de baja velocidad entre el lecho bacteriano y el decantador secundario con un by-pass para permitir la limpieza de los caracoles que se recojan. La decantación primaria se requiere previa de un lecho de piedra para minimizar los problemas de atascamiento. Sin embargo, pueden no ser necesario en plantas con lechos de material plástico corrugado que ofrece un índice de huecos bastante elevado, para los que suele ser suficiente un desbaste fino o un buen tamizado de partículas mayores o iguales a 3 mm. Una sedimentación final adecuada es necesaria para eliminar la biopelícula desprendida de los lechos.

Se suele utilizar la recirculación del efluente del lecho como una herramienta operacional que mejora la eficiencia del tratamiento. Uno de sus objetivos es conseguir una buena humectación del lecho, manteniendo una capacidad máxima de tratamiento. También, puede servir para conseguir un cortante hidráulico que controle el crecimiento excesivo del espesor de biopelícula, reduciendo el problema de atascamiento asociado.

En los primeros lechos bacterianos el medio soporte estaba constituido por piedras, estas con el tiempo se han llegado a sustituir por material plástico con diferentes configuraciones que han permitido constituir lechos bacterianos de gran altura, a los que se denomina torres biológicas o bimotores.

Los huecos del lecho bacteriano pueden llegar a taponarse bien por un excesivo crecimiento de la biopelícula o debido a la acumulación de trozos de biopelícula arrastrados por el agua circulante tras los desprendimientos masivos de la misma. Este fenómeno condiciona el diseño de los lechos bacterianos, bien a través de la configuración geométrica del soporte y del lecho o a través de la limitación de las variables funcionales del sistema.

### **CLASIFICACIÓN SEGÚN EL OBJETIVO DE DEPURACIÓN:**

Según el objetivo de depuración los lechos bacterianos pueden clasificarse en:

1. Los lechos de desbaste para alcanzar de un 50-75% de eliminación de DBO5 soluble, y 3de un 30-45% de oxidación de la DBO5 total (que es la soluble más la debida a los sólidos en suspensión del efluente decantado).



2. Los lechos de tratamiento completo que se producen el efluente clarificado requerido en cuanto a DBO5 y SST.
3. Los lechos de eliminación combinada o conjunta de DBO5 y de DNO (demanda nitrogenada de oxígeno) que consiguen el efluente decantado requerido en cuanto a DBO5 y N-NH4+.
4. Lechos de nitrificación terciaria, que a partir de un efluente secundario consiguen el efluente requerido en cuanto a N-NH4+.

Para el diseño de la nitrificación combinada o terciaria se debe tener en cuenta la concentración afluente de NTK (no solo amonio) y N-NH4+ efluente.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

- El reactor biológico, o lecho bacteriano propiamente dicho con su correspondiente sistema de alimentación de agua residual y su sistema de ventilación, natural o forzada.
- El decantador secundario, con la correspondiente extracción de fangos producidos (exceso de biomasa) o biopelícula desprendida.
- La recirculación de agua al reactor.

A continuación analizamos algunas de las partes del reactor biológico:

##### ○ MEDIO SOPORTE:

Los dos principales materiales utilizados como medio soporte han sido:

1. Piedras, con tamaño entre 25 y 100 mm y de diferentes materiales (silicio, puzolanas, choque, escoria, rocas volcánicas, etc.). Se tiende a colocar material poroso.
2. Material plástico con diferentes configuraciones, bien como piezas sueltas rellenando el reactor de forma aleatoria mediante módulos laminares estructurados ordenadamente para formar el lecho.

Las principales características o variables del medio soporte son:

- La superficie específica: es la superficie del medio soporte expuesta por unidad de volumen de lecho; podría llegar a maximizar la superficie de la biopelícula (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) y por tanto la biomasa en el sistema.
- El índice de huecos: es el porcentaje (en volumen de espacio vacío o de huecos del lecho con relación al volumen total del lecho, da idea del volumen disponible para la oxigenación. El medio soporte ideal debería disponer de la máxima superficie específica, con el máximo índice de huecos. Valores típicos se indican en la tabla adjunta. Si se



analiza el material granular como medio soporte, puede verse que cuanto más pequeño sea mayor será la superficie específica pero también más pequeñas serán las dimensiones de los huecos intersticiales, por lo que más fácilmente se colmatará al crecer la biopelícula. Este último problema se puede evitar aumentando el tamaño de los gránulos, pero con ello, también se consigue disminuir la superficie específica. Así, los límites máximos de tamaños viables están entre 25 y 100 mm.

Es importante destacar que la superficie específica del medio soporte no necesariamente coincide con la superficie de la película. En general, medios soportes de gran superficie específica producen superficies de biopelícula entre 88 y 105 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> en procesos de nitrificación terciaria. En general, cuanto mayor es la carga orgánica aplicada, mayores tienen que ser las dimensiones de los huecos o intersticios dado que las biopelículas que se producirán tendrán mayores espesores.

Características de los medios soporte para lechos bacterianos:

TIPO DE MEDIO SOPORTE	TAMAÑO (cm)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	SUPERFICIE ESPECÍFICA (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	ÍNDICE DE HUECOS (%)	APLICACIONES
GRAVA	5-10 2.5-7.5	1440 1600	40 60	60 50	C, CN, N-CN N
PLÁSTICO:PIEZAS DESORDENADAS	VARIA VARIA	32-64 48-80	85-110 130-140	>95 >94	C,CN,N
PLÁSTICO:MÓDULOS ORDENADOS	60*6*120 60*60*120	32-80 64-96	85-110 130-140	>95 >94	C,CN,N

La configuración del lecho debe de ser de tal manera que permita la fácil evacuación de la biopelícula desprendida. En este sentido, se considera que los módulos ordenados de flujo vertical son mejores para los lechos bacterianos de desbaste que los de flujo cruzado o inclinado.

En el otro extremo cuando se pretende hacer aplicaciones en el campo de la nitrificación, las cargas serán bajas y los espesores de la biopelícula pequeños, con lo que se pueden utilizar medios soportes de mayor superficie específica y menores dimensiones de los huecos (mayor índice de huecos).



## 2.5 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE FILTROS DE TURBA

Los filtros de turba constituyen otra alternativa tecnológica para la depuración de aguas residuales en pequeñas localidades. La tecnología consiste en un sistema de aplicación del agua residual en filtros, compuestos por turba y arena, donde una capa soporte grava. Según datos experimentales, la capa de turba debe ser cambiada periódicamente, cada seis a ocho años de operación.

El elemento esencial de una instalación de depuración de este tipo es un lecho de turba a través de la cual circula el agua residual. Dicho lecho descansa sobre una delgada capa de arena soportada a su vez por una capa de grava; un dispositivo de drenaje recoge el efluente en la base del sistema.

La capa de turba, rubia, o morena, actúa como elemento de filtración y de absorción por su alta superficie específica, el espesor de esta capa suele ser de 50 cm. Debajo una capa de arena de 15 cm y de grava de 15 cm se asientan sobre los drenes.

El funcionamiento es similar al de aplicación al suelo, siendo el proceso biológico aerobio similar al de los lechos bacterianos.

La turba es un material carbonatado de materia vegetal. Su mayor o menos mineralización en condiciones de exceso de agua y de falta de oxígeno dan origen a los diferentes tipos de turba.

### VENTAJAS:

- El sistema puede operar sin ningún consumo energético.
- La inexistencia de averías al carecer de equipos electromecánicos, no necesita mecanismos.
- Sencillez operativa.
- No se generan lodos, sino una costra seca fácilmente manipulable.
- Gran capacidad para soportar las oscilaciones de caudal y carga de las aguas a tratar.
- No se requieren grandes terrenos para su implantación.
- Explotación y mantenimiento sencillo por personal no cualificado.
- Facilidad de construcción.

### DESVENTAJAS:

- Gastos de mantenimiento y explotación similares a los sistemas convencionales.



- Rendimiento no muy elevado, comparado con la depuración secundaria convencional o con los procesos de aplicación al terreno.
- Exige más superficie que los procesos tecnológicos convencionales de depuración secundaria.
- Aunque el material que utiliza el proceso natura (turba), este debe tener unas características específicas, dependiendo de ellas el rendimiento del proceso.
- Intermitencia en el funcionamiento para permitir el paso de aire y garantizar las condiciones aerobias.
- Elevada dependencia de las condiciones pluviométricas.
- Mayor necesidad de mano de obra que en otras tecnologías no convencionales, al tener que procederse al final de cada ciclo de filtración a la regeneración de filtros agotados.
- Necesidad de cambiar la turba cada seis a ocho años de operación, por tanto hay un gasto por reposición de turba, bien por eliminación en las operaciones de rastrillado superficial en cada limpieza, o bien por colmatado de toda la capa.

## 2.6 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE BIODISCOS

Los biodiscos o biocilindros se integran dentro de los procesos biológicos, realizando una misión similar a la de los lechos estáticos. El proceso es válido como elemento reductor de la materia orgánica, como elemento de nitrificación y elemento reductor de desnitrificación. Su funcionamiento puede sintetizarse, indicando que los elementos soporte, integrantes de los biodiscos o biocilindros, se sumergen parcialmente (40%), en las aguas residuales a tratar, contenidas en depósitos por los cuales fluyen las aguas y, girando a baja velocidad, se exponen, alternativamente al aire y al agua a tratar, dichos elementos soporte que integran el equipo. La biopelícula se desarrolla sobre sus superficies.

Cuando, por la rotación, una sección de los tambores sale del agua, arrastra consigo la parte del agua de la misma que, goteando, forma una fina película líquida y, por tanto con una elevadísima posibilidad de contacto y de intercambio con el oxígeno atmosférico. El crecimiento biológico aumenta hasta alcanzar un espesor de 0.2 a 1.3 mm.

Por efecto de los procesos biológicos y por efecto de la velocidad del agua durante la rotación. Se efectúa el desprendimiento de capas de la película, pasando a floculas en suspensión del líquido.



Estos floculas se separan posteriormente, por sedimentación, en el siguiente paso del tratamiento.

En cuanto se realiza la separación, empieza inmediatamente un nuevo biocrecimiento de la película o biofilm. Los biodiscos y biocilindros se diferencian de los lechos bacterianos en que el soporte está normalmente fijo entre ellos existiendo diferencias. En los biodiscos, los elementos soporte del biofilm, están fijos guardando distancias fijas entre los discos. En los biocilindros, el tambor está constituido por un elemento como contenedor de los elementos sueltos.

### **MECANISMO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE LOS BIODISCOS O BIOCILINDROS:**

Se establece un caudal de entrada que genera el giro del biodisco. En el giro de eje, los discos o elementos de soporte, se encuentran, alternativamente y sucesivamente, en contacto con el agua residual (inmersión) y con el oxígeno del aire (emersión). Los tambores deben estar muy próximos a la pared del depósito para que, entre otros efectos, provoque una agitación del agua residual contenida en el mismo, agitación que por supuesto dependerá de la velocidad de rotación de los mismos, impidiendo la sedimentación de los floculas desprendidos.

### **ESPESOR DEL BIOFILM:**

Existen estimaciones por las cuales el espesor del biofilm activo entre 0.2 mm, en concentraciones bajas de sustrato, hasta 3.0 mm, con alta concentración de sustrato, cuando hay limitación de oxígeno en el film. En la práctica su espesor se mantiene prácticamente constante, en una cifra que es función de la DBO5 del agua a depurar.

### **MICROORGANISMOS DE BIODISCOS Y BIOCILINDROS:**

La población de microorganismos depende de la carga contaminante y de la clase de categoría de estos contaminantes. En los biodiscos, depende esta población también de la etapa que se considere, ya que en estos se establece una selección biológica por niveles.

Puede decirse que los microorganismos responsables de la eliminación de los contaminantes biodegradables, presentes en las aguas residuales, y que se fijan a los elementos integrantes de biodiscos y biocilindros, son los filamentosos y las bacterias heterótrofas no filamentosas. Las especies bacterianas que se encuentran fijas, cambian a medida que se desarrollan las distintas etapas de la depuración. Las bacterias que utilizan los compuestos de carbono, se fijan predominantemente a los elementos que se encuentran en las etapas iniciales, donde la concentración de



estos materiales es relativamente alta. Las bacterias nitrificantes (nitrosomas y nitrobacter) se encuentran fijadas a los elementos situados en las últimas etapas de depuración, donde la concentración de materia carbonatada es mucho menos.

### **DIFICULTADES EN LOS PROCESOS DE BIODISCOS Y BIOCILINDROS:**

Pueden provenir por diferentes causas:

- Pérdida de biomasa: si se produce un excesivo desprendimiento de la biomasa fijada al disco. Esto puede ser debido a que las aguas residuales a depurar contienen sustancias o inhibitorias que actúan sobre la biomasa.
- Desarrollo de la biomasa blanca: puede ocurrir que se desarrollen organismos de color blanco sobre los elementos. Esto normalmente no afecta de un modo inmediato sobre la depuración, los organismos blancos son probablemente de thiotrix o beggiatoa, que aparecen en áreas limitadas. Si esta forma de biomasa domina en la superficie, puede esperarse una reducción en los rendimientos de la depuración.

La aparición de esta anomalía puede ser debida a la septicidad de las aguas residuales influentes, o a la existencia de altas concentraciones de ácido sulfhídrico.

- Disminución de la eficiencia de la depuradora:

Puede deberse a causas como:

- Reducción de la temperatura de las aguas residuales. La temperatura de las aguas residuales por debajo de 10°C, tendrá como consecuencia la reducción de la actividad biológica y el descenso, por tanto de su poder de biodegradación. Debe tenerse en cuenta, por otra parte, que la temperatura es un parámetro muy crítico en las plantas diseñadas para nitrificación.
- Variación notable del caudal.
- Variación notable de la carga orgánica.
- Alteraciones de pH. El agua residual tiene un pH normal entre 6.5 y 8.5. si este valor se altera por algún tipo, afectara al correcto funcionamiento del sistema. Cuando se quiere lograr una buena nitrificación, el pH y la alcalinidad son parámetros muy críticos, debiéndose mantener próximo a 8.4. el nivel de alcalinidad para la nitrificación en el agua residual debe mantenerse, como valor mínimo en 7.1 veces la concentración de amoníaco en el influente, para permitir que la reacción se complete sin afectar negativamente a los microorganismos.



- Acumulación de sólidos en los discos. Si es inadecuada la eliminación de sólidos, se puede bloquear el paso de aire generando condiciones anaerobias.

#### **CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO:**

Como consideraciones generales para el dimensionamiento, deberá intentarse regular los caudales y cargas, buscando una situación de funcionamiento con valores medios, lo que permitirá reducir las dimensiones de la depuradora.

La carga orgánica se puede basar también sobre el caudal medio diario, a menos que la relación entre la punta y la media sea superior a 2.5 o se mantengan por periodos superiores a las dos horas.

#### **2.7 TRATAMIENTOS SECUNDARIOS DE FILTRO VERDE**

La tecnología consiste en un sistema de aplicación al terreno, mediante la conformación de parcelas con vegetales de rápido crecimiento, los cuales son regados con aguas residuales pretratadas.

Por tanto más que un sistema de depuración, es una forma de eliminar las aguas residuales, bien sea con el aprovechamiento del agua y de los nutrientes contenidos, o sin la utilización alguna como es la infiltración. En consecuencia, la aplicación al suelo puede realizarse según tres sistemas perfectamente diferenciados. En primer término, mediante riego de cultivos, que es lo que se llama filtro verde. Y en segundo lugar, por escorrentía superficial, por último por infiltración.

No es despreciable el rendimiento de estos tipos de aplicación al suelo, en cuanto a la reducción de sólidos en suspensión, materia orgánica y nutriente.

#### **FILTRO VERDE:**

Cuando se piensa en un filtro verde debe pensarse en la aplicación de cultivos con la máxima rentabilidad. Las dos características fundamentales del riego con aguas residuales son, la determinación del consumo de agua y la selección del cultivo, utilizado como filtro verde.

Respecto al consumo de agua de las plantas, está determinado por la evapotranspiración (ET) y varía con las características físicas, el grado de crecimiento, el tipo de cultivo, el nivel de humedad del suelo y el clima local. El consumo de agua en cultivos forestales puede exceder un 30% sobre el que se da para cultivos agrícolas para el mismo área.



Las necesidades de agua de riego, vendrán dadas por  $D = ((ET) - P)$ , siendo D la dotación precisa, ET la evapotranspiración y P la precipitación.

#### VENTAJAS:

- El sistema puede operar sin ningún consumo energético.
- No existen averías de carácter electromecánico.
- Sencillez operativa.
- Alcanza rendimientos de depuración muy elevados.
- No se manejan lodos.
- Admite aumentos en los caudales de aguas residuales ocasionados por incrementos poblacionales veraniegos.
- Potencial comercialización de la madera producida (Según algunas experimentaciones 40 m<sup>3</sup>/ha\*año a un marco de plantación de 6 x 3 m).

#### DESVENTAJAS:

- Se requieren grandes superficies para su implementación.
- No es aplicable en zonas de elevada pluviosidad.
- Exigencias en el tipo de suelo a utilizar (permeabilidad, pendientes, existencia de acuíferos someros).

### 2.8 SOLUCIONES RECOMENDADAS EN PEQUEÑOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN

A modo de resumen y como aclaración se muestran ahora una serie de posibilidades recomendadas de métodos de depuración para núcleos pequeños núcleos de población:

- PRETRATAMIENTOS
- TRATAMIENTOS PRIMARIOS:  
Fosa séptica, tanque Imhoff, decantación primaria.
- TRATAMIENTOS SECUNDARIOS:
  1. TRATAMIENTOS EXTENSIVOS:  
De aplicación al terreno.  
Subsuperficial: zanjas filtrantes, lechos filtrantes y filtros de arena.  
Superficial: filtro verde.  
Humedal: Humedal subsuperficial y superficial.  
Lagunaje: Natural y artificial.
  2. TRATAMIENTOS INTENSIVOS:  
Cultivo en suspensión: aireación prolongada, canales de oxidación y SBR.



Biopelícula: Lechos bacterianos y CBR.

De todos estos métodos evidentemente se pueden hacer combinaciones entre ellos.

### 3. ALTERNATIVAS

A continuación se va a proceder a una breve descripción de cada una de las alternativas escogidas.

- 1- BIORROTORES.
- 2- FANGOS ACTIVOS.
- 3- LECHO BACTERIANO.
- 4- HUMEDAL

A todos les precedera un POZO DE BOMBEO con REJAS (separador de gruesos), seguido de un TAMIZADO y al finalizar sus tratamientos una LAGUNA DE MADURACIÓN.

A todos except fangos activos también les precedera un tanque Imhoff.



# ANEJO N° 12– DIMENSIONAMIENTO DE ALTERNATIVAS



**ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.	DATOS DE PARTIDA.....	2
3.	PRETRATAMIENTO.....	3
3.1	COLECTOR, DESBASTE .....	3
3.1.1	COLECTOR.....	3
3.1.2	REJA DE DESBASTE .....	4
3.2	POZO DE BOMBEO .....	5
3.3	TAMIZ ESTÁTICO.....	6
4.	TRATAMIENTO PRIMARIO .....	7
4.1	TANQUE IMHOFF.....	7
4.1.1	CÁLCULO DE LA ZONA DE DECANTACIÓN .....	8
4.1.2	CÁLCULO DE LA ZONA DE DIGESTIÓN .....	10
4.1.3	DIMENSIONES RESULTANTES .....	12
5.	ALTERNATIVA 1. TRATAMIENTO SECUNDARIO: BIORROTORES.....	14
5.1	PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO .....	14
5.1	BIORROTORES.....	14
5.2.1	DECANTADOR SECUNDARIO.....	17
6.	ALTERNATIVA 2: AIREACIÓN PROLONGADA .....	19
6.1	PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO .....	19
6.2	TRATAMIENTO SECUNDARIO .....	19
6.2.1	AIREACIÓN PROLONGADA: FANGOS ACTIVOS .....	19
6.2.2	DECANTADOR SECUNDARIO .....	21
6.2.3	PRODUCCIÓN DE FANGOS.....	22
7.	ALTERNATIVA 3: LECHO BACTERIANO.....	23
7.1	PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO .....	24
7.2	REACTOR BIOLÓGICO O LECHO BACTERIANO.....	24
7.3	DECANTADOR SECUNDARIO.....	25
8.	ALTERNATIVA 4: HUMEDAL .....	26
9.	LAGUNAS DE MADURACIÓN .....	29



## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es calcular a partir de los datos de partida las dimensiones de los elementos de los que consta cada una de las alternativas que se proponen con el fin de poder evaluar que solución se presenta como la más rentable y funcional.

## 2. DATOS DE PARTIDA

A continuación se detallan los datos básicos adoptados para el diseño de la EDAR en Becerril del Carpio, que recogerá las aguas procedentes tanto de los tres núcleos. Para ello se irá indicando las bases de partida, caudales de diseño y las características de la contaminación y los resultados a obtener (concentraciones y rendimientos).

### **DATOS DE CAUDALES: AGUAS NEGRAS**

$$Q_m = 414 \text{ hab} \times 150 \text{ (l/hab día)} = 62.1 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{horario}} = 62.1/24 = 2.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$C_p = 5 / ((414/1000)^{(1/6)}) = 5.79$$

$$Q_p = 5.79 \times 2.6 = 15 \text{ m}^3/\text{h}$$

A continuación se muestran algunos datos ya calculados en el Anejo Nº9 de Dotaciones y Caudales:

### **DATOS DE CONTAMINACION DEL AFLUENTE:**

Concentración media de DBO5 = 300 mg DBO5/l Concentración media de SS = 366.67

mg SS/l Concentración media NTK = 40 mg /l

**DATOS DE CONTAMINACION DEL EFLUENTE:**

Concentración DBO5 = 20 mg DBO5/l Concentración SS= 30 mg SS/l Concentración

NTK =15 mg/l

**3. PRETRATAMIENTO**

La solución del pretratamiento será igual para cada una de las 4 alternativas propuestas.

Una solución sencilla y bastante habitual en poblaciones de menos de 1000 habitantes consiste en una cesta de pretratamiento a la entrada del pozo de bombeo. El agua llega a la reja desde la tubería. La limpieza de residuos se realizará de forma manual. Para ello se dejará un espacio y tamaño de reja suficiente.

Desde el pozo de bombeo pasará al tamiz estático y de ahí al tratamiento primario si tuviese.

**3.1 COLECTOR, DESBASTE****3.1.1 COLECTOR**

En primer lugar se realiza el cálculo del colector que recoge las aguas pluviales y las aguas negras a la entrada de la EDAR. En definitiva, el colector es la tubería que transporta las aguas residuales. Los colectores tendrán que tener pendiente para que el flujo de agua circule por gravedad, contemplando que la pendiente no sea excesiva para evitar que las velocidades no sean extremas y exista riesgo de erosión.

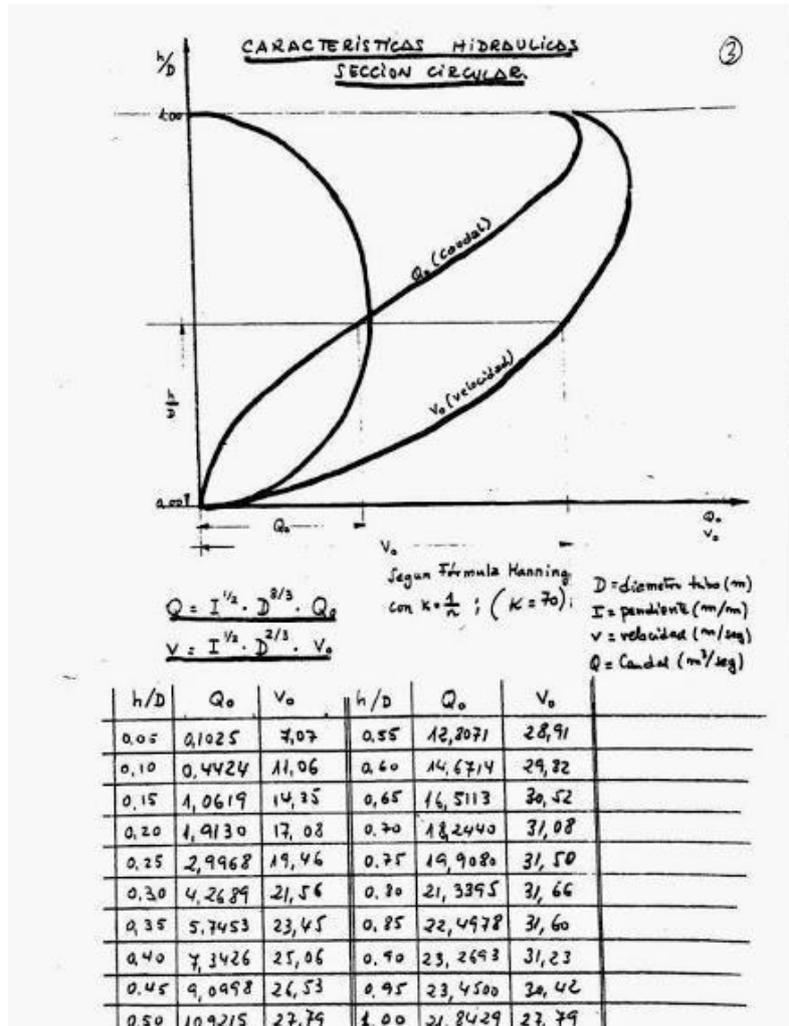
Por tanto, para precisar cuál es el diámetro que requerirá dicha tubería se adoptará un valor de la pendiente de 1%.

Aplicando la ecuación de Manning se consigue el diámetro de la tubería, y la velocidad del agua a su paso.

$$Q(m^3/s) = I^{\frac{1}{2}}(m/m) \times D^{\frac{8}{3}}(m) \times Q_0(m^3/s)$$

$$0.00416 = 0.01^{1/2} * D^{8/3} * 23.45; D = 0.093 \text{ m}; D = 9.3 \text{ cm.}$$

Como la tubería va a ser demasiado pequeña debido al caudal 15m<sup>3</sup>/h se tomara una de 25cm de diámetro para todo el colector.



Características hidráulicas de la sección circular.

### 3.1.2 REJA DE DESBASTE

○ **DESBASTE:**

Como el caudal es demasiado pequeño, no nos cumpliría las condiciones de velocidades de un canal de desbaste. Por esta razón se opta por colocar un cestillo a la entrada al pozo de bombeo.

El diseño de este cestillo es el siguiente:

Tendrá un ancho de 50cm, y se colocara como viene en los planos del pozo de bombeo.

$$Nb(s+e)+s=0.5$$

$$Nb(0.04+0.12)+0.04=0.5$$

$$Nb=9 \text{ barras}$$

S=separación entre barras

E=espesor de barra



### 3.2 POZO DE BOMBEO

Se ha planteado una estación de bombeo que permitirá elevar los caudales transportados hasta la cota necesaria para que, una vez finalizada la conducción en presión el agua pueda circular de nuevo por gravedad.

Para dimensionar el pozo se va a partir de los siguientes datos:

- Tiempo de retención hidráulico (TR) máximo de 30 minutos.
- Tiempo de llenado (Tv) 6 minutos.
- Caudal de bombeo necesario (Qb) 15m<sup>3</sup>/h.

De las anteriores condiciones se extraen los siguientes datos:

- Volumen de pozo necesario calculado de la siguiente manera:

$$TR = V_b / Q \leq 30 \text{ min} ; V_b \leq (30/60) \times 2.6 \leq 1.3 \text{ m}^3$$

El tiempo de retención hidráulico significa retener el agua en ese espacio en un tiempo < 30 min con el fin de evitar los malos olores.

$$T_v = V_b / Q_b \geq 6 \text{ min} ; V_b \geq (6/60) \times 15 = 1.5 \text{ m}^3$$

El tiempo de vaciado es evacuar el agua en un tiempo inferior a 6 min tratando además de evitar el llenado total el pozo, el mal uso de la bomba y posible fallo.

De las dos condiciones anteriores escogemos la más restrictiva es decir el volumen del pozo será de 1.5 m<sup>3</sup>

- La altura del pozo de bombeo se calcula sabiendo que la superficie es de 5 m<sup>2</sup>.

$$\text{Altura} = \Delta V = 1.5 \text{ m}^3 / 5 \text{ m}^2 = 0.3 \text{ metros}$$

- El número de bombas instaladas en la estación depuradora será de 2.  
1 bomba en funcionamiento + 1 bomba de reserva.

- Para ver la dimensión de la tubería de impulsión de la bomba se toma como dato una velocidad de circulación del agua de 1m/s.

Sección tubería x velocidad = volumen



$$\frac{\pi \times d^2}{4} \times \frac{1m}{s} = 15 \frac{m^3}{h} \times \frac{1h}{3600s}$$

Sale un diámetro para la tubería de impulsión de 7.5 cm.

### 3.3 TAMIZ ESTÁTICO

El dimensionamiento del tamiz estático viene inmediatamente seguido del pozo de bombeo. Tal como se ha indicado antes la capacidad total de bombeo será de 15 m<sup>3</sup>/h y para obtener altos rendimientos de sólidos se adoptará una luz de paso de 0.5mm.

En definitiva, el agua que es bombeada con finos se hace pasar por un tamiz estático autolimpiable de forma que se filtra el agua quedando los finos en un contenedor de residuos que será limpiado periódicamente.

El tamiz que se va a colocar tiene un paso de 0.5 mm, es decir todas las partículas mayores de 0.5 mm serán retenidas por el mismo.

- Nº de tamices instalados = 1
- Nº de tamices funcionando = 1
- Paso del tamiz = 0.5 mm
- Rango de caudal del tamiz = 5 -20 m<sup>3</sup>
- Caudal de bombeo=15 m<sup>3</sup>/h

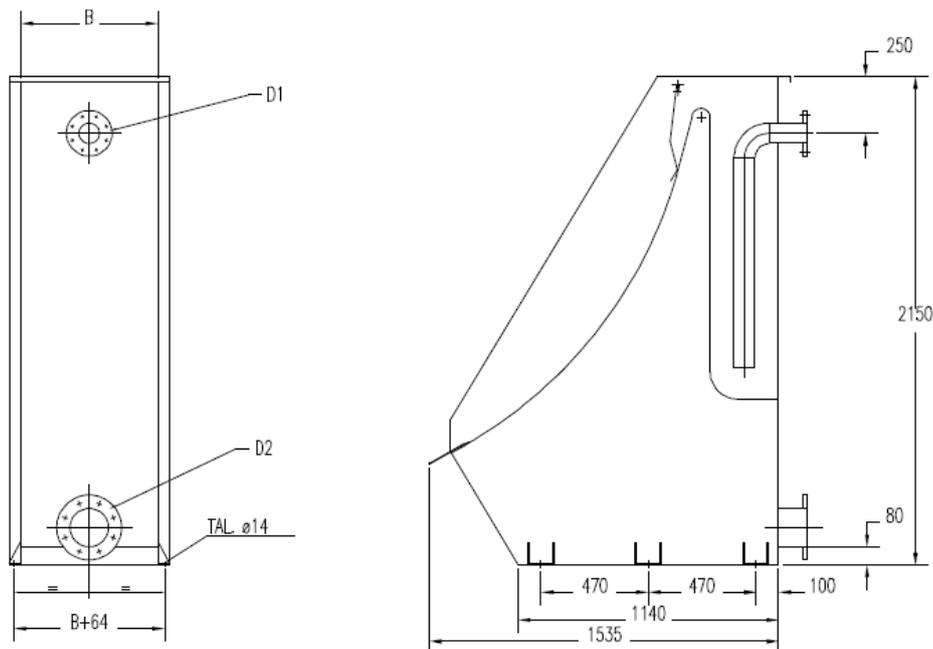
Antes de las posibilidades de exigencia se opta por un *tamiz RDS-300 de 0.5 mm de luz de paso. Presentando diámetros de entre 80 y 100 mm.*

Modelo	DIMENSIONES (mm.)			CAPACIDADES (m <sup>3</sup> /h.)			
	D1	D2	B	LUCES/CAPACIDAD			
				0,5	0,75	1,00	1,5
RDS-300	80	100	300	15	19	26	35
RDS-600	100	150	600	30	38	53	71
RDS-900	100	150	900	45	57	79	107
RDS-1200	150	200	1200	60	76	106	143
RDS-1500	150	200	1500	75	95	132	179
RDS-1800	200	250	1800	90	114	159	215



- Dimensiones = 364 x 2150 x 1535
- Velocidad de paso:  $(15 \text{ m}^3/\text{h} \times 3600 \text{ s/h}) \times (3.1416 - 0.08^2 / 4) = 0.83 \text{ m/s}$

A continuación se muestra un esquema del tamiz estático y el valor de sus medidas en los planos:



El tamizado producirá 15 l/hab.año de residuos

$414 \text{ hab} \times 15 / 1000 = 6.21 \text{ m}^3/\text{año} \rightarrow /365 \text{ días} = 0.017 \text{ m}^3 \rightarrow \times 7 = 0.12 \text{ m}^3/\text{semana}$

Podemos comprar un contenedor de 240 litros y que se vacíe cada 2 semanas, aunque el camión de recogida pase semanalmente, así evitaremos que si hay excedentes no se colmate.

#### 4. TRATAMIENTO PRIMARIO

##### 4.1 TANQUE IMHOFF

El tanque Imhoff cumple las funciones de decantador primario y de línea de fangos que trata los fangos provenientes de la propia decantación primaria que se produce en el tanque y también los fangos provenientes de la decantación secundaria.



#### 4.1.1 CÁLCULO DE LA ZONA DE DECANTACIÓN

Para calcular la geometría de la zona de decantación se van a tomar como parámetros de diseño la carga hidráulica y el tiempo de retención.

$$CH (Q_m) = Q_m / S_h \leq 1 \text{ m/h} \quad ; \quad S_h \geq 2.6 \text{ m}^2 \quad CH (Q_p) = Q_p / S_h \leq 1.5 \text{ m/h} \quad ; \quad S_h \geq 10 \text{ m}^2$$

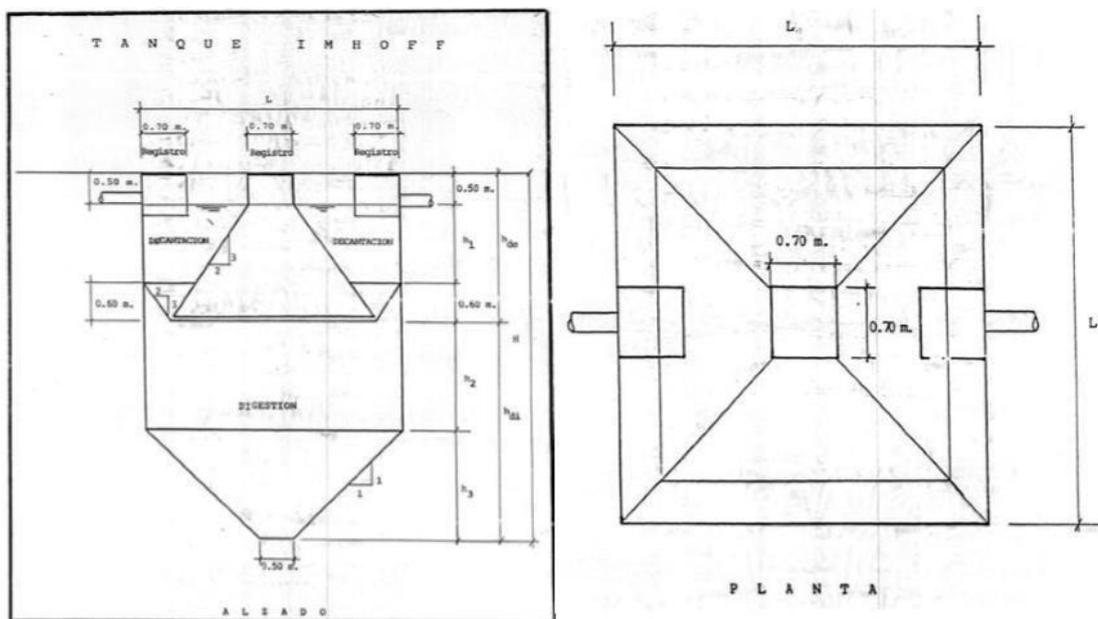
$$Tr (Q_m) = V / Q_m \geq 3 \text{ h} \quad ; \quad V \geq 7.8 \text{ m}^3$$

$$Tr (Q_p) = V / Q_p \geq 1.5 \text{ h} \quad ; \quad V \geq 22.5 \text{ m}^3 \text{ Tomaremos los valores más restrictivos:}$$

**Superficie horizontal  $S_h \geq 10 \text{ m}^2$**

**Volumen  $V \geq 22.5 \text{ m}^3$**

Se escoge un tanque Imhoff de planta cuadrada y a partir de esto se calculan las dimensiones de dicha planta.





DIMENSIONES DE LA ZONA DE DECANTACION				
L(m)	A(m <sup>2</sup> )	h <sub>1</sub> (m)	V <sub>de</sub> (m <sup>3</sup> )	h <sub>de</sub> =1.1+h <sub>1</sub>
2.50	5.76	0.15	0.85	1.25
2.75	7.07	0.34	2.29	1.44
3.00	8.51	0.52	4.17	1.63
3.25	10.07	0.71	6.55	1.81
3.50	11.76	0.90	9.47	2.00
3.75	13.57	1.09	12.98	2.19
4.00	15.51	1.27	17.13	2.38
4.25	17.57	1.46	21.97	2.56
4.50	19.76	1.65	27.54	2.75
4.75	22.07	1.84	33.88	2.94
5.00	24.51	2.03	41.05	3.13
5.25	27.07	2.21	49.09	3.31
5.50	29.76	2.40	58.05	3.50
5.75	32.57	2.59	67.98	3.69
6.00	35.51	2.78	78.92	3.88



Conocidos el área de decantación que tiene un valor de  $10 \text{ m}^2$  y el volumen de decantación que es  $22.5 \text{ m}^3$  y metiendo estos datos en la tabla se puede sacar el lado de la planta cuadrada del decantador. Para que cumpla ambas condiciones el lado del decantador será de:

**L= 4.5 metros**

#### 4.1.2 CÁLCULO DE LA ZONA DE DIGESTIÓN

En un tanque Imhoff además tenemos un rendimiento de pérdida de sólidos en suspensión volátiles de  $\eta_{\text{SSV}}=45\%$ .

El rendimiento de pérdida de sólidos en suspensión totales es de  $\eta_{\text{SS}}=60\%$ .

- **FANGOS PRIMARIOS:**

Se suponen unos  $100 \text{ l/hab.año}$  por lo que el total anual sera:

$$P_{\text{fangos1}^\circ} = 100 \text{ l/hab.año} \times 414 \text{ hab} = 41.4 \text{ m}^3$$

- **FANGOS SECUNDARIOS:**

Aquí llegarán los fangos de 2 tratamientos secundarios

#### **Lecho bacteriano**

$$P_{\text{fangos2}^\circ} = 11.8 \text{ m}^3/\text{año}$$

#### **Biodiscos**

$$P_{\text{fangos2}^\circ} = 13.26 \text{ m}^3/\text{año}$$

Para las alternativas que hay que calcular el volumen del digestor el volumen será el siguiente:

$$\text{FANGOS 1}^\circ + \text{FANGOS 2}^\circ \text{ (lecho bacteriano)} = 53.2 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{FANGOS 1}^\circ + \text{FANGOS 2}^\circ \text{ (humedal)} = 41.4 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{FANGOS 1}^\circ + \text{FANGOS 2}^\circ \text{ (biodiscos)} = 54.66 \text{ m}^3/\text{año}$$



Las dimensiones de la zona de digestión se calcularán con el dato del volumen de  $m^3$ . Para ello se utilizará la tabla expuesta:

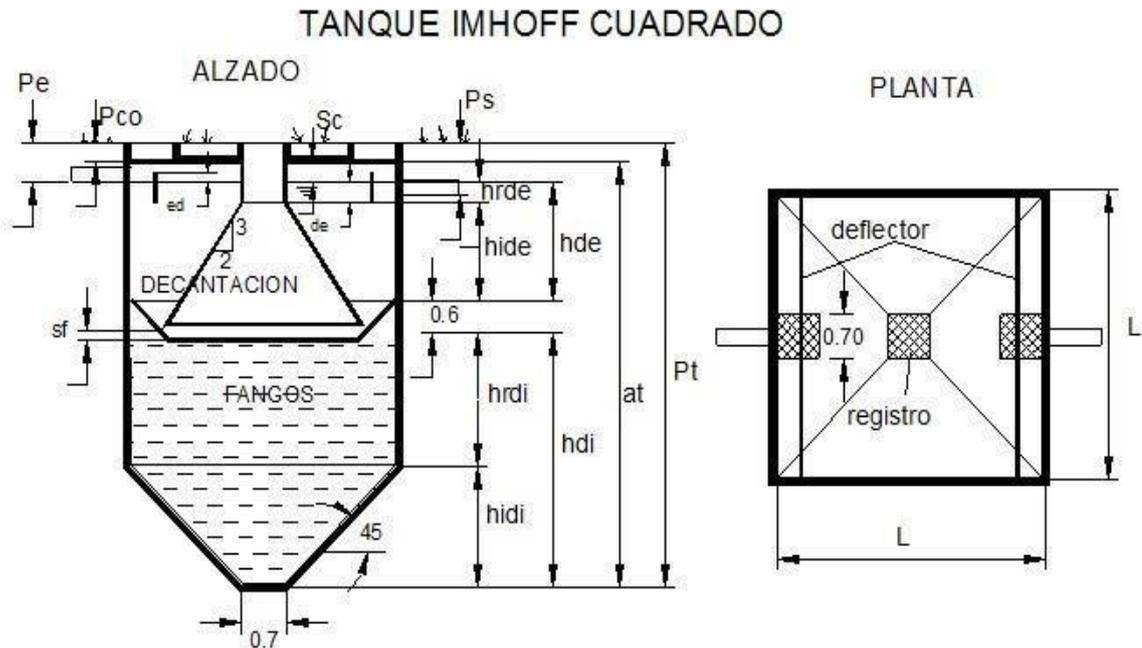
DIMENSIONES DE LA ZONA DE DIGESTION					
L(m)	h2(m)	h3(m)	Vdi(m3)	hdi=h2+h3	H=hde+hdi
3.75	1.00	1.63	22.83	2.63	4.81
3.75	1.25	1.63	26.35	2.88	5.06
3.75	1.50	1.63	29.86	3.13	5.31
3.75	1.75	1.63	33.38	3.38	5.56
3.75	2.00	1.63	36.89	3.63	5.81
3.75	2.25	1.63	40.41	3.88	6.06
3.75	2.50	1.63	43.92	4.13	6.31
3.75	2.75	1.63	47.44	4.38	6.56
3.75	3.00	1.63	50.96	4.63	6.81
4.00	1.00	1.75	28.65	2.75	5.13
4.00	1.25	1.75	30.65	3.00	5.38
4.00	1.50	1.75	34.65	3.25	5.63
4.00	1.75	1.75	38.65	3.50	5.88
4.00	2.00	1.75	42.65	3.75	6.13
4.00	2.25	1.75	46.65	4.00	6.38
4.00	2.50	1.75	50.65	4.25	6.63
4.00	2.75	1.75	54.65	4.50	6.88
4.00	3.00	1.75	58.65	4.75	7.13
4.25	1.00	1.88	30.84	2.88	5.44
4.25	1.25	1.88	35.35	3.13	5.69
4.25	1.50	1.88	39.87	3.38	5.94
4.25	1.75	1.88	44.38	3.63	6.19
4.25	2.00	1.88	48.90	3.88	6.44
4.25	2.25	1.88	53.41	4.13	6.69
4.25	2.50	1.88	57.93	4.38	6.94
4.25	2.75	1.88	62.45	4.63	7.19
4.25	3.00	1.88	66.96	4.88	7.44
4.50	1.00	2.00	35.42	3.00	5.75
4.50	1.25	2.00	40.48	3.25	6.00
4.50	1.50	2.00	45.54	3.50	6.25
4.50	1.75	2.00	50.60	3.75	6.50
4.50	2.00	2.00	55.67	4.00	6.75
4.50	2.25	2.00	60.73	4.25	7.00
4.50	2.50	2.00	65.79	4.50	7.25
4.50	2.75	2.00	70.85	4.75	7.50
4.50	3.00	2.00	75.92	5.00	7.75
4.75	1.00	2.13	40.40	3.13	6.06
4.75	1.25	2.13	46.04	3.38	6.31
4.75	1.50	2.13	51.68	3.63	6.56
4.75	1.75	2.13	57.33	3.88	6.81
4.75	2.00	2.13	62.97	4.13	7.06
4.75	2.25	2.13	68.61	4.38	7.31
4.75	2.50	2.13	74.25	4.63	7.56
4.75	2.75	2.13	79.89	4.88	7.81
4.75	3.00	2.13	85.53	5.13	8.06

Se sale una altura de la zona de digestión para humedal, lecho bacteriano y biodiscos de hdi=3.5m, 4m y 4m, respectivamente



#### 4.1.3 DIMENSIONES RESULTANTES

Abajo se muestra la imagen donde se ilustra la planta y el alzado del tanque Imhoff con algunas de las dimensiones más relevantes del tanque:



$$L = 4.5\text{m}$$

El resto de dimensiones se observaran en el apartado de planos, debido a que dependiendo la alternativa serán unas u otras las alturas.

**PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TANQUE IMHOFF:****PARAMETROS DE DISEÑO:**

Pérdida de carga, (cm):.....	3.00
Sistema de extracción de fangos:.....	Camión Cisterna
Recogida de fangos secundarios:.....	Si
Producción de fangos 2º, (KgSS/KgDBO5):.....	0.50
Porcentaje de materia volátil, (%):.....	65.00
Reducción de materia volátil, (%):.....	50.00
Concentración del fango en el tanque, (%):.....	10.00
Carga hidráulica a $Q_{med}$ , (m/h):.....	1.00
Carga hidráulica a $Q_{max}$ , (m/h):.....	1.50
Tiempo de retención a $Q_{med}$ , (h):.....	3.00
Tiempo de retención a $Q_{max}$ , (h):.....	1.50
Tiempo entre dos evacuaciones, (mes):.....	12.00

**GEOMETRIA DEL PROCESO:**

Tipo de Tanque Imhoff:.....	Cuadrado
Separación lámina de agua a cubierta, (cm):.....	30.00
Separación manto de fangos a decantación, (cm):.....	30.00
Profundidad de la tubería de entrada, (m):.....	0.50
Número de tanques, (uds):.....	1
Espesor sumergido deflector, (cm):.....	30.00
Espesor emergido deflector, (cm):.....	15.00
Profundidad de excavación máxima, (m):.....	7.00

**5. ALTERNATIVA 1. TRATAMIENTO SECUNDARIO: BIORROTORES****5.1 PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO**

Para esta alternativa el pretratamiento contará con todos los puntos que hemos descrito anteriormente destacando el pozo de bombeo y el tamizado.

El tratamiento primario será el tanque Imhoff también explicado y detallado en los apartados anteriores.

**5.2 BIODISCOS**

En el tratamiento primario la  $DBO_5$  se reduce en un 40% y los SS en un 60% por lo que al pasar al lecho bacteriano la concentración de contaminación es:

$$S_o = 300 \text{ mg/l} \times (1 - 0.4) = 180 \text{ mg } DBO_5/\text{l}$$

$$SS_o = 366.67 \text{ mg/l} \times (1 - 0.6) = 146.67 \text{ mg/l}$$

Se dimensionan unos biodiscos en 2 etapas y en serie, que es lo mínimo para el correcto funcionamiento. Más de dos etapas sería encarecer la solución para un núcleo tan pequeño.

Parámetros de diseño:

## PARAMETROS DE DISEÑO (Metcalf &amp; Eddy)

	Nivel de tratamiento		
	Secundario	Terciario	Sólo nitrificación
Carga hidráulica, (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	0.082 - 0.163	0.03 - 0.082	0.041 - 0.1
Carga orgánica soluble, (gDBO <sub>5</sub> s/m <sup>2</sup> .d)	4 - 10	2.5 - 7.5	0.5 - 1.5
Carga orgánica total, (gDBO <sub>5</sub> t/m <sup>2</sup> .d)	10 - 17	7.5 - 15	1 - 3
Máxima carga 1ª etapa, (gDBO <sub>5</sub> s/m <sup>2</sup> .d)	20 - 30	20 - 30	
Máxima carga 1ª etapa, (gDBO <sub>5</sub> t/m <sup>2</sup> .d)	40 - 60	40 - 60	
Carga orgánica NH <sub>3</sub> , (gNH <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> .d)		0.75 - 1.5	1 - 2
Tiempo de retención, (h)	0.7 - 1.5	1.5 - 4.0	1.2 - 2.9
DBO <sub>5</sub> efluente, (mg/l)	15 - 30	7 - 15	7 - 15
NH <sub>3</sub> efluente, (mg/l)		<= 2	1 - 2

T agua residual = 13°C  
 DBO<sub>5</sub>s: BDO<sub>5</sub> soluble  
 DBO<sub>5</sub>t: BDO<sub>5</sub> total.



-Fórmula de HARREMOES:

$$Q(S_o - s) = ka \cdot S^{0.5} \cdot A$$

donde;

$Q$  : Caudal en m<sup>3</sup>/d

$S_o$  : DBO5 de entrada en mg/l

$s$  : DBO5 efluente en mg/l

$ka$  : Constante biocinética en gr0.5 / m0.5. d = 2.3; Tw = 18-20 °C

$$Tw: 11 - 18 \text{ °C } ka = 2.3 * (1.006)^{(Tw-20)}$$

$$Tw: 18 - 27 \text{ °C } ka = 2.3 * (1.002)^{(Tw-20)}$$

Como el rendimiento lo vamos a fijar, dando el valor de 20mgDBO5/l al efluente del secundario, vamos a obtener la superficie:

$$62.1 \text{ m}_3/\text{día}(180-20)=2.3 \times 1.006^{10-20} \times 20^{0.5} \times A$$

$$A=1025.53 \text{ m}^2$$

Partiendo de estos parámetros se va a dimensionar geoméricamente el lecho bacteriano.

-En primer lugar se calcula la carga orgánica total

$$CO_{total} = Q \times (S_o/At) = 62.1 \text{ m}^3/\text{d} \times (180 \text{ g}/\text{m}^3 / 1025.53 \text{ m}^2) = 10.89 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

Entre 10-20 se considera un valor normal.

-En segundo lugar se calcula la carga hidráulica:

$$CH = Q/At = 62.1 \text{ m}^3/\text{d} / 1025.53 \text{ m}^2 = 0.0605 \text{ m}/\text{d}$$

La longitud de los cilindros por resistencia de materiales, no puede ser superior a 7.5 metros. Su diámetro no puede superar los 3.5m.

$$CO_{1^a \text{ etapa}} = CO_t \times 2 \text{ (porque tenga la mitad de área)} = 10.89 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d} \times 2 = 21.78 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$$

La CO de la primera etapa tiene que ser  $\leq 30 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$  para que cumpla.

$$A1=A2=1025.53/2 = 512.77 \text{ m}^2$$



Como haremos el relleno con plástico, la superficie específica aproximada, será de  $170 \text{ m}^2/\text{m}^3$ , con lo que el volumen en ambas etapas será de:

$$V1=V2= 512.77 \text{ m}^3 / (170 \text{ m}^2/\text{m}^3)=3.02 \text{ m}^3$$

La relación que tiene que cumplirse para que las dimensiones y la forma del biodisco sean correctas es la siguiente:  $L \geq 1.5 \times D$  (D = diámetro del biodisco).

En este caso para el cálculo del diámetro del biodisco se ha tomado que  $L = 1.5 \times D$

$$\frac{\pi \times D^2}{4} \times 1.5 \times D = 3.02 \text{ m}^3$$

$$D=1.37\text{m} \approx 1.4\text{m}$$

$$L=1.5 \times 1.4 = 2.1\text{m}$$

Para que la superficie sumergida sea de un 40-45% del total, el ángulo sumergido será de  $150^\circ$

Comprobamos algunos parámetros (tiempo retención hidráulico y volumen específico)

$$Vr=2.5 \times 1.8 \times 0.8 = 3.6 \text{ m}^3$$

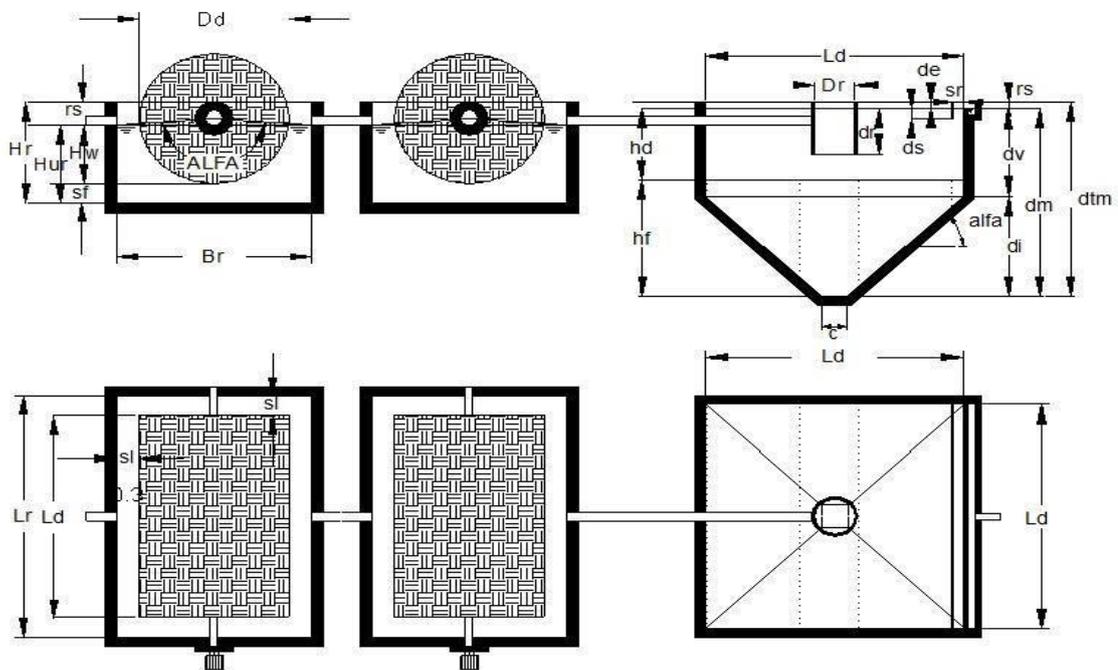
$$\text{TRH}= Vr/Qm=3.6/2.6=1.4 < 1.5\text{h} \text{ CUMPLE}$$

$$Ve= Vr/S= 3.6/512.77=0.00702 \text{ m}^3/\text{m}^2=7.02 \text{ l}/\text{m}^2 > 5 \text{ l}/\text{m}^2 \text{ CUMPLE}$$

En la imagen se muestra un esquema de biodiscos y las dimensiones que se han ido calculando se podrán ver en el apartado de planos:



## BIOROTORES (2 ETAPAS) DECANTADOR ESTÁTICO CUADRADO



### 5.2.1 DECANTADOR SECUNDARIO

Seguido del reactor del biodisco se colocará un decantador secundario cuya función será bombear los fangos al tanque Imhoff y conducir el agua depurada por el emisario de salida al punto exacto de vertido.

Para el diseño del decantador son necesarios los parámetros expuestos a continuación:

$$CH=Q/S \leq 0.5 \text{ m/h} \rightarrow S = 2.6/0.5 \geq 5.2 \text{ m}^2$$

$$CH_p=Q_p/S \leq 1 \text{ m/h} \rightarrow S \geq 15 \text{ m}^2$$

$$TRH=V/Q \geq 4\text{h} \rightarrow V = 4 \times 2.6 = 10.4 \text{ m}^3$$

$$TRH_p=V/Q_p \geq 1.5\text{h} \rightarrow V = 1.5 \times 15 = 37.5 \text{ m}^3$$

Luego nuestro decantador será de una superficie mayor a  $15 \text{ m}^2$  y tendrá un volumen mayor a  $37.5 \text{ m}^3$

$$L=S^{0.5}=3.88 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

$$h=V/S=37.5/16=2.34 \text{ m} \approx 2.5 \text{ m}$$



Ahora calculamos la producción de fangos en el secundario, para añadirlos al tanque Imhoff.

$$P_f = 62.1 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.5 \text{ KgSS/KgDBO}_5 \times 0.18 \text{ KgDBO}_5/\text{m}^3 = 5.589 \text{ KgSS}/\text{día}$$

El volumen de fangos será, con una concentración de fangos en el decantador de 5%:

$$Q_f = 5.589/50 = 0.112 \text{ m}^3/\text{día}$$

Al ser poco volumen se podría almacenar 15 días antes de enviarlo al tanque Imhoff.

$$P_{\text{anuales}} = 365 \times 5.589 = 2040 \text{ KgSS}/\text{año}$$

Con una reducción de masa al 65% y una concentración final de 10%

$$P_{\text{anuales}} = 2040 \times 0.65 / 100 = 13.26 \text{ m}^3/\text{año}$$



## 6. ALTERNATIVA 2: AIREACIÓN PROLONGADA

### 6.1 PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO

El proceso de pretratamiento de la aireación prolongada es igual. A la entrada de la EDAR se colocará un cesto con una separación de rejilla suficiente. La retirada de los residuos será manual. A continuación el agua cae por un vertedero hasta que llega al tanque de bombeo, desde el que es bombeada hasta el tamizado. La única diferencia es que en este caso el tamiz irá colocado a la altura del terreno mientras que en el caso de los biodiscos va elevado sobre el terreno.

En este caso no es necesario un tratamiento primario por lo que pasaremos directamente del pretratamiento al tratamiento secundario.

En este caso no habrá tratamiento primario, es decir no se necesitará la colocación del tanque Imhoff.

### 6.2 TRATAMIENTO SECUNDARIO

#### 6.2.1 AIREACIÓN PROLONGADA: FANGOS ACTIVOS

Para un proceso de fangos activos se han de calcular por una parte las dimensiones del tanque necesarias para el proyecto y por otra el oxígeno proporcionar para que las bacterias puedan hacer su trabajo eficazmente.

Los datos de partida de caudales y contaminación son los vistos al principio de este presente anejo.

Los parámetros de diseño del reactor con los que se van a calcular las dimensiones necesarias son los siguientes:

Carga másica= 0.1 KgDBO5/KgSS.día

Concentración en el reactor  $\chi=3000$  mg/l



El rendimiento se fija como en el caso anterior para que a la salida haya 20mgDBO<sub>5</sub>/l

$$V = \frac{Q \times (S_0 - S)}{CM \times \chi}$$

$$V = \frac{62.1 \times (0.3 - 0.02)}{0.1 \times 3} = 57.96 \text{ m}^3$$

Ahora comprobamos que cumple el tiempo de retención hidráulico

$$TRH=V/Q= 57.96/2.6 = 22.29 \text{ días} > 24 \text{ días} \text{ NO CUMPLE}$$

El TRH cumple con un volumen de 62.5 m<sup>3</sup>

La carga volumétrica será:

$$CV= Q(S_0-S)/V=17.388/62.5 = 0.278 \text{ CUMPLE } 0.1 < CV < 0.35$$

Calculamos ahora la producción de fangos

$$P_f = P_f' \times Q \times (S_0 - S) = 0.5 \times 17.388 = 8.7 \text{ KgSS/día}$$

$$TRF = V \times \chi / P_f = 62.5 \times 3 / 8.7 = 21.55 \text{ días} \text{ CUMPLE } 20 < TRF < 30 \text{ días}$$

Se van a recircular los fangos con r=150% por lo que el caudal de recirculación será:

$$Q_r = 1.5Q = 3.9 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{Por lo que necesitaremos una bomba de } 5\text{m}^3/\text{h} + \text{ otra igual de reserva}$$

En cuanto a la aireación se han utilizado los siguientes parámetros:

- $O' = 2 \text{ kg O}_2/\text{kgDBO}_5\text{elim}$
- Coeficiente punta oxígeno:  $C_{po}=1.5$
- Aireador escogido: Difusores

Con estos datos se han hecho los siguientes cálculos:

- **Necesidades de O<sub>2</sub>:**

$$O = O' \times Q(S_0 - S) = 2 \times 17.388 = 34.776 \text{ KgO/día} \approx 1.45 \text{ KgO/h}$$



- **Necesidad punta de O<sub>2</sub>:**

$$Op=O \times Cpo= 1.45 \times 1.5 = 2.17 \text{ KgO/h}$$

- **Potencia de la turbina y del motor:**

$$Pt= Op/(Co \times Tr) = 2.17/(1.8 \times 0.55) = 2.2 \text{ Kw}$$

$$Pm \text{ (CV)} = 2.2/(0.8 \times 0.735) = 3.75 \text{ CV} \rightarrow \text{ Una turbina de 5 CV}$$

- **Comprobación energía de mezcla:**

$$Em = \frac{5 \times 0.735 \times 1000}{62.5} = 58.8 > 20 \frac{W}{m^3} \text{ CUMPLE}$$

- **Dimensiones:**

Sabemos el volumen que ocupa y que la altura a de ser menor de 4.5 m, así que suponemos que es de base cuadrada y una altura de 3.5m.

$$V = 3.5 \times L^2 = 62.5 \rightarrow L = 4.22 \approx 4.25 \text{ m}$$

### 6.2.2 DECANTADOR SECUNDARIO

Para el diseño del decantador secundario se van a utilizar los siguientes parámetros de diseño:

Carga hidráulica:

$$-CH(Qm) = Qm/Sh \leq 0.5 \text{ m/h}$$

$$Sh \geq 2.6 \text{ m}^3/\text{h} / 0.5 \text{ m/h} = \mathbf{5.2 \text{ m}^2}$$

$$-CHp(Qp) = Qp/Sh \leq 1 \text{ m/h}$$

$$Sh \geq 15 \text{ m}^3/\text{h} / 0.9 \text{ m/h} = \mathbf{16.67 \text{ m}^2}$$

Tiempo de retención hidráulico:

$$-(Qm) = Vol/Qm \geq 4h$$

$$Vol \geq 4 \text{ h} \times 2.6 \text{ m}^3/\text{h} = 10.4 \text{ m}^3$$



La altura a de ser menor de 3m

$H=V/Sh= 10.5/15 = 0.7$  sería muy bajo así que suponemos  $h=2.5$  y obtenemos un

volumen de  $41.7 \text{ m}^3$

Por lo tanto las dimensiones serán:

$Sh=16.67 \text{ m}^2$  y  $V=41.7\text{m}^3$

### 6.2.3 PRODUCCIÓN DE FANGOS

La producción de fangos biológicos se calcula en el proceso de fangos activos a través de un proceso en el que intervienen constantes biocinéticas algunas de las cuales se definirán a continuación porque resultan imprescindibles para los siguientes cálculos:

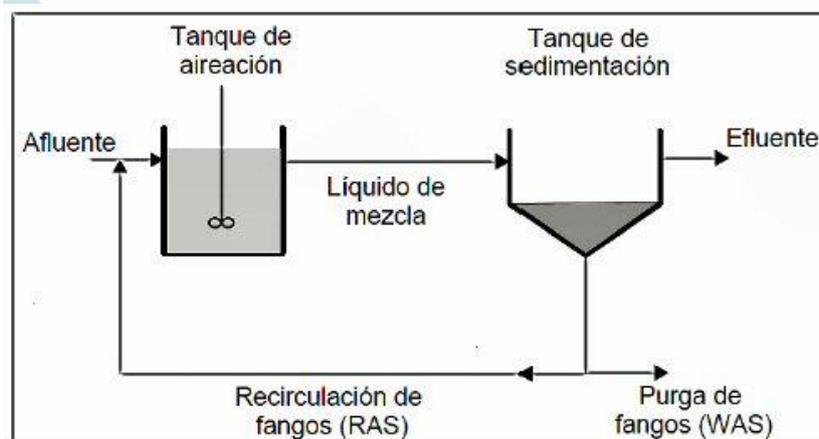
**Concentración de fangos en exceso:**

**-Producción de fangos:**

$P_f = 0.75 \times 17.388 = 13.04 \text{ KgSS}/\text{dia}$

$Q_f = P_f / C_f = 13.04 / 5 = 2.61 \text{ m}^3/\text{dia}$

A la semana serian  $18.25 \text{ m}^3/\text{semana}$



Esquema simple. En planos todo detallado.



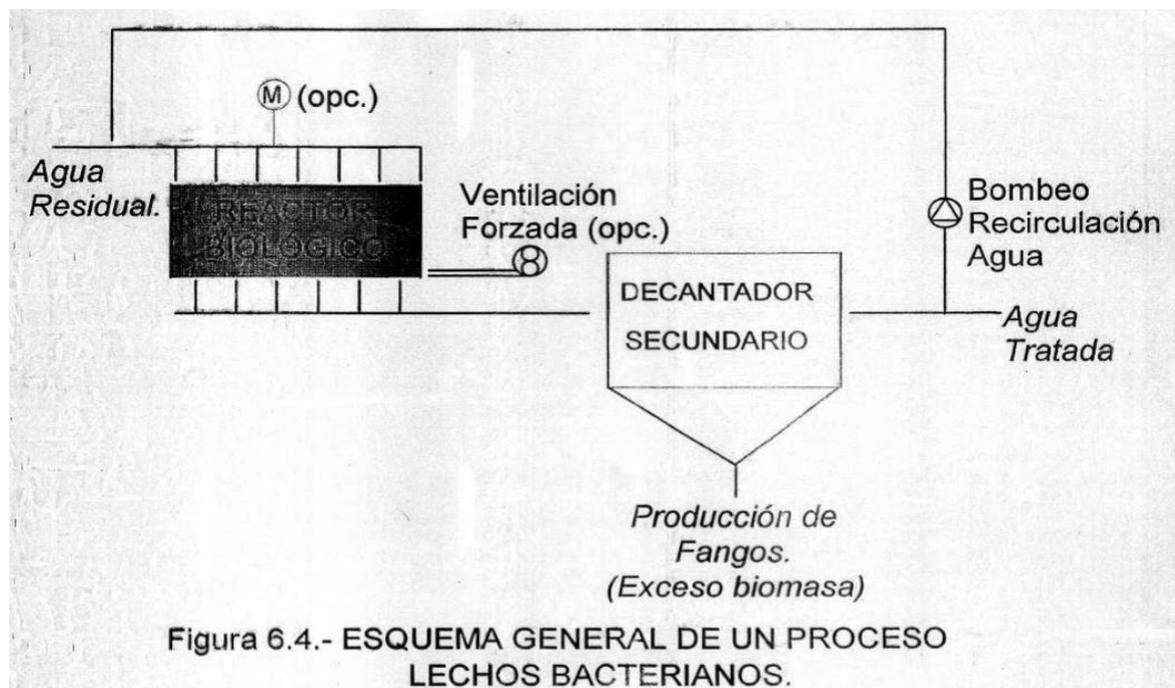
## 7. ALTERNATIVA 3: LECHO BACTERIANO

El lecho bacteriano es el sistema clásico de los de cultivo fijado a soporte.

Los elementos principales del proceso se irán calculando en este apartado. A continuación se van a describir de manera breve los elementos de los que consta este método:

1. Reactor biológico o lecho bacteriano propiamente dicho el cual consta de su correspondiente sistema de alimentación de agua residual y de su sistema de ventilación ya se de manera natural o forzada.
2. Decantador secundario, con su correspondiente extracción de fangos producidos (exceso de biomasa) o biopelícula desprendida.
3. La recirculación de agua al reactor.

En la siguiente imagen se muestra un esquema general de un proceso de lechos bacterianos.





### 7.1 PRETRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO

Este funcionará de la misma forma que la alternativa 1 de biodiscos.

El pretratamiento tendrá cada uno de los elementos explicados en los primeros apartados del presente anejo y el tratamiento primario también será igual a lo calculado en este anejo, es decir será un tanque Imhoff.

### 7.2 REACTOR BIOLÓGICO O LECHO BACTERIANO

Se comienza definiendo un proceso de lechos bacterianos de BAJA CARGA.

- A la salida del tanque Imhoff se tienen los siguientes datos:

En el tratamiento primario la DBO<sub>5</sub> se reduce en un 40% y los SS en un 60% por lo que al pasar al lecho bacteriano la concentración de contaminación es:

$$\begin{aligned}S_o &= 300 \text{ mg/l} \times (1-0.4) = 180 \text{ mg DBO}_5/\text{l} \\SS_o &= 366.67 \text{ mg/l} \times (1-0.6) = 146.67 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

- El rendimiento del lecho será:

$$n = \frac{180 - 20}{180} \times 100 = 88.89\%$$

Si se considera un relleno de piedra según NRC:

Al ser de baja carga el lecho bacteriano se asume que el factor de recirculación (F) es igual a 1 porque r=0.

$$E = \frac{100}{1 + 0.444x \sqrt{\frac{S_o}{V}} x F x 100}$$

Se obtiene por tanto: V=141 m<sup>3</sup>



Con el volumen hallamos la carga orgánica

$$CO = \frac{Q \times So}{V} \quad CO = (62.1 \times 0.18) / 141 = 0.079 \approx 0.08 \text{ KgDBO}^5/\text{m}^3.\text{dia}$$

El valor de la carga orgánica en lechos bacterianos de baja carga oscila entre unos valores de 0.08 y 0.032 kgDBO5/m<sup>3</sup>.día. Luego atendiendo a estos valores nos encontramos dentro del rango permitido.

Ahora con el condicionante de la carga hidráulica punta obtendremos la superficie necesaria.

$$CHp = Qp/Sh \leq 4\text{m}/\text{día} \rightarrow Sh \geq 15 \times 24 / 4 = 90\text{m}^2$$

Con esta superficie obtenemos una altura de 1.6m < 3m así que cumplimos  
La superficie es rectangular con relación L=1.5W

$$Sh = L \times W = 1.5W^2 = 90 \rightarrow W = 7.74\text{m} \text{ y } L = 11.62\text{m} \text{ redondeando hacia arriba}$$

$$\mathbf{W = 7.75\text{m} \text{ y } L = 11.75\text{m}}$$

### 7.3 DECANTADOR SECUNDARIO

El diseño del decantador secundario cuadrado debe realizarse de tal forma que exista una superficie adecuada para permitir la decantación de los sólidos sedimentables y que el tiempo de retención de los fangos sea el mínimo posible para evitar anaerobiosis y malos olores.

El tiempo de permanencia de los fangos en el decantador secundario depende de la velocidad de sedimentación de los sólidos en suspensión y de la recirculación de fangos.

En consecuencia, las dimensiones del decantador secundario se obtienen a partir de los siguientes parámetros:

- Carga hidráulica o velocidad ascensional:

$$CH = Q/Sh \leq 0.5\text{m}/\text{h} \rightarrow Sh \geq 5.2\text{m}^2$$

$$CHp = Qp/Sh \leq 1\text{m}/\text{h} \rightarrow Sh \geq 15\text{m}^2$$



- Tiempo de retención hidráulico:

$$TRH=V/Q \geq 4h \rightarrow V \geq 10.4m^3$$

$$TRHp=V/Qp \geq 2.5h \rightarrow V \geq 37.5m^3$$

$$\text{La altura } h = V / Sh = 2.5 \text{ m}$$

Como se asumen una forma de la planta cuadrada para el decantador el lado que este tendrá será:  $L=Sh^{0.5}=3.87m$  se adoptara 4m

### EXTRACCIÓN DE FANGOS DEL DECANTADOR SECUNDARIO:

Se realiza una vez al mes luego el volumen de almacenamiento considerando una concentración del 4% será:

$$Pf=0.5 \times 62.1(0.18-.02)=4.97\text{KgSS}/\text{dia}$$

$$Qf=Pf/Cf=4.97/40=0.124m^3/\text{dia} \times 30 = 3.72m^3 \text{ al mes}$$

En el tanque Imhoff (calcular digestor) al año llegara:

$$Pf=365 \times 4.97=1814 \text{ KgSS}$$

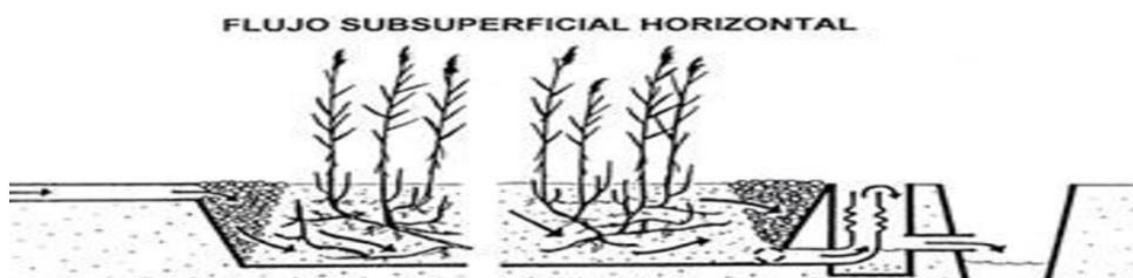
$$Qf=(Pf \times RM)/Cf=(1814 \times 0.65)/100=11.8 \text{ m}^3/\text{año} \quad RM=\text{reducción de masa}$$

## 8. ALTERNATIVA 4: HUMEDAL

Los humedales artificiales se clasifican en dos tipologías atendiendo a la circulación del agua si es de tipo subterránea o superficial.

El tipo escogido en este caso es el HUMEDAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL, que tal como su nombre indica, la circulación del agua es subterránea a través de un medio granular (con una profundidad de la lámina de agua de alrededor de 0.6 metros y en contacto con los rizomas y raíces de los macrófitos).

Se diseña un humedal de tipo subsuperficial horizontal. Los humedales de tipo horizontal funcionan completamente inundados.





El humedal subsuperficial horizontal se diseña considerando, en este caso, que es la etapa posterior al tanque Imhoff (el rendimiento de eliminación de DBO5 en él es del 40% mientras que en el humedal se elimina el 85%).

Para el diseño del humedal en primer lugar se elige el tipo de vegetación del humedal: en este caso, se elige la especie PHRAGMITES con una profundidad (d) de 60 cm.

Tipo de planta	Altura ( m )	Período de vida (años)	PH del agua	Nivel del agua (m)	Temperatura aire (°C)
<i>Phragmites</i>	3 - 4	3 - 9	2.0 - 8.5	0.6 - 0.8	11 - 32

Como tipo de suelo se elige ARENA GRUESA, que tiene las siguientes propiedades:

TIPO	MAX.10 % TAMAÑO mm	POROSIDAD n	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (K <sub>s</sub> ) m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> - d	K <sub>20</sub>
ARENA MEDIA	1,00	0,42	420	1,84
ARENA GRUESA	2,00	0,39	480	1,35
GRAVA	8,00	0,35	500	0,86

(\* EPA/625/1 - 88/022, 1988)

Ahora se determina la pendiente del humedal teniendo en cuenta que la velocidad de circulación está limitada superiormente, siempre ha de ser menor que 10 m/d y en este caso será de 5 m/d de modo que:

$$V. \text{circulación} = \frac{Qm}{W \times d} = k \times i \leq 10 \text{ m/d}$$



En nuestro caso particular:

$$i \leq \frac{\frac{5m}{d}}{480 \frac{m}{d}} = 0.01 = 1\%$$

También podemos obtener el ancho del humedal, despejando

$$\frac{62.1}{W \times 0.6} = 5$$

$$W=20.7m$$

A continuación se calcula el tiempo de retención para una temperatura de 5°C teniendo en cuenta que:

$$Kt = K_{20} \times (1.1)^{-20} = 1.35d^{-1} \times (1.1)^{5-20} = 0.323d^{-1}$$

$$\frac{Se}{So} = e^{-Kt \times TR} \quad TR = \frac{-\ln\left(\frac{Se}{So}\right)}{Kt}$$

TR=6.8 en época de pero condiciones

Ahora se calcula la longitud del humedal

$$L = \frac{Qm \times TR}{W \times d \times n} = \frac{62.1 \times 6.8}{20.7 \times 0.6 \times 0.39} = 87.18m$$

Luego la superficie horizontal sería  $Sh=L \times W=87.18 \times 20.7=1804.6m^2$

Se comprueba la carga orgánica:

$$CO = \frac{Qm \times So}{Sh} = \frac{62.1 \times 0.18}{\frac{1804.6}{10000}} = 61.94 \frac{KgDBO_5}{Ha. dia}$$



También se debe comprobar que hay oxígeno suficiente calculando el oxígeno necesario y el producido por las plantas:

$$O2_{necesario} = 1.5 Q_m(S_o - S) = 1.5 \times 62.1 \times (0.18 - 0.02) = 14.25 \text{ KgO}_2/\text{día}$$

$$O2_{disponible} = Sh \times \text{TasaO}_2 = 1804.6 \times 30 / 1000 = 54.138 \text{ KgO}_2/\text{día}$$

CUMPLE  $O2_{necesario} < O2_{disponible}$

RESULTADOS:

$$W = 20.7 \text{ m}$$

$$L = 87.18 \text{ m}$$

$$i = 1\%$$

$$d = 0.6 \text{ m}$$

## 9. LAGUNAS DE MADURACIÓN

Se emplea el modelo de Marais para medir la reducción de coliformes:

Se supone  $K_{b20} = 2 \text{ d}^{-1}$  y una temperatura de  $10^\circ\text{C}$ , de modo que:

$$K_{b_{TW}} = K_{b_{20}} \times 1.07^{TW-20} = 2 \text{ d}^{-1} \times 1.07^{5-20} = 0.725 \text{ d}^{-1}$$

Se considera que se parte de una concentración inicial de coliformes de  $10^6/100 \text{ ml}$  en los procesos de lecho bacteriano, fangos activos y biodiscos, en humedal es  $10^5/100 \text{ ml}$  y se obtiene un efluente con  $10^3 \text{ CF}/100 \text{ ml}$ , de modo que podemos calcular el tiempo de retención considerando el número de lagunas empleadas:

$$CF_f = \frac{CF_o}{(1 + K_{b_{TW}} \times T_r)^n}$$

$$10^3 = \frac{10^6}{(1 + 0.725 \times TR)^n}$$

Se obtienen los siguientes valores:

$$TR(n=1) = 1377.93 \text{ días}$$

$$TR(n=2) = 42.24 \text{ días}$$

$$TR(n=3) = 12.41 \text{ días}$$

$$TR(n=4) = 6.377 \text{ días}$$

Donde n son el número de lagunas de maduración.



Teniendo en cuenta que el tiempo de retención hidráulico en una laguna aireada de mezcla total no debe ser superior a 5 días, necesitaríamos 5 lagunas de maduración pero serian demasiadas así que pondremos 4.

Se calcula a continuación el volumen de cada una de ellas y el volumen total:

$$V = TR \times Q_m = 6.377 \text{ d} \times 62.1 \text{ m}^3/\text{d} = 396.01 \text{ m}^3$$

$$V_T = n \times V = 4 \times 396 = 1584 \text{ m}^3$$

Los parámetros de diseño para la profundidad y el resguardo son:

-Profundidad (m): 1-2 m; se escoge 1 m.

-Resguardo (m): 0.2 m.

Tomando una relación entre el largo y el ancho de  $L = 2.5W$

$$V = L \times W \times d$$

$$396 \text{ m}^3 = 2.5W \times W \times 1; W = 12.6 \text{ m}$$

$$\text{Por tanto } L = 31.5 \text{ m}$$

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LAGUNA DE MADURACIÓN:**

**LARGO, L** → 31.5 m

**ANCHO, W** → 12.6m

**PROFUNDIDAD, d** → 1 m

**NÚMERO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN (n)** → 4

Humedal:

$$10^3 = \frac{10^5}{(1 + 0.725 \times TR)^n}$$

Se obtienen los siguientes valores:

$$TR(n=1) = 136.55 \text{ d}$$

$$TR(n=2) = 12.41 \text{ d}$$

$$TR(n=3) = 5.02 \text{ d}$$

Donde n son el número de lagunas de maduración.

Teniendo en cuenta que el tiempo de retención hidráulico en una laguna aireada de mezcla total no debe ser superior a 5 días, necesitamos 3 lagunas de maduración.



Se calcula a continuación el volumen de cada una de ellas y el volumen total:

$$V = TR \times Qm = 5.02 \text{ d} \times 62.1 \text{ m}^3/\text{d} = 310.5 \text{ m}^3$$

$$VT = n \times V = 3 \times 310.5 = 931.5 \text{ m}^3$$

Los parámetros de diseño para la profundidad y el resguardo son:

-Profundidad (m): 1-2 m; se escoge 1 m.

-Resguardo (m): 0.2 m.

Tomando una relación entre el largo y el ancho de  $L = 2.5W$

$$V = L \times W \times d$$

$$310.5 \text{ m}^3 = 2.5W \times W \times 1; W = 11.15\text{m}$$

Por tanto  $L = 27.9 \text{ m}$

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LAGUNA DE MADURACIÓN:**

**LARGO, L** → 27.9 m

**ANCHO, W** → 11.15m

**PROFUNDIDAD, d** → 1 m

**NÚMERO DE LAGUNAS DE MADURACIÓN (n)** → 3

Todas las alternativas serán definidas en los planos.





# ANEJO N° 13– SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. MÉTODO Y DESARROLLO.....	2
3. CONCLUSIÓN .....	17



## 1. INTRODUCCIÓN

Se van a valorar distintos aspectos para seleccionar la alternativa que mejor cumpla con ellos. Para valorarlo se ha realizado un estudio de las alternativas en cuanto a su dimensionamiento, fijando el rendimiento total.DBO<sub>5</sub> en el efluente de 20mg/l y CFe=10<sup>3</sup>/100ml

## 2. MÉTODO Y DESARROLLO

Se creara una matriz de selección, estudiando los aspectos requeridos y dando un peso a cada uno de ellos. Para valorar estas soluciones se ha basado en el libro “Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades” de Ramón Collado.

Los aspectos que se han valorado son los siguientes:

-Superficie necesaria

Los sistemas que mayor superficie requieren por habitante son los filtros verdes (12 - 110 m<sup>2</sup>/hab) y los de menor ocupación son los tratamientos previos y físico-químico (0,05 - 0,2 m<sup>2</sup>/hab). Los sistemas de aplicación subsuperficial y superficial, requieren grandes superficies de terreno (entre 1 y 9 m<sup>2</sup>/hab para los filtros intermitentes y entre 6 y 66 m<sup>2</sup>/hab para las zanjas filtrantes). Le siguen, en orden de mayor a menor necesidad de área, los sistemas de lagunaje, con valores comprendidos entre 1 y 3 m<sup>2</sup>/hab para las lagunas aireadas y entre 2 y 20 m<sup>2</sup>/hab para las facultativas. Finalmente señalemos que los sistemas de aireación prolongada y procesos biopelícula requieren muy poca superficie (0,1 - 1.0 m<sup>2</sup>/hab).





#### -Mantenimiento y explotación

El lagunaje es el sistema que ofrece mayor flexibilidad y simplicidad de funcionamiento, y los sistemas más complejos de instalación: aireación prolongada y físico-químico son también los de mayor complejidad en funcionamiento.

En cuanto a su complejidad en el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, vuelven a ser la aireación prolongada y físico-químico, los que ocupan la peor situación.

Los sistemas de lagunaje y aplicación al terreno, requieren menor frecuencia en el control que el resto de los procesos.



3.1. Explotación y Mantenimiento

	Posa Séptica	Tanque Imhoff	Zanjas Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Arena	Pozos Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de Juncos	Infiltración Rápida	Escorrentía Superficial	Lechos Bacterianos	Biodiscos	Lechos de Turba	Atracción Prolongada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias
Simplicidad de Funcion.	MS	S	S	S	N	MS	MS	MS	S	N	C	C	S	M	M	N	MS	MS	MS
Necesidad de personal	P	P	P	P	R	P	P	P	P	P	M	M	R	M	M	R	P	P	P
Duración del control	P	P	P	P	R	P	P	P	P	P	M	M	P	M	M	R	P	P	P
Frecuencia en el Cont.	PF	PF	PF	PF	MF	PF	PF	PF	PF	PF	F	F	RF	M	M	RF	PF	PF	PF

MS = Muy Simple  
 S = Simple  
 N = Normal  
 C = Complicado  
 MC = Muy Complicado  
 PF = Poco Frecuente  
 RF = Razonablemente Frecuente  
 F = Frecuente  
 MF = Muy Frecuente  
 P = Poco  
 R = Regular  
 M = Mucho

3.2. Explotación y Mantenimiento

	Posa Séptica	Tanque Imhoff	Zanjas Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Arena	Pozos Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de Juncos	Infiltración Rápida	Escorrentía Superficial	Lechos Bacterianos	Biodiscos	Lechos de Turba	Atracción Prolongada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias
Simplicidad de funcionamiento	10	8	8	8	6	10	10	10	8	6	4	4	8	2	2	6	10	10	10
Necesidad de personal	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	4	4	7	4	4	7	10	10	10
Duración del control	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	4	4	10	4	4	7	10	10	10
Frecuencia en el control	10	10	10	10	3	10	8	8	10	10	8	8	6	3	3	8	10	10	10
Total	40	38	38	38	23	40	38	38	38	36	20	20	33	13	13	28	40	40	40
Nota	10	9	9	9	5	10	9	9	9	9	5	5	8	3	3	7	10	10	10

MS = 10  
 S = 8  
 N = 6  
 C = 4  
 MC = 2  
 PF = 10  
 RF = 8  
 F = 5  
 MF = 3  
 P = 10  
 R = 7  
 M = 4



-Costo de construcción

Los procesos más costosos de implantación, son con diferencia los de aplicación subsuperficial, si bien su rango de aplicación se reduce a núcleos muy pequeños. Para el resto de los sistemas el costo de construcción oscila entre 10 \$/hab (infiltración rápida) y 261 \$/hab (aireación prolongada), con un valor medio de 128 \$/hab.



4. Costos de Construcción

100	100	100	1400	2100	2400	1100	450	Lechos de Juncos	Infiltración Rápida	Escorrentía Superficial	Lechos Bacterianos	Biodiscos	Lechos de Turba	Aireación Prolongada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias
100-200	85	83	1100	1700	1800	1000	-	250	-	-	540	700	-	620	-	-	-	-	-
201-500	-	70	800	1400	1600	900	-	-	-	-	430	360	330	500	-	-	-	-	-
501-1000	-	-	-	-	1000	-	190	5	-	-	340	320	220	400	-	-	-	160	-
1001-2000	-	-	-	-	990	-	180	-	16	-	300	300	200	350	300	310	-	120	40
2001-5000	-	-	-	-	-	-	160	200	11	-	250	260	170	300	160	260	-	100	35
5001-10000	-	-	-	-	-	-	130	-	9,0	-	180	200	140	250	120	220	-	70	20
>10000	-	-	-	-	-	-	100	100	8,0	-	150	180	120	220	100	150	-	50	20
Val. Medios	89	76	1031	1545	1663	945	132	115	10	-	196	216	145	261	129	201	-	72	24
Nota	8	8	-	-	-	-	6	7	10	-	4	4	6	2	6	4	-	8	9

Coste = \$/hab. (1990)



-Costo explotación y mantenimiento

Los procesos más costosos en explotación son los de aplicación sub-superficial. En el resto de los sistemas resultan unos costos de explotación entre 1 \$/hab.año (lagunas anaerobias) y 16 \$/hab.año (aireación prolongada), con valor medio de 6.4 \$/hab.año.



5 .Costos de Explotación y Mantenimiento

	Fosa Séptica	Tanque Imhoff	Zanjas Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Arena	Pozos Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de Juncos	Infiltración Rápida	Escorrentía Superficial	Lechos Bacterianos	Biódiscos	Lechos de Turba	Atracción Prolongada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias
100	5,5	-	31,5	50	97	25	-	-	-	-	5	64	-	40	-	-	-	8	-
101-200	-	-	14	25	45	10	-	-	-	-	25	-	25	36	20	-	-	7	-
201-500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	30	-	-	-	-	-
501-1000	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	18	-	20	25	15	-	-	5	-
1001-2000	-	-	-	-	-	-	8,0	-	-	-	15	-	-	-	-	22	1,5	-	1,5
2001-5000	-	-	-	-	-	-	7,0	-	5	-	12	20	10	18	12	14	1,2	-	1,2
5001-10000	-	-	-	-	-	-	5,0	-	-	-	10	15	-	15	-	10	0,8	2	0,8
>10000	-	-	-	-	-	-	4,0	2	4	-	8	10	5	13	10	7,0	0,5	2	0,5
valor Medio	5,5	-	18	31	58	14	5,0	2	4	-	10	13	6	16	8	10,0	1	2	1
Nota	9	-	7	5	1	8	9	10	9	-	8	8	9	7	9	8	10	10	10

Coste = \$/hab.año (1990)



### -Estabilidad

De forma global los más estables son los procesos de aplicación al terreno, procesos biopelícula y tratamientos convencionales. Los más inestables son los tratamientos primarios y los sistemas de lagunaje.

La estabilidad respecto de la temperatura se analiza en función de su incidencia sobre el grado de depuración, siendo el lagunaje el proceso más sensible a sus efectos en el rendimiento, debido a las características propias del sistema.

Los sistemas que mejor calidad del efluente mantienen en forma permanente, son los procesos de aplicación al terreno. Los de peor calidad son los tratamientos primarios, lagunaje y físico-químico. Los procesos biopelícula y tratamiento convencional (excepto físico-químico), mantienen una situación intermedia.

Los más estables frente a las variaciones de caudal y carga son una vez más los sistemas de aplicación al terreno. También resultan muy estables en este punto los procesos de lagunaje y físico-químico. Los procesos biopelícula y convencional (excepto físico-químico) ocupan una situación intermedia.



7. Estabilidad

	Pesa Séptica	Tanque Imhoff	Zanjas Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Arena	Pozos Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de Juncos	Infiltración Rápida	Escurrentia Superficial	Lechos Bacterianos	Biodiscos	Lechos de Turba	Atreación Prolongada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias	Peso
Efectos Temperatura	3	4	7	7	3	8	10	5	6	10	5	5	8	5	7	3	3	3	3	10
Turbidez Efluente	1	1	10	10	10	10	3	3	10	3	5	5	5	3	2	2	1	3	3	10
Variación de Caudal-Carga	2	3	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	5	10	10	10	10	10	10	10
Total	6	8	27	27	28	28	28	18	26	23	15	20	18	18	19	15	14	16	16	30
Nota	2	3	9	9	8	9	8	6	9	8	5	7	6	6	6	5	5	5	5	



-Impacto ambiental

La recopilación bibliográfica, es la fuente principal de la valoración numérica que se obtiene para cada variable. La manera adecuada de obtener un resultado fiable, es mediante el estudio pormenorizado de cada caso en particular.

Los sistemas que presentan mejor integración ambiental son los procesos biopelícula (lechos bacterianos y biodiscos), algunos sistemas de aplicación superficial (lechos de juncos, infiltración rápida), tratamientos previos (enterrados) y los procesos de aplicación subsuperficial, salvo los filtros intermitentes de arena. Los sistemas que presentan peor integración en el medio natural son los de lagunaje y filtros verdes.



8.1. Impacto Ambiental

	Rosa Sápida	Tanque Imhoff	Zanjas Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Arena	Pozos Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de Juncos	Infiltración Rápida	Escorrentía Superficial	Lechos Bacterianos	Biodiscos	Lechos de Turba	Atreación Prolongada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias
Molestia de olores	PF	PN	PN	PN	PF	PI	PN	PR	PF	PN	PN	PI	PR	PN	PF	PN	PF	PF	PF
Molestia de ruidos	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PR	PI	PF	PR	PN	PI	PI	PI
Molestia de insectos	PR	PI	PR	PR	PF	PR	PF	PN	PN	PN	PR	PI	PR	PI	PI	PN	PN	PN	PN
Integración con el ent.	B	B	N	N	N	B	B	B	B	N	N	N	N	M	M	N	N	N	N
Riesgos para la salud	PR	PR	PN	PN	PF	PR	PF	PR	PR	PN	PR	PI	PR	PR	PR	PN	PN	PN	PN
Efectos en el suelo	PR	PR	PN	PN	PN	PN	PN	PR	PR	PF	PI	PI	PN	PI	PI	PN	PN	PN	PN

B = Bueno  
 N = Normal  
 M = Malo  
 PI = Problema Inexistente  
 PR = Problema Raro  
 PN = Problema Normal  
 PF = Problema Frecuente



8.2 Impacto Ambiental

	Posa Séptica	Tanque Imhoff	Zanjas Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Arena	Pozos Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de -duncos	Infiltración Rápida	Escorrentía Superficial	Lechos Bacterianos	Biodiscos	Lechos de Turba	Atracción Profundada	Físico - Químico	Lagunas Aireadas	Lagunas Aerobias	Lagunas Facultativas	Lagunas Anaerobias	Peso
Molestia de olores	2	5	5	5	2	10	5	8	2	5	5	10	8	5	2	5	2	2	2	10
Molestia de ruidos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	2	8	5	10	10	10	10
Molestia de insectos	8	10	8	8	2	8	2	5	5	5	8	10	8	10	10	5	5	5	5	10
Integración con el entorno	10	10	7	7	7	10	10	10	10	7	7	7	7	4	4	7	7	7	7	10
Riesgos para la salud	8	8	5	5	2	8	2	8	8	5	8	10	8	8	8	5	5	5	5	10
Efectos en el suelo	8	8	5	5	5	5	5	8	8	2	10	10	5	10	10	5	5	5	5	10
Total	48	51	40	40	28	51	34	49	43	29	48	55	46	39	42	7	34	34	34	60
Nota	8	8	7	7	5	8	6	3	7	5	8	9	8	7	7	6	6	6	6	6

B = Bueno : 10  
 N = Normal: 7  
 M = Malo : 4  
 PI = Problema Inexistente: 10  
 PR = Problema Raro : 8  
 PN = Problema Normal : 5  
 PF = Problema Frecuente : 2



#### -Producción de fangos

La producción y tratamiento de los lodos en un proceso de depuración de aguas residuales, muchas veces absorbe una gran parte de los costos de explotación, por lo que deben considerarse prioritarios aquellos sistemas donde la producción de fangos sea menor.

Los sistemas de aplicación al terreno, tanto superficial como subsuperficial, tienen una producción de fangos nula o casi nula, aunque no deben olvidarse los que se producen en los tratamientos previos a su aplicación. Los sistemas donde se produce la mayor cantidad de fangos son la aireación prolongada y, sobretodo, el tratamiento físico-químico (6-25 l/m<sup>3</sup> AR). En tratamientos previos (fosa séptica y tanque Imhoff), la producción es similar a la de los sistemas de lagunaje, si bien estos últimos presentan la ventaja, debido a sus grandes dimensiones, de almacenar los fangos producidos en el tiempo, llegándose a su mineralización y evacuación posterior cada cierto número de años. En los procesos biopelícula, la producción es inferior a la que se obtiene en los tratamientos convencionales y algo mayor que en los tratamientos previos y lagunaje.



9.1. Producción de fangos

		Fosa Séptica	1,5-2	Tanque Imhoff	1	Zanjas Filtrantes	1	Lechos Filtrantes	1	Filtros de Arena	1	Pozos Filtrantes	1	Filtros Verdes	1	Lechos de Juncos	1	Infiltración Rápida	1	Escorrentía Superficial	1-3	Lechos Bacterianos	3-4	Biodiscos	0,5-1	Lechos de Turba	3-7	Aireación Prolongada	6-25	Físico - Químico	1-2,5	Lagunas Aireadas	1-2	Lagunas Aerobias	1,2-1,6	Lagunas Facultativas	0,4-0,7	Lagunas Anaerobias
Prod. de fango	0,9-2	1,5-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Producción = 1/m<sup>3</sup> . A.R.

9.2. Producción de fangos

		Fosa Séptica	9	Tanque Imhoff	9	Zanjas Filtrantes	10	Lechos Filtrantes	10	Filtros de Arena	10	Pozos Filtrantes	10	Filtros Verdes	10	Lechos de Juncos	10	Infiltración Rápida	10	Escorrentía Superficial	9	Lechos Bacterianos	8	Biodiscos	10	Lechos de Turba	7	Aireación Prolongada	1	Físico - Químico	9	Lagunas Aireadas	9	Lagunas Aerobias	9	Lagunas Facultativas	9	Lagunas Anaerobias	10		
Total	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Nota	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10



**3. CONCLUSIÓN**

Con estos datos se ha creado una matriz como la siguiente dando los pesos oportunos a cada apartado.

Como resumen, se expone para cada núcleo concreto una matriz final de selección (Cuadro 10), donde se dan diferentes pesos parciales (a1, a2, ..., a9) a cada uno de los nueve efectos analizados, según las circunstancias específicas del lugar, que nos conduzca a un ordenamiento razonado entre las alternativas preseleccionadas. En ella se obtiene, para las alternativas que queden de las diecinueve iniciales, una valoración que engloba todos los efectos contemplados.

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^{i=9} \alpha_{ij} a_i}{\sum_{i=1}^{i=9} a_i} \quad j = 1..19$$

Si los pesos asignados a cada efecto han sido razonados y justificados, se elegirá como solución más idónea aquella que esté entre las de máxima puntuación.

10. Matriz Final de Selección

	Fon. Sfeica	Tanque Imhoff	Zanja Filtrantes	Lechos Filtrantes	Filtros de Area	Peso Filtrantes	Filtros Verdes	Lechos de Juncos	Infiltración Aljola	Escorrentía Superficial	Lechos Barretanos	Biodigest	Lechos de Turba	Atracción Prolongada	Filtro - Químico	Laguna Altrazada	Laguna Aerobias	Laguna Facultativa	Laguna Anaerobias	Peso
Super.necesa.	10	10	1	6	9	8	1	8	7	7	10	10	10	10	10	9	8	7	9	a <sub>1</sub>
Simpl.Obstruc	10	8	10	10	9	7	10	10	9	10	7	7	9	5	5	7	8	8	8	a <sub>2</sub>
Mant.Epiot.	10	10	9	10	5	10	9	9	9	9	5	5	8	3	3	7	10	10	10	a <sub>3</sub>
Costo Cons.	8	8	-	-	-	-	6	7	10	-	4	4	6	2	6	4	-	8	9	a <sub>4</sub>
Costo Expl. y Mant.	9	-	7	5	1	8	9	10	9	-	8	8	9	7	9	8	10	10	10	a <sub>5</sub>
Rendimiento	4	5	8	8	7	-	9	7	8	8	7	8	7	8	7	7	7	7	5	a <sub>6</sub>
Estabilidad	2	3	9	9	8	9	8	6	9	8	5	7	6	6	6	5	5	5	5	a <sub>7</sub>
Impacto Amb.	8	8	7	7	4	8	5	8	7	6	8	9	7	7	7	6	6	6	6	a <sub>8</sub>
Fangos	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	8	10	7	1	9	9	9	10	a <sub>9</sub>
Total	$\sum_{i=1}^9 \alpha_{ij} a_i$	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	$\sum_{i=1}^9 a_i$
Nota	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>17</sub>	A <sub>18</sub>	A <sub>19</sub>	

$$A_j (1-19) = \frac{\sum_{i=1}^{i=9} \alpha_{ij} a_i}{\sum_{i=1}^{i=9} a_i}$$



Aquí está nuestra matriz, en la que vemos que la mejor solución es el HUMEDAL

	TANQUE IMHOFF	BIODISCOS	FANGOS ACTIVOS	LECHO BACTERIANO	HUMEDAL	PESO
SUPERFICIE NECESARIA	10	10	10	10	8	8
MANT Y EXPLOTA	10	5	3	5	9	10
COSTE CONSTRUCCION	8	4	2	4	7	5
COSTE MANTENIMIENTO		8	7	8	10	10
ESTABILIDAD	3	7	6	5	6	9
IMPACTO AMBIENTAL	8	9	7	8	8	10
FANGOS	9	8	7	9	10	7
TOTAL						59
NOTA*PESO	390	439	363	418	493	
PONDERACIÓN	6,61	7,44	6,15	7,08	8,36	



# ANEJO Nº 14– ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



**ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	9
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	10
4.	DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	12
4.1	LECHO BACTERIANO.....	12
4.2	BIORROTOR.....	13
4.3	AIREACIÓN PROLONGADA.....	14
4.4	HUMEDAL.....	15
5.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PREOPERACIONAL.....	16
5.1	EL MEDIO ABIOTICO.....	16
5.1.1	CLIMA.....	16
5.1.2	TOPOGRAFIA.....	21
5.1.3	GEOLOGÍA Y SUELOS.....	22
5.1.4	HIDROLOGÍA.....	32
5.2	MEDIO BIOTICO.....	37
5.2.1	CARACTERIZACIÓN BIOGEOGRÁFICA Y BIOCLIMÁTICA.....	37
5.2.2	VEGETACIÓN POTENCIAL.....	38
5.2.3	VEGETACIÓN ACTUAL.....	40
5.2.4	FLORA AMENAZADA.....	51
5.2.5	FAUNA.....	51
5.3	HABITATS DE INTERES COMUNITARIO.....	71
5.4	RED NATURA 2000.....	74
5.5	MEDIO PERCEPTUAL EL PAISAJE.....	78
5.6	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO.....	80
5.6.1	POBLACIÓN.....	80
5.6.2	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	82
5.6.3	EQUIPAMIENTOS,SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS.....	91
5.6.4	PLANEAMIENTO URBANISTICO.....	93
5.6.5	PATRIMONIO Y ELEMENTOS CULTURALES.....	93



5.7 UNIDADES Y ELEMENTOS AMBIENTALES.....	96
5.7.1 UNIDADES AMBIENTALES .....	96
5.7.2 ELEMENTOS AMBIENTALES .....	100
6. MEDIDAS CORRECTORAS .....	105
6.1 MEDIDAS PREVENTIVAS .....	106
6.1.1 EXCAVACIONES .....	106
6.1.2 MOVIMIENTOS DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA .....	106
6.1.3 ACOPIO DE MATERIALES .....	106
6.1.4 EXTRACCIÓN Y ACOPIO DE LA TIERRA VEGETAL.....	106
6.1.5 TRABAJOS EN LA ZONA DE RIBERA .....	106
6.2 MEDIDAS DE CORRECCIÓN. REVEGETACIÓN.....	107



## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este Anejo de Estudio de Impacto Ambiental es el de analizar las repercusiones ambientales asociadas al proyecto de implantación de una depuradora de aguas residuales en la localidad de Becerril del Carpio.

Para el presente estudio se han tenido en cuenta:

### NORMAS

#### 1. Disposiciones legales y normas aplicadas

En la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental se ha tenido en consideración, en razón a las acciones inherentes a la ordenación propuesta y en razón a los recursos y valores ambientales del medio receptor potencialmente afectado, las Normas Legales de ámbito Europeo, Estatal y Autonómico que resultan de aplicación, los Convenios Internacionales ratificados por el Estado Español, las Instrucciones Técnicas, y las Recomendaciones de Organismos Internacionales, etc., que se relacionan a continuación.

##### 1.1. Normativa relativa a evaluación de impacto ambiental

- Directiva del Consejo 87/377, de 27 de junio de 1.985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente
- Directiva 97/11/CE del Consejo, de 3 de marzo, por la que se modifica la Directiva del Consejo 87/377, de 27 de junio de 1.985
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (DOCE núm. L197, de 21 de julio de 2001).
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación Ambiental de Impacto Ambiental de Proyectos.
- Real Decreto 1131/88, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental
- Ley 9/2006, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Ley 11/2003 (Castilla y León), de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.



- Apartados 3, 4 y 5 del artículo 1, el artículo 2, el apartado 2 del artículo 5, los Títulos II y III y los Anexos III y IV del Decreto Legislativo 1/2000, de 18 de mayo por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental y Auditorías Ambientales de Castilla León.

- Decreto 209/1995, de 5 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de Castilla y León (BOCyL 11-10-1995).

## 1.2. Normativa relativa a la protección atmosférica

- Directiva 1999/30/CE del Consejo, de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente. (DOCE nº L 163, de 29.6.99).

- Decisión 2001/744/CE de la Comisión, de 17 de octubre de 2001, por la que se modifica el anexo V de la Directiva 1999/30/CE del Consejo relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente (DOCE nº L 278, de 23.10.01).

- Directiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de noviembre de 2000, sobre los valores límite para el benceno y el monóxido de carbono en el aire ambiente (DOCE nº L 313, de 13.12.00).

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre Protección del Ambiente Atmosférico y su modificación mediante Real Decreto 547/79.

- Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/1975, de 6 de febrero y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a contaminación por dióxido de azufre y partículas. (BOE nº 219, de 12-09-85).

- Real Decreto 717/1987, de 27 de mayo, por el que se modifica parcialmente el Decreto 833/75 y se establecen nuevas normas de calidad de aire en lo referente a contaminación por dióxido de nitrógeno y plomo.

- Real Decreto 1321/1992, de 30 de octubre por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1613/1985, de 1 de agosto, y se establecen nuevas normas de calidad del aire en lo referente a la contaminación por dióxido de azufre y partículas.

- Real Decreto 1494/1995, de 8 de septiembre, sobre contaminación atmosférica por ozono.

- Acuerdo de 22 de agosto de 2002, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba la Estrategia de Control de la Calidad del Aire 2001-2010.



### 1.3. Normativa relativa a la protección contra el ruido

- Directiva del Consejo 79/113, de 19 de diciembre de 1978, relativa a la determinación de la emisión sonora de las máquinas y materiales utilizados en las obras de construcción.
- Real Decreto 245/1989, de 27 de febrero, sobre determinación y limitación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra a los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, que regula las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas al aire libre.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido
- Real Decreto 1513/2005, de 16/12/2005, Se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la Evaluación y Gestión del ruido Ambiental.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Decreto 3/1995, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones que deberán cumplir las actividades clasificadas, por sus niveles sonoros o de vibraciones.

### 1.4. Normativa relativa a la protección de las aguas continentales

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por la que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 1164/1991, de 22 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI y VII, de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas; y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. (BOE nº 45, de 21 de febrero de 2003) y su posterior modificación por Orden 3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano
- Orden de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero, aprobado por el Real Decreto 1664/1998 de 24 de julio.



- Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales.

#### 1.5. Normativa relativa a la producción de residuos

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases
- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y por el que se modifica el Reglamento para su ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril. (BOE 04-03-2006)
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 106/2008, de 01/02/2008, Sobre Pilas y Acumuladores y la Gestión Ambiental de sus Residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 01/02/2008, Se regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.
- Decreto 59/1999, de 31 de marzo, por el que se regula la gestión de los neumáticos usados en la Comunidad de Castilla y León.
- Decreto 48/2006, de 13 de julio, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos Industriales de Castilla y León 2006-2010.



- Decreto 18/2005, de 17 de febrero, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos Urbanos y Residuos de Envases de Castilla y León 2004-2010.

- Decreto 74/2002, por el que se aprueba la Estrategia Regional de Residuos de la Comunidad de Castilla y León 2001-2010.

#### 1.6. Normativa relativa a la protección del medio natural

- Directiva del Consejo 79/409/CEE, de 2 de abril de 1979, relativa a la Conservación de las Aves Silvestres, y sus posteriores modificaciones

- Resolución del Consejo, de 2 de abril de 1979, referente a la Directiva 70/409/CEE relativa a la conservación de las aves silvestres. (DOCE núm. C 103, de 25 de abril de 1979).

- Directiva del Consejo 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres y sus posteriores modificaciones.

- Ley 42/2007, de 13/12/2007, Del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

- Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y sus modificaciones posteriores

- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la Biodiversidad mediante la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestre

- Convenio de Berna de 19 de septiembre de 1979, relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural Europeo

- Convenio de Bonn de 23 de julio de 1979, sobre Conservación de las Especies Migratorias de la Fauna Silvestre

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias

- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, y su modificación posterior por Ley 10/2006, de 28/04/2006

- Orden MAM/1156/2007, de 21 de junio, por la que se aprueba la Orden Anual de Caza.(BOCyL de 28-06-2007)

#### 1.7. Normativa relativa a la protección del suelo y urbanismo

- Ley 8/2007, de 28 de mayo, de suelo.

- Ley 5/1999, de 8 de abril de Urbanismo de Castilla y León.



- Ley 10/1998, de 5 de diciembre, de Ordenación del Territorio de la Comunidad de Castilla y León.
- Decreto 22/2004, de 29 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.

#### 1.8. Normativa relativa a las infraestructuras

- Decreto 3151/1965, de 28 de noviembre, Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta y media tensión
- Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, Reglamento General de Carreteras.
- Real Decreto 1911/1997, de 19 de Diciembre, por el que se Modifica el Reglamento General de Carreteras. BOE 9, de 10-01-98
- Real Decreto 597/1999, de 16 de Abril, por el que se modifica el Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre.
- Real Decreto 114/2001, de 9 de febrero, por el que se modifica el Reglamento General de Carreteras, aprobado por el Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre. BOE 45, de 21-02-01
- Ley autonómica 2/90 de 16 de marzo de Carreteras.
- Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas aéreas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.

#### 1.9. Normativa relativa a eficiencia energética

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006. de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.



### 1.10. Otros textos legales

- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente (incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).

- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español

- Ley 12/2002, de 11 de julio, de Patrimonio Cultural de Castilla y León

El presente informe consta de lo siguiente:

- En primer lugar se describen las obras de objeto del proyecto, analizando las principales características ambientales del entorno de la obra, tanto humana como relativa al medio físico y biológico.
- A continuación se realiza una valoración e identificación de esas posibles afecciones y se proponen medidas correctoras.
- Finalmente se establece un Programa de Vigilancia Ambiental, orientado a controlar desde el punto de vista medioambiental, tanto en la fase de obras como en la de explotación, el posterior funcionamiento de las instalaciones diseñadas.

## 2. ANTECEDENTESTÉCNICOS

La situación actual respecto a la depuración es la siguiente: Una fosa séptica a la salida de cada uno de los barrios de Santa María y de San Pedro. Otra situada a la salida de la estación de servicio “La puerta de la montaña”. Y al final de La puebla de San Vicente dos tanques Himhoff, uno a cada lado del arroyo al que se va el efluente.

Las labores de mantenimiento de estas diferentes fosas, se lleva a cabo una vez al año y con problemas para acceder a ellas. Excepto la de la estación de servicio que es más a menudo debido a los olores que produce.

La solución a esta problemática es realizar una conexión mediante tubería y conducirlo hasta la ubicación actual de los tanques Himhoff, donde se situaría la nueva EDAR.



### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La zona de estudio está constituida principalmente por pequeños núcleos rurales en concreto 3: Barrio San Pedro, Santa María y La Puebla de San Vicente. Considerando dos núcleos más separados de la EDAR (conducción del afluente hasta el otro núcleo) y otro más cercano, en el que se sitúa la EDAR.

La EDAR se situara entre La Puebla de San Vicente y la autovía A-67, junto al arroyo de Costana, en su margen izquierda. La superficie a ocupar lo determinara la alternativa escogida.

Es importante también prever los futuros puntos de vertido que el desarrollo urbano pueda ocasionar más adelante con el fin de interferir lo menos posible en el entorno medioambiental de dicho emplazamiento. Cabe mencionar que dentro de esta localidad no se desarrolla ninguna actividad industrial asociada a ninguna fabrica importante, tan solo destaca la industria agraria con una estabulación que posee su propia depuración.

En cuanto a la ubicación de la depuradora, además de los condicionantes funcionales están los sociales y los ambientales.

La construcción y explotación de una depuradora trae consigo una serie de afecciones tales como la emisión de olores ruidos que inciden negativamente en su aceptación social. Para ello además de las medidas de diseño y de integración que deben adoptarse en su concepción, para minimizar estos efectos negativos, el emplazamiento debe respetar las poblaciones existentes y disponerse más o menos alejado de las mismas.

A continuación se muestran las acciones asociadas a la construcción y explotación de la depuradora que se han considerado susceptibles de causar algún impacto.

**FASE DE CONSTRUCCIÓN:**

- Eliminación de vegetación.
- Actividades terrestres
- Movimientos de tierra: desbroces y despejes, voladuras, perforaciones y excavaciones, acopios y vertederos y desvíos y cortes de servicios.
- Circulación de maquinaria y movimientos de material.
- Transporte, colocación y montaje de colectores.
- Construcción de la depuradora.
- Construcción de obras complementarias: bombeos y aliviaderos.
- Actividades auxiliares: instalación de obras provisionales (talleres, oficinas, etc.), alteración de las actividades de la zona, cerramientos y cortes de suministro y servicios.
- Costos: construcción de la obra.
- Ocupación temporal de fincas.

**FASES DE EXPLOTACIÓN**

- Instalaciones: bombeos, aliviaderos, red de colectores, edificio de la depuradora, zona de servidumbre.
- Aguas residuales: evacuación, depuración, generación de residuos sólidos, emisiones a la atmósfera, movimiento de la maquinaria de depuración.
- Saneamiento de cauces: eliminación de vertidos a los cauces, mejora paisajística y ambiental, mejora de la calidad de vida.
- Mantenimiento: colectores y depuradora.
- Accidentes: escapes, fugas, roturas de la red de colectores, fallos estructurales y funcionales.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Desagüe del vertido en el río



## 4. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

### 4.1 LECHO BACTERIANO

Filtro Percolador o Lecho Bacteriano: Tratamiento biológico (secundario) adoptado con profusión por su buen rendimiento, flexibilidad, bajo coste energético y fácil explotación. Ocupa un espacio medio del orden de 2 m<sup>2</sup> por habitante. f

Requisitos de los medios filtrantes:

- Duradero, resistente y limpio.
- Insoluble en el agua residual.
- No comprimible.
- Poseer una gran área superficial.
- Permitir la circulación del aire.

En el caso concreto de LECHOS BACTERIANOS DE BAJA CARGA, el proceso por el que se ve sometido el agua residual es explicado a continuación:

En este grupo de lechos, el cultivo microbiano se controla a base de reducir su nutrición, no sobrepasando la carga orgánica, 300 g de DBO<sub>5</sub> por día y metro cúbico de material. Debido a esto, los fangos producidos tienen una masa relativamente baja y una estabilización bastante avanzada.

El agua depurada queda generalmente bien nitrificada; la DBO<sub>5</sub> residual disuelta es prácticamente nula; la presencia de materias orgánicas coloidales, a pesar de una buena decantación secundaria, reduce el rendimiento de la DBO<sub>5</sub> al 85-95 %. Una decantación primaria precede siempre al lecho; los fangos que se depositan en el decantador secundario se bombean al decantador primario. Con objeto de que el sistema de riesgo pueda proporcionar un buen reparto del agua sobre toda la superficie del lecho, se asegura la alimentación por intermitencia, con bombas o gracias a un sistema de sifón autocebante. No se emplea recirculación. La altura de tales lechos está comprendida generalmente entre 1,50 y 2,50 m.



Figura 1. Imagen que ilustra el medio filtrante de un lecho bacteriano



## 4.2 BIORROTOR

Este tipo de tratamiento secundario es similar al lecho bacteriano. Sin embargo este tipo de tratamiento suele ser adoptado en lugares de alto valor paisajístico o que tengan condiciones climatológicas muy adversas. Ocupa poco espacio.

### VENTAJAS:

1. Estabilidad frente a diferencias de cargas orgánicas e hidráulicas.
2. Estabilidad frente a caudales inferiores al diseño.
3. No tiene recirculación de fangos.
4. Bajo consumo de energía eléctrica.
5. Admite procesos de nitrificación – desnitrificación.
6. Pérdidas de carga mínimas.
7. Fango biológico de buena sedimentación.
8. Ausencia de malos olores, aerosoles y poco ruido.
9. Existen pocos problemas de espumas.
10. Necesita bajo tiempo de reacción.
11. Sencillez del proceso y mantenimiento.
12. Tecnología simple, compacta y económica.

### DESVENTAJAS:

1. Coste elevado de los materiales y recambios.
2. El diseño debe ser generoso.
3. Rendimientos inferiores a otros sistemas.
4. Instalación de un buen pretratamiento previo bueno
5. Se deben cubrir los reactores.
6. En los reactores aparecen zonas anóxicas por suficiente capacidad de agitación.
7. Bajas temperaturas pueden provocar el desprendimiento de la biopelícula.

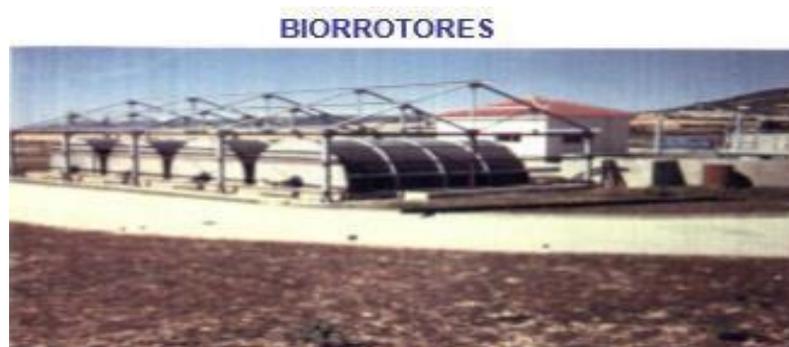


Figura 2. Imagen que muestra la presencia de biorrotoros.



### 4.3 AIREACIÓN PROLONGADA

La Aireación Prolongada se encuadra dentro de los procesos de Lodos Activos para el tratamiento de las aguas residuales

En estos procesos los actores principales son los microorganismos (fundamentalmente bacterias), que actúan sobre la materia orgánica (suspendida, disuelta o coloidal), presente en las aguas a tratar, transformándola en gases y en nueva materia celular, que se puede separar fácilmente del agua por sedimentación, dada su mayor densidad.

#### VENTAJAS:

1. Bajos requisitos de superficie.
2. Buenos rendimientos de eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica.
3. Los lodos salen de la cuba biológica ya estabilizados.

#### DESVENTAJAS:

1. Elevado consumo energético.
2. Control del proceso más complejo que en las Tecnologías no Convencionales.
3. En las instalaciones que emplean aireadores de superficie se forman aerosoles que pueden vehicular agentes patógenos  
Bajos rendimientos de eliminación de nutrientes y de patógenos.

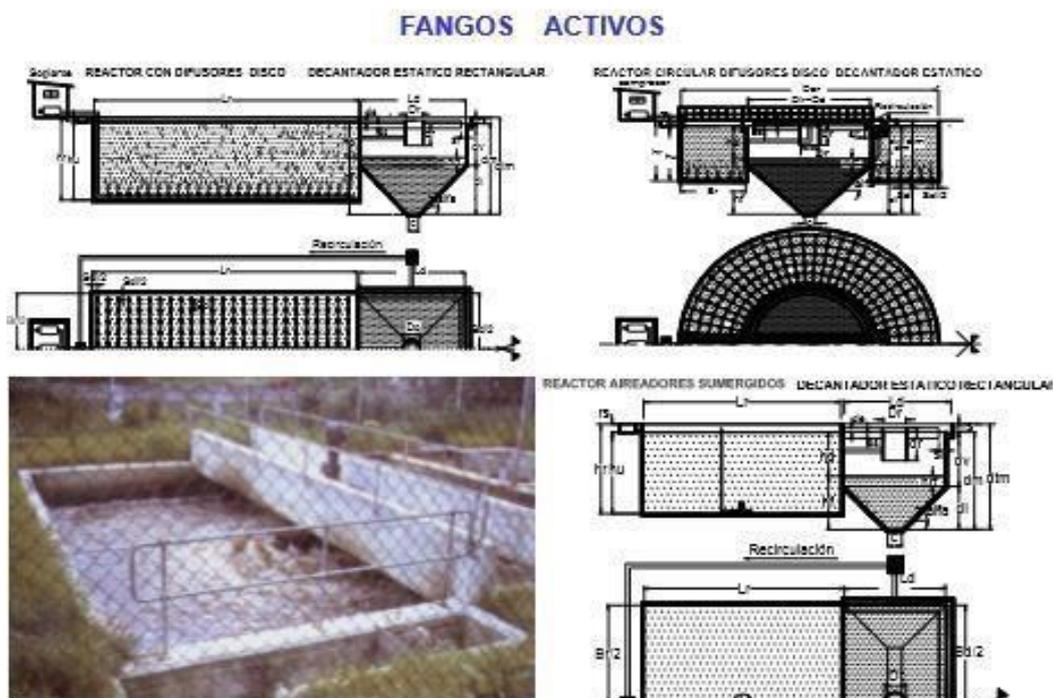


Figura 3. Imagen que muestra el proceso de fangos activos.



#### 4.4 HUMEDAL

Este tipo de tratamientos secundarios se encuentran en el interior de un tanque .El agua depurada se recoge a través de un sistema de drenaje.

##### **VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE TURBA:**

1. Consumo energético bajo.
2. Equipos sencillos de funcionamiento.
3. Mantenimiento y explotación sencillos y poco costosos.
4. Fácil adaptación a variaciones de caudal y de carga.
5. Facilidad de construcción.
6. La necesidad de superficie es media.

##### **DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE TURBA:**

1. Rendimientos de depuración bajos.
2. Requieren más superficie que otros sistemas.
3. Se necesitan inspección por personal cualificado para determinar el estado de turba.
4. Coste de la turba es alto.
5. Poco efectivo frente a vertidos industriales.
6. Da malos olores y la presencia de insectos.
7. No da buen rendimiento en zonas frías.
8. Necesita un tratamiento primario muy bueno.
9. Es necesario al menos dos lechos para alternar el funcionamiento.



**Figura 4. Imagen que muestra un humedal.**



## 5. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS PREVISIBLES

### 5.1 MEDIO ABIÓTICO.

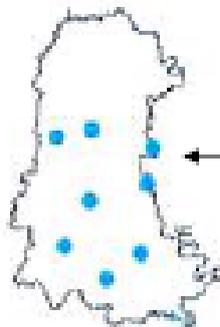
#### 5.1.1 Clima

##### Datos Climáticos

<b>Nombre: Alar del Rey</b>	<b>Provincia: Palencia</b>
<b>Huso UTM: 30</b>	<b>Altitud: 860 m</b>
<b>Coordenadas Sexagesimales</b>	
<b>Longitud:</b>	<b>04º-18´ Oeste</b>
<b>Latitud:</b>	<b>42º-42´ Norte</b>

Datos tomados para los últimos 10 años.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Temperatura Media (°C)</b>	2.4	2.3	5.8	8.0	11.1	15.9	16.8	16.9	15.3	10.8	5.4	2.4
<b>Precipitación Media (mm)</b>	36.6	36.2	43.6	118.4	141.2	32.8	0.4	9.4	49.6	48.4	45.8	10.8
<b>Humedad Media (%)</b>	79.3	76.8	73.8	73.8	72.2	68.1	67.1	67.0	69.6	77.6	82.0	77.2
<b>Radiación Media (MJ7m<sup>2</sup>)</b>	5.1	9.2	13.2	17.5	22.2	25.7	26.1	22.3	17.1	9.9	6.2	5.0
<b>Velocid. Viento Media (m/s)</b>	2.7	2.6	3.0	2.9	2.8	2.7	3.0	2.8	2.3	2.6	2.5	2.2

**Estación Meteorológica: HERRERA DE PISUERGA****Estación Meteorológica: HERRERA DE PISUERGA**

Provincia: Palencia

Nemo: P06

Finca: Canal de Pisuegra

Vegetación: Cereal de invierno

Cuenca: Duero

Paraje: Olmos

Topografía: Llana

Clase de terreno: Franco

**DATOS RESUMEN**

<b>Temperatura Media Anual:</b>	9º C
<b>Precipitaciones Medias Anuales:</b>	630 mm
<b>Evapotranspiración Media Anual:</b>	659 mm
<b>Precipitación de invierno</b>	29 %
<b>Precipitación de primavera</b>	30 %
<b>Precipitación de otoño</b>	27 %
<b>Duración media del periodo seco</b>	1 a 2 meses

Para realizar el análisis del clima de la zona se han tomado los datos de la estación meteorológica de Herrera de Pisuegra, que es la más próxima a la zona que estudiamos.

Con todos estos datos y siguiendo la clasificación climática de Rivas-Martínez, podemos afirmar que el clima de Becerril del Carpio es mediterráneo subhúmedo, puesto que las temperaturas medias están entre 8 y 13 °C y las precipitaciones entre 600 y 1.000 mm.



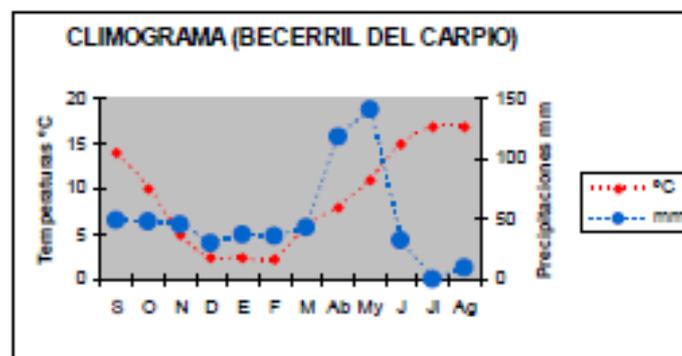
Respecto a las temperaturas, en Becerril del Carpio los inviernos son rigurosos, pudiéndose alcanzar mínimas absolutas de  $-7^{\circ}\text{C}$ . La temperatura media anual es de unos  $9^{\circ}\text{C}$ , lo cual indica una moderada influencia atlántica originada por los vientos del noroeste, los cuales tienden a amortiguar ligeramente el efecto continental.

Durante los meses de diciembre, enero y febrero son habituales las heladas, que pueden extenderse a los meses de marzo, abril, octubre y noviembre. En altitudes próximas a los 1.000 m, la probabilidad de heladas se amplía a los meses de mayo y septiembre.

Los veranos no son muy calurosos, como media se alcanzan los  $17^{\circ}\text{C}$ , aunque las temperaturas se elevan durante las horas centrales del día.

Las lluvias en Becerril del Carpio son abundantes en primavera, otoño e invierno, durante este periodo se concentra el 86% de la lluvia que cae durante todo el año. Los veranos son secos, presentándose un periodo de aridez durante los meses de julio y agosto.

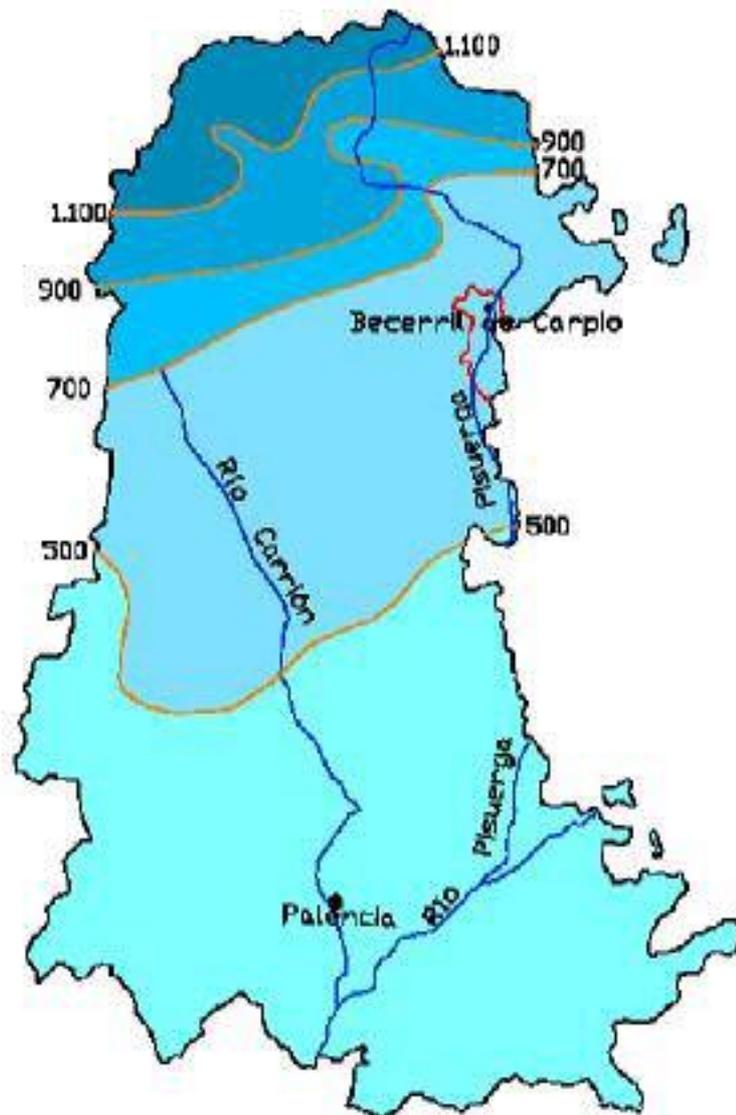
Por último, en cuanto a los vientos, éstos vienen condicionados por su ubicación en el valle del Pisuegra, predominando a lo largo del año los vientos locales de componente Noroeste.



A continuación se representan los mapas de isoyetas e isotermas anuales de la provincia de Palencia.

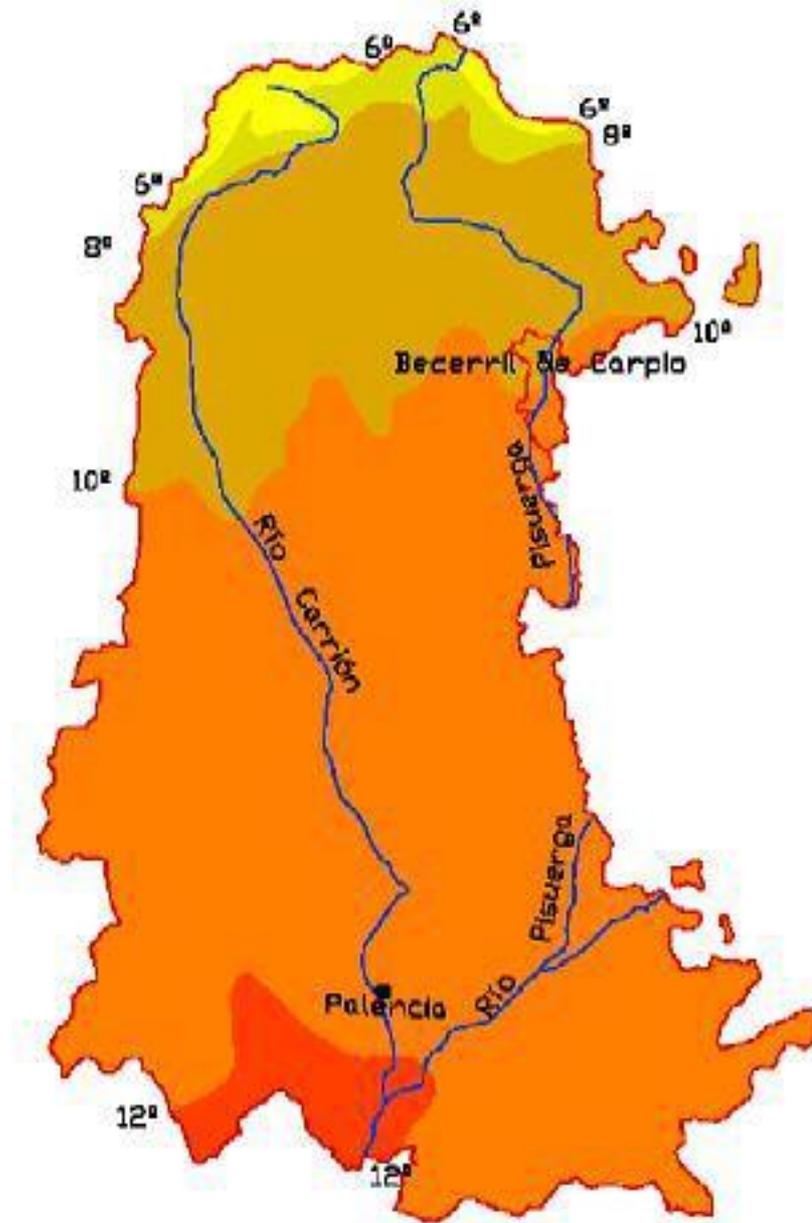


## ISOYETAS ANUALES





## ISOTERMAS ANUALES



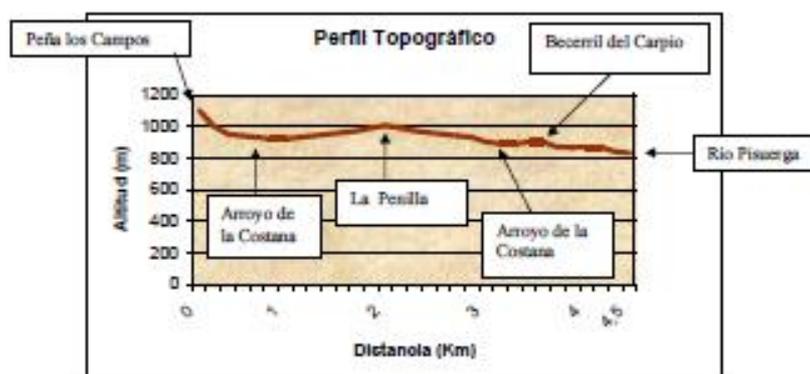


### 5.1.2 Topografía.

Desde el punto de vista del relieve, la zona a concentrar presenta importantes diferencias altitudinales, lo que hace que el paisaje de la zona muestre importantes contrastes, así encontramos espinazos serranos disimétricos, valles encajados, canchales, vegas etc.

De esta forma de los 870 m de las vegas situadas junto al río Pisuegra, se llegan a alcanzar los 1.181 m en Peña Pico, al oeste del término municipal, limitando con el término de Santibáñez de Ecla. La zona a concentrar, por tanto, presenta una altitud media que ronda los 1.000 m.

En rasgos generales se puede clasificar el terreno desde el punto de vista topográfico en dos zonas, la primera ocupa toda la franja oriental de la zona a concentrar, se corresponde con las vegas situadas junto al río Pisuegra, esta zona apenas presenta ondulaciones del terreno, su altitud media ronda los 880m. El resto del territorio presenta grandes diferencias altitudinales, entre las crestas, sinclinales y laderas que llegan a alcanzar más de 1100 m, aparecen enclaves más o menos llanos situados a 900 m. Esto provoca la existencia de relieves disimétricos con importantes cortados rocosos y taludes. Además en estas zonas hay que tener en cuenta el curso encajado que siguen los arroyos, provocando aún más si cabe la variabilidad paisajística, estas diferencias topográficas hacen que exista una gran variedad en la diversidad medioambiental de la zona a concentrar.





### 5.1.3 Geología y Suelos

La zona de estudio está representada por dos conjuntos geológicos, el Mesozoico que comprende la línea de contacto entre la zona montañosa y la cuenca terciaria y el Cuaternario que ocupa una superficie mucho menor, tan sólo se representa en la vega del río Pisuerga.

La zona está dentro de la llamada comarca de Las Loras, se trata de un espacio de gran singularidad geográfica, bisagra entre la montaña y la cuenca terciaria. Estas curiosas formaciones de promontorios calizos, son conocidas como “sinclinales colgados” o “relieves inversos”

Además de estas singulares formaciones, Becerril del Carpio se caracteriza por la presencia de los denominados páramos, planicies elevadas rotas por los surcos que crean los valles del río y los principales arroyos. Los páramos corresponden a la última fase del relleno de la cuenca del Duero durante el periodo Terciario, en un medio lacustre, dando origen a materiales duros, calizas más o menos karstificadas.

Los procesos erosivos naturales, por una parte, y los antrópicos, por otra, hacen estas litologías proclives a la formación de taludes, que pueden llegar a ser de gran altura.



*Peña “La Rasa”*



Por último, la creación de nuevas infraestructuras de transporte, y el acondicionamiento y mejora de las existentes, han provocado el recorte de manera artificial de estas litologías, dando ocasión a la formación de taludes, que en algún caso pueden llegar a 10-20 metros de altura.



*Talud creado en la zona de regadío, paraje “La Corba”*



### UNIDADES MORFOESTRUCTURALES



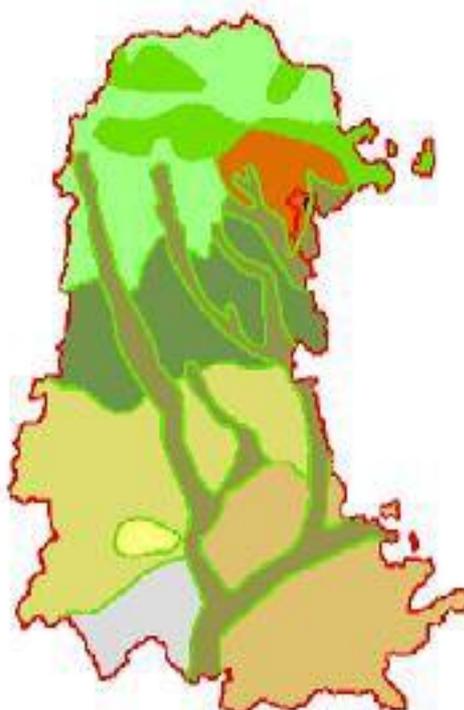




Los suelos son en gran medida un reflejo de las características geológicas, fisiográficas y climáticas del territorio. A continuación se adjunta el esquema cartográfico provincial con un alto grado de simplificación dado que las variaciones del relieve y litofacies a escala local imponen una diversidad acusada de tipos de suelos que no pueden reflejarse en la escala utilizada. Mas adelante se describen de forma detallada los tipos de suelos que encontramos en Becerril del Carpio.



## SUELOS DE LA PROVINCIA DE PALENCIA



ENTISOLES	FLUVENTS		MOLISOLES	REBOLLE	HAPLOREBOLLS
	UMBREPTS		ALFISOLES	UDOLFS	HAPLUDOLFS
INCEPTISOLES	ENCHREPTS	MACROCHREPTS	VERTISOLES	KREPTS	
		EUTROCHREPTS		MERMCHREPTS - HAPLOMERALFS	
	MACROCHREPTS	EUTROCHREPTS			



En la zona norte y oeste del área de estudio, abundan los Mollisoles (Xerolls), estos suelos aparecen al amparo de un régimen de humedad xérico y de rocas madres carbonatadas. Los Mollisoles presentan un epipedón móllico con alto porcentaje de saturación en bases, generalmente descansa sobre un horizonte cámbico rico en carbonatos o directamente sobre materiales calcáreos. El epipedón móllico, cuyo color oscuro indica una correcta incorporación de la fracción orgánica, posee una elevada fertilidad. El problema de estos suelos es su escaso espesor y frecuentemente, la excesiva pedregosidad. En su mayoría se encuentran ocupados por cultivos que proporcionan buenos rendimientos. Pero en las laderas de mayor pendiente suelen sustentar matorral de carácter calcícola. Son suelos básicos o neutros por su alto contenido en carbonatos y por su buena permeabilidad.

En la vega del principal río, el Pisuerga, aparecen Entisoles (Fluvents), aunque estos suelos se encuentran en distintos regímenes de humedad, su casi total puesta en regadío, uniformiza en parte sus posibilidades reales de utilización. Por otra parte, su perfil suele estar constituido por depósitos recientes, cuya diferenciación no obedece a motivos edáficos sino a diferentes etapas de sedimentación. Salvo depósitos muy modernos, excesivamente ricos en gravas, que por lo general se sitúan a los bordes mismos de las corrientes de agua, estos suelos son los más fértiles de la zona. A ello contribuye una granulometría equilibrada, riqueza en materia orgánica y una reacción neutra o próxima a la neutralidad. Además, por su intenso cultivo debido a su alta productividad, han estado sometidos a cuidados (laboreo y abonado) que han mejorado sensiblemente su calidad.

Según la capacidad agrológica estamos ante los siguientes tipos de suelos:

Clase II: integrada por suelos sujetos a limitaciones moderadas en el uso. Presentan un peligro limitado de deterioro. Son suelos buenos. Pueden cultivarse mediante labores adecuadas, de fácil aplicación. Son suelos que presentan pendientes suaves, están sujetos a erosión moderada, su profundidad es también mediana, pueden inundarse ocasionalmente y necesitan drenaje. Los suelos pueden necesitar prácticas especiales, como rotaciones encaminadas a la conservación de los mismos, mecanismos de



control del agua o métodos de labranza peculiar. Con frecuencia requieren una combinación de estas prácticas. En la zona de Becerril del Carpio, las vegas situadas junto al río Pisuerga formarían parte de esta clasificación agrológica.

Clase III: los suelos que pertenecen a esta clase se hallan sujetos a importantes limitaciones en su cultivo. Presentan riesgos serios de deterioro, son suelos medianamente buenos, pueden cultivarse de manera regular, siempre que se les aplique una rotación de cultivos adecuada o un tratamiento pertinente. Sus pendientes son moderadas, el riesgo de erosión es severo y su fertilidad inherente es baja. Sus limitaciones y riesgos son mayores que los que afectan a la clase anterior, estas limitaciones con frecuencia restringen las posibilidades de elección de los cultivos o el calendario de laboreo y siembra. Requieren sistemas de cultivo que proporcionen una adecuada protección vegetal, necesaria para defender al suelo de la erosión y para preservar su estructura. Puede cultivarse en ellos el heno u otros cultivos herbáceos en lugar de los cultivos de surco. Necesitan una combinación de distintas prácticas para que el cultivo sea seguro. En este grupo tendrían lugar los enclaves cultivados situados entre los montes de la zona a concentrar.

Clase VI: los suelos de esta clase deben de emplearse para el pastoreo o la silvicultura y su uso entraña riesgos moderados. Se hallan sujetos a limitaciones permanentes, pero moderadas, y son inadecuados para el cultivo. Su pendiente es fuerte, no se debe permitir que el pastoreo destruya su cubierta vegetal. La tierra de esta clase es capaz de producir madera cuando se administra correctamente. Si se destruye la cubierta vegetal, el uso del suelo debe restringirse hasta que dicha cubierta se regenere. Se incluye dentro de esta clasificación todas las zonas destinadas a montes.

Clase VIII: Los suelos de esta clase no son aptos ni para silvicultura ni pastos, deben emplearse para uso de la fauna silvestre, para esparcimiento o para uso hidrológico. En este tipo incluimos las zonas de roca.

En los cuadros que se exponen a continuación se distinguen los dos tipos litológicos que encontramos en Becerril del Carpio.



MOLLISOLES	
	<b>Provincia:</b> Palencia
	<b>Comarca:</b> Ojeda
	<b>Municipio:</b> Alar del Rey
	<b>Zona:</b> Becerril del Carpio
	<b>Localización:</b> 42º-42´ Norte, 04º-18´ Oeste
<b>CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>
<b>Altitud Media:</b> 1000 m	<b>Usos del Suelo:</b> Zona de monte (robles, encinas y pinos) y labor de secano.
<b>Pendiente:</b> Muy variable	<b>Material Original:</b> Rocas del Mesozoico
<b>Relieve:</b> Vigorosos contrastes	<b>Materiales:</b> Arenas, calizas, margas, lutitas, conglomerados y localmente vesos.
<b>Fisiografía:</b> Grandes ondulaciones	<b>Riesgo de erosión:</b> Alto
<b>Rocidad:</b> Abundante	<b>Drenaje:</b> Bueno



<b>ENTISOLES</b>	
	<b>Provincia:</b> Palencia
	<b>Comarca:</b> Ojeda
	<b>Municipio:</b> Alar del Rey
	<b>Zona:</b> Becerril del Carpio
	<b>Localización:</b> 42º-42´ Norte, 04º-18´ Oeste
<b>CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>
<b>Altitud Media:</b> 870 m	<b>Usos del Suelo:</b> Zona de Labor de regadío
<b>Pendiente:</b> 1%	<b>Material Original:</b> Rocas del Cuaternario
<b>Relieve:</b> Plano	<b>Materiales:</b> Terrazas Fluviales: Conglomerados, gravas, arenas, limos y arcillas.
<b>Fisiografía:</b> Planicie	<b>Riesgo de erosión:</b> Bajo
<b>Rocidad:</b> Moderada	<b>Drenaje:</b> Bueno.



#### 5.1.4 Hidrología

El término de Becerril del Carpio se sitúa en el tramo alto de la subcuenca del río Pisuerga, al norte de la cuenca del Duero, atravesando este río el término de norte a sur. El Pisuerga es el principal río de la provincia junto con el Carrión y uno de los elementos más característicos de Becerril del Carpio.

El río Pisuerga constituye una ramificación fluvial del Duero de carácter palmeado con una extensión de 15.828 km<sup>2</sup>. Tiene una longitud de 280 Km, nace en Peñalabra, en la Cordillera Cantábrica, desde donde baja en dirección sur atravesando entre otras la localidad de Becerril del Carpio, con una longitud de 5.515 m, su caudal es abundante sobre todo en primavera, otoño e invierno. Desde su nacimiento presenta las características típicas de un río de montaña.

Aunque es el río Pisuerga el más importante de la zona, existen arroyos que vierten sus aguas al río principal, que aunque de menor entidad y caudal no dejan de ser significativos en la zona de estudio, así y de norte a sur están el arroyo de las Udrías de 5.035 metros, el arroyo de la Costana con 5.604 metros y el arroyo del Molino de 2.100 metros de longitud. Estos arroyos sufren la aridez estival que los reseca, hasta el periodo comprendido entre diciembre y marzo cuando se producen las avenidas más importantes.



Fuente: Datos de la Confederación Hidrográfica del Duero. Periodo 60 años.



La intervención humana se manifiesta por la importante red de acequias existentes en la zona de regadío junto al río Pisuerga.

La ictiofauna está formada por especies como la trucha común (*Salmo trutta*), el gobio (*Gobio gobio*), la bermejuela (*Rutilus arcasii*) y la lamprehuela (*Cobitis calderoni*).

Para finalizar, se presenta una relación de los más importantes manantiales y fuentes existentes en Becerril del Carpio:

DENOMINACIÓN	SITUACIÓN
Fuente de Requejo	Sur del término, situada en el enclave del M.U.P. 31, "La Hoya".
Fuente Los Poleos	Zona sur, paraje "La Corba"
Fuente de la Hormiga	Sur del término en el paraje "la Hormiga"
Fuente de la Hoya	Situado en el enclave del M.U.P nº 31, "La Hoya", al norte de dicho monte.
Fuente los Pilonos	Situado en el paraje "Los Pilonos". Al sur del Barrio de Santa Maria.
Fuente La legaña	Al este del casco urbano de Puebla de S. Vicente.
Fuente del Burro	Al este del término junto al río Pisuerga.
Fuente el Presón	Al noreste del término municipal, entre el río Pisuerga y la autovía.
Fuente Prado	Noroeste del término municipal, enclavada en el M.U.P. nº 30-D, "La Sudria".
Fuente Ranatuerta	Noroeste del término municipal, enclavada en el M.U.P. nº 30-D, "La Sudria".
Manantial	Noroeste del término municipal, enclavada en el M.U.P. nº 30-D, "La Sudria".
Fuente del Portillo	Zona Norte, en enclaves situados entre el M.U.P nº 30-C "Socastillo y Baldomero".



DENOMINACIÓN	SITUACIÓN
Fuente del Hoyo	Zona Norte, en enclaves situados entre el M.U.P nº 30 “La Costana”.
Fuente La Salud	Al oeste del casco urbano del barrio de S. Pedro.
Varios manantiales	Situadas al oeste del territorio en los enclaves existentes entre el M.U.P 30-D “La Sudría” y el M.U.P 30 “La Costana”.
Abrevadero las Fuentes	Oeste del término municipal, en el paraje “La Cabrera”
Fuente Fría	Oeste del término, entre el M.U.P. nº 30, “La Costana”.
Fuente La Costana	Oeste del término, entre el M.U.P. nº 30, “La Costana”.
Fuente Palomas	Situada al suroeste del barrio de Santa María.



Fuente “La Legaña”

En los planos siguientes se muestran las unidades hidrobiológicas de Palencia y la síntesis hidrográfica de la zona.



## UNIDADES HIDROBIOLOGICAS DE PALENCIA







## 5.2 MEDIO BIÓTICO.

### 5.2.1 Caracterización Biogeográfica y Bioclimática.

Desde el punto de vista Biogeográfico y según la clasificación de Rivas-Martínez (1987), la zona a concentrar pertenece al Reino Holártico, que abarca la totalidad de las zonas templadas y frías del hemisferio norte. Dentro del Reino Holártico, pertenece a la Región Mediterránea, a la Subregión Mediterránea-Occidental, a la Superprovincia Mediterránea-Iberoatlántica y a la Provincia Carpetano-Ibérico-leonesa.

La propuesta de Rivas-Martínez esquemáticamente es la siguiente:

Reino: HOLÁRTICO

Región: MEDITERRÁNEA

Subregión: MEDITERRÁNEA OCCIDENTAL

Superprovincia: MEDITERRÁNEO IBEROATLÁNTICA Provincia: CARPETANO-

IBÉRICO-LEONESA

Sector: LEONÉS

Según los datos Bioclimáticos, la región mediterránea consta de un termoclima con varios pisos bioclimáticos, de los cuales la zona de estudio pertenece al piso supramediterráneo.

Para poder efectuar las correlaciones entre el clima y la vegetación más detalladamente, los pisos bioclimáticos pueden dividirse en subpisos y horizontes en función de sus valores termoclimáticos (índice de termicidad). Nuestra zona de estudio pertenece al subpiso supramediterráneo medio, ya que el índice de termicidad oscila entorno a 130.

En cuanto al ombroclima, podemos decir que el área de estudio se clasifica como subhúmedo, caracterizado por tener una precipitación media entre 600 y 1000 mm.



### 5.2.2 Vegetación Potencial.

En el piso supramediterráneo, entre los 600 y 900 m de altitud, en el límite de la montaña con el Páramo aparecen los melojares de la serie montano-colina Binario *trionitophorae-Querceto pyrenaicae*, que en la zona de estudio son sustituidos por quejigares basófilos de serie *Epipactido helleborines – Querceto fagineae*.

Cada serie de vegetación está formada por varias etapas en las que aparece el clímax o etapa madura, el resto son etapas de regresión de ésta. Así en la zona a concentrar, aparecería una primera etapa o clímax que estaría representado por el bosque denso de quejigares. Por regresión sucesiva de la etapa clímax aparecerían, a continuación, una etapa de bosque aclarado, seguida de otras etapas de matorral denso, matorral degradado y pastizal. A continuación y según Rivas-Martinez, se detallan las especies predominantes en cada etapa de las series de vegetación.

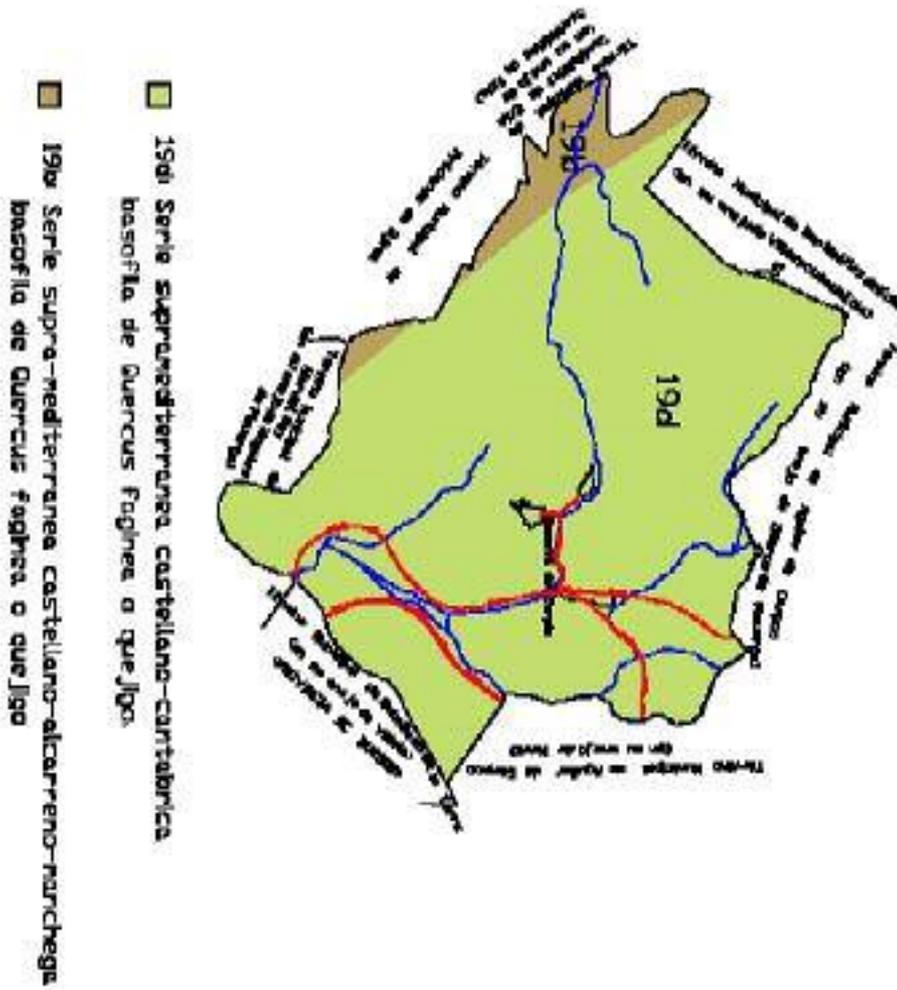
ETAPAS	
Arbol dominante	-Quejigo ( <i>Quercus faginea</i> )
Bosque	-Quejigo ( <i>Quercus faginea</i> ) -Durillo agrio ( <i>Amelanchier ovalis</i> ) -Majuelo ( <i>Crataegus monogyna</i> ) -Cuernicabrilla ( <i>Spiraea hypericifolia</i> ) -Lantana ( <i>Viburnum lantana</i> )
Matorral denso	- <i>Rosa agrestis</i> - <i>Rosa micrantha</i> - <i>Rosa squarrosa</i>
Matorral degradado	-Uva de oso ( <i>Arctostaphylos uva-ursi subsp. Crassifolia</i> ) -Brezo ( <i>Erica vagans</i> ) <i>Aulaga (Genista hispanica subsp. Occidentales)</i>
Pastizal	- <i>Festuca hystrix</i> - <i>Plantago monosperma var. discolor</i>

En Becerril del Carpio aparecen básicamente dos series de vegetación que se detallan y representan a continuación:

- Serie supramediterránea castellano-cantábrica y riojano-estellesa basófila del roble quejigo, *Spiraeo obovatae-Querceto fagineae sigmetum* (19d).
- Serie supramediterránea castellano-alcarreno manchega basófila de roble *Quercus faginea* o quejigo, *Cephalanthero longifoliae-Querceto fagineae sigmetum* (19b).



SERIES DE VEGETACION POTENCIAL





### 5.2.3 Vegetación Actual.

Debido a la ubicación de la zona de estudio a caballo entre la zona montañosa y el páramo detrítico, aparece un rico mosaico de comunidades vegetales.

#### Formaciones arbóreas:

##### - **Quejigares (*Quercus faginea*)**

Ocupaba antaño importantes superficies en Becerril del Carpio, pero históricamente han sido eliminados en parte debido a que su área de distribución potencial coincide de forma general con parte del sustrato más evolucionado, que son los territorios preferidos para la implantación de explotaciones agrícolas. En la actualidad perviven rodales en zonas donde la pendiente no permite la práctica agrícola. En otras ocasiones aparecen masas muy aclaradas en superficies donde se practica o podría practicarse un uso ganadero tradicional. Aparecen en parajes que van desde “la hoya” a “Valdesman”, desde “la costana” hasta los “Cemorenos” o en la ladera del monte de utilidad pública nº 30-C “Socastillo y Baldomero”.

En el sotobosque abundan lantana (*Viburnum lantana*), cuernicabra (*Spiraea hypericifolia* subsp. *Obovata*), madreselva (*Lonicera etrusca*), rosales silvestres variados (*Rosa agrestis*, *Rosa micrantha*, *Rosa corymbifera*) y espino albar (*Crataegus monogyna*).

##### - **Encinares y Carrascales**

Son las manchas ocupadas predominantemente por la encina o carrasca (*Quercus ilex* sub. *rotundifolia*). Se trata de comunidades de tipo mediterráneo y xerófilo.

En general, es una comunidad de temperamento más robusto que el quejigar, instalándose sobre suelos más pobres y con un régimen hídrico más severo, suelen colonizar suelos desarrollados a partir de las duras calizas del Cretácico. En la actualidad, estas masas presentan una estructura aclarada, en muchas ocasiones se trata de pequeños rodales de monte bajo. En Becerril del Carpio aparecen encinares y carrascales en todo el monte de utilidad público nº 30-A “La Cabrera”, y en parte del



M.U.P nº 30-D “La Sudría”, aunque es en estas zonas dónde mayor presencia tienen, sin embargo las encinas y carrascales aparecen de modo aislado o formando pequeños rodales por cualquier parte del término municipal.

Acompañando a la encina aparecen especies como enebros (*Juniperus oxycedrus*), camedrio (*Teucrium chamaedrys*), acebo (*Ruscus aculeatus*), olivilla (*Phyllirea media*), labiérnago (*Phyllirea angustifolia*), aladierno (*Rhamnus alaternus*) y cuernicabra (*Spiraea obovata*).

### - **Melojares**

El roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica*) es la vegetación de las zonas más frescas y de mayor altitud de Becerril del Carpio, si bien en gran parte ha sido sustituida por campos de cultivo, brezales o pinares de repoblación.

Es uno de los árboles que mayor facilidad tienen para brotar de cepa y de raíz, por lo que soporta bastante bien las cortas, fuegos, etc.

En estos montes, acompañando al *Quercus pyrenaica*, aparecen de forma dispersa maillos (*Malus sylvestris*), perales silvestres (*Pyrus pyraster* y *Pyrus cordata*), cerezos silvestres (*Prunus avium*), algunos acebos (*Ilex aquifolium*), lianas trepadoras como hiedras (*Hedera helix*) y madreselvas (*Lonicera periclymenum*).

En los bordes del bosque aparecen leguminosas arbustivas como el codeso (*Adenocarpus complicatus*) y espinos como majuelos (*Crataegus monogyna*) y endrinos (*Prunus spinosa*). Entre las herbáceas, aparecen gramíneas como *Brachypodium pinnatum*, *Briza media* y otras especies como las peonías (*Paeonia broteroi*).

En los últimos años, los melojares han ido recolonizando antiguos territorios a partir de cultivos, pastizales y matorrales abandonados.

### - **Galerías de ribera**

Los cursos de agua han ido formando a su paso vegas y depósitos sobre los que se asientan los suelos agrícolas más ricos, sometidos a una intensa acción humana que ha modificado profundamente su aspecto y sus características.



La ribera del Pisuerga ha sufrido procesos de transformación de gran importancia (deforestación, roturación del suelo para la implantación de cultivos de regadío, prados, huertos, plantación de choperas, construcción de asentamientos humanos, etc).

La geoserie vegetal existente en Becerril del Carpio corresponde a una formación arbórea pluriespecífica, compuesta principalmente por olmo (*Ulmus campestris*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*) y chopos (*Populus nigra*), con una orla espinosa con especies como madreSelva (*Lonicera etrusca*), rosa (*Rosa agrestes*), etc. En algunos lugares esta vegetación natural ha desaparecido, encontrándose sustituida por cultivos agrícolas y forestales (choperas).

En la zona más próxima al agua de ríos y arroyos aparece olmo (*Ulmus campestris*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*), chopos (*Populus nigra* y *Populus alba*) y sauces (*Salix* sp).

#### - Pinares

Los pinares existentes en Becerril del Carpio provienen de repoblación artificial siendo las especies utilizadas: Pino silvestre (*Pinus sylvestris*), pino negral (*Pinus nigra*) y pino resinero (*Pinus pinaster*). Estas especies aparecen formando masas puras o mixtas, mezclándose en diferentes proporciones, y con diversas clases de edad. Las manchas de pinar aparecen por diversas zonas del término especialmente por la parte occidental. Aparecen generalmente ocupando zonas degradadas cubiertas antaño por el carrascal o el rebollar principalmente y en menor medida por el quejigar. Los pinares se sitúan al sur del término entre la carretera y el cordel de la puebla de San Vicente, al norte del término en el paraje conocido como “las llanas” o en el M.U.P nº 30-C “Socastillo y Baldomera”.

#### - Choperas

Las choperas de explotación son cultivos de chopos destinados a la producción maderera. Estos se sitúan en la ribera del Pisuerga, en la actualidad se encuentran en un proceso de ampliación motivado por las características de los mercados agrícolas y la profunda reforma del sector en nuestro país, lo que ha motivado el abandono para el



cultivo de las tierras de labor menos productivas y su destino a producciones alternativas. Entre estas producciones alternativas, el cultivo de chopos aparece como una opción rentable y sin dificultades técnicas.

Por eso, muchas zonas antaño ocupadas por olmedas, hoy están prácticamente desaparecidas como tales, las vegas del río y otras zonas ocupadas por regadíos son, actualmente, cultivos de chopos, con las modificaciones del tapiz vegetal correspondientes. El sotobosque y el estrato herbáceo también ha quedado eliminado o reducido considerablemente por las labores selvícolas que se realizan para la preparación del terreno y plantación de los chopos híbridos de diferentes variedades, produciéndose una ruderalización del suelo que hace que las comunidades que viven bajo estas choperas sean fundamentalmente especies propias de espacios humanizados, con inclusiones de especies ribereñas.

### **Matorrales de sustitución**

#### **- Matorral de leguminosas**

El matorral formado por brezo (*Erica vagans*) y aulagas (*Genista occidentalis*) constituye la comunidad de sustitución del quejigar, y en menor medida de la serie de la encina, se instalan en suelos bien estructurados capaces de retener la humedad. Aparece en zonas anteriormente cultivadas o sometidas a un fuerte pastoreo que ahora se encuentran abandonadas.

#### **- Tomillares**

En general se presenta sobre los suelos decapitados de la paramera caliza, empobrecidos por efectos erosivos, bajo los cuales existe una actividad kárstica importante. Se trata de un tomillar dominado por matas y encinas rastreras, donde se presentan especies como tomillo picante (*Thymus mastigophorus*), lino blanco (*Linum suffruticosum*), poleo de monte (*Teucrium polium*), lentejuela (*Coronilla minima*), tomillo morisco (*Fumana ericoides*) y hierba negra (*Glogularia vulgaris*).



### **Brezales**

En Becerril del Carpio aparecen brezales de marcado carácter eurosiberiano, en áreas correspondientes a melojares. Entre las especies características se encuentran una mezcla de brezo (*Daboecia cantabrica*), brezo nazareno (*Erica cinerea*), brezo de espiga (*Erica vagans*), biércol temprano (*Erica umbellata*), biércol quiruela (*Calluna vulgaris*), así como brezo ceniciento (*Halimium umbelatum*) y chaguado (*Halimium alyssoides*), entre otras.

En suelos más desprovistos de bases aparecen otros brezales cuyas especie más significativa es el brezo quiruela (*Calluna vulgaris*), acompañada por gatina de agua (*Genista anglica*) y escobina (*Genista micrantha*), entre otras.

### **Vegetación rupícola**

Se trata de una comunidad localizada en el agreste medio constituido por las grietas y fisuras de las calizas cretácicas. Esta vegetación se encuentra presidida por la especie bálsamo (*Saxifraga cunneata*) y acompañada por diversas especies de los géneros helechos (*Asplenium*) y *Campanula*, entre otros.

### **Praderas higrófilas**

Aparecen en las zonas surcadas por una corriente de agua permanente poco contaminada generalmente originada por una surgencia sobre la que se desarrolla un tipo de pradera juncal dominada por junco común (*Scirpus holoschoenus*).

### **Pastizales**

#### **Cervunales**

Los cervunales se localizan en pequeñas vaguadas y en áreas en las que aparecen encharcamientos temporales en el suelo. Estas situaciones de hidromorfía temporal conducen a una comunidad típica dominada por el cervuno (*Nardus stricta*), como especies típicas presenta algunas gramíneas y juncáceas típicas de suelos saturados de



agua *Juncus squarrosu*, *Narthecium ossifragum*, *Luzula pediformis*, etc.

- Prados de siega

Los prados de siega son el resultado de la destrucción del bosque originario para la obtención de zonas que proporcionen alimentación para el ganado. Estos prados se sitúan en terrenos profundos, fértiles y frescos, formados por multitud de gramíneas como *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, etc. acompañadas por otras herbáceas como malvas Y llantenes.

Los prados generan heterogeneidad y diversidad en la zona a concentrar. Resultan fundamentales para el sostenimiento de la fauna y acogen una parte no desdeñable de la diversidad vegetal. Su desaparición progresiva, sustituidos por matorrales y repoblaciones, y la pérdida cultural de las técnicas adecuadas de manejo resultan un serio problema para los ecosistemas.

Según la guía Anthos en Alar del Rey existen las siguientes plantas:



NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Acer campestre</i>	Acer	Aceraceae
<i>Acer anthropophorum</i>	Flor del hombre ahorcado	Orchidaceae
<i>Aegilops ventricosa</i>	Rompesacos	Gramineae
<i>Alyssum alyssoides</i>	Hierba del ajo	Cruciferae
<i>Anacyclus clavatus</i>	Gamarza	Compositae
<i>Anagallis monelli</i>	Centáurea real	Primulaceae
<i>Andryyala ragusina</i>	Ajonje	Compositae
<i>Apañes cornucopioides</i>		Rosaceae
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	Junco	Liliaceae
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	Uva de oso	Ericaceae
<i>Astragalus incanus</i> subsp. <i>nummularioides</i>	Hieba Cabrera	Leguminosae
<i>Astragalus monspessulanus</i>	Garbancillo de monte	Leguminosae
<i>Astragalus sesameus</i>		Leguminosae
<i>Avena barbata</i>	Avena loca	Gramineae
<i>Avenula pratensis</i>		Gramineae
<i>Barbarea vulgaris</i>	Hierba de santa Bárbara	Crucifera
<i>Berberis vulgaris</i>	Agracejo	Berberidaceae
<i>Bombycilaena erecta</i>	Algodoncicos	Compositae
<i>Bufoia tenuifolia</i>	Junquillo falso	Caryophyllaceae
<i>Bupleurum gerardi</i>		Umbelliferae
<i>Campanula rotundifolia</i> subsp. <i>hispanica</i>	Campanilla	Campanulaceae
<i>Cardaria draba</i> subsp. <i>draba</i>	Draba	Crucifera
<i>Carduncellus</i> <i>monspelliensium</i>	Cardo azul	Compositae
<i>Carduus carpetanus</i>	Cardo borriquero	Compositae
<i>Carduus chrysacanthus</i>		Compositae



<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Carduus platypus</i>		Compositae
<i>Carduus tenuiflorus</i>	Cardo común	Compositae
<i>Centaurea lagascana</i>		Compositae
<i>Centaurea paniculata</i>	Amarguillo	Compositae
<i>Cephalaria leucantha</i>	Escabiosa blanca	Dipsacaceae
<i>Cerastium perfoliatum</i>		Caryophyllaceae
<i>Chamaespartium sagittale</i>	Carchesia	Leguminosae
<i>Cirsium flavispina</i>		Compositae
<i>Consolida pubescens</i>	Espuela caballera	Ranunculaceae
<i>Convolvulus lineatus</i>	Campanilla blanca	Convolvulaceae
<i>Coris monspeliensis</i>	Hierba soldadora	Primulaceae
<i>Cornus sanguinea</i>	Durillo	Cornaceae
<i>Coronopus didymus</i>	Mastuerzo silvestre	Crucifera
<i>Corrigiola telephiifolia</i>	Quebrantarrastros	Caryophyllaceae
<i>Corynephorus divaricatus</i>		Gramineae
<i>Crepis foetida</i>	Falsa achicoria	Compositae
<i>Cynoglossum dioscoridis</i>	Carruchera	Borraginaceae
<i>Cytisus cantabricus</i>	Escoba serraniega	Leguminosae
<i>Daphne laureola</i>	Escoba	Leguminosae
<i>Desmazeria rigida</i>	Gramma apretada	Gramineae
<i>Dianthus langeanus</i>		Caryophyllaceae
<i>Echinaria capitata</i>	Trigo del diablo	Gramineae
<i>Echium asperrimum</i>	Viborera	Boraginaceae
<i>Echium plantagineum</i>	Argamula	Boraginaceae
<i>Echium vulgare</i>	Cardo	Boraginaceae
<i>Erica cinerea</i>	Brezo negro	Ericaceae
<i>Eryngium campestre</i>	Barba cabruna	Umbelliferae
<i>Eryngium tenue</i>	Cardillo corredor	Umbelliferae
<i>Euphorbia serrata</i>	Hierba lechera	Euphorbiaceae
<i>Evax pygmaea</i>	Blanquilla mansa	Compositae
<i>Fumana ericoides</i>	Esparraguillo	Cistaceae
<i>Fumaria parviflora</i>	Perejil de borrico	Papaveraceae
<i>Genista legionensis</i>	Enabio	Leguminosae
<i>Genista micrantha</i>	Escobina	Leguminosae



<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Genista scorpius</i>	Aliaga blanca	Leguminosae
<i>Globularia nudicaulis</i>		Globulariaceae
<i>Glyceria declinata</i>	Gramma de cienpiés	Gramineae
<i>Groenlandia densa</i>		Potamogetonaceae
<i>Helianthemum hirtum</i>	Jarilla romero	Cistaceae
<i>Helianthemum ledifolium</i>	Hierba turmera	Cistaceae
<i>Helleborus foetidus</i>	Acolechó	Ranunculaceae
<i>Hieracium amplexicaule</i>	Calendula	Compositae
<i>Hornungia petraea</i>	Mastuerzo de piedras	Crucifera
<i>Hypericum perforatum</i> subsp. <i>angustifolium</i>	Hierba de san Juan	Guttiferae
<i>Inula montana</i>	Hierba montana	Compositae
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i>	Enebro achaparrado	Cupresaceae
<i>Jurinea humilis</i>	Escobilla baja	Compositae
<i>Lamium purpureum</i>	Ortiga	Labiatae
<i>Lavandula latifolia</i>	Espigón	Labiatae
<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>pedunculata</i>	Tomillo borriquero	Labiatae
<i>Lepidium heterophyllum</i>		Crucifera
<i>Lepidium ruderale</i>	Mastuerzo	Crucifera
<i>Linaria amethystea</i>	Linaria	Scrophylariaceae
<i>Linaria caesia</i>		Scrophylariaceae
<i>Linaria saxatilis</i>		Scrophylariaceae
<i>Linum suffruticosum</i> subsp. <i>salsoloides</i>	Lino	Linaceae
<i>Linum trigynum</i>	Lino amarillo	Linaceae
<i>Lonicera etrusca</i>	Madreselva morisca	Caprifoliaceae
<i>Marrubium vulgare</i>	Hortelana	Labiatae
<i>Melampyrum pratense</i>	Trigo de vaca silvestre	Scrophylariaceae
<i>Mibora minima</i>	Hierba enana	Gramineae
<i>Minuartia hybrida</i>		Caryophyllaceae
<i>Montia fontana</i> subsp. <i>chondrosperma</i>		Portulacaceae



<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Muscari comosum</i>	Ajete de cigüeña	Linaceae
<i>Muscari neglectum</i>	Ajo de perro	Linaceae
<i>Nepeta nepetella</i>	Hierba de los gatos	Labiatae
<i>Nuphar luteum</i>	Nenúfar amarillo	Nymphaeaceae
<i>Nymphaea alba</i>	Escudete de río	Nymphaeaceae
<i>Onobrychis reuteri</i>	Esparceta silvestre	Leguminosae
<i>Ophrys tenthredinifera</i>	Flor de abeja	Orchidaceae
<i>Orchis ustulata</i>	Orquidea manchada	Orchidaceae
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	Ajo de cigüeña	Liliaceae
<i>Papaver argemone</i>	Amaplola	Papaveraceae
<i>Paronychia argentea</i>	Hierba blanca	Caryophyllaceae
<i>Pimpinella villosa</i>	Apio redondo	Umbelliferae
<i>Pistorinia hispanica</i>	Crápula roja	Crassulaceae
<i>Plantago maritima</i> subsp. <i>serpentina</i>	Zaragatona falsa	Plantaginaceae
<i>Plantago subulata</i>	Hierba de las almorranas	Plantaginaceae
<i>Polygonatum odoratum</i>	Beatamoria	Liliaceae
<i>Polygonum amphibium</i>	Persicaria anfibia	Polygonaceae
<i>Potamogeton lucens</i>	Hierba de limpiar la plata	Potamogetonaceae
<i>Potamogeton natans</i>	Espiga de agua	Potamogetonaceae
<i>Potamogeton pectinatus</i>		Potamogetonaceae
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Oreja de liebre	Potamogetonaceae
<i>Quercus faginea</i>	Quejigo	Fagaceae
<i>Quercus lusitanica</i>	Roble albar	Fagaceae
<i>Ranunculus paludosus</i>	Botón de oro	Ranunculaceae
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rábano de mar	Crucifera
<i>Reseda lutea</i>	Farolitos	Resedaceae
<i>Rhamnus pumila</i>	Escuernacabras rastrero	Rhamnaceae
<i>Roemeria hybrida</i>	Ababol morado	Papaveraceae
<i>Rosa agrestis</i>	Rosal silvestre	Rosaceae
<i>Rosa canina</i>	Rosa campesina	Rosaceae
<i>Rosa corymbifera</i>	Rosa silvestre	Rosaceae
<i>Rumex acetosella</i>	Acedera	Polygonaceae
<i>Sagina apetala</i>		Caryophyllaceae



<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>FAMILIA</b>
<i>Salix purpurea</i>	Mimbrera	Salicaceae
<i>Salix salviifolia</i>	Sauce blanco	Salicaceae
<i>Salvia aethiopsis</i>	Etiopide	Labiatae
<i>Saponaria ocymoides</i>	Jabonera de roca	Caryophyllaceae
<i>Scleranthus annuus</i>		Caryophyllaceae
<i>Scolymus hispanicus</i>	Cardillos	Compositae
<i>Scorzonera angustifolia</i> var. <i>angustifolia</i>	Escorzonera	Compositae
<i>Scorzonera laciniata</i> var. <i>subulata</i>		Compositae
<i>Senecio gallicus</i>	Flor de Santiago	Compositae
<i>Senecio glaucus</i> subsp. <i>coronopifolius</i>	Amarrollo	Compositae
<i>Sesleria argentea</i>		Gramineae
<i>Silene conoidea</i>		Caryophyllaceae
<i>Silene legionensis</i>		Caryophyllaceae
<i>Silene nocturna</i>		Caryophyllaceae
<i>Silene nutans</i> subsp. <i>nutans</i>		Caryophyllaceae
<i>Silene portensis</i>		Caryophyllaceae
<i>Silene scabriflora</i>		Caryophyllaceae
<i>Sisymbrium officinale</i>	Floridos	Crucifera
<i>Sisymbrium runcinatum</i>	Rabanillo	Crucifera
<i>Spiraea hypericifolia</i> subsp. <i>obovata</i>	Durillo negro	Rosaceae
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Beltrónica	Labiatae
<i>Thapsia villosa</i>	Cañaeja	Umbelliferae
<i>Thesium humifusum</i>	Barrilera	Santalaceae
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	Mostacillo salvaje	Crucifera
<i>Thymus mastichina</i> subsp. <i>mastichina</i>	Tomillo aceitunero	Labiatae
<i>Thymus mastichina</i>	Romero silvestre	Labiatae
<i>Thymus zygis</i>	Tomillo fino	Labiatae
<i>Tragopogon crocifolius</i>	Barbaja	Compositae
<i>Trisetum ovatum</i>		Gramineae



NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
<i>Verbascum pulverulentum</i>	Barbasco	Scrophulariaceae
<i>Veronica agrestis</i>	Pamplina basta	Scrophulariaceae
<i>Vicia onobrychioides</i>	Veza	Leguminosae
<i>Xanthium spinosum</i>	Cardillo menor	Compositae

#### 5.2.4 Flora Amenazada.

Según el C.N.E.A (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas), no se han encontrado especies dentro del área de estudio catalogadas como amenazadas.

No existe ningún endemismo de los clasificados dentro de la provincia carpetano-ibérico-leonesa.

Según el Catálogo de la Flora Protegida de Castilla y León, existen dos especies de plantas catalogadas como de Atención Preferente, se trata de: el nenúfar amarillo (*Nuphar luteum*) y del escudete de río (*Nymphaea alba*).

#### 5.2.5 Fauna.

A continuación se exponen una serie de tablas con las especies que contabilizamos en la zona, en negrita se señalan las que se encuentran incluidas en el Anexo de la Directiva 97/62/CE “para la conservación de los hábitats naturales, de la fauna y flora silvestre” y la Directiva 79/409/CEE “para la conservación de las aves silvestres”. Además se incluye la clasificación según el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA) y el Libro Rojo.

En total en la zona a concentrar se contabilizan 97 especies de 2 está en peligro. Hay contabilizados 43 especies de mamíferos de los que 3 son vulnerables y 4 están casi amenazados, 8 tipos de anfibios, uno casi amenazado según el Libro Rojo y el Catálogo Nacional de las Especies Amenazada y finalmente se contabilizan siete especies de reptiles, dos de ellos casi amenazados.



De todos estos animales, destaca el milano real (*Milvus milvus*) y el alimoche común (*Neophron percnopterus*) por encontrarse En Peligro según el Libro Rojo y ser Vulnerables según el CNEA, por ello más adelante, son objeto de tratamiento más detallado.

La zona alberga importantes comunidades de animales asociados a **hábitats acuáticos**, de entre las aves destaca el Zampullín común (*Tachybaptus ruficollis*), Ánade friso (*Anas streparia*), Ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), Gallineta común (*Gallinula chloropus*) o el Martín pescador común (*Alcedo atthis*), de entre los mamíferos destaca el murciélago ratonero ribereño (*Myotis daubentonii*), entre los anfibios el sapo partero común (*Alytes obstetricans*), sapo común (*Bufo bufo*), sapo corredor (*Bufo calamita*), ranita de san antonio (*Hyla arborea*) y la rana común (*Rana perezi*) y entre los reptiles el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*).

Ligados a **medios rocosos** destacan entre las aves, el vencejo real (*Tachymarptis melba*), el avión roquero (*Ptyonoprogne rupestres*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*), de entre los mamíferos destacan en este hábitat el murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*) y el murciélago rabudo (*Tadarida teniotis*). Entre los anfibios destaca el tritón palmeado (*Triturus helveticus*) y de entre los reptiles destacan la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*) y la lagartija roquera (*Podarcis muralis*).

En las **zonas arboladas** encuentran su hábitat para vivir una gran variedad de aves, así destacan: la culebrera europea (*Circaetus gallicus*), el gavilán común (*Accipiter nisus*), el cuco común (*Cuculus canorus*), el búho chico (*Asio otus*) y el pico picapinos (*Dendrocopos major*) entre otros. De entre los mamíferos destacan el murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), murciélago enano (*Pipistrellus pipistrellus*), o el orejudo dorado (*Plecotus auritus*). Los reptiles que muestran preferencias por este tipo de hábitat para vivir son el lución (*Anguis fragilis*).



Las aves que prefieren **zonas de cultivos** para vivir son entre otras el aguilucho cenizo (*Circus Pygargus*), el busardo ratonero (*Buteo buteo*), codorniz común (*Coturnix coturnix*) o el mochuelo europeo (*Athene noctua*). De entre los mamíferos que destacan por su preferencia por este hábitat son la rata parda (*Rattus norvegicus*), el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) o el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), de entre los reptiles destaca el Eslizón tridáctilo ibérico (*Chalcides striatus*).

En las **zonas humanizadas** encuentran su lugar para vivir numerosas comunidades de animales, entre las aves destaca el gorrión común (*Passer domesticus*) y la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*), entre los mamíferos destaca el erizo europeo (*Erinaceus europaeus*).

En las siguientes tablas se recogen cada una de las especies animales que habitan en Becerril del Carpio.



<b>AVES</b>				
<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>HABITATS</b>	<b>LIBRO ROJO</b>	<b>CATALOGO NACIONAL</b>
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	Hábitats acuáticos		INTERES ESPECIAL
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña Blanca	Gran variedad de hábitats		INTERES ESPECIAL
<i>Anas strepera</i>	Ánade friso	Hábitats acuáticos		
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azulón	Ocupa zonas humanizadas		
<i>Pernis apivorus</i>	Abejero europeo	Zonas de robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	Áreas abiertas	EN	VULNERABLE
<i>Neophron percnopterus</i>	Alimoche común	Áreas abiertas, próximas a muladares y basureros	EN	VULNERABLE
<i>Gyps fulvus</i>	Buitre leonado	Cadenas montañosas y llanuras con		INTERES ESPECIAL
<i>Circaetus gallicus</i>	Culebrera europea	Ave forestal con presencia en las sierras		INTERES ESPECIAL
<i>Circus cyaneus</i>	Aguilucho pálido	Región eurosiberiana con vegetación		INTERES ESPECIAL
<i>Circus Pygargus</i>	Aguilucho cenizo	Cultivos de cereal, prados, jarales, etc.	VU	INTERES ESPECIAL
<i>Accipiter gentilis</i>	Azor común	Zonas adehesadas, riberas, etc.		INTERES ESPECIAL
<i>Accipiter nisus</i>	Gavilán común	Zonas forestales		INTERES ESPECIAL
<i>Buteo buteo</i>	Busardo ratonero	Áreas de cultivos		INTERES ESPECIAL



AVES				
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	Zonas montañosas	NT	INTERES ESPECIAL
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo Vulgar	Gran variedad de hábitats		INTERES ESPECIAL
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Diversidad de hábitats		INTERES ESPECIAL
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja	Áreas abiertas de cultivo	DD	
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común	Cultivos de cereales y forrajes	DD	
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común	Lugares encharcados		
<i>Fulica atra</i>	Focha común	Humedales		
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	Orillas de ríos con guijarros y piedras, también		INTERES ESPECIAL
<i>Larus cachinnans</i>	Gaviota patiamarilla	Zonas húmedas		
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz	Gran variedad de hábitats		
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortola turca	Proximidades de núcleos urbanos		
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea	Gran variedad de hábitats	VU	
<i>Cuculus canorus</i>	Cuco común	Zonas forestales		INTERES ESPECIAL
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	Campiñas, zonas de cultivos, pastizales, pueblos, etc.		INTERES ESPECIAL
<i>Bubo bubo</i>	Búho real	Diversidad de hábitats		INTERES ESPECIAL
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo	Zonas agrícolas abiertas de secano o regadío		INTERES ESPECIAL
<i>Strix aluco</i>	Cárabo común	Gran variedad de hábitats		INTERES ESPECIAL
<i>Asio otus</i>	Búho chico	Zonas forestales y arboladas		INTERES ESPECIAL
<i>Apus apus</i>	Vencejo Común	Zonas pobladas		INTERES ESPECIAL
<i>Tachymarptis melba</i>	Vencejo real	Zonas de roquedos y cortados rocosos		



<b>AVES</b>				
<i>Alcedo atthis</i>	<b>Martín pescador común</b>	Zonas fluviales	NT	INTERES ESPECIAL
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	Formaciones arbóreas abiertas		INTERES ESPECIAL
<i>Jynx torquilla</i>	Torcecuello euroasiático	Variedad de hábitats	DD	INTERES ESPECIAL
<i>Picus viridis</i>	Pito real	Campiñas y zonas arboladas		INTERES ESPECIAL
<i>Dendrocopos major</i>	Pico picapinos	Zonas forestales	VU	INTERES ESPECIAL
<b><i>Melanocorypha calandra</i></b>	<b>Calandria</b>	Estepa		
<i>Galerita cristata</i>	Cogujada común	Cereal y regadíos		
<b><i>Lullula arborea</i></b>	<b>Totovía</b>	Cereal y dehesa		INTERES ESPECIAL
<b><i>Alauda arvensis</i></b>	<b>Alondra común</b>	Brezal y pastizal		
<i>Riparia riparia</i>	Avión zapador	Cuencas hidrográficas		INTERES ESPECIAL
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Avión roquero	Zonas de topografía escarpada		INTERES ESPECIAL
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	Zonas pobladas y regadíos		INTERES ESPECIAL
<i>Delichon urbica</i>	Avión común	Zonas pobladas		INTERES ESPECIAL
<i>Anthus trivialis</i>	Bisbita arbórea	Zona eurosiberiana y bosques abiertos		INTERES ESPECIAL
<i>Motacilla flava</i>	Lavandera boyera	Prados húmedos, acequias, junqueras, etc		INTERES ESPECIAL
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	Pastizal y zonas pobladas		INTERES ESPECIAL
<b><i>Troglodytes troglodytes</i></b>	<b>chochín</b>	Encinar		INTERES ESPECIAL
<i>Prunilla modularis</i>	Acentor común	Piornal y brezal		
<i>Erithacus rubecula</i>	Petirrojo	Robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común	Carrizal y encinar		INTERES ESPECIAL
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Colirrojo tizón	Pinar y roquedo		INTERES ESPECIAL
<i>Saxicola torquata</i>	Tarabilla común	Campiña		INTERES ESPECIAL
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Collalba gris	Pastizal		INTERES ESPECIAL



<b>AVES</b>				
<i>Monticola saxatilis</i>	Roquero rojo	Zonas humanizadas, canchales y zonas de		INTERES ESPECIAL
<i>Monticola solitarius</i>	Roquero solitario	Matorral		INTERES ESPECIAL
<b><i>Turdus merula</i></b>	<b>Mirlo común</b>	Matorral		
<b><i>Turdus philomelos</i></b>	<b>Zorzal común</b>	Áreas forestales		
<b><i>Turdus viscivorus</i></b>	<b>Zorzal charlo</b>	Robledal y dehesa		
<i>Cettia cetti</i>	Ruiseñor bastardo	Soto y carrizal		INTERES ESPECIAL
<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero común	Soto, encinar y campiñas		INTERES ESPECIAL
<i>Sylvia communis</i>	Curruca zarcera	Pastizal, encinar y robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Sylvia borin</i>	Curruca mosquitera	Campiña		INTERES ESPECIAL
<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca capirotada	Soto, robledal y encinar		INTERES ESPECIAL
<i>Phylloscopus bonelli</i>	Mosquitero papialbo	Robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Phylloscopus ibericus</i>	Mosquitero ibérico	Variedad de hábitats		
<i>Regulus ignicapilla</i>	Reyezuelo listado	Zona de montaña húmedas con arbolado		
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mito	Robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Parus ater</i>	Carbonero garrapinos	Pinar		INTERES ESPECIAL
<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo común	Robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Parus Major</i>	Carbonero común	Robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Sitta europaea</i>	Trepador azul	Robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Oriolus oriolus</i>	Oropéndola	Campiña y robledal		INTERES ESPECIAL
<i>Lanius collurio</i>	Alcaudón dorsirrojo	Lugares húmedos y abiertos con arbustos		INTERES ESPECIAL
<i>Garrulus glandarius</i>	Arrendajo	Zonas forestales con preferencia por las		



<b>AVES</b>				
<i>Pica Pica</i>	Urraca	Encinar		
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	Chova piquirroja	Zonas montañosas	NT	INTERES ESPECIAL
<i>Corvus monedula</i>	Grajilla	Diversidad de hábitats		
<i>Corvus corone</i>	Corneja	Campiña y pastizal arbolado		
<i>Corvus corax</i>	Cuervo	Encinar y campiña		
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro	Campiña, poblado y robledal		
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común	Zonas pobladas		
<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero	Hábitats variables		
<i>Petronia petronia</i>	Gorrión chillón	Dehesa cultivada y erial		INTERES ESPECIAL
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar	Robledal y dehesa		
<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo	Zonas arboladas		
<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común	Dehesa cultivada		
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero	Pastizal arbolado		
<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común	Matorral, pastizal y cereal		
<i>Emberiza citrinella</i>	Escribano cerillo	Zona montañosa del norte peninsular		INTERES ESPECIAL
<i>Emberiza cirulus</i>	Escribano soteño	Riberas de los ríos, encinares aclarados, praderas, eriales,		INTERES ESPECIAL
<i>Emberiza cia</i>	Escribano monteño	Matorral		INTERES ESPECIAL
<i>Emberiza hortulano</i>	Escribano hortelano	Encinar y matorral		
<i>Miliaria calandra</i>	Triguero	Dehesa cultivada		
<b><i>Vanellus vanellus</i></b>	<b>Avefría</b>	Zonas cultivadas		
<b>NT:</b> Casi Amenazada <b>EN:</b> En Peligro <b>VU:</b> Vulnerable <b>DD:</b> Datos insuficientes <b>En negrita las especies incluidas en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE, relativa a la Conservación de las Aves Silvestres.</b>				

Fuente: Atlas de las aves reproductoras de España y Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



MAMÍFEROS				
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITATS	LIBRO ROJO	CATALOGO NACIONAL
<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo europeo	Variedad de hábitats tanto abiertos como boscosos	DD	
<i>Talpa occidentalis</i>	Topo ibérico	Zonas con suelos aptos para ser excavados y abundancia de	DD	
<i>Sorex coronatus</i>	Musaraña tricolor	Suelos húmedos con buena cobertura vegetal	LC	
<i>Neomys anomalus</i>	Musgaño de cabrera	Generalmente ligado a biotopos húmedos	LC	DE INTERES ESPECIAL
<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris	Hábitats abiertos y márgenes de los bosques	LC	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Murciélago grande de herradura	Preferencia por zonas arboladas con espacios abiertos		
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Murciélago pequeño de herradura	Áreas con cubierta vegetal arbustiva y arbórea		DE INTERES ESPECIAL
<i>Myotis daubentonii</i>	Murciélago ratonero ribereño	Relacionado con cursos de agua y zonas arboladas		
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Murciélago enano	Zonas boscosas		
<i>Nyctalus leisleri</i>	Nóctulo pequeño	Especie forestal		DE INTERES ESPECIAL
<i>Nyctalus noctula</i>	Nóctulo mediano	Especie forestal		
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Nóctulo grande	Zonas de bosques maduros con árboles viejos		
<i>Eptesicus serotinus</i>	Murciélago hortelano	Zonas rocosas y arboladas		DE INTERES ESPECIAL
<i>Plecotus auritus</i>	Orejudo dorado	Bosques caducifolios		DE INTERES ESPECIAL



MAMÍFEROS				
<i>Plecotus austriacus</i>	Orejudo gris	Hábitats muy variados (bosques, cultivos, etc)		DE INTERES ESPECIAL
<i>Miniopterus schreibersii</i>	<b>Muerciélago de cueva</b>	Zonas boscosas con cavidades naturales		
<i>Tadarida teniotis</i>	Murciélago rabudo	Zonas rocosas		DE INTERES ESPECIAL
<i>Canis lupus</i>	Lobo	Capaz de vivir en cualquier medio donde encuentre alimento	NT	
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro rojo	Habita todo tipo de ambientes	LC	
<i>Mustela erminea</i>	Armiño	Sotos de ribera	VU	DE INTERES ESPECIAL
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja	Bosques abiertos, cultivos, praderas, bosques de riberas y prados alpinos	DD	
<i>Mustela putorius</i>	Turón	Ambientes diversos (Bosques caducifolios, cultivos, lagunas,	NT	
<i>Martes foina</i>	Garduña	Gran diversidad de hábitats	LC	
<i>Meles meles</i>	Tejón	Ocupa bosques caducifolios mixtos y paisajes agro-silvo-pastoril	LC	
<i>Lutra lutra</i>	<b>Nutria paleártica</b>	Hábitat acuáticos bien conservados	NT	DE INTERÉS ESPECIAL
<i>Genetta genetta</i>	Gineta	Animal forestal asociado a la presencia de rocas y arroyos	LC	
<i>Felis silvestris</i>	Gato montés europeo	Necesita masas forestales importantes	VU	
<i>Sus scrofa</i>	Jabalí	Ocupa hábitats forestales, agrosistemas y periferias urbanas	LC	



MAMÍFEROS				
<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo rojo	Ocupa zonas de transición entre zonas boscosas o arbustiva y áreas abiertas con	VU	
<i>Capreolus capreolus</i>	Corzo	Ocupa áreas boscosas	LC	
<i>Sciurus vulgaris</i>	Ardilla roja	Habita bosques de frondosas y coníferas	LC	
<i>Arvicola sapidus</i>	Rata de agua	Ligada a cursos de agua con abundante vegetación en sus márgenes	VU	
<i>Microtus lusitanicus</i>	Topillo lusitano	Orillas de pequeños ríos y zonas agrícolas	LC	
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	Topillo mediterráneo	Suelos fáciles de excavar con abundante cobertura	LC	
<i>Microtus arvalis</i>	Topillo campesino	Medios abiertos con densa cobertura herbácea o arbustiva	LC	
<i>Microtus agrestis</i>	Topillo agreste	Praderas y herbazales espesos	LC	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo	Zonas con buena cobertura arbustiva y arbórea	LC	
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata parda	Cultivos de regadío	DD	
<i>Mus domesticus</i>	Ratón casero	Vive entre vegetación herbácea alrededor de campos de cultivo	LC	
<i>Mus spretus</i>	Ratón moruno	Espacios abiertos, áreas de matorral bajo, zonas rocosas y cultivos de secano	LC	



<b>MAMÍFEROS</b>				
<i>Eliomys quercinus</i>	Lirón careto	Frecuente en zonas pedregosas, matorrales y	LC	
<i>Lepus granatensis</i>	Liebre ibérica	Prefiere los espacios abiertos	LC	
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Zonas de matorral próximas a terrenos de cultivo	LC	
<b>LC:</b> Preocupación Menor <b>VU:</b> Vulnerable <b>DD:</b> Datos insuficientes <b>NT:</b> Casi amenazada <b>En negrita los animales incluidos en el Anexo de la Directiva 97/62/CE como especies prioritarias.</b>				

Fuente: Atlas de los mamíferos terrestres de España y Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



ANFIBIOS				
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITATS	LIBRO ROJO	CATALOGO NACIONAL
<i>Triturus helveticus</i>	Tritón palmeado	Zonas montañosas del norte peninsular	LC	
<i>Triturus marmoratus</i>	Tritón jasneado	Mitad norte peninsular	LC	
<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo partero común	Zonas de agua permanente	NT	
<i>Pelodytes punctatus</i>	Sapillo moteado común	Dependiente de puntos de agua	LC	
<i>Bufo bufo</i>	Sapo común	Medios acuáticos con cierta profundidad y	LC	
<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor	Necesidad de medios acuáticos	LC	
<i>Hyla arborea</i>	Ranita de san Antonio	Aguas permanentes, buena cobertura vegetal y vegetación de	NT	CASI AMENAZADA
<i>Rana perezi</i>	Rana común	Asociada a puntos de agua	LC	
<b>LC:</b> Preocupación Menor <b>VU:</b> Vulnerable <b>NT:</b> Casi Amenazada <b>Ninguna de estas especies está incluida en el Anexo de la Directiva 97/62/CE.</b>				

Fuente: Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España y Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



REPTILES				
NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITATS	LIBRO ROJO	CATALOGO NACIONAL
<i>Anguis fragilis</i>	Lución	Habita en áreas con densa cobertura vegetal	LC	
<i>Chalcides striatus</i>	Eslizón tridáctilo ibérico	Prados de siega y tierras de cultivo tradicionales	LC	
<i>Lacerta bilineata</i>	Lagarto verde	Medios con abundante cobertura vegetal herbácea o	LC	
<i>Lacerta schreiberi</i>	Lagarto verdinegro	Cursos de agua limpia, riberas bien conservadas y bosques húmedos caducifolios	NT	CASI AMENAZADA
<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartija ibérica	Zonas con afloramientos rocosos	LC	
<i>Podarcis muralis</i>	Lagartija roquera	Zonas rocosas	LC	
<i>Vipera latasti</i>	Víbora hocicuda	Zonas abiertas con buena insolación y ligada a zonas húmedas	NT	
<b>LC:</b> Preocupación Menor <b>VU:</b> Vulnerable <b>NT:</b> Casi Amenazada <b>Ninguna de estas especies está incluida en el Anexo de la Directiva 97/62/CE.</b>				

Fuente: Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España y Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

En la zona también se encuentran un gran conjunto de invertebrados, pueden citarse entre otros, varias especies de mariposas, como el arlequín (*Zerynthia rumina*), el pavo real (*Inachis io*), la limonera (*Gonepteryx rhamni*) o la mariposa nacarada (*Argynnis paphia*). Abundan otros insectos como la libélula (*Aeshana cyanea*) o el caballito del diablo (*Enallagma cyathigerum*). De entre los coleópteros destacan, el escarabajo rinoceronte (*Oryctes nasicornis*) y el pelotero (*Hylobius abietis*).



También encontramos escorpiones (*Androctonus crassicauda*) y escolopendras (*Scelopendra sp.*)

#### **Tendencia de la población:**

En conjunto en España se ha registrado un severo declive de la población. No hay evidencias de que la población española pueda nutrirse de invernantes europeos y, además, España podría actuar como sumidero para la población europea por la elevada mortalidad de ejemplares invernantes.

Su declive se debe, fundamentalmente por disparos, electrocuciones, atropellos y envenenamientos. En el conjunto del continente europeo, la especie sufrió una importante regresión durante el pasado siglo debido a la persecución humana, mientras que actualmente sus poblaciones se están recuperando en varios países de Europa central y noroccidental.

#### **Grado de amenaza:**

En Peligro (EN), según el Libro Rojo y de Interés Especial según el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA).

#### **Conservación:**

Se considera muy necesaria la divulgación de su delicada situación en España para asegurar que autoridades y ONG sean plenamente conscientes de la misma. Es fundamental continuar la lucha decidida contra el uso del veneno. Se precisa limitar el uso de rodenticidas y recoger los cadáveres y topillos agonizantes, o bien sustituirlos por trampeo o rodillos agrícolas. Respetar los árboles con nidos en las talas o mantener pies sin podar, lo que repercutirá favorablemente en las crías y acometer las modificaciones necesarias, para evitar colisiones con tendidos eléctricos.

**ALIMOCHÉ COMÚN:**

**Nombre científico:** (*Neophron percnopterus*)

**Clase:** Aves

**Orden:** Falconiformes

**Familia:** Accipitridae

**Categoría de Amenaza:**

Directiva 79/409/CEE –Vulnerable según el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA) y En Peligro según el libro rojo.

**Carácter:**

Estival. En la Península comienzan a llegar con el inicio del buen tiempo.

**Distribución:**

El alimoche común lo encontramos desde Europa hasta la India y Nepal. Su distribución se extiende hacia el sur dónde se incluye el continente africano.

Esta ave es migratoria, aquellas que viven en Europa y Asia se trasladan para invernar en África. Se estima que a principio del otoño boreal de 5000 a 6000 cruzan el estrecho de Gibraltar.

En Palencia existen alimoches en el tercio norte de la provincia.

**Hábitat:**

Habita en zonas áridas y semiáridas.

**Tendencia de la población:**

En general la población en España parece haberse mantenido en zonas de montaña y/o ganaderas mientras que en áreas agrícolas se ha producido un claro descenso que parece importante en algunas zonas.

**Grado de amenaza:**

En Peligro (EN), según el Libro Rojo y de Interés Especial según el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (CNEA).

**Conservación:**

Sería eficaz una lucha contra el uso de cebos envenenados, mediante legislación, vigilancia, gestión de caza y divulgación. Otras medidas necesarias son promover el mantenimiento y creación de muladares y puntos de alimentación en áreas de cría y de concentración de no reproductores (dormideros); investigar los factores que limitan sus poblaciones; identificar áreas de invernada y rutas de migración y evaluar los posibles riesgos asociados a ellas; promover la conservación de paisajes con sistemas agro pastoriles tradicionales que mantengan alta disponibilidad de presas potenciales, especialmente de conejo, en áreas de alta densidad de nidificantes y en un entorno de, al menos 15 km; proteger áreas de cría con alta densidad de parejas; y diseñar un programa de seguimiento sobre la base de censos periódicos en áreas piloto.

**Fauna Cinegética y Pescable****Caza:**

En la provincia de Palencia hay 469 cotos privados de caza que cuentan en total con 683.166 ha, de éstas 6.252 pertenecen a cotos de Alar del Rey.

En todo el término municipal de Alar del Rey encontramos los siguientes cotos de caza:

<b>Matrícula</b>	<b>Tipo</b>	<b>Superficie Total (ha)</b>	<b>Municipio</b>	<b>Fecha de Constitución</b>	<b>Titularidad</b>
P-10337	1	261	Alar del Rey	13/03/75	Particular
P-10338	1	714	Alar del Rey	31/03/75	Particular
P-10648	1	1307	Alar del Rey	27/06/78	Junta Vecinal
P-10657	1	792	Alar del Rey	09/08/85	Club caza y pesca "La arcea"
P-10917	1	2120	Alar del Rey	10/08/04	Junta Vecinal
P-10942	1	1058	Alar del Rey	17/09/07	Junta agropecuaria local.



En Becerril del Carpio existe un único coto de caza que es propiedad de la junta vecinal, de él hacen uso mayoritariamente cazadores de la zona y en menor medida cazadores foráneos. Se practica tanto la caza menor como la caza mayor.

Especies cinegéticas de caza menor en el término de Becerril del Carpio:

- Tórtola
- Codorniz
- ánade azulón
- ánade friso
- perdiz
- avefría
- paloma bravía
- zorzal común
- zorzal charlo
- grajilla
- urraca
- conejo de monte
- liebre
- zorro rojo

Especies cinegéticas de caza mayor en el término de Becerril del Carpio:

- jabalí
- corzo
- lobo (únicamente pueden cazarse las poblaciones del norte del Duero)

A continuación se describen cada una de las especies de caza mayor: Corzo (*Capreolus*

*capreolus*)

El corzo está presente en todo el territorio palentino, únicamente faltan en las zonas agrícolas de Tierra de Campos. Su periodo hábil de caza se divide en dos: el primero transcurre desde primeros de abril a primeros de agosto, y el segundo desde primeros de septiembre a mediados de octubre. El trofeo del corzo lo constituyen las cuernas óseas adheridas al cráneo.



### Jabalí (*Sus scrofa*)

El área de distribución del jabalí incluye la totalidad de Castilla y León. Su periodo hábil de caza va desde últimos de septiembre a mediados de febrero. El trofeo del jabalí lo constituyen los cuatro caninos definitivos que sustituyen a los de leche entre los siete y los doce meses de edad. Estas piezas dentales son de crecimiento continuo y están más desarrolladas en los machos que en las hembras.

### Lobo (*Canis lupus*)

Dentro de las especies cinegéticas, hay que destacar a el lobo (*Canis lupus*). El lobo es considerado especie cinegética en España desde La Ley de Caza de 1970 (hasta entonces era considerado “alimaña”). A raíz de esta consideración, se dota a la especie de una serie de protecciones (limitación en las fechas de captura, en los métodos utilizados, etc).

En Castilla y León se ha aprobado un Plan de Conservación y Gestión del Lobo, una de las líneas de actuación dentro de éste plan es la siguiente:

Se establecerá el marco jurídico para el aprovechamiento cinegético en todas aquellas comarcas en las que la situación demográfica de la especie lo permita durante la época hábil. Anualmente, se determinará para cada comarca agraria el cupo de lobos a extraer con el fin de garantizar su conservación a largo plazo y mantener los objetivos de gestión. Los cupos asignables anualmente a cada comarca se enmarcarán entre los porcentajes de la población que para cada zona se definan en función del seguimiento anual de la especie y de sus parámetros poblacionales.

Algunos de los impactos negativos que la concentración parcelaria puede ocasionar sobre las especies cinegéticas son:

- Eliminación de hábitats y refugios por la eliminación de linderos entre fincas.
- El incremento de la accesibilidad al territorio que favorecerá la caza furtiva.



Estos efectos se verán mitigados porque algunos de los caminos planteados seguirán el mismo trazado que los actuales, además se eliminarán muchos de los caminos existentes, por lo tanto el último efecto negativo que se mencionaba quedará muy limitado. Respecto al primero, el diseño de las nuevas parcelas se delimitarán respetando los linderos más ricos en vegetación.

La Concentración Parcelaria también generará efectos positivos sobre la caza puesto que se fomentará la actividad agropecuaria tradicional, alternándose cultivos de cereal, prados, pastizal, matorral y zona arbolada, además la mejora de los caminos facilitará el tránsito y por tanto el ejercicio de la caza.

En el Decreto 172/1998, de 3 de septiembre, se declaran las especies cinegéticas de Castilla y León, para posteriormente determinar en las correspondientes Ordenes Anuales de Caza cuáles de aquellas serán cazables en cada temporada.

#### **Pesca:**

Dentro de la zona a concentrar de Becerril del Carpio, no se establecen figuras de pesca como Cotos, Escenarios Deportivos Sociales o Tramos Libres sin Muerte. Las especies piscícolas que se pueden encontrar en el río Pisuegra y en sus arroyos son:

<b>PECES</b>		
<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>CATALOGO NACIONAL</b>
<i>Leuciscus carolitertii</i>	Bordallo	VU
<i>Salmo trutta</i>	Trucha común	VU
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Piscardo	LC
<i>Cobitis calderón</i>	Lamprehuela	VU
<i>Tinca tinca</i>	Tenca	LC
<i>Rutilus arcasii</i>	Bermejuela	VU
<i>Barbus bocagei</i>	Barbo	LC
<i>Chodostroma polylepis</i>	Boga del Duero	VU
<b>LC:</b> Preocupación Menor <b>VU:</b> Vulnerable <b>NT:</b> Casi Amenazada		

La Concentración Parcelaria no afectará a las especies piscícolas porque todos los cauces y riberas quedarán incluidos en el Dominio Público Hidráulico o zona de servidumbre para uso público. En el presente estudio se establecen las medidas para limitar el periodo de ejecución de las obras cuando estas afecten a la limpieza de los





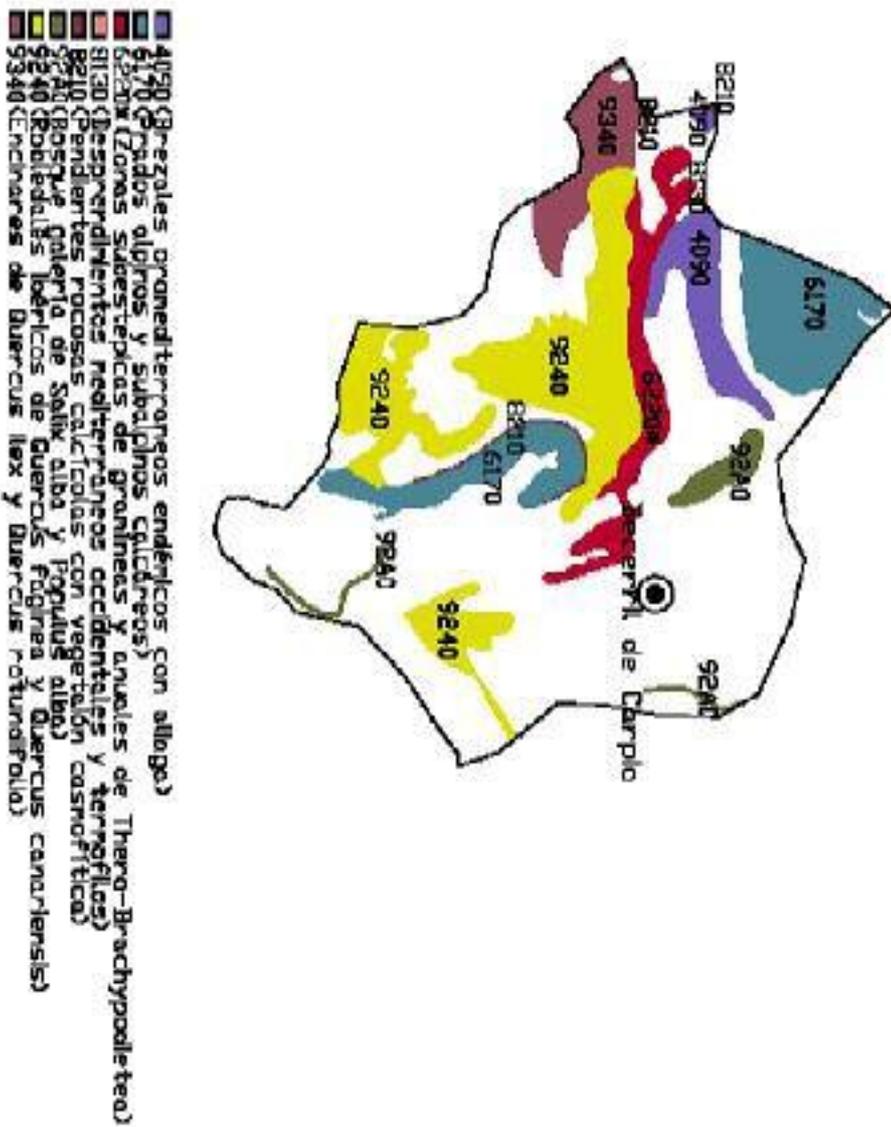
\* *Hábitat de interés prioritario.*

*Hábitat incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat 92/43/CEE*

A continuación se representa de forma gráfica la distribución de los hábitats en el término municipal de Becerril del Carpio.



## HABITAT DE INTERÉS COMUNITARIO



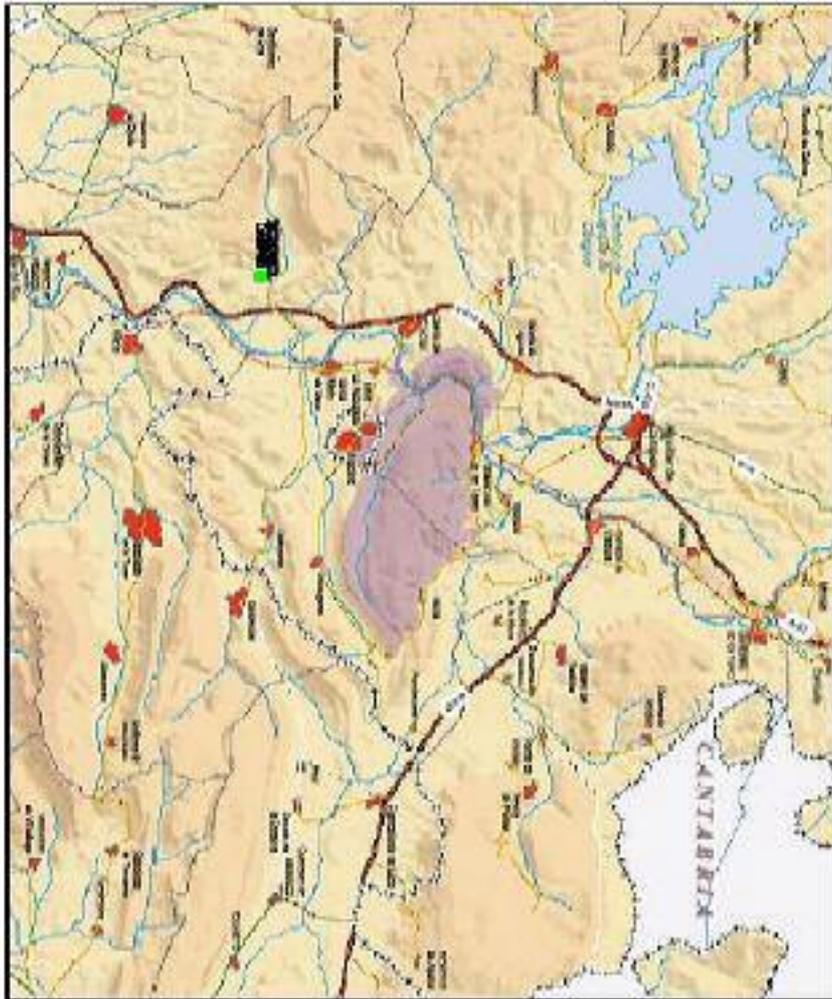


Hay que destacar que el hábitat de interés prioritario (6220\*) no se verá afectado por el proceso de Concentración puesto que coincide con un área de monte sobre el que se tomarán las medidas necesarias dentro de la Concentración Parcelaria para su conservación, además por la zona no están proyectados ningún camino por lo que no se dará ningún tipo de actuación que pueda modificar o alterar este hábitat.

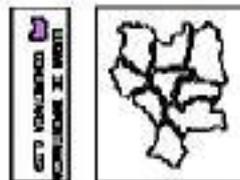
#### **5.4.- RED NATURA 2000**

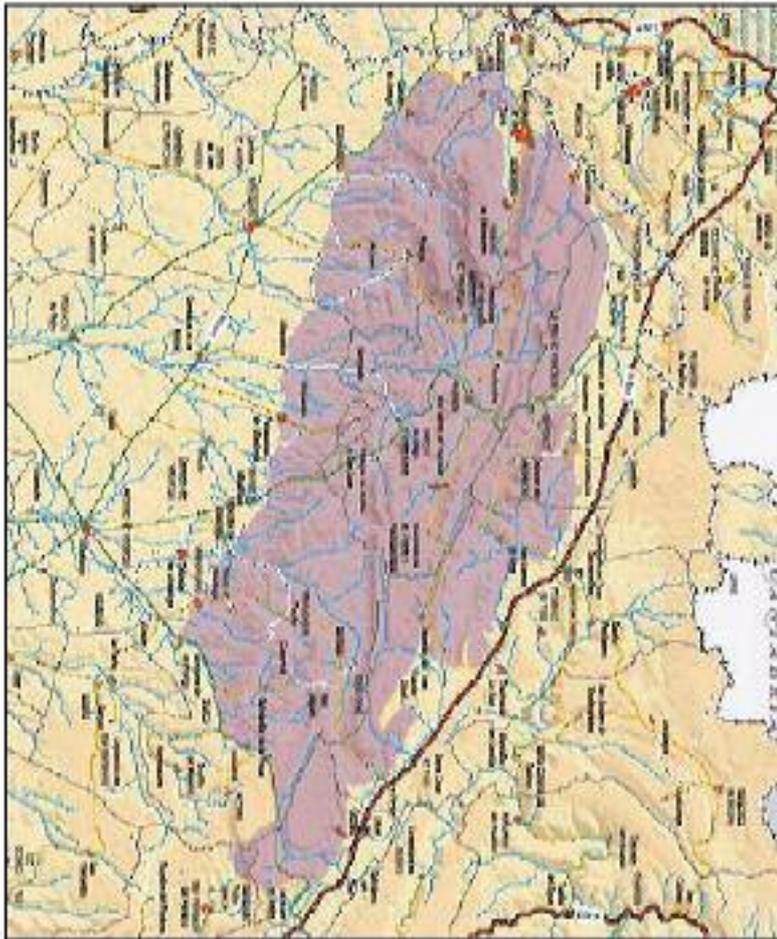
La red Natura 2000 creada mediante la Directiva 92/43/CEE, de Conservación de los Hábitats Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, constituye la mayor apuesta de conservación realizada hasta la fecha a nivel mundial. Con ella se pretende conservar una gran variedad de elementos naturales: 218 tipos distintos de hábitats, 195 táxones de aves, 315 de otras especies de fauna y 572 de flora, además se incluye una gran superficie: más de 48 millones de hectáreas están clasificadas como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y más de 37 millones como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

En Becerril del Carpio no hay establecidas figuras de protección de Espacios Naturales, sin embargo en las proximidades se encuentran dos LICs: al Norte, “Las Tuerces” (código ES41400026) y al Este “Húmeda-Peña Amaya” (Código ES4120093). La primera está incluida además en la Red de Espacios Protegidos de Castilla y León, y la segunda también ha sido designada como ZEPA.

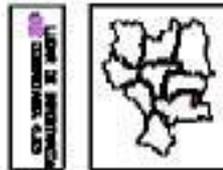


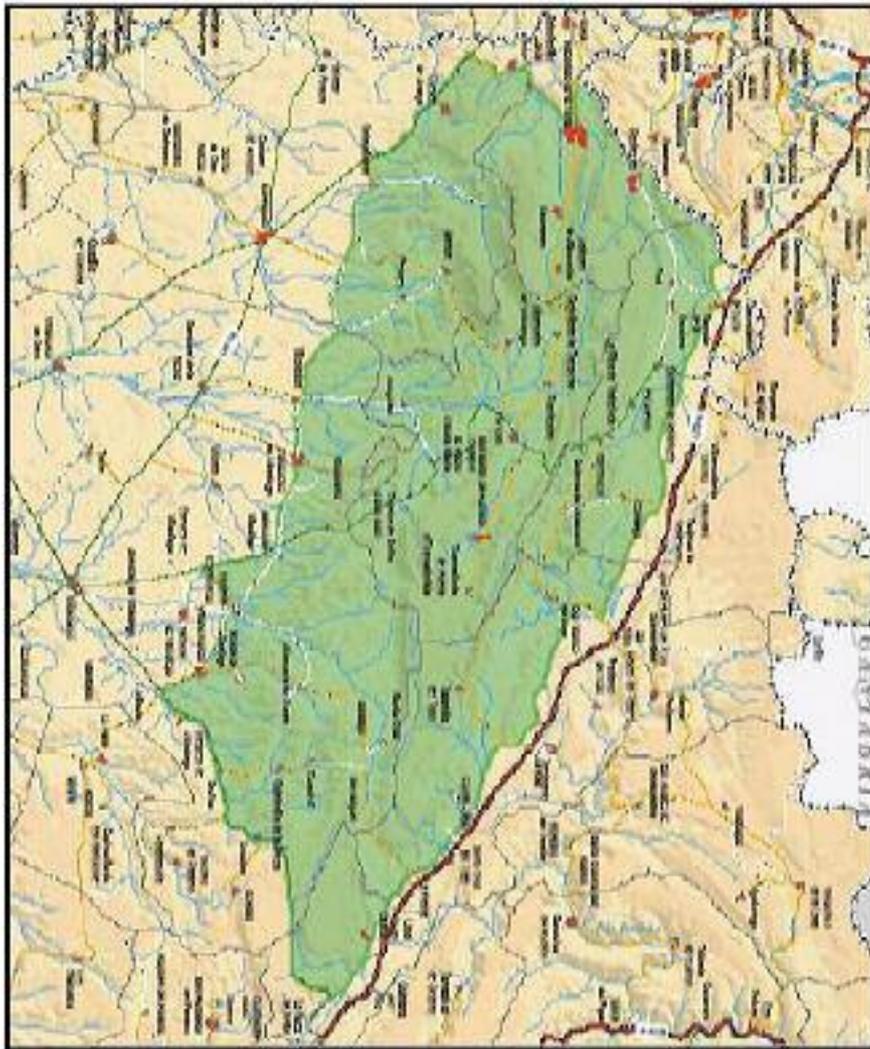
LIC. "LAS TUERCAS"



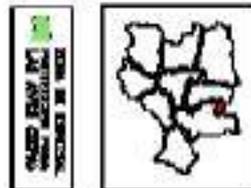


LIC. "HUMEDA-PENA AMAYA"





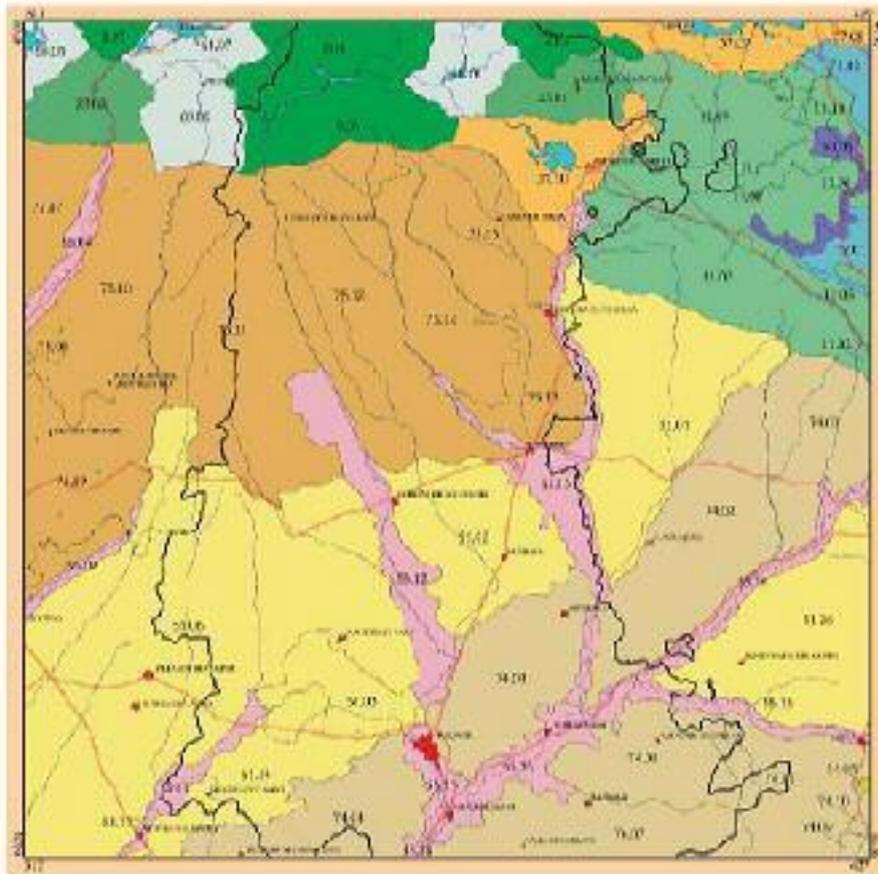
ZEPA. "HUMEDA-PENA AMAYA"





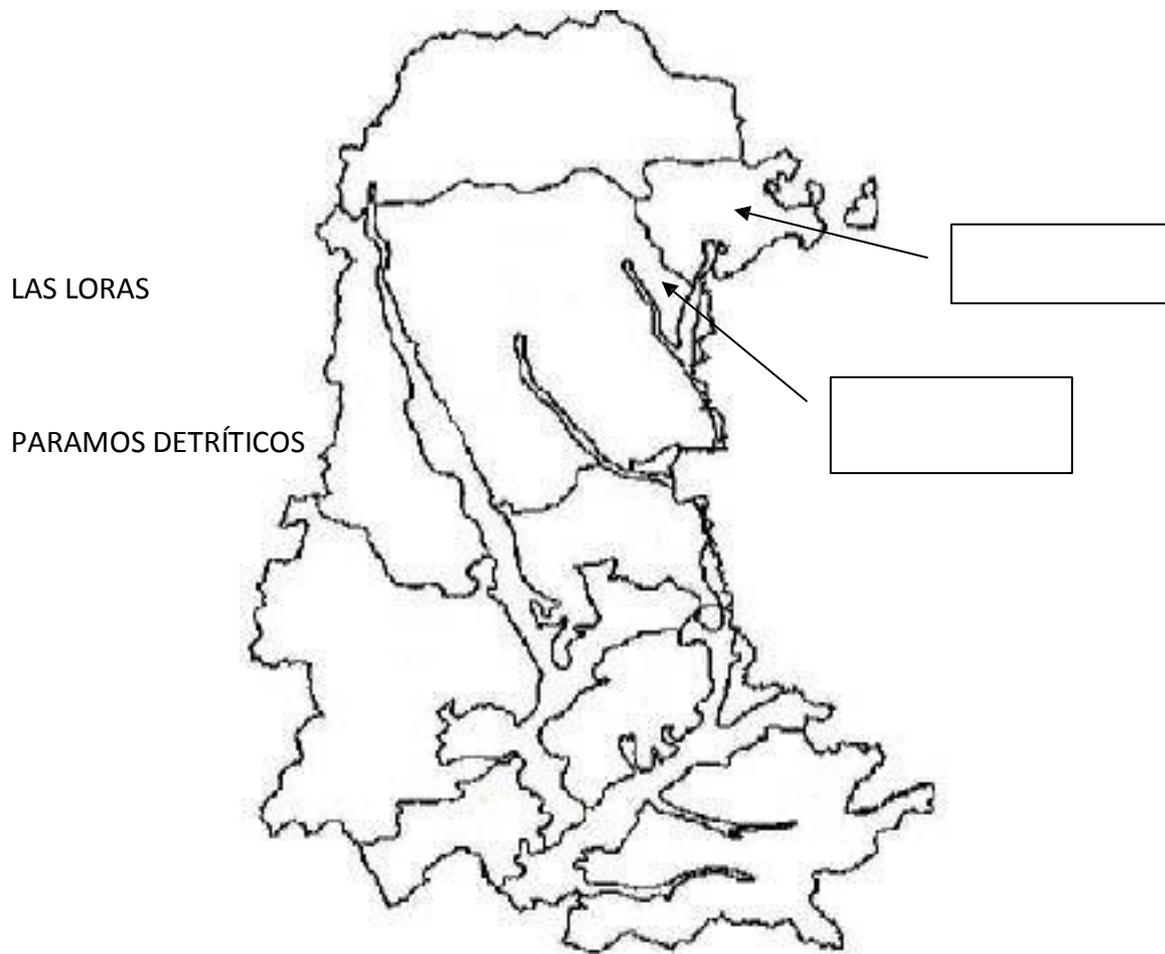
## 5.5 MEDIO PERCEPTUAL. EL PAISAJE

Según el Atlas de los Paisajes de España (Ministerio de Fomento, 2003), en la provincia de Palencia se identifican los tipos de paisajes reflejados en la siguiente imagen:



Los tipos de paisajes de Becerril del Carpio reflejados en el atlas son:

- 37.10: Zona de depresiones
- 55.13: Zona de vegas junto al río Pisuerga
- 75.13: Zonas de páramos detríticos



El término municipal de Becerril del Carpio se sitúa desde el punto de vista paisajístico y conforme a este esquema en la unidad de Las Loras solapándose a la unidad de Páramos detríticos.

Paisajísticamente en esta zona cobran especial relevancia las formaciones geomorfológicas, que se caracterizan por un relieve que es resultado de activos procesos de disolución llevados a cabo por la erosión de origen kárstico de las rocas calizas.

La vegetación y los distintos usos del suelo hacen que Becerril del Carpio se convierta en un mosaico paisajístico muy variado en cuanto a diversidad cromática se refiere. Así encontramos especies propias de la región mediterránea, esclerófilas y por tanto adaptadas a la sequía estival, hablamos en este caso de el rebollo o roble melojo (*Quercus pyrenaica*), el quejigo (*Quercus faginea*) y la encina o carrasca (*Quercus*



*ilex ssp rotundifolia*), también se encuentran brezales y escobonales.

Contrastando con este tipo de vegetación aparece la que crece junto al cauce del río y arroyos de la zona, en este caso hablamos de alisos (*Alnus glutinosa*), fresnos (*Fraxinus sp*), diversas especies de sauces (*Salix sp*), chopos (*Populus alba*, *Populus nigra*) y olmos (*Ulmus campestris*). Hay que destacar también las masas de pino en ocasiones de repoblación.

Este paisaje presenta en su forma cierta complejidad, debido a la variedad orográfica y de usos. Las zonas cultivadas se intercalan entre montes de encinas, pinos, robles o entre matorrales y pastizales, creando un mosaico muy variado en tonalidades. A este cromatismo se le añade el que aportan las formaciones geológicas características y los numerosos afloramientos rocosos, que introducen tonalidades grisáceas. Todo ello da lugar a un variado mosaico de texturas.

## 5.6 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO.

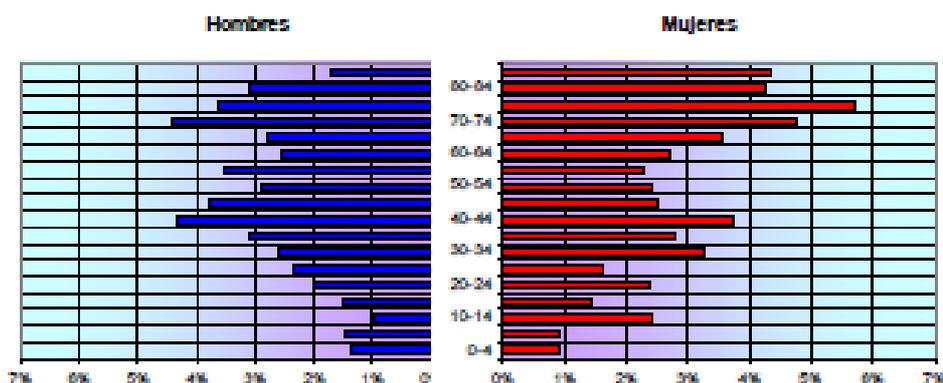
### 5.6.1 Población.

Debido a que Becerril del Carpio es un anejo perteneciente al término municipal de Alar del Rey, analizaremos los datos demográficos de dicho término, que es del que se conocen de forma oficial.

Como en la mayoría de los pueblos de Palencia, Alar del Rey y Becerril del Carpio no son ajenos al despoblamiento que desde mediados del siglo pasado se viene produciendo en los núcleos rurales. Para el análisis de la población se han tomado los años desde 1.996 hasta 2.008, más de una década que nos ayudará a comprender la dinámica que se está siguiendo. En el siguiente gráfico se expone la serie histórica.



El alto índice de envejecimiento, y por tanto de mortalidad y la baja o nula tasa de natalidad, son dos de los factores que contribuyen al descenso de efectivos de población, a estos factores naturales tenemos que unirle el alto índice de emigración, acentuada en esta localidad desde 1.950, la mayoría de las personas jóvenes buscan un lugar para vivir con más y mejores servicios y con mayores oportunidades, a menudo es la cabecera comarcal o la capital de la provincia los lugares elegidos para asentarse, de este modo es en 2.008 el año en que se ha registrado un menosnúmero de habitantes con 1055 censados. En la pirámide de población que se expone a continuación se muestran los índices demográficos principales.





El nivel de formación académica de la población es bajo, con un porcentaje muy alto de personas que solamente tienen estudios primarios, siendo muy pocos los que tienen el graduado escolar, bachillerato, formación profesional o titulación universitaria. Esta situación se encuentra íntimamente ligada al envejecimiento de la población y al proceso de desequilibrio territorial.

Los factores de despoblación, envejecimiento de la población y de bajo nivel académico se multiplican considerablemente en Becerril del Carpio, que entre sus tres núcleos de población tan sólo contabiliza 75 habitantes.

### **5.6.2 Análisis Económico.**

---

El sector agrario, es con diferencia, el más importante en la economía del municipio de Becerril del Carpio. Como es habitual en el mundo rural de nuestro país, toda la población activa agraria está integrada por varones, mientras que las mujeres integran el grupo dedicado a las labores del hogar. Becerril del Carpio pertenecen a la comarca agraria de Boeda-Ojeda.



### COMARCAS AGRARIAS



**-Sector Primario.**

La ocupación principal de la población de Becerril del Carpio se basa en la agricultura y en la ganadería. En la actualidad son 299 los propietarios de fincas en Becerril del Carpio.

**Perímetro y Superficie disponible:**

Según los datos aportados por la Dirección General de Catastro, la superficie total de la zona es de 2.091,65 ha, aunque sólo se concentrarán 1.978 ha. La solicitud de concentración se refiere a la totalidad de los terrenos rústicos a excepción de aquellas propiedades que se estimen oportunas, como son 19,5 ha de los terrenos ya concentrados en el término limítrofe de Rebolledo de la Torre, 32,52 ha dedicadas a choperas municipales y 51,1 ha de terrenos que ya han sido expropiados por el paso de la autovía. Las zonas a concentrar y excluir de Concentración vienen reflejadas en varios de los planos incluidos en el anexo de planos del presente estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

**Características de la Propiedad:****Aprovechamiento:**

Los cultivos básicos de la zona a concentrar se basan fundamentalmente en cebada, trigo, forrajes, veza y girasol para el seco, siendo las patatas, alfalfa y maíz las que acaparan la mayoría de las tierras de regadío ubicadas dentro de la localidad de Becerril del Carpio.

**Bienes de Dominio Público:**

En la zona a concentrar existen bienes pertenecientes al Dominio Público Hidráulico, además de montes de utilidad pública propiedad de la Junta Vecinal y administrados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente, propiedad de este servicio es también la vía pecuaria que atraviesa el término de norte a sur denominado “Cordel de la Puebla de San Vicente”.

**Situación Actual de las explotaciones:**

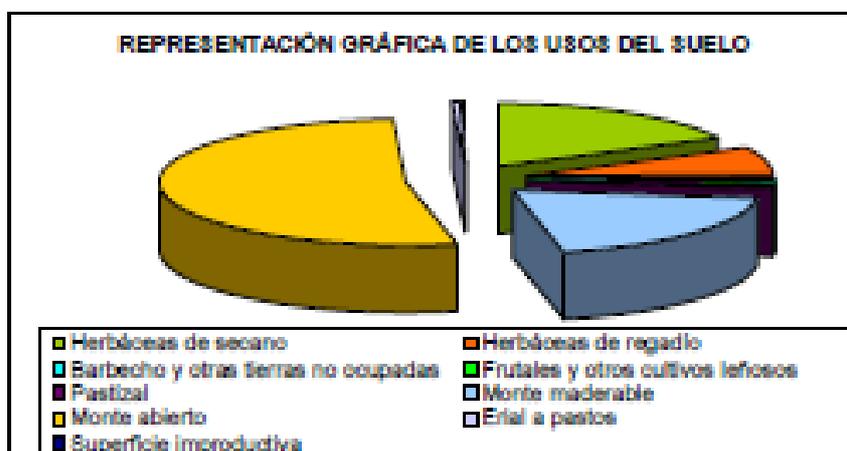
Según datos obtenidos mediante consultas realizadas en el Ayuntamiento y a la Junta de Trabajo, existen en total 21 explotaciones agropecuarias en la zona afectada por la concentración.

En la siguiente tabla y gráfico se detallan los distintos usos y aprovechamientos, así como la superficie y porcentaje que representan en la zona a concentrar:

APROVECHAMIENTO	TERMINO MUNICIPAL		ZONA A CONCENTRAR	
	SUPERFICIE (ha)	%	SUPERFICIE (ha)	%
Herbáceas de secano	348,00	16,64	346,00	17,49
Herbáceas de regadío	166,00	7,94	145,50	7,35
Barbecho y otras tierras no ocupadas	22,00	1,05	22,00	1,11
Frutales y otros cultivos leñosos	1,50	0,07	1,50	0,07
Pastizal	17,00	0,81	17,00	0,86
Monte maderable	391,20	49,81	391,20	19,77
Monte abierto	1041,80	18,70	1041,80	52,65
Erial a pastos	10,00	0,48	10,00	0,50
Superficie improductiva	94,15	4,50	4,00	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>2091,65</b>	<b>100,00</b>	<b>1978,00</b>	<b>100,00</b>



A continuación se expone gráficamente la distribución de los usos del suelo:



### Montes de Utilidad Pública

Según la información disponible, la superficie ocupada por Montes de Utilidad Pública en Becerril del Carpio se estima en 1.433 ha repartidas en un total de 8 montes. Estos montes constituyen una importante superficie del conjunto municipal, afectando aproximadamente a un 68% de la superficie de Becerril del Carpio, porcentaje que además representa la mayor parte de la superficie forestal del término.

Varios de los montes catalogados como de Utilidad Pública son propiedad de la Junta Vecinal y están administrados por el Servicio Territorial de Medio Ambiente, estos son los siguientes:

- Monte denominado “Allende”, nº 29 del Catálogo de Utilidad Pública, en consorcio con la Junta de Castilla y León bajo el nº P- 3.196.
- Monte “La Costana”, nº 30 del C.U.P. y consorciado con el nº P-3.191.
- Monte “La Cabrera”, nº 30-A del C.U.P. y consorciado con el nº P-3.189.
- Monte “Socastillo y Baldomero”. Nº 30-C del C.U.P. y consorciado con el nº P-3.190.
- Monte “La Sudría”, nº 30-D del C.U.P., y consorciado con el nº P-3.193.



-Monte “La Hoya”, nº 31 del C.U.P. , y consorciado con el nº P-3.192.

Además de estos, la Junta Vecinal de Becerril del Carpio es propietaria de dos montes repoblados de chopos, bajo un contrato establecido con la Junta de Castilla y León. Son los siguientes:

-Monte denominado “Riberas de Becerril”, con nº de contrato 3426001.

-Monte “Riberas del Molino de Becerril”, con nº de contrato 4248039.

Tanto los Montes de Utilidad Pública consorciados y los contratados para su repoblación con chopos, se hallan repoblados prácticamente en su totalidad (salvo los roturos del monte “La Cabrera” y del monte “La Sudría”), bien delimitados y con un plano definido, por ello son excluidos de concentración en su totalidad.

### **Zonas de Riberas**

Con una extensión mucho menor en el término municipal aunque no menos importante aparecen las zonas de ribera situadas en los márgenes del río Pisuegra y de los arroyos que atraviesan el término, como son el de “Las Udrías” el arroyo de “La Costana” y el arroyo de “El molino”. En sus márgenes aparecen formaciones riparias densas y de elementos altos como sauces (*Salix alba* y *Salix fragilis*), fresnos (*Fraxinus excelsior*), alisos (*Alnus glutinosa*), chopos (*Populus alba* y *Populus nigra*) y olmos (*Ulmus campestris*), además es estrato arbustivo está constituido por distintas especies de *Salix* sp. De entre esta vegetación, los chopos merecen una mención especial por las plantaciones tan importantes que se sitúan en el margen del río, esta zona quedará excluida de la Concentración Parcelaria por lo que no se prevé ningún efecto que afecte negativamente a las plantaciones.

Por tanto, la vegetación de ribera está bien desarrollada y representada fundamentalmente en las orillas del río Pisuegra, en los márgenes de los arroyos sin embargo, la vegetación se presenta principalmente en forma arbustiva.

**Maquinaria:**

Según datos recabados en el propio municipio, la maquinaria agrícola existente en la zona de Becerril del Carpio es la que relaciona a continuación:

- 20 tractores.
- 20 arados.
- 10 cultivadores.
- 15 sembradoras. 10 de cereal y 5 de patatas.
- 10 abonadoras.
- 10 carros de herbicida.
- 20 remolques.
- 3 remolques distribuidores de estiércol.
- 21 motores de riego
- 3 salas de ordeño
- 5 empacadoras.

**Ganadería:**

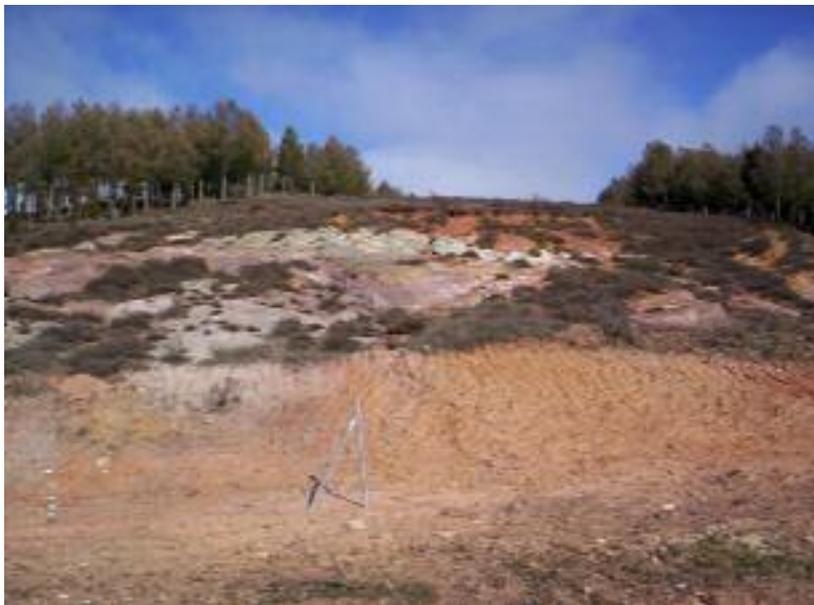
El municipio de Becerril del Carpio se enmarca en un área de arraigada tradición ganadera. Las explotaciones de ganado han formado parte del Sistema económico local de subsistencia. Por Becerril del Carpio discurrían además buena parte de los rebaños trashumantes que, procedentes de Extremadura, subían a los puertos cantábricos durante el verano.

En esta actividad trashumante la estación de ferrocarril de Alar del Rey tuvo mucha importancia, siendo destino de muchos rebaños transportados en tren. Otras estaciones de ferrocarril próximas eran también lugares de carga y descarga del



ganado trashumante como (Aguilar de Campoo o Barruelo de Santillán).

Hasta mediados del siglo XX todas las vías pecuarias fueron muy transitadas por los numerosos rebaños que se desplazaban a pie hasta los pastos de la montaña de Palencia. En Becerril del Carpio destaca la vía pecuaria denominada “Cordel de la Puebla de San Vicente” que recorre el término de sur a norte pasando por el mismo casco urbano, más adelante se describe de forma detallada dicho cordel. En los planos incluidos en el anexo de planos se representa el trazado que sigue el cordel en el municipio.



Vía pecuaria “Cordel de la Puebla de San Vicente”.

Actualmente los pastos son utilizados por la cabaña local, debido a que la trashumancia está desapareciendo. El paulatino abandono de esta actividad y el desuso de las vías pecuarias están permitiendo la degradación y desaparición de éstas. En algunos casos, se producen discontinuidades en los trazados de las vías pecuarias entre términos municipales colindantes afectados por la concentración parcelaria. En este sentido cabe reseñar que en la zona de Becerril del Carpio el cordel quedará excluido de Concentración Parcelaria ya que no se plantea realizar ningún tipo de actuación sobre esta vía.



En la actualidad la actividad ganadera en Becerril del Carpio ha perdido peso frente a la actividad agrícola. Se trata de una ganadería que, al igual que en el resto de Castilla y León, responde a las estructuras productivas y de gestión actuales, basadas en un alto grado de estabulación, productividad, gran aporte de alimentos suplementarios, mecanización, etc.

Como ya se expuso anteriormente el término cuenta con 5 explotaciones con presencia ganadera, cuatro de ella de ganadería bovina en régimen intensivo y una de ovino. En conjunto y según los datos obtenidos de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, el número de cabezas de ganado clasificadas por especies y aptitud productiva sería el siguiente:

**Bovino:** 150 cabezas.

#### **-Sector Secundario.**

Como actividad enmarcada dentro del sector secundario existe una gravera situada en el paraje de “Las Alpujarras”, dedicado a la extracción de piedra para obras de construcción.

#### **- Sector Terciario.**

Respecto al sector servicios o actividades terciarias, las tiendas de alimentación, establecimientos hoteleros, bancos, farmacia y estanco se encuentran en el núcleo urbano de Alar del Rey, tan sólo hay vendedores ambulantes que se desplazan con escasa asiduidad hasta Becerril del Carpio, por ello para cualquier tipo de compra hay que desplazarse a los núcleos más cercanos, Alar del Rey, Herrera de Pisuegra o Aguilar de Campoo. No obstante en el barrio de la Puebla de San Vicente hay un almacén de patatas y una estación de servicio y en el barrio de San Pedro, una casa de turismo rural.



### 5.6.3 Equipamientos, servicios e infraestructuras. Carreteras y vías de comunicación.

Por los terrenos de Becerril del Carpio discurren diversas infraestructuras de comunicación de elevada relevancia, así destaca la carretera N- 611 Madrid-Santander, la Línea de ferrocarril Madrid-Santander y la autovía Cantabria- Meseta, este último proyecto de carácter estatal, ha tenido una gran repercusión en todo los aspectos (socioeconómicos, ambiental, cultural, etc), además ha desarrollado e incrementado la capacidad de los corredores tradicionales.

La autovía, aunque en ocasiones coincide con la carretera, está trazada por la zona de vega entre la carretera N-611 y el río Pisuerga dividiendo muchas tierras de cultivo, en este sentido los propietarios de estos terrenos verán en la Concentración Parcelaria una solución a la fragmentación que la creación de la autovía ha ocasionado en sus fértiles tierras de regadío.



Autovía Cantabria-Meseta



### **Equipamientos Urbanos.**

La pavimentación de las calles de Becerril del Carpio está completada en un 95%.

En cuanto al agua para el abastecimiento doméstico, proviene de dos manantiales situados en los parajes de “La Costana y Fuenteprao”.

La red de saneamiento es completa y renovada en toda la zona urbana, disponiendo para la evacuación de las aguas residuales de dos depuradoras, una en el barrio de San Pedro y otra en el barrio de Santa María, falta una tercera pendiente de construcción en el barrio de La Puebla de San Vicente. Todos ellos vierten el efluente al arroyo de Costana.

### **Dotaciones Sanitarias.**

En Becerril del Carpio las consultas médicas sólo se realizan los miércoles, el resto de días laborales la población debe acudir al médico de Alar del Rey mientras que los domingos y festivos las consultas se atienden en el consultorio médico de Herrera de Pisuerga.

Para comprar las medicinas deben trasladarse a la farmacia situada en Alar del Rey.

### **Educación.**

Para la educación primaria los niños se incorporan desde su inicio al centro escolar de Alar del Rey, una vez finalizada esta etapa formativa se trasladan hasta Herrera de Pisuerga para continuar con sus estudios de educación secundaria.

### **Otros Servicios.**

Medios de transporte: Becerril del Carpio cuenta con ferrocarril que realiza la línea Madrid-Santander, conectando a la localidad con la capital de provincia, los municipios más importantes de la zona y Cantabria. Hay además una línea regular de transporte para personas, un autobús recorre diariamente las localidades uniéndolas



entre sí, además de facilitando el acercamiento de éstas con Palencia.

Asistencia religiosa: Aunque no existe un párroco que resida en Becerril del Carpio, sin embargo la localidad cuenta con el servicio ordinario de misa dominical.

El servicio de recogida de basura corre a cargo de la “Mancomunidad Boedo- Ojeda”.

Aunque en la localidad no existe ningún equipamiento recreativo ni deportivo, sin embargo si existe un local social propiedad de la Junta Vecina, abierto diariamente todo el año que se utiliza como bar.

#### 5.6.4 Planeamiento Urbanístico.

En el municipio de Becerril del Carpio resulta de aplicación las normas subsidiarias provinciales y el criterio de la Diputación Provincial de Palencia.

El casco urbano de Becerril del Carpio está separado en tres barrios; San Pedro, Santa María y Puebla de San Vicente. En total abarca una superficie de 10,53 ha, su estructura se basa en casas generalmente pegadas pared con pared, formando manzanas que dan lugar a calles de trazado básicamente irregular.

#### 5.6.5 Patrimonio y Elementos Culturales.

Becerril del Carpio con sus tres barrios cuenta con elementos de un gran valor histórico artístico:

-Iglesia de San Vicente: iglesia de estilo románico, declarada Monumento Histórico artístico en 1988

-Iglesia de San Pedro: iglesia de estilo románico.

-Iglesia de Santa María.

-Rollo de Justicia: Este rollo se erige en la Plaza Mayor y es símbolo de justicia y poder.



Iglesia de Santa María, situada en el Barrio de Santa María.

Según comunicaciones de la Consejería de Cultura y Turismo, en la zona afectada por la concentración existen inventariados cinco yacimientos arqueológicos:

- Yacimiento de *“La Covacha de Las Cascarronas”*: polígono 701.
- Yacimiento *“Villarodrigo”*: Polígono 7.
- Yacimiento *“PK 98/ Carretera N-611”*: Pol. 703, parc. 166-167.
- Yacimiento *“Socastillo”*: Pol. 707, Excluido de concentración.
- Yacimiento *“La Baldomero”*: pol 702.

### Vía Pecuaria

Existe un proyecto de clasificación de Vías Pecuarias aprobado por Orden Ministerial de 14 de noviembre de 1.961 (BOE 23/11/1.961). En el se describe la Vía Pecuaria que discurre por la localidad de Becerril del Carpio:



CORDEL DE LA PUEBLA DE SAN VICENTE. Anchura legal variable, predominando los 37,61 m. Recorrido en esta localidad unos 6 kilómetros. Dirección general, Sur-Norte.

El presente cordel entra en ésta localidad procedente de Nogales de Pisuegra, anejo de Alar del Rey, por el paraje de La Rocinera. Camina con su anchura reglamentaria por el monte del mismo nombre, hasta donde éste finaliza, entrando en zona de cultivo entre los pagos de Los Linarones y el Canalón. Entre estos dos parajes discurre 300 m. con una anchura de 12 m hasta que se une a la carretera general Madrid-Santander, junto al cruce con el arroyo de la Hormiga. A partir de este punto discurre sobre la carretera citada hasta el casco urbano, dónde, abandonándola, coge la carretera de la Estación de Mave hasta el cruce con el arroyo de las Udrías, internándose, hacia la izquierda, por el monte de Las Berzosas hasta el límite con el término de Valoria de Aguilar, por el cual continúa su recorrido.

El Cordel de la Puebla de San Vicente, parte de la raya del término de Alar del Rey por el monte de La Rocinera con una anchura de 37,61 m y una longitud de 1.425 m hasta los Linarones y El Canalón, donde se reduce su anchura a 12m en un recorrido de 350 m. A partir del cruce del arroyo del Molino, discurre sobre la carretera general Madrid-Santander hasta pasado el casco urbano, con una longitud de 2.300 m y una anchura variable comprendida entre 20 y 6 m desde este punto se inclina hacia la derecha sobre la carretera a la Estación de Mave, en un recorrido de 500 m y con una anchura variable de 14 a 6 m. Al llegar al arroyo de Las Urdías se interna en el monte de Las Berzosas, durante 1.340 m y con su anchura reglamentaria, hasta desembocar en el término de Valoria de Aguilar.

La superficie ocupada por el Cordel, según el Proyecto de Clasificación, es de 13-11-62 ha



## 5.7. UNIDADES Y ELEMENTOS AMBIENTALES

### 5.7.1 Unidades Ambientales

En la zona a concentrar básicamente se pueden distinguir dos Unidades Ambientales; la zona que denominamos Aguilar y las vegas del Pisuerga.

#### I.- Aguilar:

Se trata de una zona con importantes singularidades geomorfológicas que vienen marcadas fundamentalmente por ser una zona de transición entre los materiales paleozoicos propios de la montaña y los terciarios de la meseta. En este área las condiciones climáticas son más duras que en el resto, puesto que en las zonas más elevadas las heladas pueden prolongarse hasta el mes de mayo, además son zonas con grandes diferencias altitudinales, importantes pendientes y taludes que sufren procesos de erosión importantes. En esta Unidad Ambiental en apenas unos metros aparecen diferencias altitudinales de más de 100 m, así encontramos importantes resaltes rocosos constituidos por materiales calcáreos que contrastan con el encajonamiento de algún arroyo o simplemente con los terrenos situados a los pies de dichos resaltes.



*Encajonamiento del arroyo del las Udrías entre los resaltes calizos al norte del término municipal.*



Desde el punto de vista hídrico, por esta zona discurren los tres arroyos que hay en el término de Becerril del Carpio, todos ellos transcurren de oeste a este hasta su desembocadura en el río Pisuerga, se trata, de norte a sur, del arroyo de las Udrías, del arroyo de La Costana y del arroyo del Molino.

La Unidad Ambiental de Aguilar constituye aproximadamente el 80% del término de Becerril del Carpio. Por ser una gran Unidad, lo dividimos en cuatro subunidades:

- Zona de Montes: Ocupa aproximadamente el 70% del total de los terrenos de Becerril del Carpio, entre la vegetación destacan variedades de pinos en ocasiones de repoblación, las encinas y carrascos (*Quercus ilex sb. rotundifolia*), roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica*), quejigos (*Quercus faginea*) y enebros aislados (*Juniperus oxicedrus*). En esta subunidad destacan también los suelos rocosos desprovistos de vegetación que aportan un gran contraste cromático a la zona.
- Zonas de Cultivos: Se trata de terrenos situados entre los montes de utilidad pública formando enclaves entre ellos, ocupan los terrenos de menor altitud y más llanos, no son suelos muy fértiles aunque sí son los más fértiles de la zona en ellos se cultiva cebada, trigo, forrajes y girasol. En ocasiones el cultivo de secano aparece mezclado con zonas de pastos. En estas zonas la concentración parcelaria será muy beneficiosa porque permitirá agrupar fincas con los consiguientes beneficios económicos que esto ocasiona.
- Riberas de Arroyos: La existencia de tres arroyos discurriendo por el término municipal de Becerril del Carpio incrementan aún más el valor ecológico de la zona, en muchas ocasiones estos arroyos aparecen encajados entre los materiales calcáreos formando importantes gargantas, en otras discurren respetando la topografía del terreno sin presentar más encajamiento que el de su propio cauce. La vegetación que crece en sus orillas es en muchas ocasiones de tipo arbustivo, en otras se encuentran árboles de tamaños singulares, así crecen en estos lugares: sauces (*Salix alba* y *Salix fragilis*), fresnos (*Fraxinus excelsior*), alisos (*Alnus glutinosa*), chopos (*Populus alba* y *Populus nigra*) y olmos (*Ulmus minor*).
- Cascos urbanos: Dentro de esta Unidad Ambiental se encuentran los tres



cascos urbanos que constituyen Becerril del Carpio, se trata del Barrio de San Pedro, del Barrio de Santa María y del Barrio de la Puebla de San Vicente, en total representan el 0,50% del total de los terrenos del término municipal.



Foto representativa de la Unidad Ambiental I: Aguilar. (Zona con robledal, terrenos de cultivo y laderas calizas).

## II.- Vegas del Pisuerga:

Los terrenos más llanos del término municipal son los situados a unos 860m de altitud, son zonas de suelos más profundos y de alta capacidad agronómica, en este sentido están clasificados como de categoría segunda.

Destaca en esta Unidad el río Pisuerga que cruza por esta unidad el término de sur a norte, dando lugar a una importante y desarrollada vegetación de ribera y a extensas vegas en sus márgenes. Por este motivo dividimos la unidad en dos subunidades:

- Zonas de cultivos de regadío: Se trata de una zona junto al río Pisuerga compuesta por tierras labradas, sembradas con patatas principalmente, pero también



de ajos, alfalfa o maíz para el ganado. Por esta zona discurre una red de acequias antiguas que con la Concentración Parcelaria se demolerán dando paso a una nueva red más moderna que además frenará el despilfarro de agua que se viene produciendo con las tradicionales. Parte de estos terrenos han sido expropiados para la construcción de la Autovía Cantabria- Meseta, por lo que las parcelas han quedado muy mermadas en cuanto a superficie. La Concentración Parcelaria en esta zona no ocasionará sino beneficios porque de nuevo se reestructurarán las parcelas que ahora han quedado divididas, además se podrá ampliar la superficie de las mismas.

- Zonas arbolada y de choperas: En las márgenes más próxima al río Pisuerga, aparece vegetación propiamente de ribera, hablamos de: sauces (*Salix alba* y *Salix fragilis*), fresnos (*Fraxinus excelsior*), alisos (*Alnus glutinosa*), chopos (*Populus alba* y *Populus nigra*) y olmos (*Ulmus minor*), además el estrato arbustivo está constituido por distintas especies de *Salix* sp. Aunque aparecen una gran cantidad de árboles, sin embargo hay que destacar las plantaciones que hay tan importantes de chopos (*Populus alba* y *Populus nigra*). Esta zona no se verá alterada por los procesos de Concentración Parcelaria, puesto que quedará excluida de la misma.



Foto representativa de la Unidad Ambiental II: Riberas del Pisuerga (tierras de regadío con chopera al fondo).



Las unidades ambientales están representadas en el plano nº 3 del anexo de planos.

### 5.7.2 Elementos ambientales

En cuanto a los elementos ambientales se distinguen los siguientes:

- 1- Lindones y ribazos
- 2- Fuentes y manantiales
- 3- Pastizales y labor de secano
- 4- Labor de regadío
- 5- Riberas
- 6- Zona excluida (Encinares, pinares, robledales y zonas de roquedo).

#### **Lindones y ribazos.**

En la zona existen multitud de parcelas que cuentan en sus límites con vegetación arbustiva importante, son estos lindones los que dan cobijo a numerosas especies animales que encuentran en ellos el lugar idóneo para vivir.

Podemos encontrar lindones o ribazos entre parcelas por todo el término municipal de Becerril del Carpio en especial entre las parcelas de secano y los pastizales.

Este elemento además de su valor como refugio de animales, tiene un gran valor ambiental y ecológico en la zona, por este motivo se tratará de conservar y se tendrá en cuenta en el proyecto de Concentración Parcelaria.



*Parcelas con lindones y ribazos en sus límites*



### **Fuentes y manantiales.**

Una constante en el paisaje de la zona son las fuentes y manantiales dispersas por todo el término de Becerril del Carpio, en total 17 fuentes y 5 manantiales. Estos se presentan con la finalidad de servir de abrevadero para el ganado, de abastecimiento de agua para el riego o incluso para el consumo humano, en este último caso se trata de las fuentes situadas junto al casco urbano de cada uno de los barrios en los que se divide Becerril del Carpio.

Estos elementos aportan riqueza y variedad al paisaje de la zona.



*“Fuente Costana” situada entre arbolado y matorral*

### **Pastizales y Labor de secano.**

Allí donde la geomorfología del terreno no favorece la acumulación del agua, se pueden encontrar pastizales anuales e incluso algunos vivaces no hidrófilos. Los pastizales tan sólo ocupan el 0,81% del total del término de Becerril del Carpio. En general y debido a que el ganado permanece mayoritariamente estabulado las tierras de pastizal están poco aprovechadas, tan sólo las que están junto a los cascos urbanos son utilizadas como alimento para el ganado ovino, mientras que los pastizales situados en los enclaves de los montes de utilidad pública, debido a su abandono, son colonizados por matorrales.



Otro de los elementos ambientales del municipio son las tierras de labor de secano, éstas aportan un interés paisajístico importante puesto que proporcionan una diversidad cromática y paisajística diferente, la mayoría se hallan formando enclaves dentro de los montes de utilidad pública. Las parcelas que actualmente están cultivadas se dedican a la producción de cebada, trigo, forrajes, veza y girasol.



*Zona de pastizal y labor de secano entre el M.U.P. nº 30-A “La Cabrera”*

### **Labor de Regadío.**

Los terrenos situados entre la carretera N-611 y el río Pisuega son los ocupados por los cultivos de regadío, se trata de la zona más fértil y con mayor humedad del término municipal, además es una zona prácticamente llana sin diferencias altitudinales importantes lo que facilita las labores agrícolas. Esta zona ocupa aproximadamente el 27% del terreno a concentrar, se trata de pequeñas parcelas sembradas fundamentalmente de patatas pero también de ajos, alfalfa y maíz.



Parte de estos terrenos han sido expropiados para la construcción de la autovía Cantabria-Meseta, algunas parcelas han quedado divididas, por lo que la Concentración Parcelaria con la reestructuración del terreno no hará sino mejorar las propiedades que actualmente tienen los agricultores. Además se renovará la red de acequias dándose mejor utilidad al agua y evitando las pérdidas que con la red actual se están produciendo.



*Zona de regadío junto a la chopera situada a orillas del río Pisuerga*

### **Riberas.**

La zona de riberas viene marcada por la presencia del río Pisuerga y de los arroyos, el de las Udrías, el de la Costana y el del Molino. La diversidad vegetal en estas áreas está constituida por alisos, sauces, fresnos, olmos y chopos fundamentalmente. En algunos puntos, especialmente a orillas del río Pisuerga, la vegetación se encuentra formando comunidades importantes con arbolado bien desarrollado, a orillas de los arroyos es más habitual encontrarnos con éstas especies en forma y tamaño arbustivo. Es en estas zonas donde se concentra la mayor diversidad de especies tanto animales como vegetales.



Hay que destacar las plantaciones de chopo junto al río Pisuerga que ocupan una amplia superficie dentro de la ribera.



*Vegetación de ribera junto al río Pisuerga*

**Zona de Montes: (Encinares, pinares, robledales y zonas de roquedo).**

Los Montes de Utilidad Pública y las zonas improductivas ocupadas por roquedo ocupan aproximadamente el 70% del total del término de Becerril del Carpio. En total hablamos de ocho Montes en los que encontramos fundamentalmente arbolado en ocasiones disperso, en ocasiones formando masas importantes de encinas, robles y pinos, estos últimos de repoblación.

En éstas zonas también encontramos una amplia superficie del terreno ocupada por roquedo y promontorios calizos que dan lugar a terrenos con aspectos singulares y característicos.

Los montes aportan un importante valor paisajístico y medioambiental a la zona, por la variedad en cuanto a plantas y animales se refiere. Son zonas



con diferencias altitudinales importantes que dan lugar a enclaves cultivados. En los montes hay una gran diversidad cromática compuesta por los diferentes árboles y arbustos que se dan en la zona, los suelos desnudos constituidos por material calizo, los arroyos que atraviesan en sentido este oeste, los enclaves cultivados o los pastizales. Todo ello hace que estas zonas sean especialmente sensibles y haya que conservarlas.



*Monte de Utilidad Público nº 31, “La Hoya”*

## 6. MEDIDAS CORRECTORAS

La ausencia de afecciones significativas determina la sencillez de las medidas correctoras. No obstante, se adoptarán medidas de carácter preventivo con el fin de evitar la aparición de afecciones evitables, así como la revegetación de superficies alteradas.



## 6.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

### 6.1.1 EXCAVACIONES

En el caso que nos ocupa no se prevee ninguna singularidad respect al terreno pues es utilizado actualmente como tierra de cultivo.

### 6.1.2 MOVIMIENTOS DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA

Se realizará sobre las vías de paso que deberán señalizarse previamente a las obras. Esta señalización será imprescindible para los trabajos a realizar en la ribera del arroyo de Costana.

En la ribera del cauce, además de delimitar físicamente las zonas de paso, se deberán proteger los árboles que queden próximos a ellas y que pudieran verse de alguna manera afectados. Si las ramas obstaculizaran el movimiento de las máquinas se realizará el corte previo de las mismas.

### 6.1.3 ACOPIO DE MATERIALES

Previamente a las obras se delimitarán las zonas de acopio de materiales de excavación de los de aporte exterior (zahorras, material granular) y de otros elementos (tubos, etc.).

### 6.1.4 EXTRACCIÓN Y ACOPIO DE LA TIERRA VEGETAL

En toda la superficie de las obras, en el momento de la excavación se decapará una primera capa de tierra vegetal en un espesor de 30 cm, que será acopiada independientemente del resto de los materiales de excavación. El acopio se realizará en la zona de obra pero de tal modo que no se produzca paso de maquinaria sobre la misma.

### 6.1.5 TRABAJOS EN LA ZONA DE RIBERA

Además de las medidas ya indicadas, en estas zonas se tendrá especial atención en evitar el vertido de áridos en el cauce, así como no realizar trabajos de mantenimiento o reparación de la maquinaria.



## 6.2 MEDIDAS DE CORRECCIÓN. REVEGETACIÓN

Se consideran como tales las actuaciones en relación con la reconstrucción de los terrenos y las plantaciones de arbolado y arbustos. Las primeras incluyen la aplicación de la tierra vegetal previamente decapada y acopiada y la restitución final de los terrenos y cuyo presupuesto se incluya en el Proyecto de Construcción, así como la preparación del terreno en las superficies a revegetar.

Las plantaciones se realizarán en la orilla alterada del cauce fluvial del arroyo de Costana.





# ANEJO Nº15 – REPOSICIONES Y SERVICIOS AFECTADOS





**ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN ..... 2



## 1. INTRODUCCIÓN

Respecto a la EDAR en sí, no afecta a ningún servicio a excepción de la conexión con el alcantarillado.

En cuanto al colector, este si afectaría a corte temporal de carretera nacional N-611 y provincial P-2231 al tener que atravesarlas. Esto habrá que valorarlo en el Proyecto.

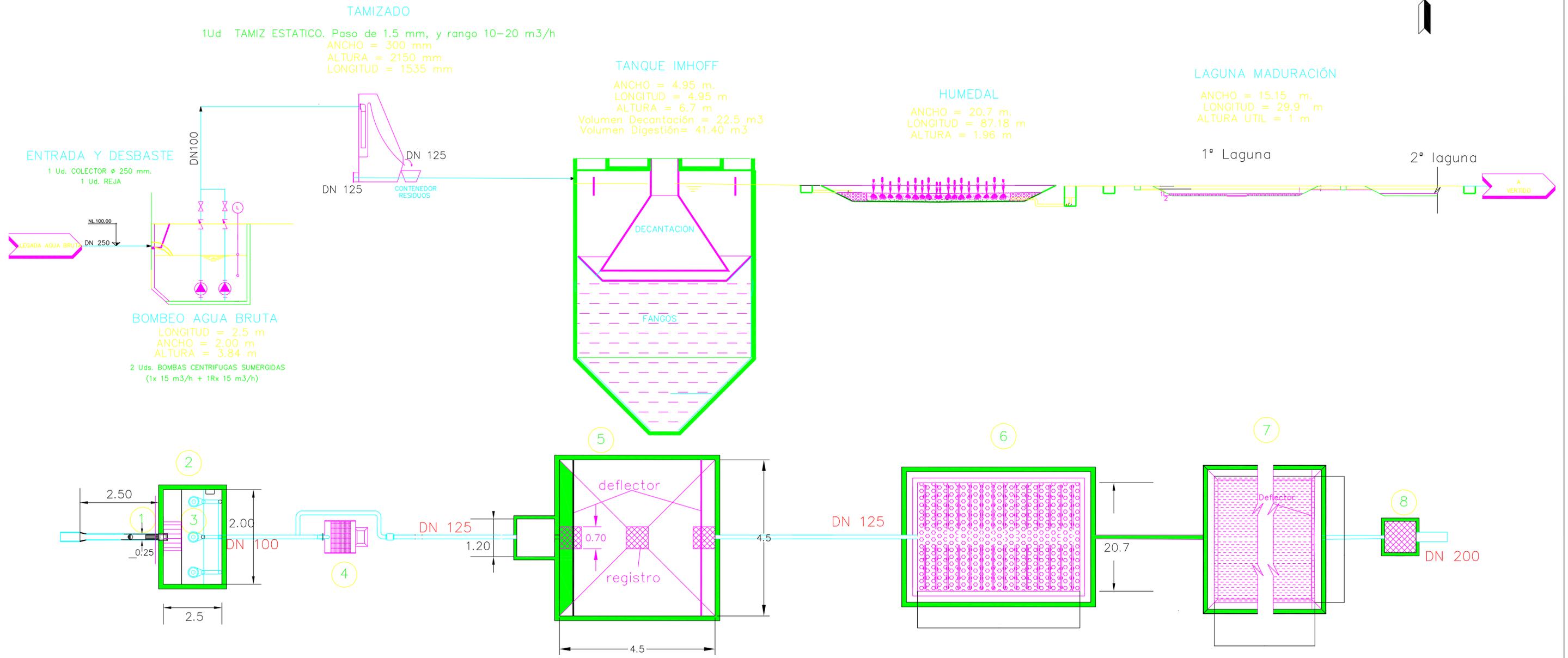


# PLANOS

**INDICE DE PLANOS**

- DIAGRAMA DE FLUJOS 0
- PLANO DE LOCALIZACIÓN 1
- PLANO DE SITUACIÓN ACTUAL 2
- PLANO COLECTOR 3
- EDAR
  - POZO DE BOMBEO 4
  - TÁMIZ ESTÁTICO 5
  - TANQUE IMHOFF (I)Y(II) 6 Y 7
  - BIODISCOS 8
  - FANGOS ACTIVOS 9
  - LECHO BACTERIANO 10
  - HUMEDAL 11
  - LAGUNA DE MADURACIÓN (I)Y(II) 12 Y 13
- EMISARIO EDAR-RIO 14
- SOLUCIÓN 15

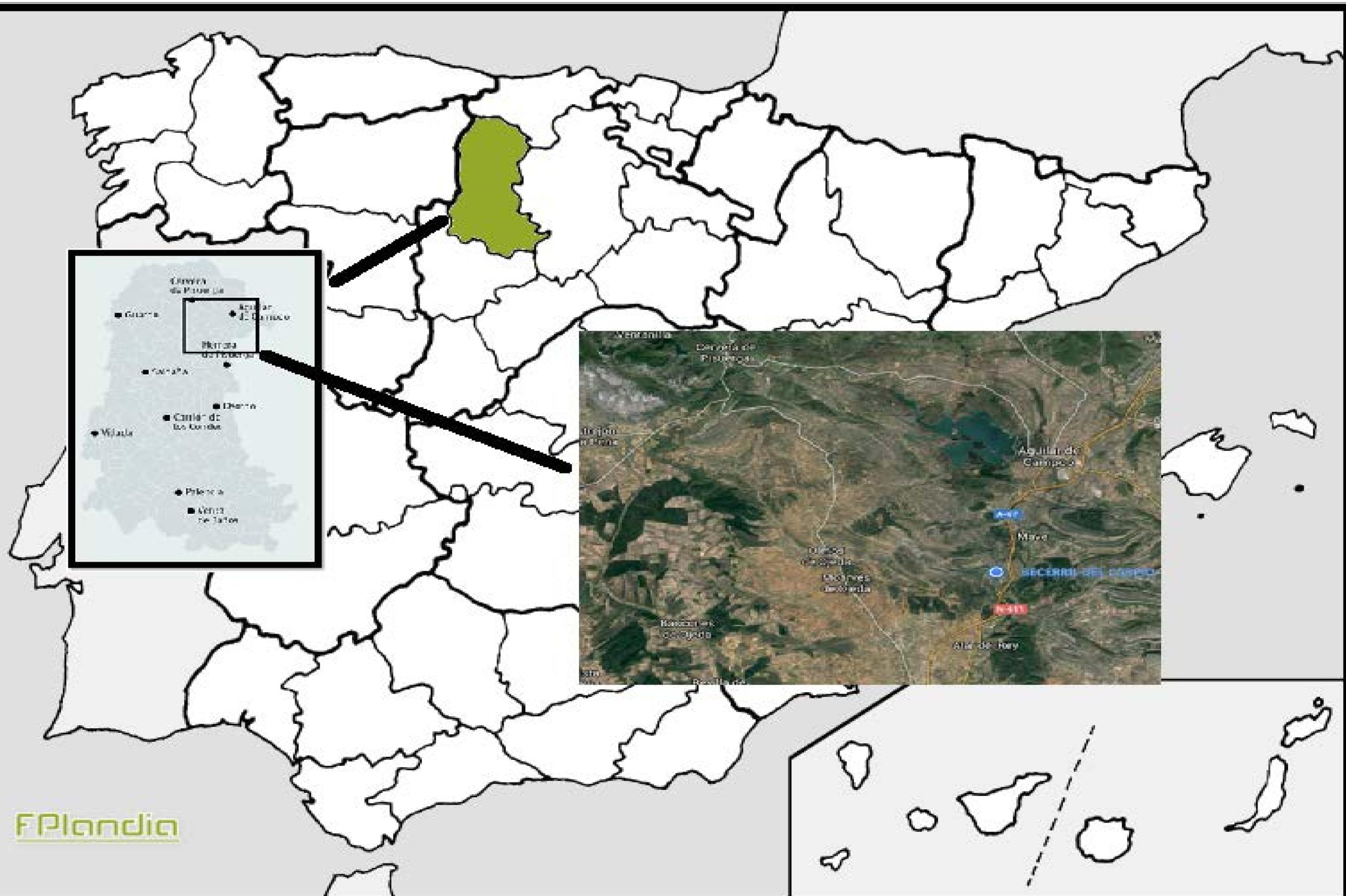
# DIAGRAMA DE FLUJOS



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 0
	Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	DIAGRAMA FLUJOS	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1	



FPlandia

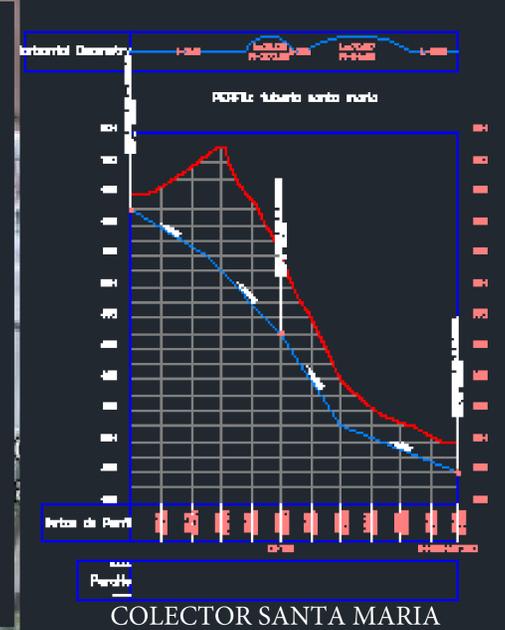
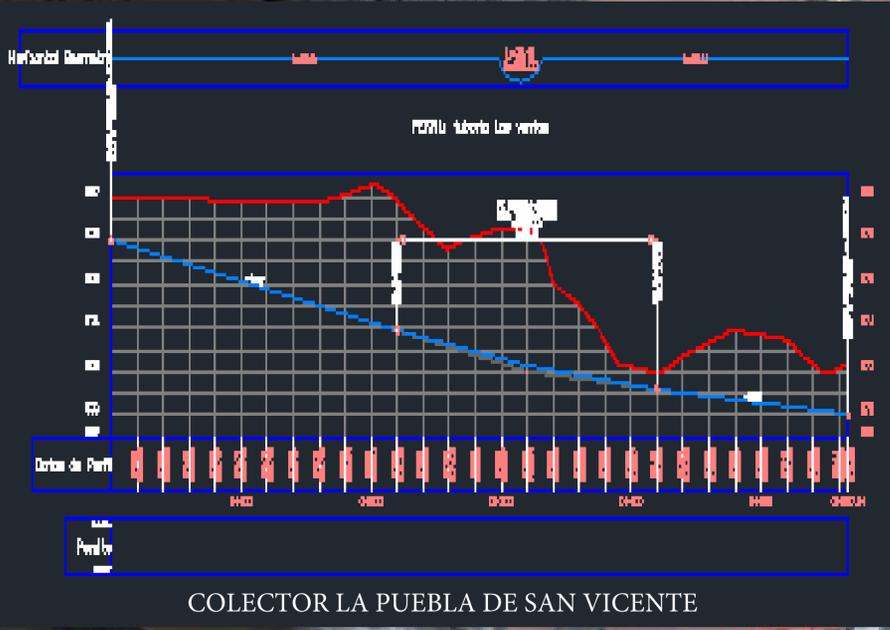
 <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TIPO</p> <p>Estudio</p>	<p>TÍTULO</p> <p>Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio</p>	<p>TERMINO MUNICIPAL</p> <p>Becerril del Carpio</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>SITUACIÓN</p>	<p>AUTOR</p> <p>Ángel García Olmo</p> 	<p>ESCALA</p>	<p>FECHA</p> <p>Julio 2016</p>	<p>PLANO</p> <p>1</p>
			<p>PROVINCIA</p> <p>Palencia</p>					<p>HOJA</p> <p>1 DE 1</p>



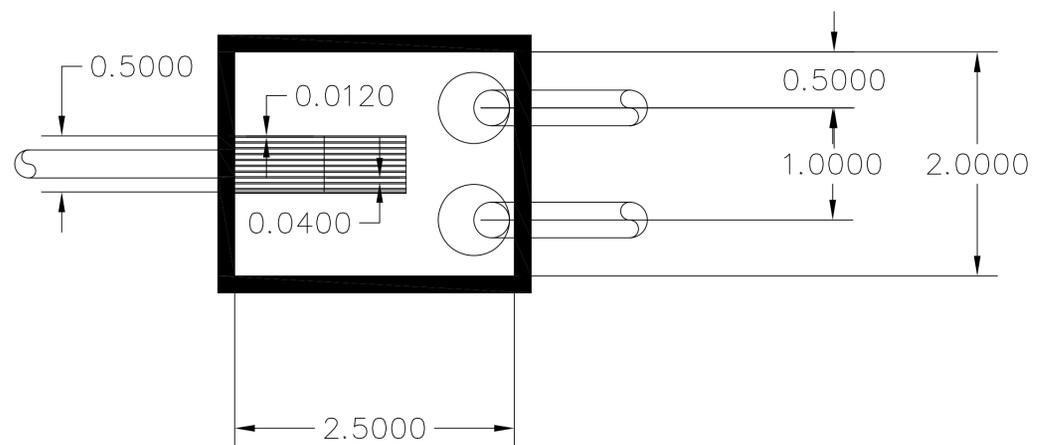
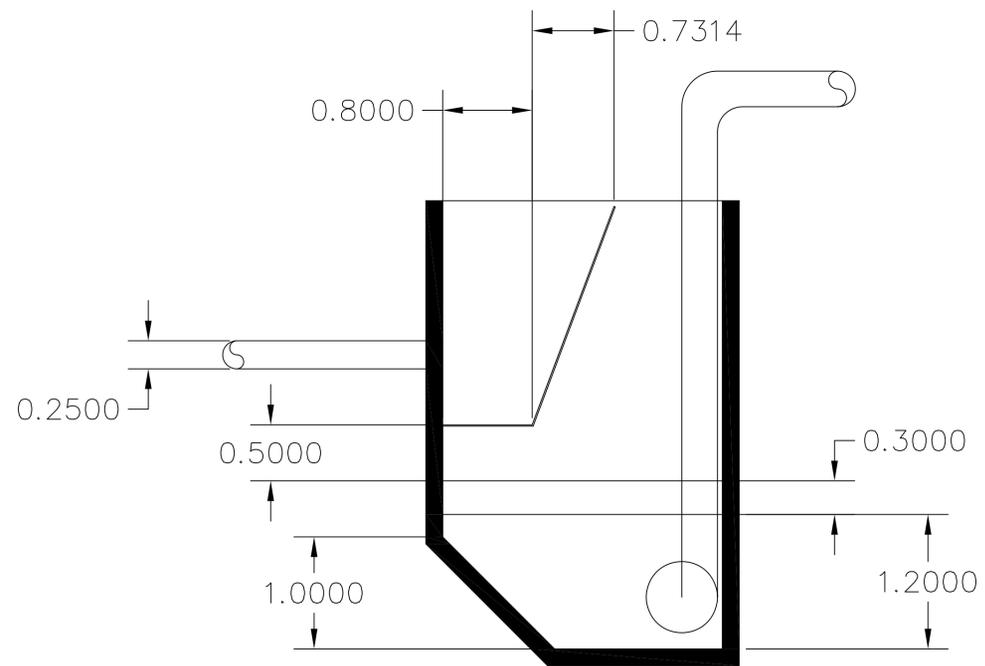
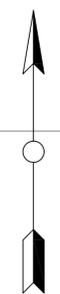
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

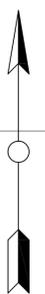
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 2
	Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	ACTUAL	Ángel García Olmo 	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1
			PROVINCIA					
			Palencia					



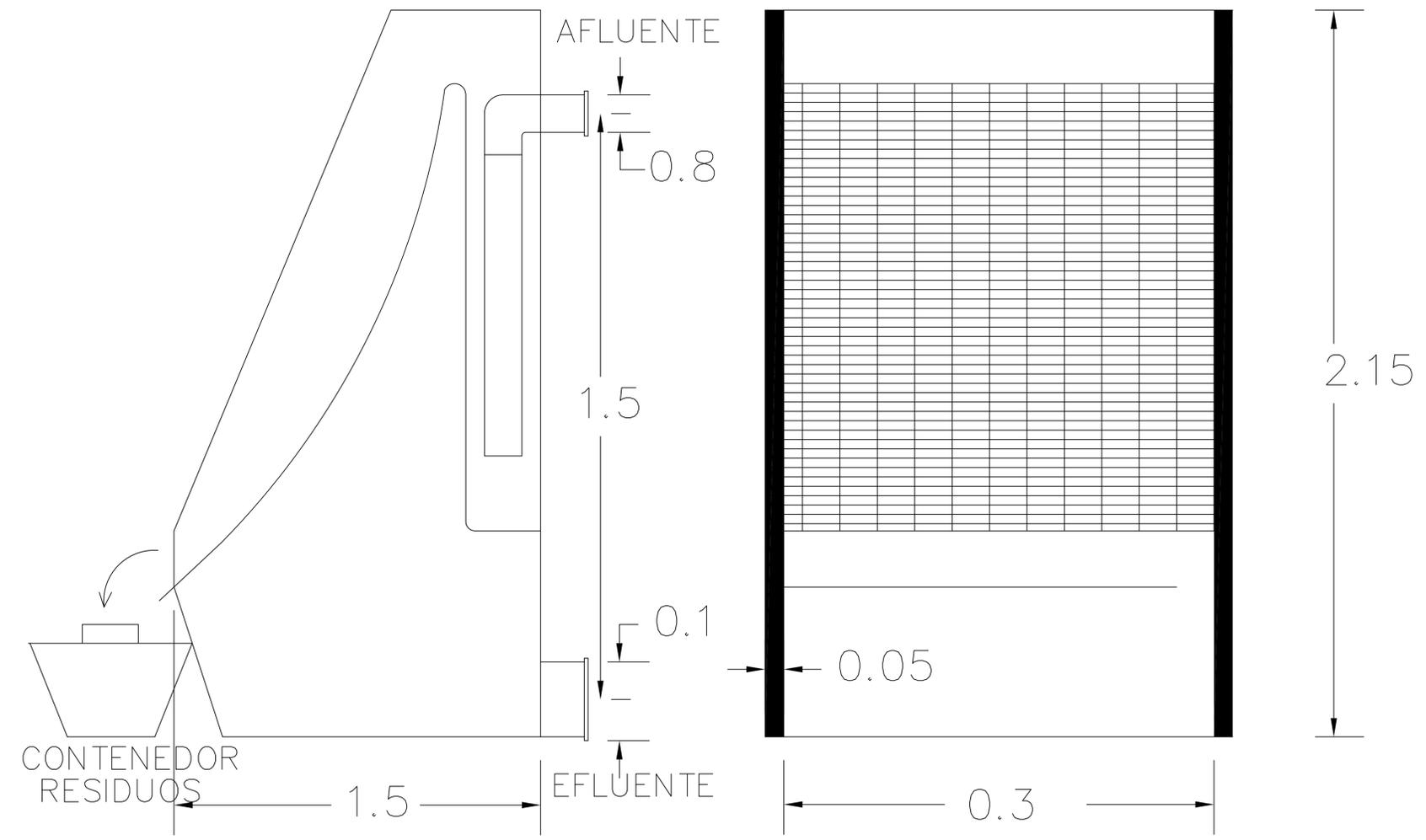
<p>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	<p>TIPO</p> <p>Estudio</p>	<p>TÍTULO</p> <p>Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio</p>	<p>TERMINO MUNICIPAL</p> <p>Becerril del Carpio</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>COLECTOR</p>	<p>AUTOR</p> <p>Ángel García Olmo</p>	<p>ESCALA</p> <p>METROS</p>	<p>FECHA</p> <p>Julio 2016</p>	<p>PLANO 3</p>
			<p>PROVINCIA</p> <p>Palencia</p>					<p>HOJA 1 DE 1</p>



	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Estudio	TÍTULO Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	TÉRMINO MUNICIPAL Becerril del Carpio	TÍTULO DEL PLANO CESTILLO Y POZO DE BOMBEO	AUTOR Ángel García Olmo	ESCALA METROS	FECHA Julio 2016	PLANO 4
				PROVINCIA Palencia					HOJA 1 DE 1



# TAMIZ ESTATICO



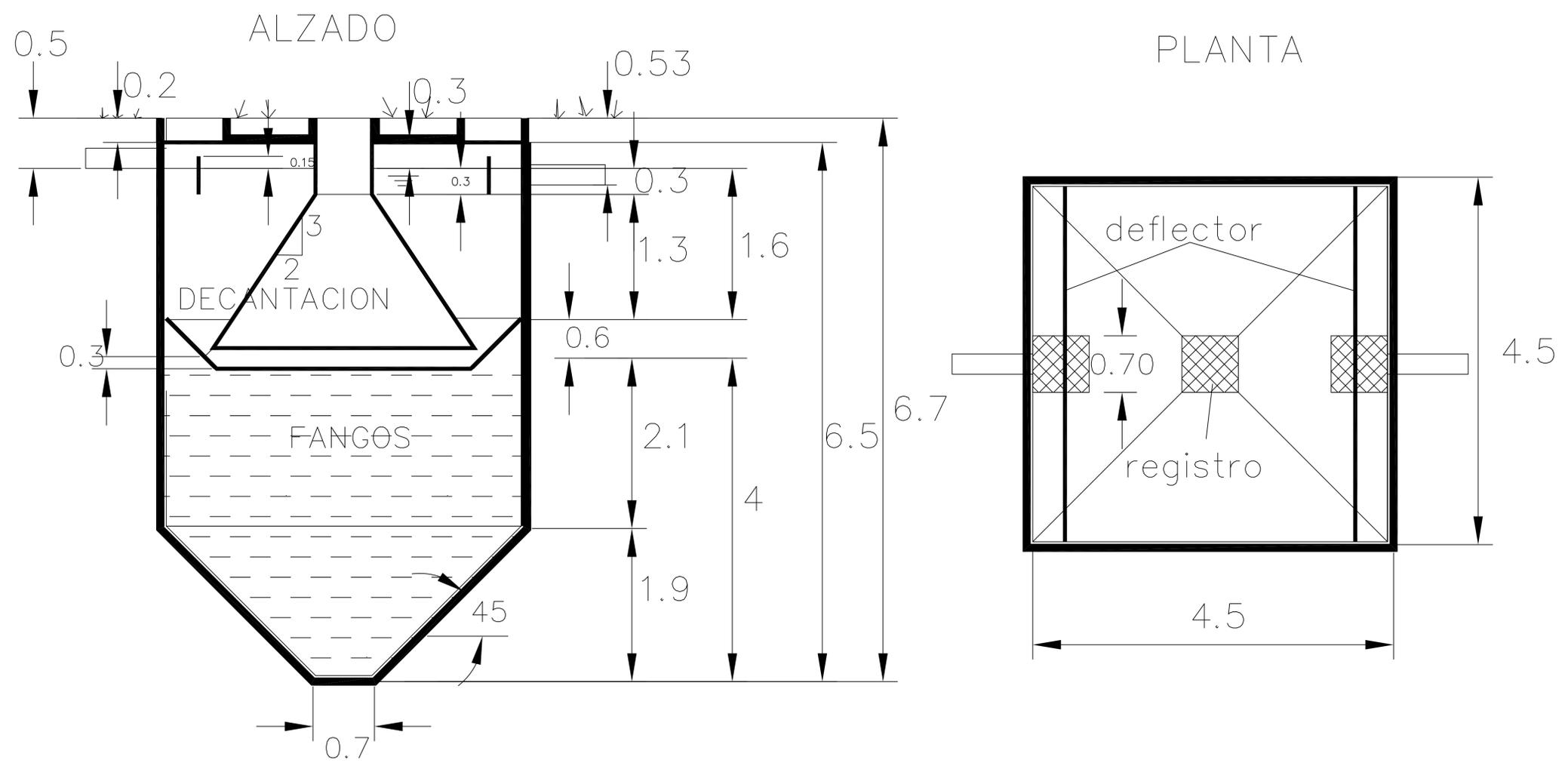
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 5
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	TAMIZ	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1
				PROVINCIA					
				Palencia					



# TANQUE IMHOFF CUADRADO

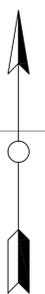


## LECHOS BACTERIANOS Y BIODISCOS

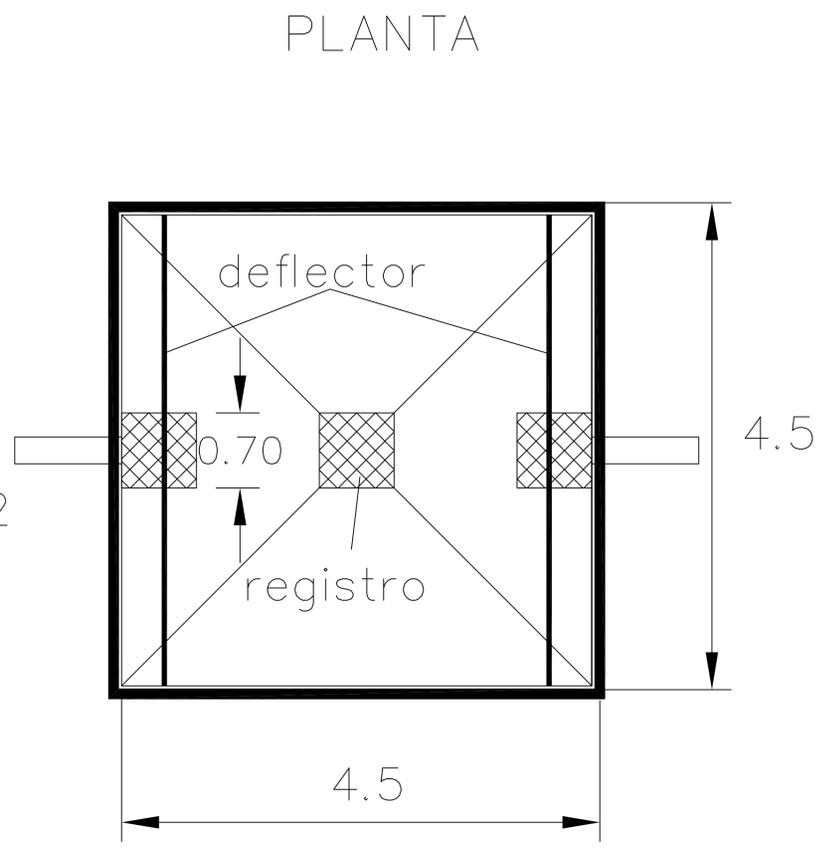
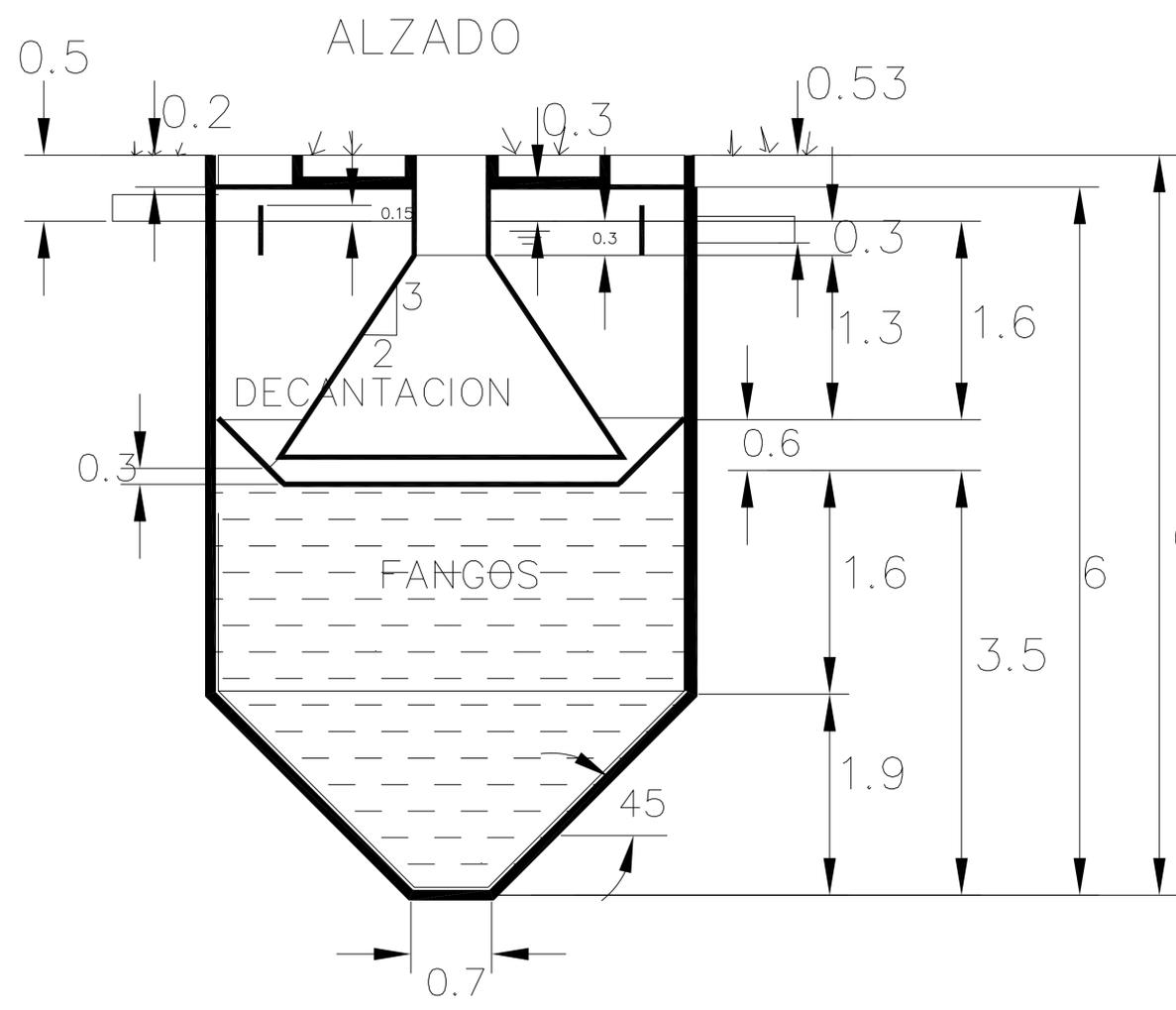
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO Estudio	TÍTULO Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	TÉRMINO MUNICIPAL Becerril del Carpio	TÍTULO DEL PLANO IMHOFF (1)	AUTOR Ángel García Olmo	ESCALA METROS	FECHA Julio 2016	PLANO 6
				PROVINCIA Palencia					HOJA 1 DE 1



# TANQUE IMHOFF CUADRADO

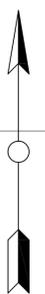


## HUMEDAL

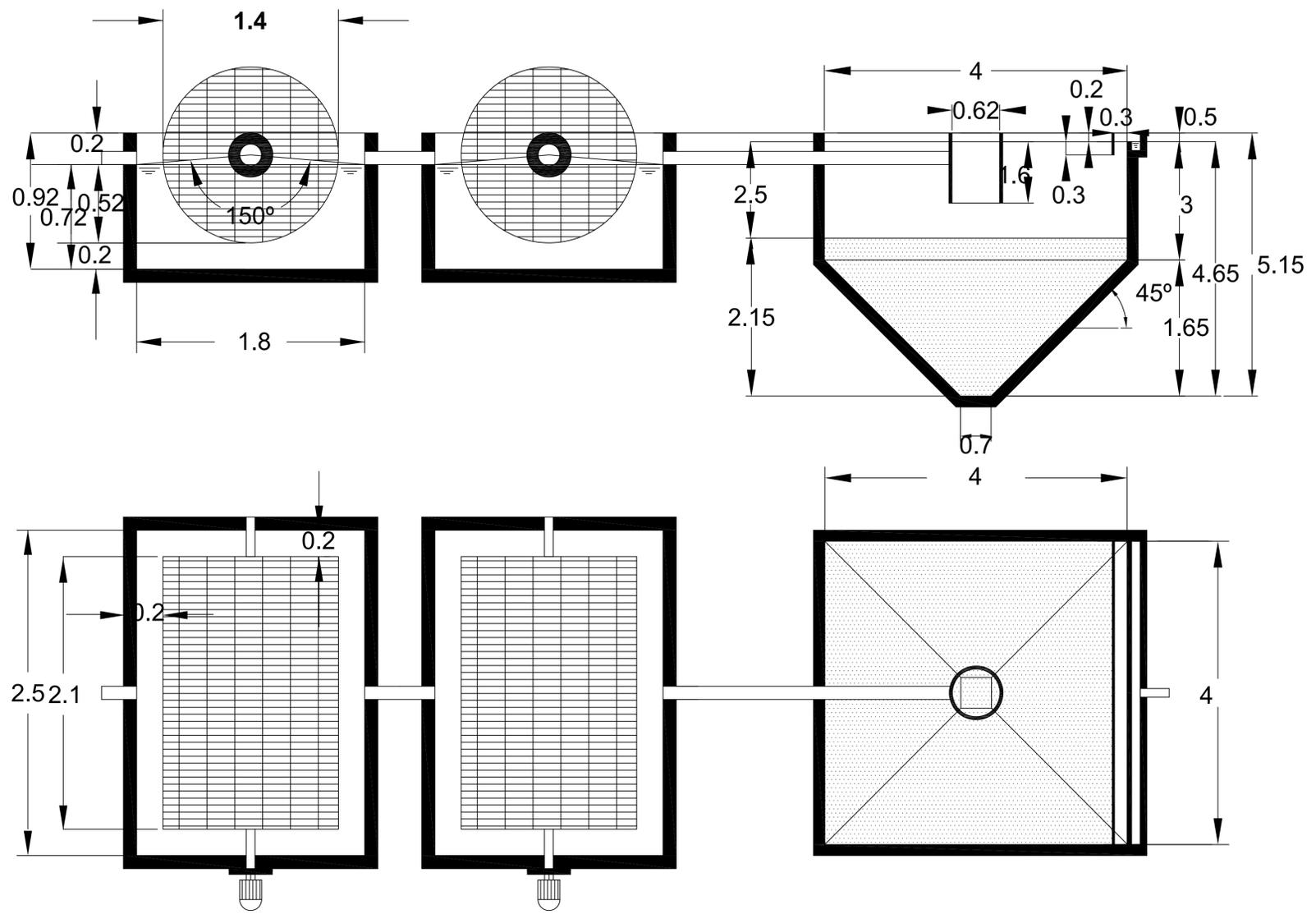
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 7
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	IMHOFF (2)	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1
				PROVINCIA					
				Palencia					



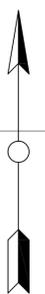
### BIOCILINDROS (2 ETAPAS) DECANTADOR ESTATICO CUADRADO



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

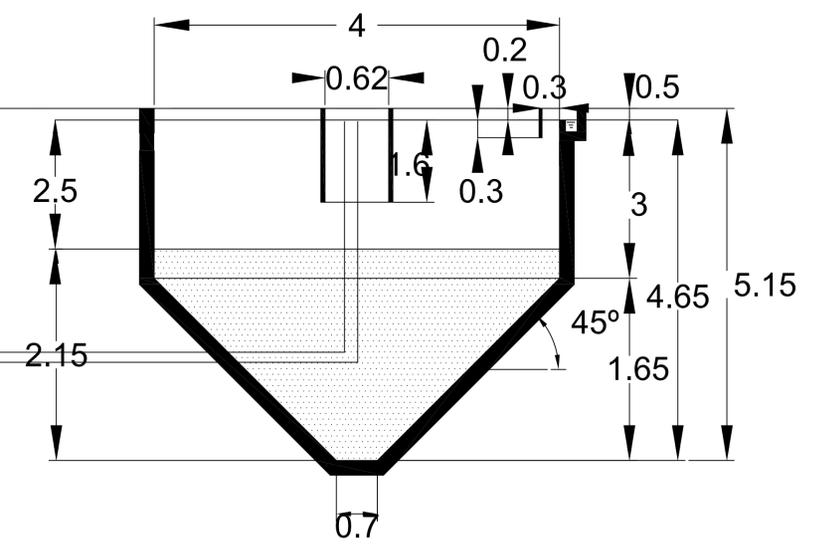
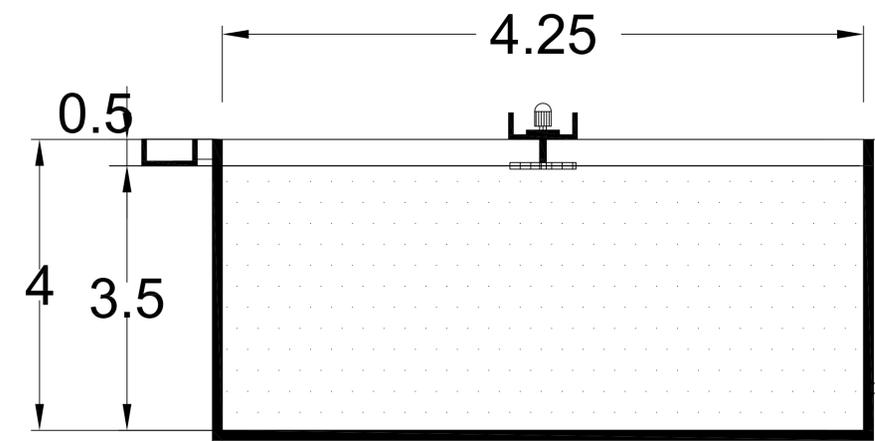
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 8
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	BIODISCOS	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1

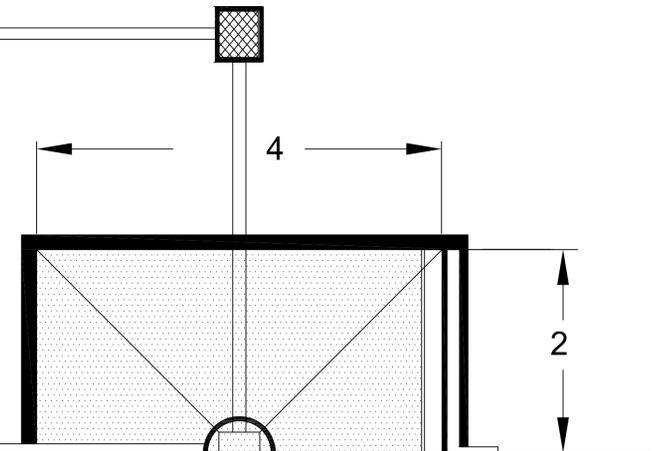
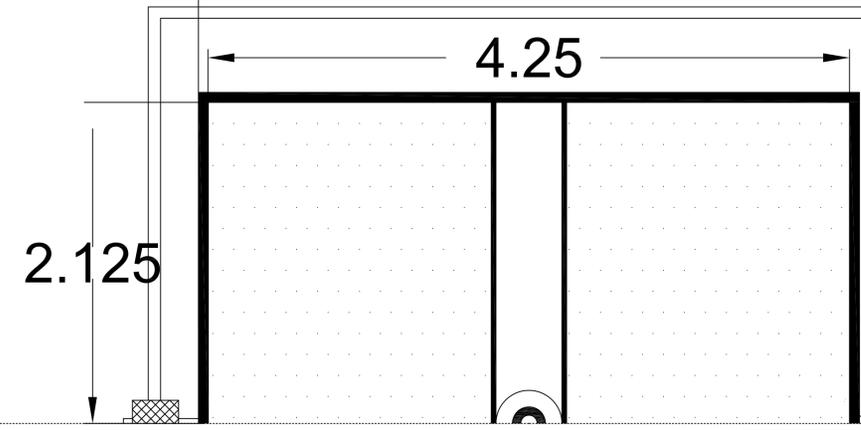


### REACTOR CON TURBINAS

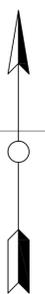
### DECANTADOR ESTATICO CUADRADO



Recirculación

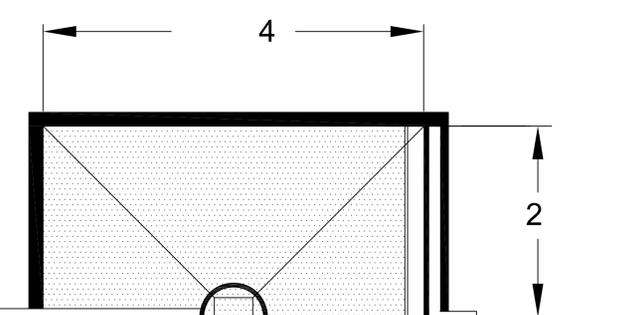
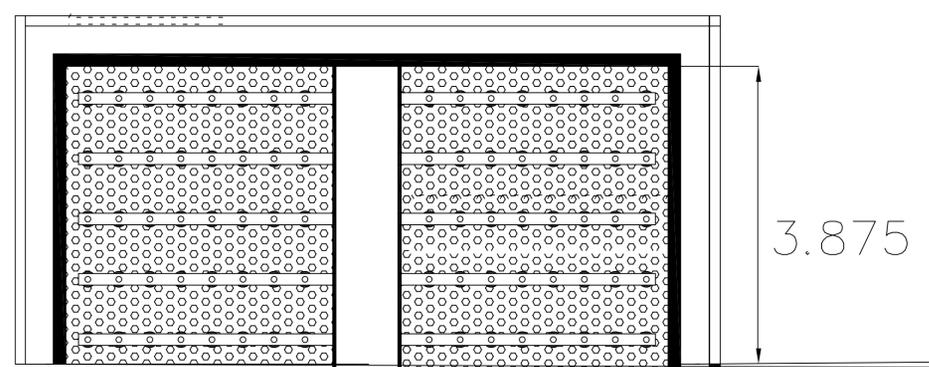
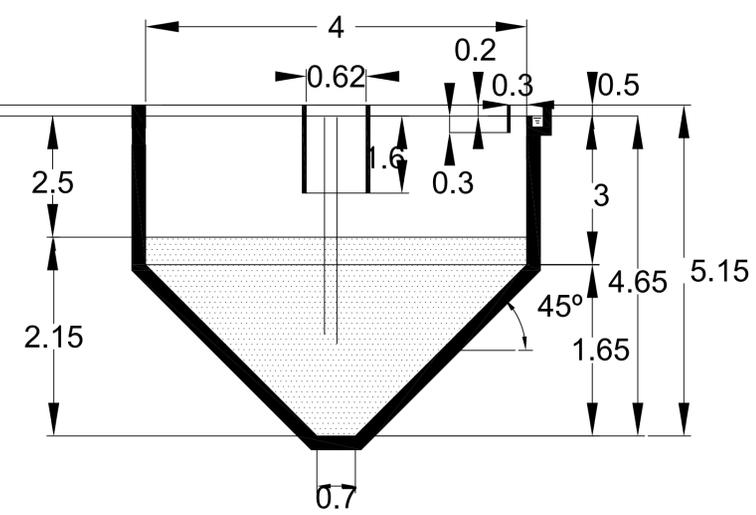
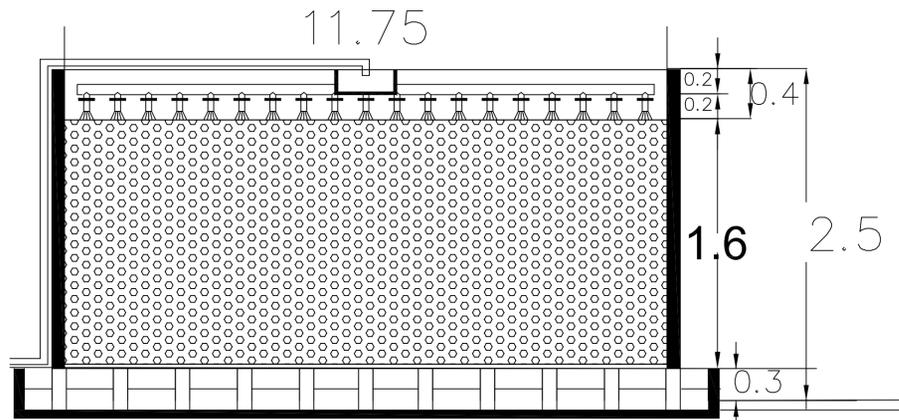


	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 9
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	FANGOS ACTIVOS	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1



Lecho Rectangular Alimentación Tuberías

Decantador Estático Cuadrado



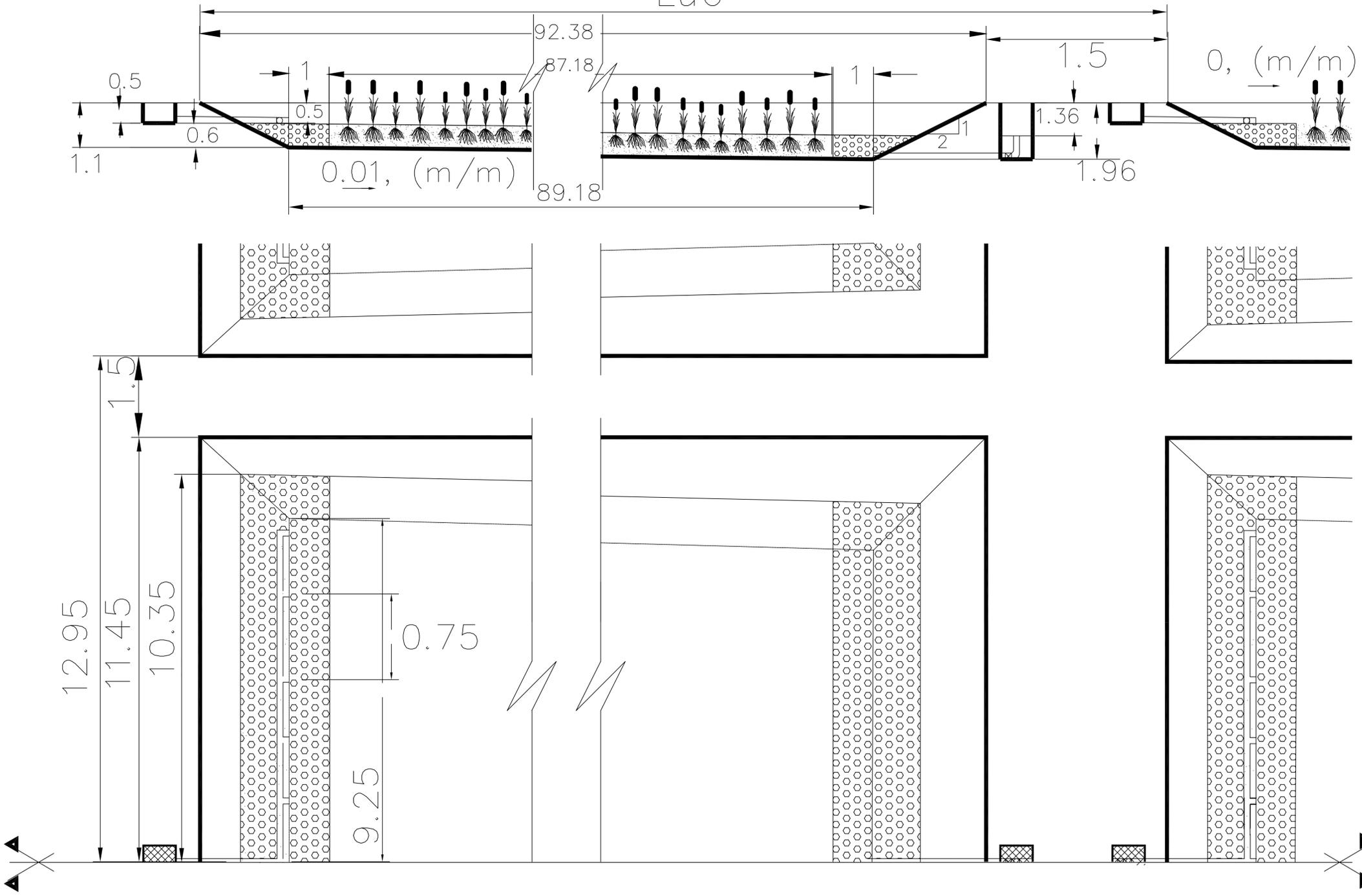
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TITULO	TERMINO MUNICIPAL	TITULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 10
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	LECHO BACTERIANO	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1
				PROVINCIA					
				Palencia					

# HUMEDAL SUBSUPERFICIAL

Lu0



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

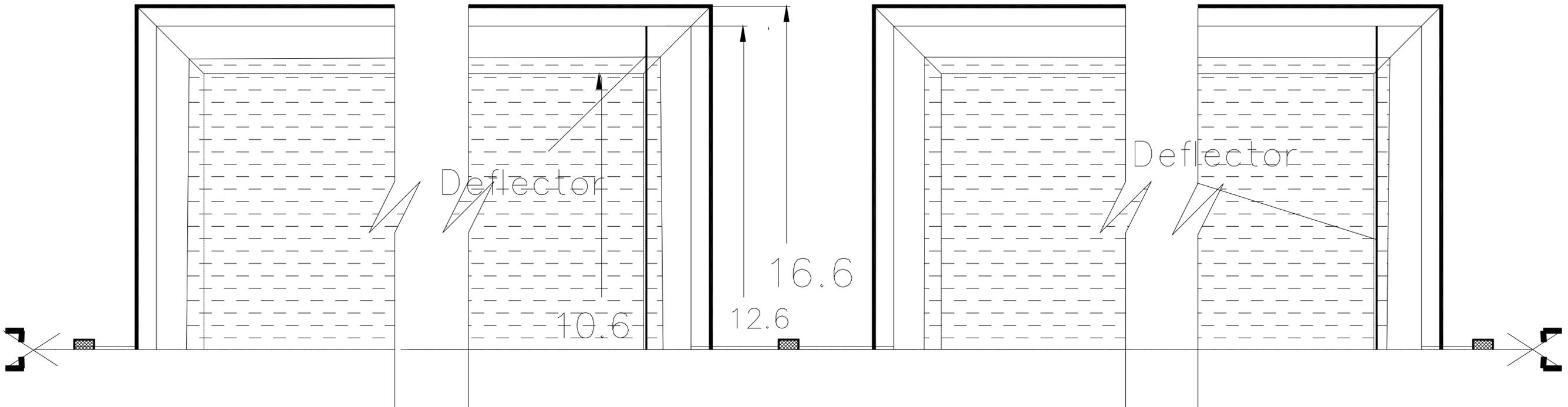
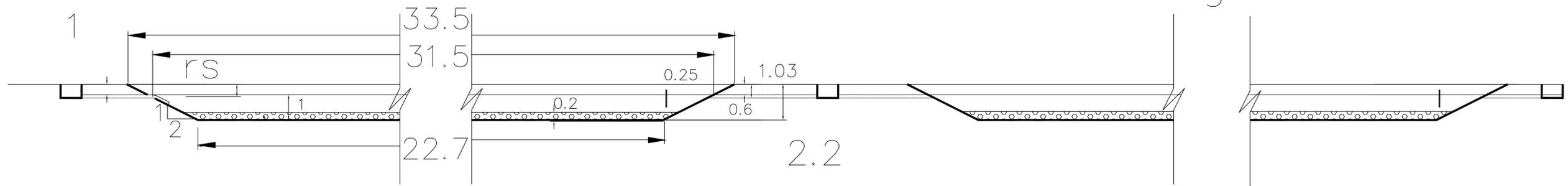
 <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 11
	Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	HUMEDAL	Ángel García Olmo 	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1

# LAGUNAS DE MADURACION



1ª Laguna

2ª laguna



## LECHOS BACTERIANOS - BIODISCOS - FANGOS ACTIVOS

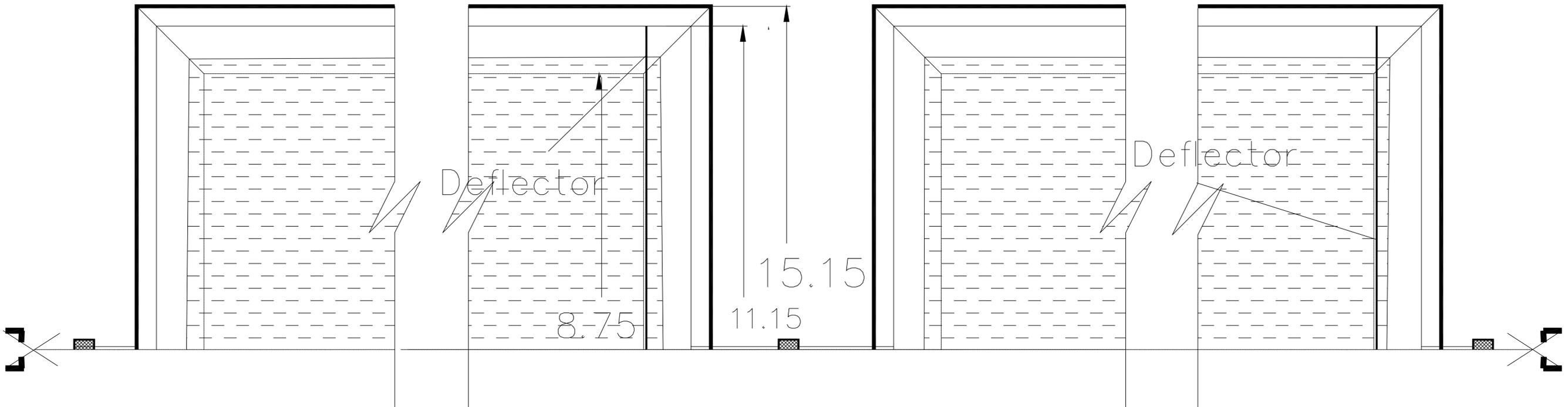
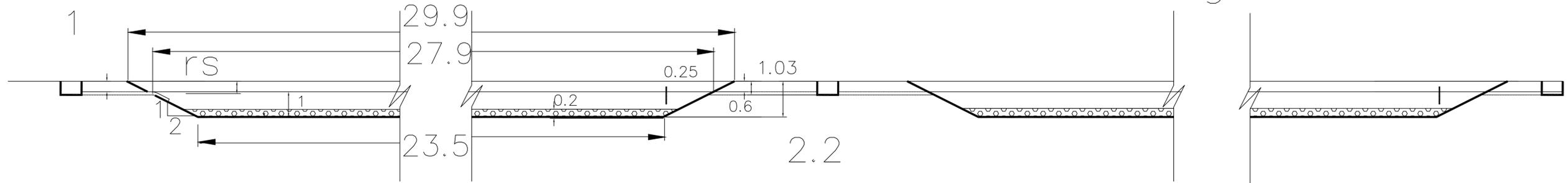
	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 12
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	LAGUNA MADURACIÓN(1)	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1

# LAGUNAS DE MADURACION



1ª Laguna

2ª laguna



## HUMEDAL

	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 13
		Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	LAGUNA MADURACIÓN(2)	Ángel García Olmo	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1



 <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p>	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 14
	Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	EMISARIO EDAR-RIO	Ángel García Olmo 	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1



 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	TIPO	TÍTULO	TERMINO MUNICIPAL	TÍTULO DEL PLANO	AUTOR	ESCALA	FECHA	PLANO 15
	Estudio	Estudio alternativas EDAR en Becerril del Carpio	Becerril del Carpio	SOLUCIÓN	Ángel García Olmo 	METROS	Julio 2016	HOJA 1 DE 1

