

**DEPURADORA
ECOLOGICA
EN
BUSTILLO DE
CEA**

INDICE

PAGINA	CONTENIDO
3	Denominación del Proyecto
3	Entidad y Datos
3	Justificación
3	Objetivos
4	Destinatarios
4	Ámbito de actuación
4	Descripción de Proyecto
7	Conclusiones
9	Anexo: Fotos descriptivas del mantenimiento de la instalación

1º. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:

DEPURACIÓN INTEGRAL DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE UN SISTEMA NATURAL DE BAJO COSTE EN BUSTILLO DE CEA (CEA-LEÓN).

2º. ENTIDAD Y DATOS

El municipio de CEA, posee al día de la fecha seiscientos cuatro vecinos empadronados, distribuidos entre cuatro núcleos de población: CEA, San Pedro de Valderaduey, Sahelices del Río y Bustillo de CEA.

Bustillo de CEA es una localidad situada en el sureste de la provincia de León (España). Sus coordenadas UTM son 30T 333514 47044 (GPS e Tres Vista de GARMIN). Es un núcleo de población que durante el período invernal no excede de los doscientos cincuenta habitantes equivalentes, llegándose a alcanzar los cuatrocientos habitantes equivalentes en pleno verano. Es una localidad donde la actividad predominante es agrícola, con cultivos de cereal como son el trigo, centeno, cebada y maíz, aunque también existen pequeñas explotaciones familiares de ganadería, predominando el ganado vacuno sobre el ganado ovino.

Se eligió esta localidad como prototipo de experimentación, con el propósito de sacar conclusiones acerca de la eficacia depuradora de un sistema de tratamiento integral de bajo coste del agua residual, basado en un Mosaico Jerarquizado de Ecosistemas Acuáticos, que combina un laguna convencional con un humedal artificial

3º. JUSTIFICACIÓN.

La escasa capacidad financiera de los pequeños municipios, como el de CEA, no empece la necesidad de dar algún tipo de respuesta adecuada a los estándares de calidad ambiental que exige la sociedad en la que vivimos, así como las siguientes consideraciones:

- Disponibilidad de terrenos rurales de escaso valor, adecuados para tales fines.
- Óptimas condiciones climáticas de nuestro país que benefician la implantación y el funcionamiento de este tipo de sistemas.
- Contaminación creciente de los ríos.
- Posibilidad de ser atendidas con mano de obra no tecnificada, abaratando en gran medida los costes de mantenimiento.

4º. OBJETIVOS:

1. Consecución de una depuración de las aguas residuales que responda a las exigencias de la directiva 91/271.
2. Que el establecimiento de un sistema de depuración como el indicado no embargue de tal forma la capacidad de gestión del Ayuntamiento de CEA que lo haga inviable su funcionamiento.
3. Que el impacto sobre la población del Municipio, por cuanto respecta a molestias por olores, sea la menor posible.
4. Que la estructura física del sistema de depuración se integre de forma plena en el entorno que le rodea.

5°. DESTINATARIOS: En primer lugar la población residente en Bustillo de CEA, y a largo plazo, una vez comprobada la eficiencia del sistema, la totalidad de la población del municipio, una vez que este sistema de depuración se implante en los demás núcleos.

6°. AMBITO DE ACTUACIÓN: Se circunscribe a dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en cuanto a saneamiento de aguas residuales tanto de carácter comunitario como nacional, como experiencia piloto que puede ser extenderse a los demás núcleos de población del municipio, tres de ellos situados en el valle del río CEA y el otro en el del río Valderaduey.

7°. DESCRIPCION DEL PROYECTO: Para conseguir una depuración que responda las exigencias de la directiva europea 91/271, de dos mil cinco, se ha propuesto un sistema de tratamiento integral del agua a escala real, el cual esta compuesto por un pretratamiento físico en dos etapas y tres balsas conectadas en serie.

Su superficie total es de ochocientos noventa metros cuadrados, tiene una pendiente del 0.01% y para su diseño se ha tenido en cuenta los resultados obtenidos en Lalling (Francia). Fases del proceso:

Pretratamiento: Compuesto por dos etapas conectas en serie y un distribuidor. El agua bruta procedente tanto del núcleo de población como de las explotaciones ganaderas, entra en un primer tanque (primera etapa del pretratamiento) compuesto por tres compartimentos, dos en paralelo y uno transversal. En el primero de ellos el agua de entrada reduce su velocidad, lo que favorece la eliminación de elementos sólidos y material en suspensión por efectos de la gravedad, al reducirse la velocidad del flujo de entrada los materiales son eliminados por sedimentación.

De este primer compartimento el agua pasa a un segundo compartimento paralelo por vasos comunicantes situados por debajo del nivel superficial del agua, lo que impide el paso de elementos flotantes. En te compartimento también se eliminan materiales en sus pensión por efecto de la gravedad. Además, esta equipado con un primer juego de rejillas, lo que nos asegura en mayor medida, el efecto de las vasos comunicantes para que no pase ningún elemento flotante al compartimento.

El agua pasa a la segunda etapa del pretratamiento que consiste en dos vías paralelas de diez metros de longitud. Cada vía esta equipada con dos juegos de rejillas, el primero más ancho y el segundo más estrecho, que retienen definitivamente cualquier elemento sólido que se pueda haber escapado de la primera etapa del pretratamiento. Después de estos juegos de rejillas cada vía vuelve a aumentar su profundidad para detener la velocidad del flujo y generar de nuevo las condiciones apropiadas para la eliminación de las partículas sólidas más pequeñas por sedimentación.

Por último, el agua llega a un distribuidor, donde se selecciona cual va a ser el primer tratamiento que se va a realizar al agua pretratada. Esta compuesto por tres cubetas cuadradas de hormigón del mismo tamaño, equipadas con una tajadera cada una. La cubeta central envía al agua a la balsa número uno, la situada a su izquierda distribuye el agua hacia la balsa número dos y por último, la cubeta del extremo derecho canaliza el agua hacia la balsa número tres. Cada una de las cubetas esta equipada con una tajadera encargada de admintir o no el agua que llega al distribuidor desde el pretratamiento.

BALSA 1: El agua que sale del pretratamiento entra en una primera cubeta de doscientos treinta metros cuadrados. Esta balsa forma una laguna de dos metros de profundidad en la parte de acceso del afluyente y va disminuyendo la misma hasta alcanzar el metro y medio a la salida del efluente. Este juego de profundidad, combinado con un diseño arriñonado, confiere a esta primera laguna un flujo hidráulico óptimo, reduciendo al máximo las zonas de remansos que entorpecerían el proceso de depuración. Esta laguna reconstruye un ecosistema acuático con micrófitos. Desde aquí, y por la zona menos profunda el agua entra en la segunda laguna.

BALSA 2: El agua que sale de la primera balsa, entra en una segunda cubeta de doscientos veinte metros cuadrados. A esta balsa han sido transplantados quince individuos de *Typha latifolia* por metros cuadrados intentado así potenciar la capacidad de los macrófitos para la eliminación de la contaminación. Los helófitos han sido transplantados de su ambiente natural sobre una capa de sustrato inerte. Sobre el mismo existe una capa de agua de unos veinticinco centímetros, siendo el flujo hidráulico de tipo superficial.

BALSA 3: El agua que sale de la segunda balsa, entra en una tercera y última cubeta de cuatrocientos cincuenta metros cuadrados. Esta balsa está dividida en dos zonas. La primera zona tiene una superficie de noventa metros cuadrados y presenta también flujo superficial. Ha sido plantada con quince individuos por metros cuadrados de *Iris pseudacorus*, que como antes, han sido recogidos en su ambiente natural. Su profundidad no excede de 0.5 metros. La segunda zona tiene una extensión de trescientos cincuenta metros cuadrados y está compuesta por un filtro de grava en la que se han plantado trescientos cincuenta metros pies de *Salix atrocinerea*. Es esta última zona el flujo pasa a ser de tipo subsuperficial. El efluente que sale de esta balsa es una agua ya depurada que actualmente se está reutilizando para riego agrícola.

Las plantas acuáticas emergentes son plantas anfibas que viven en aguas poco profundas, arraigadas en el suelo, y cuyos tallos y hojas emergen fuera del agua pudiendo llegar hasta alturas de uno o dos metros en ambientes naturales. Son plantas vivaces cuyas hojas secan en el invierno, rebrotando en primavera a partir de órganos subterráneos como los rizomas que persisten durante el periodo frío.

Estas plantas, intermedias entre las terrestres y las acuáticas propiamente dichas, son muy vigorosas y productivas ya que aprovechan las ventajas de los dos medios, el terrestre y el acuático. No sufren limitaciones de agua y tienen un mayor acceso a la luz que las plantas sumergidas. Por otra parte están adaptadas para tolerar las condiciones de falta de oxígeno que se produce en un medio encharcado, ya que poseen canales o zonas de aireación (aerénquima) que facilitan el paso del oxígeno de las hojas a las raíces.

Entre las especies más utilizados podemos encontrar las siguientes: *Phragmites australis*; *Scirpus lacustris*; *Iris pseudacorus*; *Typha latifolia* T. *angustifolia*; *Carex acuta*; *Juncos effesus*; *Glyceria maxima*; *Eleocharis acicularis*; *Phalaris arundinacea*; *Acorus calamos* mienta acuatica.

En la elección de las especies de macrófitos más idóneas para ser utilizadas en la depuración del agua residual se tiene en cuenta su importante capacidad de absorción de fosfatos y compuestos nitrogenados; su tolerancia a elevadas concentraciones de contaminantes; su resistencia y adaptabilidad a las condiciones climáticas locales; su

facilidad de manejo a la hora de recolectarlas y trasportarlas; su resistencia ante insectos y enfermedades; su fácil autogeneración y su alta tasa de transporte de oxígeno desde las hojas hasta las raíces.

Teniendo en cuenta esta serie de condicionantes, para el ensayo en la planta de tratamiento de agua residual de Bustillo de CEA se han escogido las siguientes especies:

Salix atrocinerea: Familia SALICACEAE. Son árboles y arbustos caducifolios. Sus hojas son sencillas y estipuladas. Se trata de plantas unisexuales, con flores agrupadas en amentos compuestos de muchas flores sentadas que nacen en la axila de brácteas escariosas. Los amentos masculinos cuentan con multitud de flores, cada una con dos estambres visibles y sobresalientes. Los femeninos poseen numerosas flores, cada una con un ovario unilocular bivalvo. Las semillas están equipadas con pelos largos y sedosos. Muchas especies hibridan entre sí haciendo la identificación de individuos aislados, en ocasiones, difícil. Si nos fijamos en las escamas que rodean la yema y las brácteas de los amentos, podemos distinguir:

- Yemas con una escama (catafilo) exterior, brácteas de los amentos enteras (género *Salix*).
- Yemas con varias escamas exteriores, brácteas de los amentos dentadas o laciniadas (género *populus*).

Las brácteas de los amentos son enteras y poseen generalmente dos estambres. Las yemas están rodeadas por una sola escama. Las semillas poseen largos pelos sedosos. Es una especie (y un género) que crece en todos los remansos y sitios húmedos junto a pantanos, arroyos, lagos, marjales y bosques húmedos en las tierras bajas; también en laderas húmedas, grietas de roca y glebas de las montañas. Para su identificación ha de tomarse la precaución de coger ramas adultas con hojas, no brotes de chupones.

Typha latifolia: Familia TYPHACEAE. Son hierbas acuáticas palustres, perennes, con recios rizomas y hojas lineares envainadoras en la base. Sus flores unisexuales, numerosas, se disponen en densa espiga cilíndrica, las masculinas arriba, las femeninas debajo. Las flores están rodeadas de pelos articulados o de escamas espatuladas y sin perianto. Las masculinas generalmente poseen de dos a tres estambres reunidos en un pedúnculo común y las femeninas un ovario pedunculado y un estilo largo. Fruto monospermo. Es un género que cuenta con unas ocho especies. Es robusta, perenne, con rizomas reptantes subacuáticos y talos aéreos erectos, foliosos. Puede alcanzar una altura de hasta dos metros y medio en su ambiente natural. Sus espigas son cilíndricas y muy densas, de numerosas flores diminutas en el ápice. Las flores inferiores son femeninas y forman una espiga ancha y cilíndrica, que al fructificar se vuelve parda. Las superiores son masculinas, forman una espiga amarilla y más estrecha, que con el tiempo se cae y deja un eje terminal delgado y desnudo. Ambos grupos, masculino y femenino, son contiguos y por lo común casi iguales. Las hojas son gruesas y planas de un centímetro u medio aproximadamente de anchura, poco más largas que la inflorescencia. Su localización son pantanos, acequias, márgenes de lagos y de charcas de junio a agosto.

Iris pseudacorus: Familia IRIDACEAE. Se trata de herbáceas perennes con rizomas, tuberosos o bulbos. Sus hojas optan frecuentemente por una forma de sable con el limbo vertical, plegado longitudinalmente y envainado en la base. Sus flores son solitarias o poco numerosas y frecuentemente cada una de ellas está rodeada de una

espata que la envuelve en el botón y que se rompe en una o dos piezas. Se trata de flores grandes, hermafroditas y que están vivamente coloreadas. Su ovario es ínfero y trilobular. El fruto es en cápsula. Existen en todo el mundo unas cincuenta especies. Sus flores son grandes y amarillas, de ocho a diez centímetros de diámetro. Se sitúan en ramilletes terminales y laterales de dos a tres y cuentan con verdes espatas provistas de ancho margen escarioso. Los tépalos son muy desiguales; los externos variables, anchamente ovales o lanceolados y frecuentemente lucen manchas naranjas o púrpuras, los internos son mucho menores y de longitud aproximadamente igual a la mitad de los estilos, que son amarillos y espatulados. El fruto es elíptico y puntiagudo, siendo las semillas de color pardo. Los tallos están un tanto comprimidos y miden de cuarenta a ciento cincuenta centímetros. Se trata de una especie afín a pantanos, marjales, acequias, riberas en los meses de junio y julio. La utilización de esta especie en el tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales no esta tan extendido como en el caso anterior.

Estas tres especies vegetales están incluidas dentro de la categoría de los helófitos (macrófitos emergentes). Son plantas que aparecen en los bordes de cursos de agua, lagunas, zonas pantanosas, lodos húmedos, etc. La reproducción de estas tres especies se lleva a cabo a partir de semillas, yemas o bulbos. En nuestro caso, y en vista de la dificultad que conlleva la reproducción por semillas se optó por trasplantarlas de su ambiente natural, pues son abundantes en los alrededores de la zona.

8°. CONCLUSIONES: El sistema elimina eficazmente tanto materia orgánica, nitrógeno como contaminación fecal. Aunque los valores medios de reducción no son todo lo elevados que cabría esperar debido a que el sistema esta en fase de estabilización, solo se excede el vertido establecido legalmente en ocasiones puntuales. Sería necesario evaluar el aporte de la presencia de lenteja en el sistema, a los valores medios de eliminación.

Durante los meses de primavera y verano, el sistema alcanza su mejor capacidad depuradora tanto en DBO₅, DQO, NTK, CF y EF, coincidiendo con la mayor actividad en los macrófitos.

El sistema tiene una producción de sólidos proveniente sobre todo de tejidos vegetales muertos, de crecimiento de algas y Lemna minor, que puede eliminarse realizándose una limpieza metódica y paulatina del sistema.

Aun siendo un sistema natural de depuración de bajo coste, que no precisa de un mantenimiento tan frecuente como los sistemas convencionales, una gestión descuidada puede hacer que los rendimientos de eliminación se vean afectados negativamente.

Con una carga de DQO inferior a 18.000 gr/m²/d, el sistema permanece estable y su eficacia depuradora para este parámetro no se ve afectada, permaneciendo el valor del efluente para dicha carga por debajo de lo establecido por la Directiva Comunitaria 91/271. No se ha encontrado el valor límite de colapso funcional.

El valor límite de DBO₅ admitido, por encima del cual el sistema debería reducir su caudal de entrada, o aumentar la superficie necesaria para adecuar el vertido a la Norma Europea, está determinado por una carga de entrada situada por debajo de 1.900 gr/m²/d.

El sistema analizado de Bustillo de CEA ha admitido una carga límite de SSV de 5460 gr/m²/d sin verse colapsado, aunque la carga de admisión al sistema considerada como óptima, puede establecerse por debajo de los 3000 gr/m²/d.

El valor límite del CF admitido, por encima del cual el sistema debería aumentar su tiempo de retención hidráulico o aumentar la superficie de tratamiento viene determinado por una carga de entrada de CF de 2.3×10^{13} ufc/m²/d. Para el grupo bacteriano de EF, ese valor límite admisible por el humedal se reduciría aproximadamente a la mitad, situándose en 1×10^{13} ufc/m²/d.