

Proyecto Fin de Máster Ingeniería Ambiental

Naturalización del estanque del Parque de los Príncipes de Sevilla

Autor: Feliciano Briosó López

Tutor: Julián Lebrato Martínez

Dep. Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla 2016



Proyecto Fin de Máster
Ingeniería Ambiental

Naturalización del estanque del Parque de los Príncipes de Sevilla

Autor:
Feliciano Brioso López

Tutor:
Julián Lebrato Martínez
Profesor titular

Dep. de Ingeniería Química y Ambiental
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016

Proyecto Fin de Máster: Naturalización del estanque del Parque de los Príncipes de Sevilla

Autor: Feliciano Briosio López

Tutor: Julián Lebrato Martínez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretarios

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2016

El Secretario del Tribunal

Resumen

Actualmente en Sevilla se considera el rellenado como la solución a los problemas ambientales de los estanques de los parques municipales de la ciudad. Este proyecto dispone una solución alternativa más afín al medio ambiente capaz de mejorar la calidad ambiental de los estanques, concretamente el proyecto se centra en el estanque del Parque de los Príncipes.

La propuesta consiste en construir escolleras con marco de plantaciones asociados en distintos puntos del estanque junto con una introducción de fauna autóctona para asimilar el equilibrio natural del estanque del parque al de un estanque en el medio natural con su correspondiente calidad.

Abstract

Currently in Seville refilling is considered as the solution for the city park's lake environmental issues. This project display an alternative eco-friendlier solution which is able to provide a better quality to the lakes, this project is focused specifically in Parque de los Príncipes's lake.

The proposal consist of building breakwaters with a planting framework associated in different lake's points and an introduction of a native fauna in order to stablish a natural balance in the lake which was similar to another in natural environment which its appropriated environmental quality.

Prefacio

Índice general

Este proyecto nace en respuesta al estado de la calidad ambiental de los estanques de los parques urbanos de Sevilla y a la actual e ineficaz solución del rellenado de los mismos. El objetivo del proyecto es devolver la calidad ambiental a los estanques empleando tecnología incipiente basada en el uso de elementos propios de estanques en parajes naturales inalterados. Esta actuación se pretende emprender en el parque urbano de Sevilla el Parque de los Príncipes, pudiendo ser, precedente de las actuaciones que puedan aplicarse en otros estanques urbanos para el mantenimiento de sus estanques.

Memoria técnica	3;
Memoria de cálculo	24;
Mediciones y presupuestos	27;
Pliego de condiciones	29;
Informe ambiental	31;
Planos	32;
Bibliografía	35

MEMORIA TÉCNICA

Índice de contenido

1. Introducción y objetivos	3
1.2 Antecedentes	3
1.1 Objetivos	3
1.3 Situación actual y justificación del proyecto	4
1.4 Una tecnología emergente: La Naturalización.....	6
1.5 Cómo funciona la naturaleza	7
2. Diagnóstico ambiental del estanque en la actualidad.	9
2.1 Límite y perfil del estanque.....	9
2.3 Aerosoles.....	9
2.4 Un difícil reverso	9
3. Objetivos de mejora y propuesta técnica	11
3.1 Objetivos de mejora	11
3.2 Propuesta técnica	11
3.2.1 Escollera.....	11
3.2.2 Vegetación de ribera.....	11
3.2.3 Plantas ornamentales.....	12
3.2.4 Plantas flotantes	12
3.2.5 Plantas de fondo.....	12
3.2.6 Nuevo perfil	12
3.2.7 Remodelación de los aspersores	14
3.2.8 Instalación de bosque de ribera y cajas-nido	14
3.3 Modificaciones técnicas al futuro	15
4. Anexos.....	16
Anexo A: Descripción de fauna y flora del parque	16
A.1 Fauna del parque	16
A2. Flora del parque	18
Anexo B: Informe de los laboratorios DBO5	20

Dibujos e imágenes

Imagen 1: Foto aérea del parque en la actualidad (tomado de Google Earth)	4;
Imagen 2: Plano del parque (norte arriba) (Escala 1:3000) (Tomado de Google Maps)	5;
Imagen 3: Foto del estado actual del parque.....	5;
Imagen 4 y 5: Fotos actuales del estanque.....	6;
Imagen 6: Un estanque naturalizado.....	7;
Dibujo 1: Esquema de un sistema	8;
Dibujo 2: Circuito (simplificado) de la materia orgánica en un sistema de 4 niveles.....	9;
Dibujo 4: Zonas del lago con predominancia de metabolismo aerobio (arriba) y anaerobio (abajo).....	10;
Dibujo 3: Perfil transversal del estanque y zonas de acopio.	10;
Dibujo 5: Sistema de retroalimentación de los elementos del lago.....	11;
Dibujo 6: Escollera	12;
Imagen 8: Lirio amarillo	13;
Imagen 10: Ranúnculo	13;
Dibujo 7: Perfil de la vegetación sobre la escollera... ..	14;
Dibujo 8: Marco de plantación en la escollera.....	14;
Dibujo 10: Cajas-nido para aves insectívoras.....	15;
Dibujo 9: Esquema de la propuesta para el sistema de aspersión.	15;
Dibujo 11: módulos de plantas.....	16

1. Introducción y objetivos

1.1 Objetivos

El presente proyecto tiene la pretensión de solucionar los actuales problemas ambientales que presenta el estanque integrado en el Parque de los príncipes y mejorar la calidad ambiental sus aguas.

1.2 Antecedentes

El Parque de los príncipes está situado en la provincia de Sevilla, España (37°22'26.0"N 6°00'21.2"W) en el barrio de Los Remedios y queda delimitado por la Avenida Blas Infante, Calle Santa Fe, Calle Virgen de la Oliva y Calle Alfredo Kraus a 1.11Km de distancia de la dársena del Río Guadalquivir y a 1.39 Km del mismo.

Este parque lleva dotando de una zona verde al barrio sevillano desde el 23 de Abril de 1973, fechas de su apertura oficial. Su ejecución fue dirigida por Luis Recasens, José Lupiáñez y José Elías.

El parque debe su nombre a los por entonces príncipes del estado español D. Juan Carlos y D^a Sofía. Desde la fecha de su apertura, el parque ha servido como soporte de multitud de eventos públicos como exposiciones, recitales de música, cumpleaños, etc. Tal es así que algunos

elementos del parque fueron construidos en base a eventos tales como la Expo de 1992.

El parque se caracteriza de 108.000 m², dotándose de suelo con cobertura vegetal, caminos áridos, asfaltados y rías. Entre sus dotaciones también existe centro cívico, varios bares, espacios con elementos de ocio para niños y un estanque con una isla artificial que dispone el agua de riego y un puente que lo cruza en su parte más estrecha.

Las especies vegetales que habitan en el parque son de muy diversa índole y quedan descritas en Anexo A al igual que la fauna.

La temperatura media es la de la propia ciudad de Sevilla, una media anual de 18,6°C y unas precipitaciones de 534 mm anuales.

Imagen 1: Foto aérea del parque en la actualidad (tomado de Google Earth)





*Imagen 2: Plano del parque (norte arriba)
(Escala 1:3000) (Tomado de Google Maps)*

Imagen 3: Foto del estado actual del parque

1.3 Situación actual y justificación del proyecto

En este proyecto trataremos sobre el estanque antes mencionado. El estanque presenta actualmente problemas con la degradación de la calidad de sus aguas con sus consecuentes síntomas; explosión demográfica de algas, turbidez del agua, etc.

La Sección de Medios Propios del Servicio Municipal de Parques y jardines es la encargada del mantenimiento del estanque y la actual actuación que se presta para solventar el problema de la degradación es la de vaciar el estanque y volver a llenarlo, reiniciando así los orígenes de la precaria y actual situación de la calidad de las aguas del estanque. Las aguas del estanque en su estado actual han sido estudiadas por los laboratorios de la empresa DBO5 (véase Anexo B) determinándose la superpoblación de algas y las causas de dicha población.

En respuesta, se pretende aplicar una solución basada en una tecnología relativamente nueva que pretende solventar el problema con herramientas distintas a las de la ingeniería convencional; la naturalización.





Imagen 4 y 5: Fotos actuales del estanque

1.4 Una tecnología emergente: La Naturalización

Hoy en día es extraño ver una solución aportada por una ingeniería que no requiera el uso de máquinas y todo tipo de elementos artificiales. En este aspecto, nuestra manera de concebir soluciones casi siempre pasa por la aplicación de una tecnología que emplee algún tipo de maquinaria que altere un determinado sistema y, como consecuencia de ello, un problema quede total o parcialmente solucionado.

La figura de los parques está creada con el objetivo de servir a los ciudadanos como hito que realce el respeto a la naturaleza y le ayude a tener unos valores en comunión con los lugares de donde procede la vida. Y aun tratándose de problemas que ocurren en instalaciones como éstas, el ser humano sigue pensando en ellos de la manera dicha anteriormente; como algo que requiere de una intervención de artefactos característicos de actuaciones de ingeniería convencional.

Este proyecto trata de dar una solución a este problema con una ingeniería de uso muy reciente; la Naturalización. Esta ingeniería trata de crear sistemas naturales para problemas ambientales, de manera que el uso de maquinaria se limita a lo estrictamente necesario mientras que la mayoría de los procesos son llevados a cabo por la acción e interacción de bioorganismos o procesos físico-químicos propios de un ecosistema natural.

Esta “tecnología” exige un mayor grado de ingenio y conocimiento de los sistemas naturales para solucionar los problemas sin usar ningún tipo de sistema artificial para

conseguir la estabilidad deseada.

Con ello se pretenden varios objetivos entre los cuales uno es la introducción de una filosofía más afín al medio ambiente a la hora de implantar soluciones que requieran el uso de la ingeniería, otro objetivo importante es el de aportar soluciones que exijan un menor presupuesto y la misma efectividad ante los problemas ambientales, y otro gran motivo de la necesidad de estas técnicas es el de crear sistemas altamente estables que exijan un mantenimiento mínimo.

Para entender cómo visualiza esta ingeniería la solución de los problemas que ocurren en espacios verdes tenemos que entender primeramente cómo funciona la naturaleza, puesto que ésta jamás ha tenido problemas de funcionamiento; podemos considerar que la naturaleza es una empresa de 4.500 millones de años que aún no ha quebrado y ha conseguido sobrevivir a las crisis más nefastas que alcancemos a imaginar.

El ser humano ignora, desentiende o subestima cómo en ésta se gestionan sus elementos para que todos sus sistemas se mantengan y se renueven continuamente a la hora de ejercer su labor de construir y diseñar sus soluciones, lo que en casi la totalidad de sus casos provoca un desequilibrio dentro de los elementos de sus sistemas que acaban acarreando la necesidad reparaciones y lo que es más importante; auténticos desastres.

Imagen 6: Representación de un estanque naturalizado.



1.5 Cómo funciona la naturaleza

Entendemos por naturaleza al conjunto de todo lo que existe y que está determinado y armonizado en sus propias leyes. En este conjunto, podemos observar y establecer distintos elementos, que interactúan dentro de niveles, que conforman distintos sistemas, con la cualidad de que cada una de esas divisiones puede tener la consideración de la que la engloba, esto es; que cada elemento que esté dentro de un nivel, que esté incurso en un sistema, también es un sistema en sí, puesto que a éste también lo conforman organizaciones de elementos, niveles y sistemas.

La naturaleza considera sus sistemas siempre cerrados. Esto quiere decir que todo elemento de un sistema avanza por distintos niveles, entrando a formar parte de otros complejos con la ayuda de la energía, pero siempre vuelve al mismo nivel de partida con el paso del tiempo, o dicho de otra forma; el movimiento de todo elemento en un sistema natural es causado por las distintas formas de la energía cedida por el Sol y por la acción natural de la entropía dentro del universo. Esto ocasiona que todo sistema experimente un sinfín de renovaciones ya que esta facultad cíclica de los elementos se produce en la totalidad de los mismos (hasta el último átomo queda reciclado).

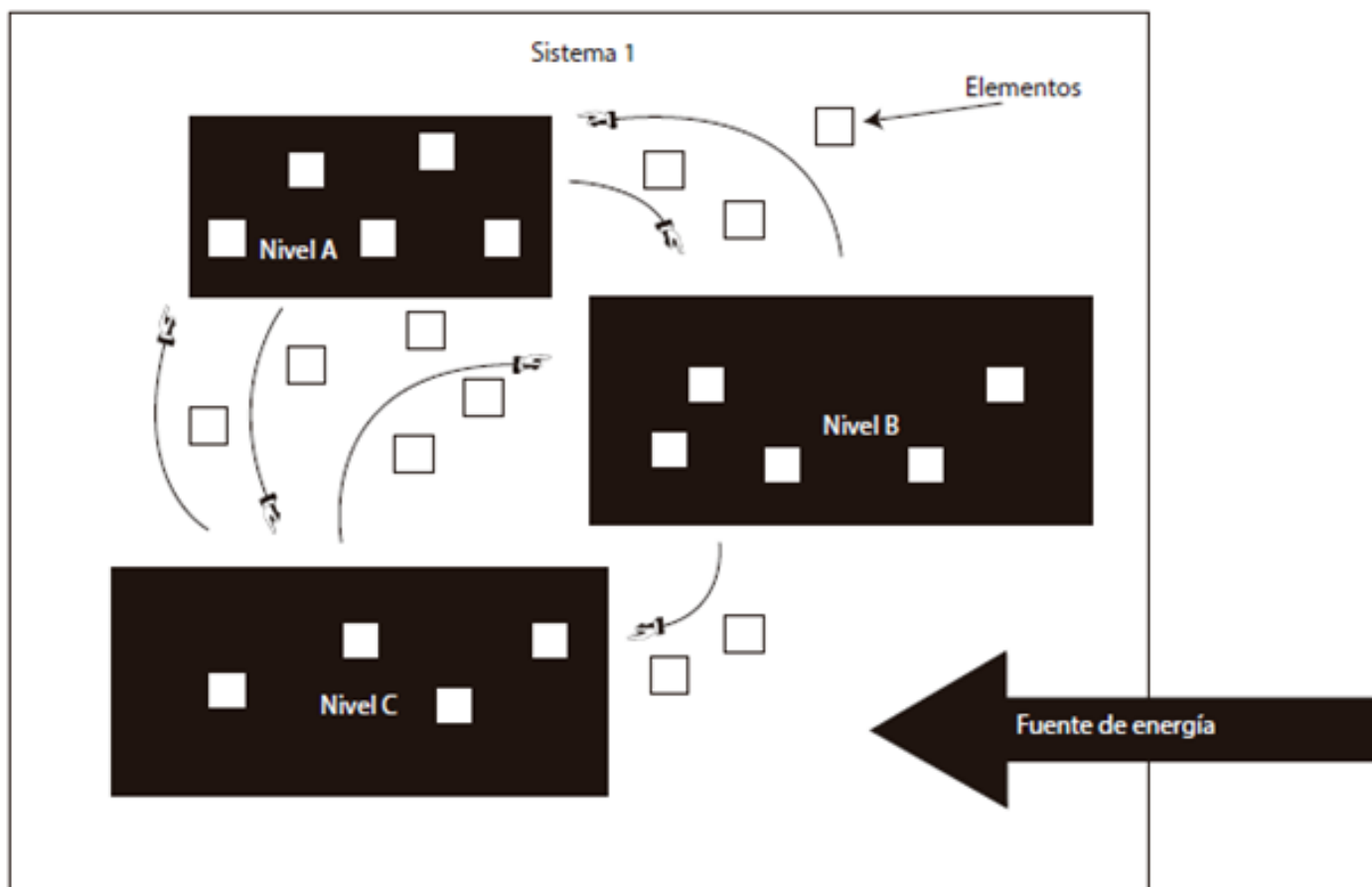
Estos ciclos se ven realizados porque los distintos niveles interactúan entre sí de manera que transforman y modifican la composición de los elementos. Los elementos que entran como materia prima en unos niveles se alteran y sus

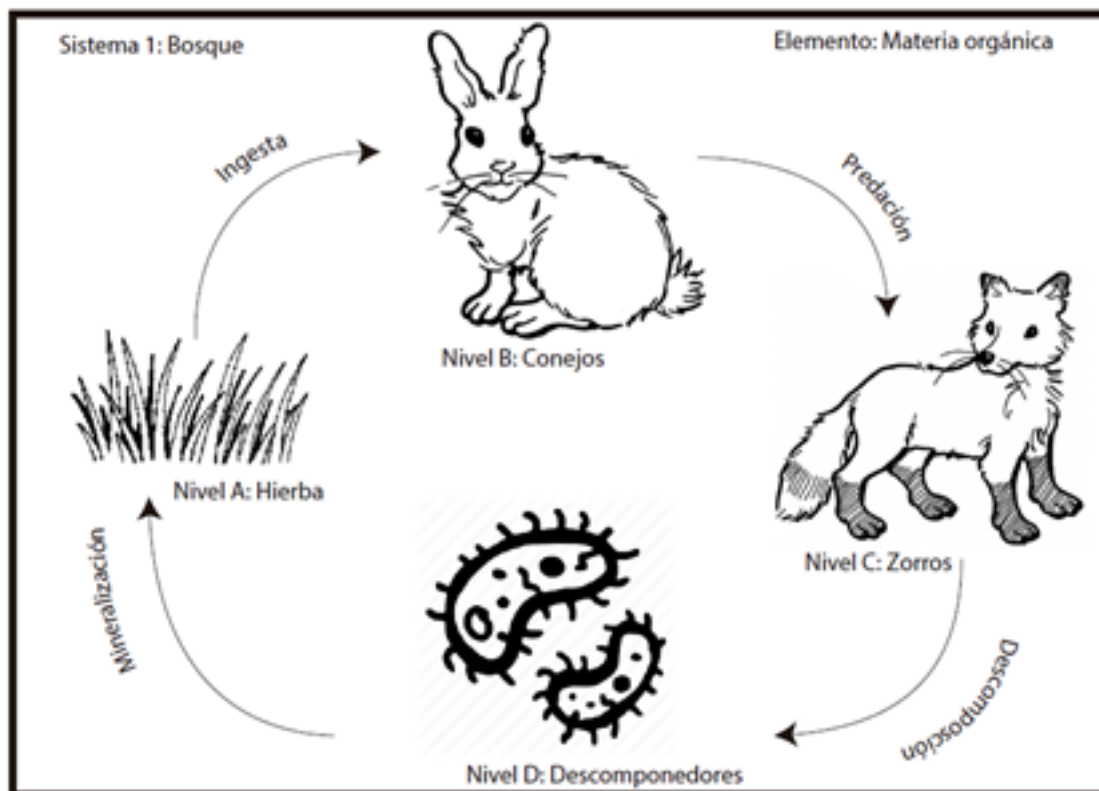
transformaciones son posteriormente la materia prima de otro nivel distinto, repitiéndose la secuencia hasta llegar al momento inicial, posibilitando infinitud de repeticiones.

Otra de las ventajas de estos sistemas es la autorregulación. Cuando un fenómeno acontece sobre un determinado punto del sistema y compromete su equilibrio, ocurre el fenómeno simétrico que compensa los desequilibrios causados por el primer fenómeno en un determinado tiempo. De esta manera la naturaleza protege sus equilibrios dentro de todos sus sistemas.

Si por un desastre natural los conejos desaparecieran al instante del bosque, los zorros desaparecerían progresivamente, lo que permitiría que la hierba creciese hasta ocupar grandes extensiones y esta situación de abundancia de vegetales es la idónea para que otra población de herbívoros de las zonas anexas se desplazara al bosque (cosa muy probable dado el carácter exploratorio de los herbívoros) y estableciera aquí sus nichos. En esta situación, se crea el ambiente idóneo para la aparición de carnívoros,

Dibujo 1: Esquema de un sistema.





volviendo al equilibrio original.

Entendidos los conceptos de equilibrios y sistemas naturales, podemos observar cómo en nuestro caso, en un estanque como el nuestro al que consideraremos como sistema, tenemos una flora y fauna que responden como niveles y cada animal individualmente como elemento. Y esos elementos están siempre sometidos a cambios en sus condiciones. Si se produce un cambio en el sistema, toda esta cadena responde al cambio de manera que logre mantener un equilibrio estable.

Podemos influir igualmente en este equilibrio, no para alterarlo sino para propiciar que su regeneración sea más rápida. El ser humano puede modificar levemente un sistema con los elementos que ya hay en él para amortiguar el impacto de las alteraciones; una pequeña dársena que evite las avenidas en los terrenos, un pequeño dique evite un desbordamiento, unas rocas en un cauce para oxigenar mejor el agua, unas oquedades en las piedras y en los árboles para que las aves y otros pequeños mamíferos puedan anidar mejor y establecer sus madrigueras; no hace falta un gran esfuerzo ni grandes re estructuraciones para mejorar un hábitat, sólo entender bien cómo está organizado el sistema.

Dibujo 2: Circuito (simplificado) de la materia orgánica en un sistema de 4 niveles

2. Diagnóstico ambiental del estanque en la actualidad

A continuación detallaremos los aspectos del lago que presentan relación directa e indirecta con los problemas ambientales presentes y que posteriormente van a configurar las distintas posibilidades de solucionar los problemas que existen y/o vayan surgiendo

2.1 Límite y perfil del estanque

A continuación detallaremos los aspectos del lago que presentan relación directa e indirecta con los problemas ambientales presentes y que posteriormente van a configurar las distintas posibilidades de solucionar los problemas que existen y/o vayan surgiendo.

Además, las paredes son de hormigón, lo que hace que no esté conectada el agua del estanque con el sustrato que la rodea y el agua no pueda llegar a las plantas de alrededor (exigiendo el presente sistema de regado por canalización y aspersión).

2.3 Aerosoles

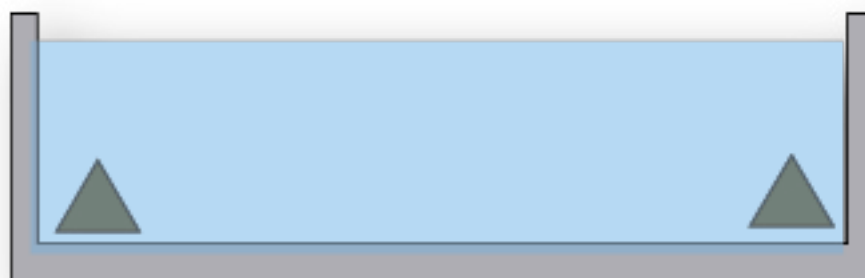
Además, como sistema de aspersión de agua el estanque usa aspersores que lanzan el agua verticalmente. Esto constituye un riesgo sanitario puesto que crear un ambiente apto para la aparición de legionela.

2.4 Un difícil reverso

Este es sin duda el peor de los problemas apreciables. La situación que vemos ahora mismo en el lago es, o funciona como, una retroalimentación positiva, y sólo cesa cuando el sistema colapsa y en algunos casos elimina totalmente la masa de agua para constituir tierra firme.

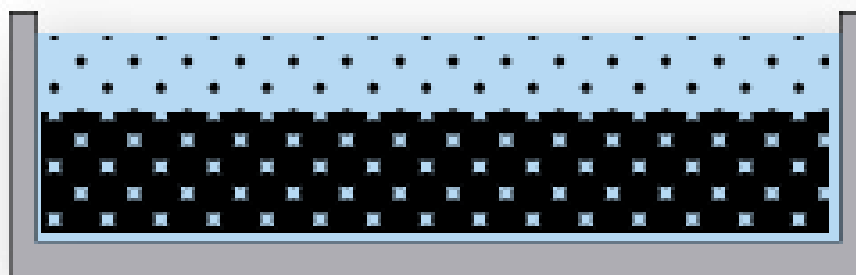
Cuando nos enfrentamos a una situación de crisis ambiental, son muy comunes estos procesos de retroalimentación. Si se nos presentara el caso de un lago con una extensión más grande, el proceso natural tendería a regenerar el lago ya que una masa importante de agua tendría capacidad para tolerar estos procesos que siempre comienzan como algo aislado dada la extensión que presentan normalmente los lagos naturales, quedando como casos aislados de eutrofización que poco a poco se van depurando y el equilibrio se alcanzaría en un tiempo.

En nuestro caso este problema es muy serio puesto que



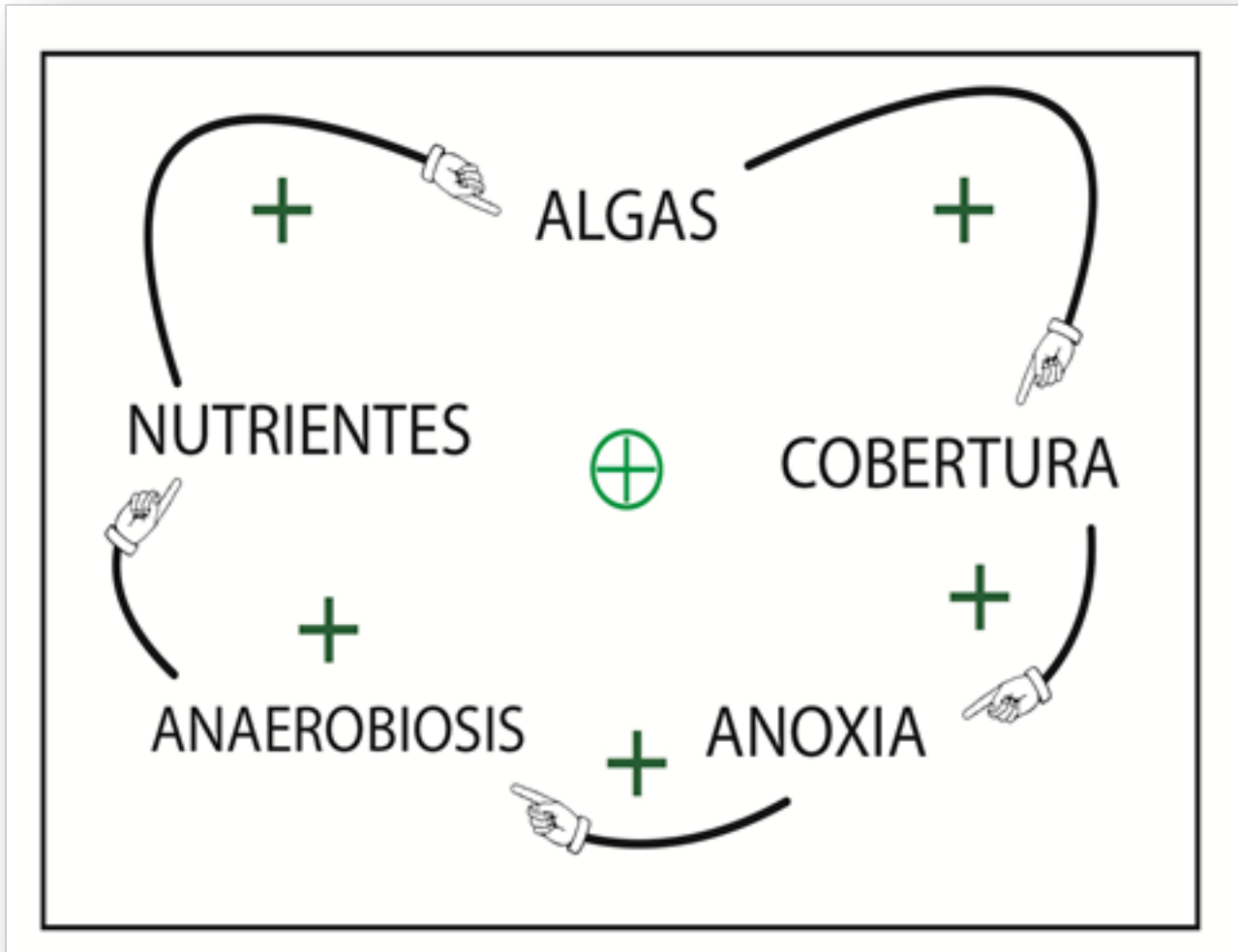
Dibujo 3: Perfil transversal del estanque y zonas de acopio.

Dibujo 4: Zonas del lago con predominancia de metabolismo aerobio (arriba) y anaerobio (abajo)



contamos con un volumen de agua relativamente pequeño y las manifestaciones de este fenómeno incluso a pequeña escala significan que la totalidad del volumen de agua se verá afectado muy rápidamente hasta cubrir la mayoría de la superficie. Y claro está, la solución que se le da a este problema hoy en día, cada vez que se incurre en él, pasa por renovar completamente el agua del lago y volver a llenarlo, entrando así en bucle.

Dibujo 5: Sistema de retroalimentación de los elementos del lago.



3 Objetivos de mejora y propuesta técnica

3.1 Objetivos de mejora

Nuestros objetivos para restaurar el lago son los siguientes:

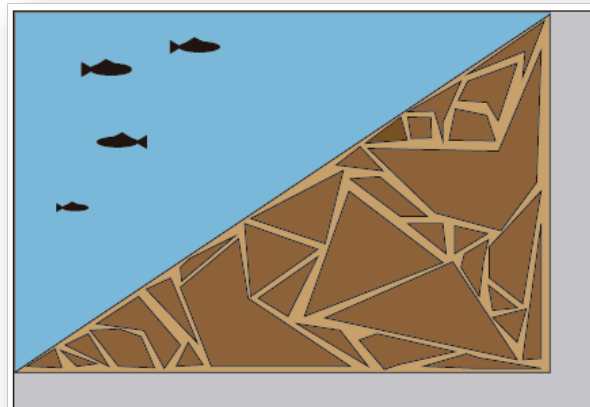
- Hacer que la calidad del agua del lago sea óptima para permitir un equilibrio natural.
- Aportar especies animales funcionales al lago que coexistan en dicho equilibrio.
- Aportar especies vegetales funcionales al lago que coexistan en dicho equilibrio.
- Aportar el sustento rocoso para soportar a las especies anteriores.
- Utilizar los medios más económicos posibles para la instalación del soporte, plantación e introducción de especies, priorizando las autóctonas.
- Conseguir que el agua del lago tenga una dinámica que asegure una renovación del agua propicia para el equilibrio natural.
- Mejorar la calidad paisajística del lago.
- Concienciar al público para evitar el aporte de los nutrientes en nuestro sistema.
- Hacer que el mantenimiento e instalación de este sistema sea más barato y efectivo que el actual

3.2 Propuesta técnica

Nuestro proyecto consiste en implantar estructuras y especies en el lago que imiten la estructura de un lago natural.

3.2.1 Escollera

Para establecer lo que será el hábitat de las especies piscícolas y anfibias y lo que será el sustento para la vida vegetal, se construirá una escollera de piedra caliza que vaya desde algunos bordes del lago hasta entrar en el agua con un ángulo de aproximadamente 45° que le dé estabilidad.



Dibujo 6: Escollera

3.2.2 Vegetación de ribera

Las plantas que se sostendrán en la escollera son productoras de oxígeno en la parte de la raíz. Estas plantas están en las primeras líneas de los ríos y los lagos en la naturaleza, por ello se denominan vegetación de ribera.

Estas plantas habitan cerca de los cauces y son las que dan estabilidad a la orilla y reducen la erosión del agua. También son cobijo para insectos y otras plantas, así como el alimento de otras muchas especies herbívoras. En este proyecto tienen especial interés por su producción de oxígeno y su absorción de químicos y partículas. Con ellas, liberaremos oxígeno al agua y habilitaremos la digestión aerobia de la materia orgánica por parte de la flora microbacteriana.

Nuestras especies de este tipo serán la enea (*Typha latifolia*), el carrizo (*Phragmites australis*) y el paraguaita (*Cyperus alternifolius*).

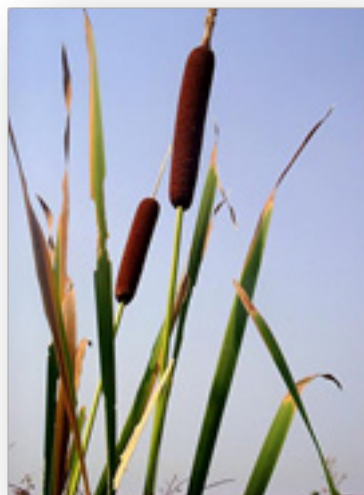


Imagen 7: Enea

3.2.3 Plantas ornamentales

Este tipo de plantas tienen como objetivo decorar el lago con sus vistosos colores más que por su producción de oxígeno.

En estas especies contemplamos para su implantación la cala (*Zantedeschia aethiopica*), la caña india (*Canna indica*) y lirio amarillo (*Iris pseudacorus*).



Imagen 8: Lirio amarillo

3.2.4 Plantas flotantes

Estas plantas cumplen una función parecida a las anteriores porque son igualmente vistosas, la diferencia radica en un hecho funcional y es que son capaces de llegar a puntos del lago alejados de la orilla y eso hace que el oxígeno quede bien repartido por la extensión total del estanque.

Entre nuestras plantas flotantes tenemos el nenúfar (*Nymphaea tetragona*) y la lechuga (*Pistia stratiotes*).



Imagen 9: Nenúfar

3.2.5 Plantas de fondo

Estas plantas darán estabilidad a la base de la escollera y distribuirán oxígeno a los pisos inferiores de la capa de agua, favoreciendo la aerobiosis desde la base del estanque.

Como plantas de fondo tenemos al ranúnculo (*Ranunculus aquatilis*) y la elodea (*Elodea canadensis*).

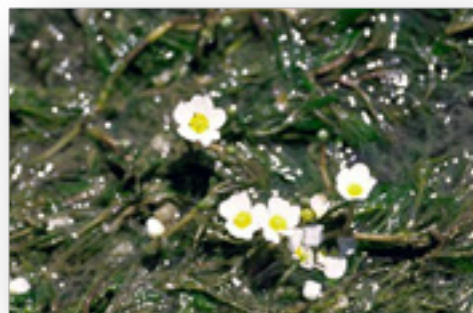


Imagen 10: Ranúnculo

3.2.6 Nuevo perfil

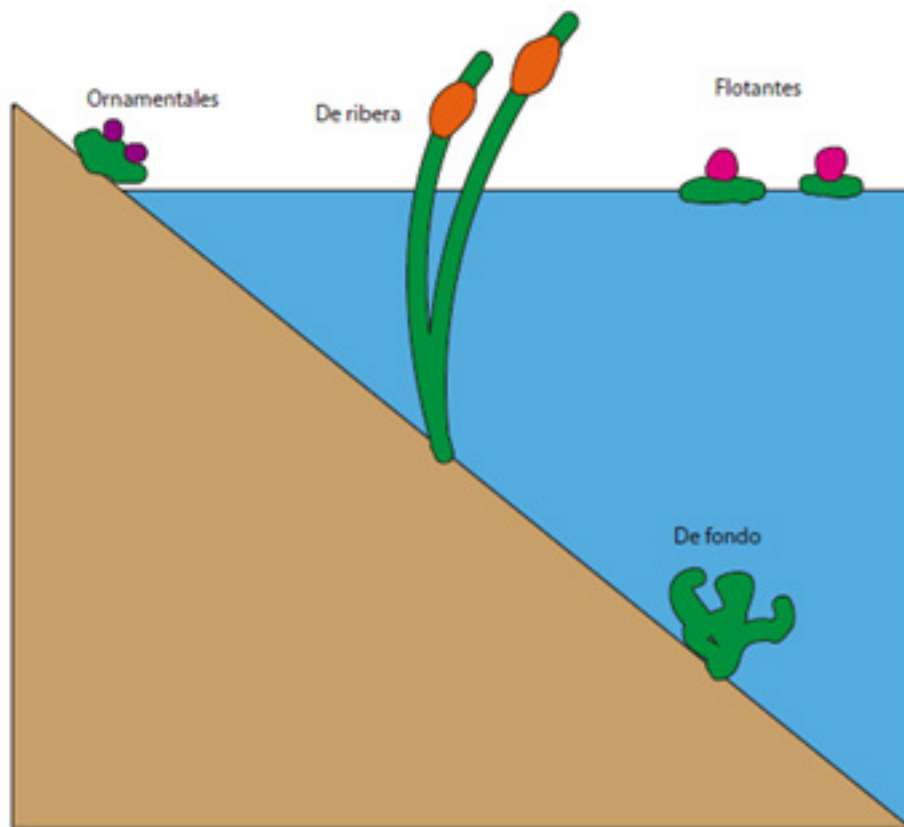
Cabe destacar que todas las plantas serán extraídas de los viveros municipales y serán plantadas manualmente siguiendo una distribución específica.

Se hará provecho de las oquedades de la escollera para plantar ahí mismo las plantas ya que eso les dará una sujeción hasta que desarrollen las suyas. En la memoria de cálculo se podrán observar los detalles de las distancias consideradas para la plantación y en los planos su distribución por el estanque.

El fundamento de la distribución responde a las necesidades de humedad de cada planta; las de ribera necesitan tener las raíces y los tallos en contacto directo con el agua, por otro lado, las de fondo están totalmente sumergidas excepto por sus flores que salen a la superficie. Las ornamentales ocupan la posición más alta ya que es la más visible al público y a los insectos. Y finalmente las flotantes estarán dispersas por todo el lago.

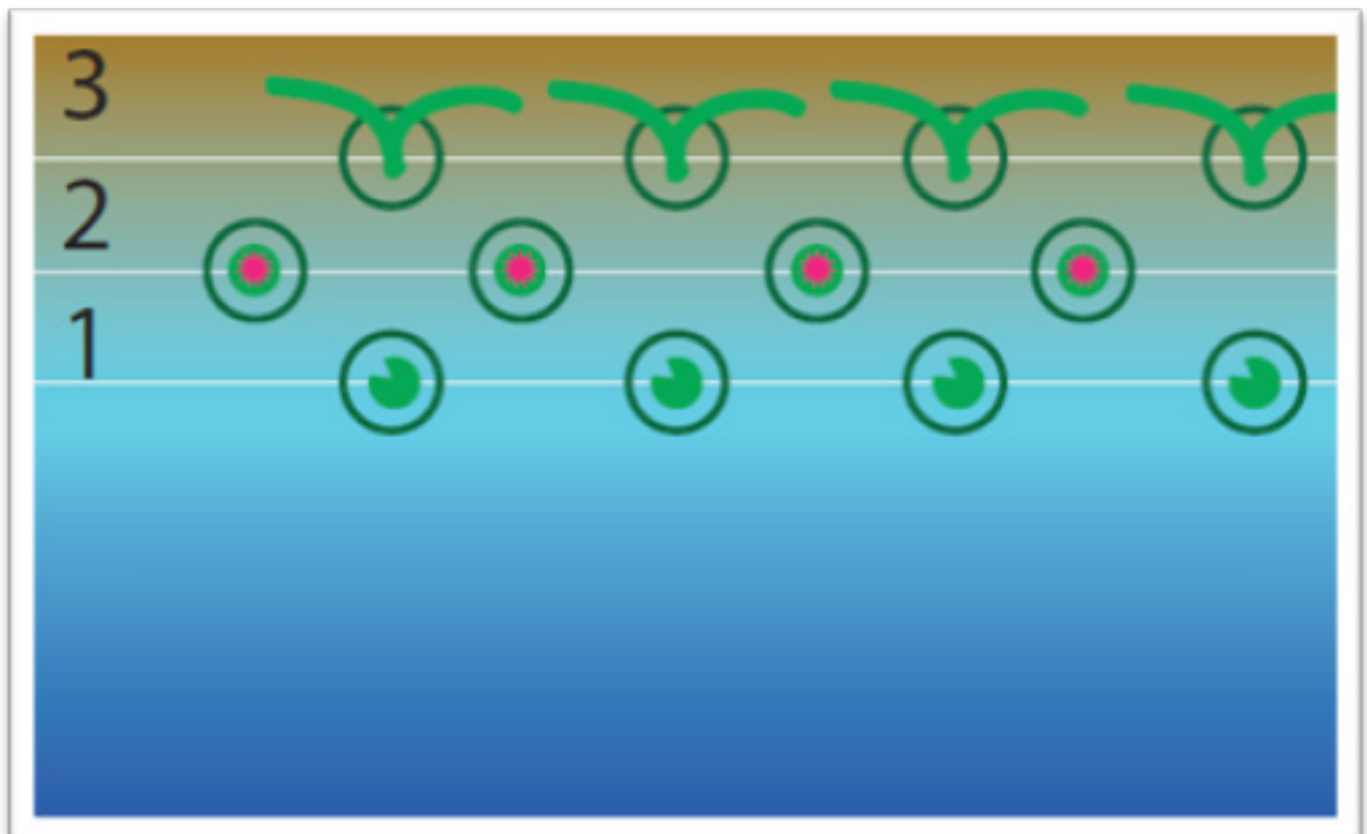
El esquema de plantación seguirá un orden tal que haya cuatro filas de plantas. La primera se compondrá de plantas de fondo y flotante, puesto que será la fila más próxima al estanque. Les seguirán las flores de ribera, que necesitan una proximidad mayor al lago. En tercer lugar irán las plantas de ribera. Y cabría un cuarto nivel sólo en la isla con el bosque de ribera.

En este esquema de plantación se dispondrán las plantas en fila paralelamente al corte del agua con la escollera con una separación de 30 centímetros entre las mismas de la fila y otros 30 con la fila adyacente. Para optimizar el espacio, no se dispondrán las plantas en una alineación vertical con las filas adyacentes sino que se desplaza un poco para ocupar el lugar correspondiente a la mitad del espacio entre las plantas de la otra fila. De esta manera tendremos tres filas de plantas en la escollera con el máximo espacio en 30 centímetros.



Dibujo 7: Perfil de la vegetación sobre la escollera.

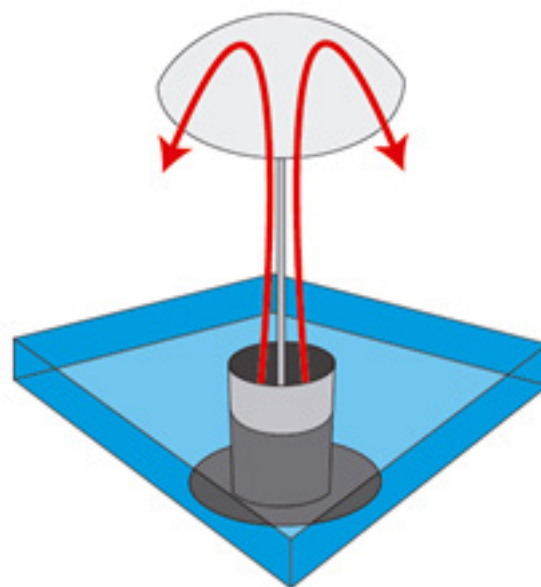
Dibujo 8: Marco de plantación en la escollera



3.2.7 Remodelación de los aspersores

Los aspersores, como se ha dicho ya antes, presentan un funcionamiento tal que el agua sale verticalmente a presión y vuelve al estanque con una mayor concentración de oxígeno. En el proceso crea un ambiente idílico para la propagación de legionela, que es característica de aguas estancadas a una temperatura bastante habitual en el parque.

Por ello nuestra propuesta técnica quiere una remodelación de esos aspersores haciendo que el agua caiga en cascada tras chocar con una plataforma de superficie circular que hace que se oxigene al impacto y caiga con menor energía.



Dibujo 9: Esquema de la propuesta para el sistema de aspersión.

3.2.8 Instalación de bosque de ribera y cajas-nido

Esta propuesta también quiere añadir un ejemplar de Haya (*Fagus sylvatica*) en la isla del estanque. Esta acción persigue varios propósitos; uno el de embellecer la isleta y otro el de favorecer el ingreso de especies de aves y otros animales asociados a estos árboles.

En la misma línea, en este árbol y en los más cercanos al estanque se propone instalar cajas-nido donde las aves puedan refugiarse y establecerse.

Es sabido que actualmente el parque presenta síntomas de una invasión de especies avícolas alóctonas procedentes de otros países de clima tropical y que resultan ser muy agresivas para las especies locales. Nos referimos a las tórtolas, loros y otras aves afines. Además existe también una superpoblación de gorriones que está desplazando a las demás especies. Por ello, las cajas-nido estarán diseñadas para la residencia de aves insectívoras como el vencejo, que no tendrá que competir con las aves anteriores puesto que éstos son granívoros.

Dibujo 10: Cajas-nido para aves insectívoras.



3.3 Modificaciones técnicas al futuro

Como invenciones particulares, es posible convertir una solución técnica en una ciencia más precisa. Todo lo aportado en la propuesta principal está testado en otros estanques en circunstancias muy similares a las que nos encontramos en el nuestro, por lo que no es equivocado prever resultados iguales de satisfactorios.

No obstante, cabe pensar que lo que se produce a escala general tiene su origen en procesos unitarios con un rendimiento definido por las circunstancias donde tiene lugar dicho proceso. En nuestro caso, por ejemplo, el clima mediterráneo asegura un funcionamiento muy eficaz en las plantas que depuran de químicos el agua o del equilibrio en los niveles tróficos del estanque. Estos procesos dependen de factores que no son muy difíciles de cuantificar, y lo que ahora se hace con la referencia de sistemas que funcionan con soluciones similares, puede ser calculado si conocemos el rango de acción exacto o promedio de las herramientas que hemos usado dentro de sistemas con distintos niveles de contaminación.

En este sentido, se podrían establecer asociaciones entre volumen de agua contaminado y plantas o conjuntos de plantas necesarias para su depuración en un tiempo determinado dentro de un promedio de temperatura y radiación lumínica diaria. Eso nos daría un parámetro de depuración de cada contaminante y determinaría la cantidad de estos módulos unitarios que harían falta para depurar un estanque en, por ejemplo, seis meses, contando con un periodo de adaptación por parte de las plantas.

Evidentemente, no todos los estanques tienen el mismo dimensionado. Los módulos podrían variar en tamaño y número para que los coeficientes de depuración se ajusten al total del volumen del estanque sean cuales sean sus dimensiones. Para un estanque de gran perímetro y escasa profundidad valdrían módulos bajos y de gran superficie con plantas de potencial de depuración medio mientras que si el estanque es más pequeño en perímetro pero tiene una profundidad más acusada, se instalarían módulos más altos con superficie reducida y con plantas de alta capacidad de depuración.

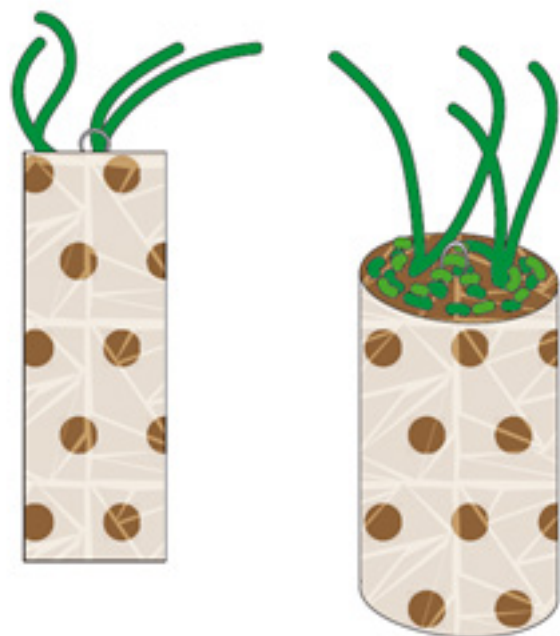
Estos módulos constarían de un material que permita el paso de la luz como el PVC y que contengan una cantidad de piedras de forma irregular y tamaño heterogéneo en contacto directo con el medio acuático por medio de una superficie horadada de PVC que permanecerá estática por un anclaje al suelo del estanque o a algún pedestal que lo mantenga en la zona fótica de la capa de agua. Entre estas piezas estarán las plantas, que dependiendo de la necesidad serán de ribera, fondo u ornamentales.

Cabría también, pensar en un diseño que poseyera plantas de fondo y que estuviera suspendido en el estanque en

profundidad, ayudado de materiales rellenos de aire y un anclaje catenario a la base, de manera que su altura fuera fácilmente regulable.

Todos estos diseños sustituyen la necesidad de establecer una escollera, que tendría un retirado más laborioso en caso de tener que proceder a una desinstalación de la misma. Por esto, los módulos tendrán una argolla que les haga accesible a la retirada por una grúa, cubriendo una importante labor de logística.

Y en la misma línea, también podríamos horadar el módulo para crear agujeros de forma cilíndrica en varios ejes para que también cumpla la función de refugio para la fauna marina.



Dibujo 11: módulos de plantas

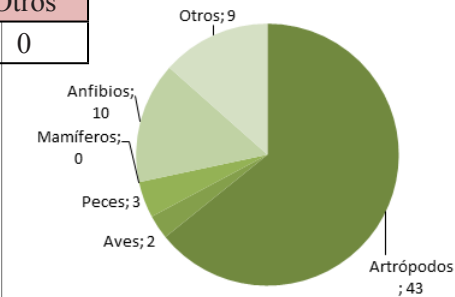
Anexo A: Descripción de fauna y flora del parque

A.1 Fauna del parque

Especie	Orden	Estación de desarrollo				
		Invierno	Primavera	Verano temp	Verano tard	Otoño
Anade rabudo	Ave					1
Anguila	Pez	1	1	1	1	1
Araña acuática	Artrópodo	1				
Asellus	Artrópodo		1			
Caballito del diablo azur	Artrópodo	1				
Caballito del diablo calopteryx	Artrópodo	1				
Caballito del diablo crestado	Artrópodo	1				
Caballito del diablo de cola azul	Artrópodo	1				
Caballito del diablo esmeralda	Artrópodo	1				
Caballito del diablo moteado	Artrópodo	1				
Caballito del diablo pyrrhosoma nymphula	Artrópodo	1				
Caracol de agua	Artrópodo		1		1	1
Caracol de laguna	Artrópodo	1				
Caracolillo de aguadulce	Artrópodo				1	
Carpa koi	Pez			1		
Chinche de agua	Artrópodo	1				
Cordulia peluda	Artrópodo	1				
Corixa	Artrópodo	1	1			
Efémera	Artrópodo	1	1	1	1	
Escarabajo acilius	Artrópodo				1	
Escarabajo acuático	Artrópodo	1	1			
Escarabajo acuático plateado	Artrópodo	1		1		
Escarabajo hydaticus	Artrópodo				1	
Escarabajo nadador	Artrópodo		1			
Escorpión acuático	Artrópodo	1				
Friganea	Artrópodo	1				
Garapito	Artrópodo	1		1		
Gran caracol de laguna	Molusco			1		
Gran escarabajo buceador	Molusco	1				
Gusanocola de rata	Artrópodo	1				
Insecto palo acuático	Artrópodo	1			1	
Libéluda cernicaloparda	Artrópodo	1				
Libélula	Artrópodo				1	1

Libélula cernícalo emperador	Artrópodo	1				
Libélula de anillos dorados	Artrópodo	1			1	
Libélula deprimida	Artrópodo	1				
Libélula emperador	Artrópodo			1		
Libélula esna	Artrópodo	1				
Libélula flecha	Artrópodo				1	
Libélula flecha de cuatro puntos	Artrópodo	1				
Libélulas cernícalo	Artrópodo				1	
Mosquito	Artrópodo				1	
Notonecta	Artrópodo				1	
Oca barnacla	Ave					1
Oruga de arpía	Artrópodo	1				
Pez espinoso	Pez				1	
Planaria	Platelminto			1		
Planorbis albus	Molusco	1				
Planorbis blanco	Molusco	1				
Planorbis nautilus	Molusco	1				
Polilla de sauce	Artrópodo		1			
Pulga de agua	Artrópodo		1			
Rana	Anfibio				1	
Rana arborícola cubana	Anfibio				1	
Rana de franjas doradas	Anfibio				1	
Salamandra tigre	Anfibio				1	
Sanguijuela	Anelido		1	1		
Sapo	Anfibio			1	1	
Sapo partero	Anfibio				1	
Sapo verde	Anfibio				1	
Tricóptero	Artrópodo					1
Tritón	Anfibio		1			1
Tritón mandarín	Anfibio				1	
Tritón palmeado	Anfibio				1	
Zapatero	Artrópodo	1			1	

Resumen (Inv)	Artrópodos	Aves	Peces	Anfibios	Otros
Especies	28	0	1	0	4
Resumen (Pri)	Artrópodos	Aves	Peces	Anfibios	Otros
Especies	8	0	1	1	1
Resumen (Ver temp)	Artrópodos	Aves	Peces	Anfibios	Otros
Especies	4	0	2	1	3
Resumen (Ver tard)	Artrópodos	Aves	Peces	Anfibios	Otros
Especies	13	0	2	9	0
Resumen (Oto)	Artrópodos	Aves	Peces	Anfibios	Otros
Especies	3	2	1	1	0

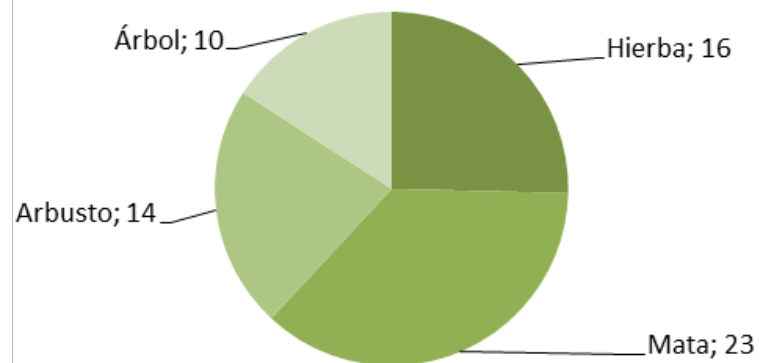
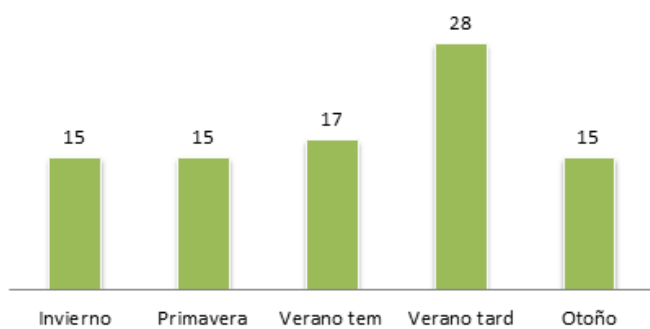


A2. Flora del parque

Especies	Tamaño	Estación de desarrollo				
		Invierno	Primavera	Verano temp	Verano tard	Otoño
Abedul	Árbol				1	1
Aliso	Árbol				1	1
Apio acuático	Mata				1	
Aro acuático	Mata			1	1	
Azolla	Hierba				1	
Berro de prado	Mata		1			
Bocado de rana	Hierba				1	
Carrizo común	Arbusto	1		1		
Ceratófilo	Hierba	1		1		
Ceratófilo submerso	Hierba	1				
Cola de caballo	Mata			1		
Correhuela de bocadorana	Arbusto			1		
Cuchillo	Arbusto			1		
Dulcamara	Arbusto	1				
Eleocaris acuática	Hierba			1		
Enea	Arbusto			1		1
Erióforo	Mata			1		
Escrofularia	Arbusto			1	1	
Escrofularia común	Arbusto			1		1
Espino albar	Árbol				1	
Estrella de agua	Hierba	1				
Eupatoria	Arbusto					1
Eupatoria cannabina	Arbusto				1	1
Filipéndula	Arbusto				1	
Fresno	Árbol		1	1	1	1
Hierba de manantial	Hierba	1				
Hierba de San Antonio	Hierba				1	
Hierba de San Juan	Hierba				1	
Hierba lagunera	Hierba		1	1		
Jacinto de agua	Mata				1	
Juncia	Mata		1			
Juncia grande	Mata		1			
Juncia menor	Mata					1
Juncia menor de agua	Mata					1
Junco	Mata				1	1
Junco balboso	Mata	1				
Junco de esteras	Mata					1
Junco florido	Mata					1
Lenteja de agua	Hierba		1			
Lirio Amarillo	Arbusto	1	1	1	1	1
Llantén de agua	Mata		1		1	
Mimbrera	Árbol				1	
Nenúfar	Mata	1	1		1	

Nomeolvides acuática	Hierba				1	
Paragüita	Mata		1	1	1	
Pelo verde	Hierba				1	
Platanaria	Arbusto				1	
Poligonia bistorta	Mata				1	
Ranúnculo	Hierba				1	
Ranúnculo de pantano	Mata		1	1		
Ranúnculo lengua	Mata				1	
Roble	Árbol					1
Ruda de los prados	Mata		1			
Sagitaria	Mata	1				
Salicaria	Arbusto				1	
Sauce	Árbol	1			1	1
Sauce blanco	Árbol		1			
Sauce ceniciento	Árbol			1		
Sauce llorón	Árbol		1			
Uvas del diablo	Arbusto	1				
Vallisneria	Hierba	1				
Violeta acuática	Mata	1	1			
Volvox	Hierba	1				

Especies/Estación



Plantas	Invierno	Primavera	Verano temp	Verano tard	Otoño
Hierba	6	2	3	7	0
Mata	4	9	5	9	5
Arbusto	4	1	7	6	5
Árbol	1	3	2	6	5

Anexo B: Informe de los laboratorios DBO5



OFICINAS: C/. Manufactura, 8 - Edif. Boudere 1, Pta. 1ª - Mód. 6
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 183 750 - Fax: 954 184 035
<http://www.dbo5.com> - e-mail: dbo5@dbo5.com

LABORATORIO: C./ Artesanía, 23, Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)

ANÁLISIS PRELIMINAR FITOPLANCTON PRESENTE EN EL LAGO ARTIFICIAL DEL PARQUE DE LOS PRÍNCIPES fecha 18/01/2016.

1. ANALISIS

Tras un análisis de la muestra en vivo, se observó que el SCUM (verdín o nata) en la superficie del lago es debida a una proliferación masiva del género *Euglena sp.*

Las euglenas son algas flageladas del grupo euglofíceas, con cierto carácter heterótrofo e indicadoras de presencia de materia orgánica.

Los florecimientos de este grupo suelen ocurrir en aguas lénticas. Tras periodos de calma y posteriores condiciones de viento, llevan a estos organismos a la superficie que para protegerse, pasan a una especie de estado palmeloide donde pierden el flagelo y forman esa película o verdín (scum) que cubre toda la masa de agua.

Existen citas de especies de euglenas productoras de toxinas y que conllevan por tanto asociada muerte de peces. No creo que sea este el caso si no se han observado muertes en la población de peces. Independientemente, la presencia de florecimientos de euglenas afectan a la calidad del agua, ya que producen esa película que hace de barrera para la entrada de la luz al lago (lo que afecta al resto del fitoplancton), al consumo de oxígeno y al aumento de la materia orgánica al morir, con malos olores y desagradables efectos estéticos.

2. CONTROL.

El control para evitar estos episodios consistiría primero en el control de las entradas puntuales y difusas de nutrientes y materia orgánica.

Como se comentó, la puntual consistente en la propia entrada de agua con lodos del pozo y proponemos como actuación colocar algún tipo de filtro y/o trampa de lodos.

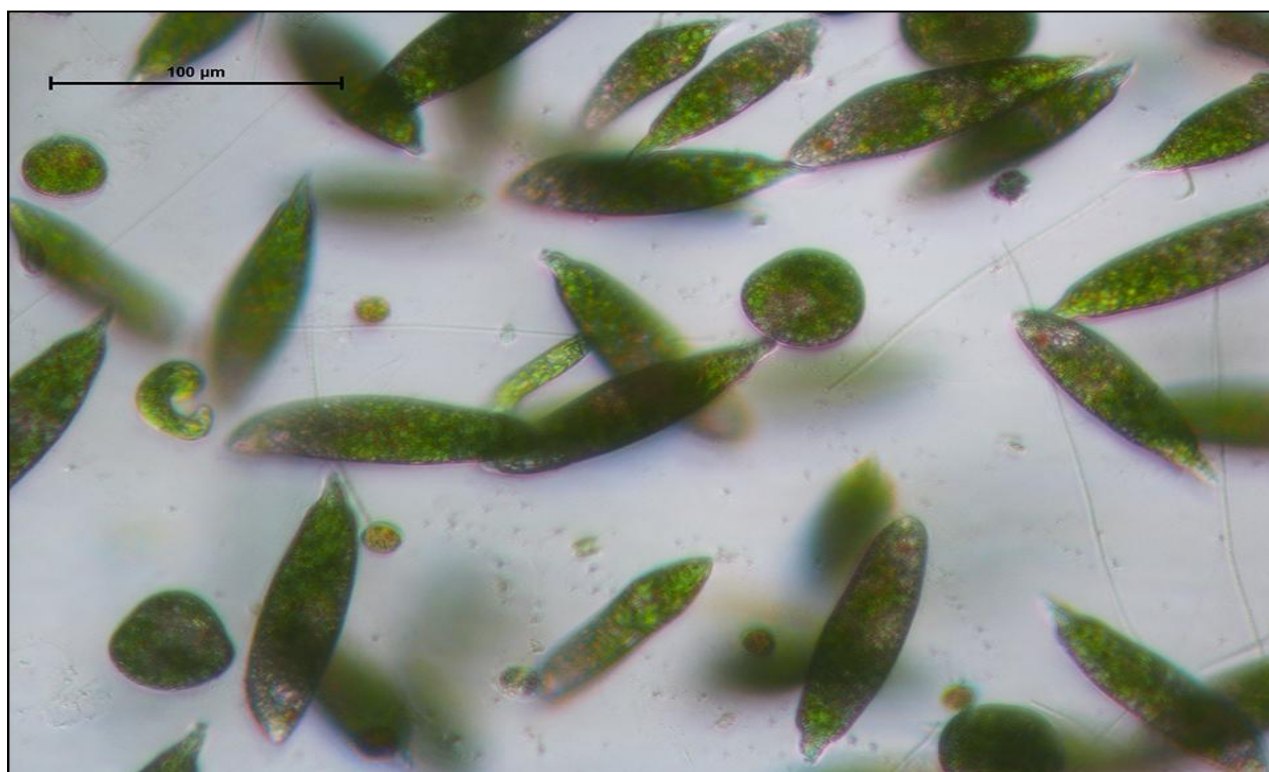
Las entradas difusas, que podrían ser la comida que se echan para los patos, peces y palomas. Proponemos como actuación realizar algún programa de concienciación para los usuarios del parque, como una jornada donde se explique el funcionamiento de estos ecosistemas, o fichas descriptivas.

Siempre sin olvidar la realización de algún tipo de limpieza del fondo del lago y mantenimiento de los sistemas de recirculación y oxigenación del agua.

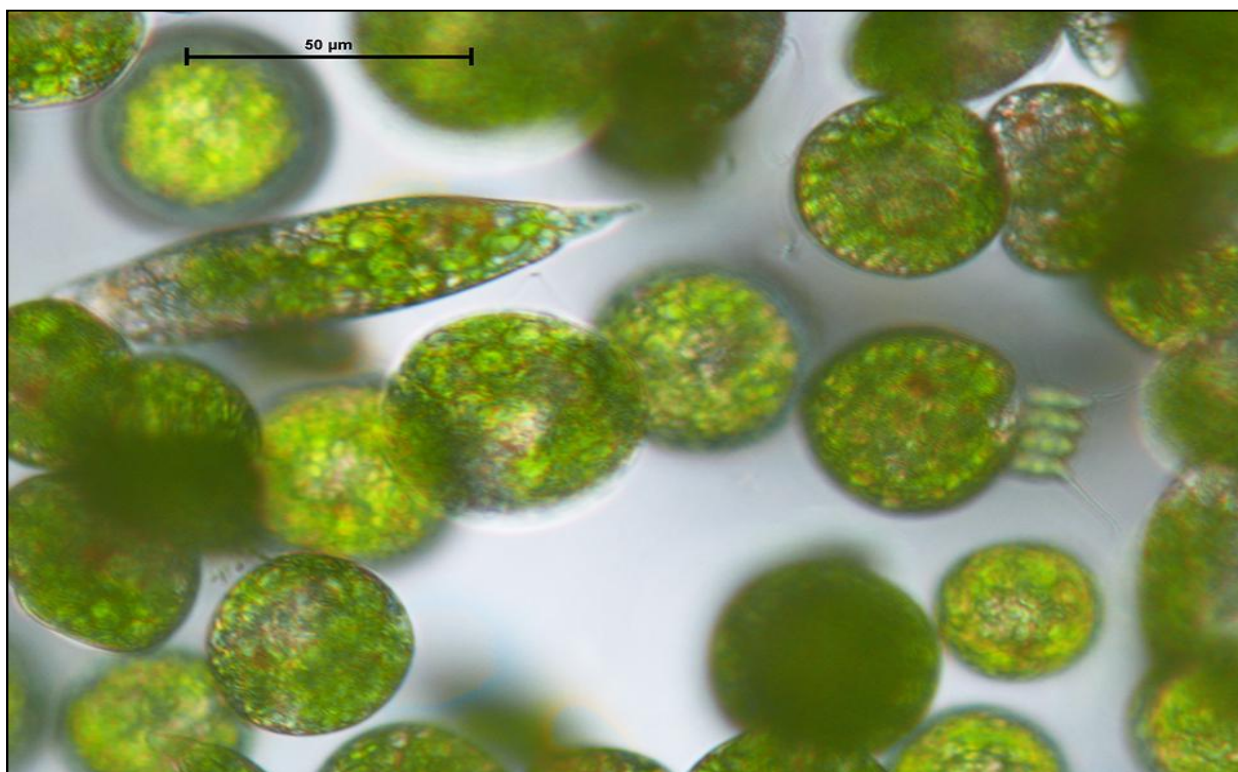
3. IMÁGENES MICROSCÓPICAS.



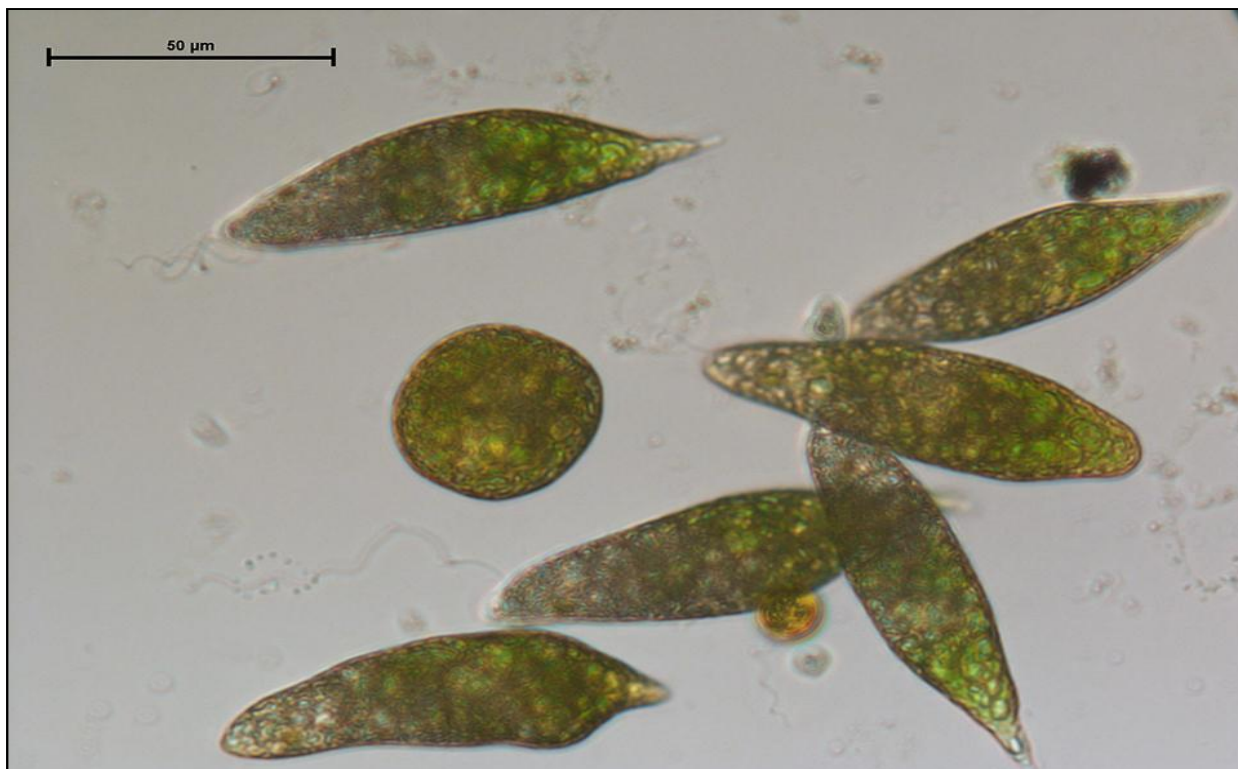
Aspecto de la muestra. 40 aumentos



Euglenas. Muestra viva. 200 aumentos



Estado palmeloide de las Euglenas 400 aumentos



Euglenas 400 aumentos.

MEMORIA DE CÁLCULO

Índice de contenido

1. Características básicas25;
2. Balance hídrico25;
3. Volumen de piedra25;
4. Cálculo sobre diez metros de escollera.....26

1. Características básicas

Nuestro estanque cuenta con un perímetro exterior de 339,75 m y con una isla que tiene otro perímetro exterior de 110,65 m. Tiene también una superficie de 3698 m² y una altura de lámina de agua de 1,50 m.

Lo cual, hace que al multiplicar la superficie de agua por la altura a la que está la lámina de la misma, nos dé unos 4437,6 m³

2. Balance hídrico

Contamos con una bomba que conecta agua del estanque al riego a ritmo de 2 L/s cada 4 días gastando un promedio de 180 m³/día.

El caudal de aportación de agua se contabiliza en 172,8 m³/día y la evaporación media es de 37 m³/día.

3. Volumen de piedra

Las rocas que se usarán en el proyecto serán calizas extraídas de las canteras de Morón, en la misma localidad de Sevilla. Esta piedra presenta una granulometría oscilante de 90 a 200 mm, un peso específico de 2,2 Tn/m³ y una porosidad de 0,3.

Se pretende que el ángulo con el que la escollera incide en la base del lago sea de 45°. Ergo será la altura de la pared del lago la que determine la cantidad de piedra. En este caso tenemos 1,50 metros de largo, por lo que a 45° tendremos lo mismo de ancho.

Podremos deducir que el área de una sección de escollera se calcula multiplicando la altura y la mitad de la base, obteniendo un área de 1,13 m².

Hemos separado las escolleras por las zonas (A, B, C y D) donde van a estar. La zona A ocupa una extensión de 19,64 m, la zona B unos 11,35 m, la C otros 12 m y finalmente la D se refiere al perímetro completo de la isla del estanque con 110,65 m. (Véase la localización en la memoria técnica y planos)

Sabiendo el área de una sección de escollera (1,13 m²) sólo queda multiplicar por cada extensión para hallar el volumen de rocas demandado por cada zona.

Categoría del estanque principal	Cantidad	Magnitud
Perímetro de la parte exterior	339,75	m
Perímetro de la Isla	110,65	m
Superficie	3698	m ²
Capacidad	4437,6	m ³
Caudal de bomba extracción	2	L/s
Aportación	172,8	m ³ /día
Frecuencia de riego	4	días
Consumo por riego	180	m ³ /día
Evaporación	37	m ³ /día
Altura de la lámina de agua	1,5	m

Categoría de escollera de caliza	Cantidad	Magnitud
Granulometría	90-200	mm
Ángulo de inclinación del talud	45	°
Altura	1,5	m
Base	1,50	m
Área	1,13	m ²
Peso específico	2,2	tn/m ³
Porosidad	0,30	m ³ /m ³



Balance hídrico	Categoría	Cantidad	Magnitud	Cantidad	Magnitud	Cantidad	Magnitud	Sobre total de volumen
	Input	172,8	m ³ /día	1209,6	m ³ /semana	4838,4	m ³ /mes	3,89%
	Output	139,857	m ³ /día	979	m ³ /semana	3916	m ³ /mes	3,15%
	Flow	32,943	m ³ /día	230,6	m ³ /semana	922,4	m ³ /mes	0,74%

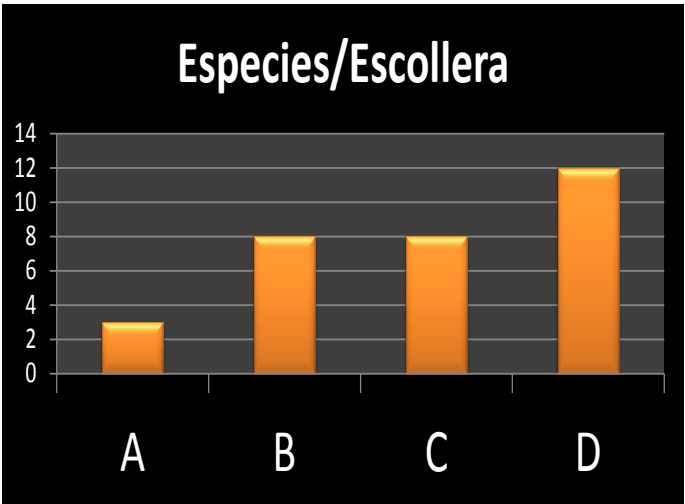
	Categoría					Sumatorio	Magnitud	Sobre el total del estanque
	Escollera	A	B	C	D			
Características de escolleras	Distancia de banda	19,64	11,35	12	110,65	153,64	m	34,11%
	Volumen (sólo roca)	15,47	8,94	9,45	87,14	120,99	m3	2,73%
	Volumen (roca y aire)	20,11	11,62	12,29	113,28	157,29	m3	3,54%
	Peso	34,03	19,66	20,79	191,70	266,18	tn	
	Volumen relativo (roca)	12,78%	7,39%	7,81%	72,02%	100,00%		

Con la porosidad de la caliza (0,3) sabemos que el 30% del volumen de roca es aire, por lo que su peso real se limita al otro 70% que es roca sólida. Dando un total de 266,18 Tn.

4. Cálculo sobre diez metros de escollera

Para manejar unidades más cómodas, haremos el cálculo sobre 10 m de longitud de escollera.

Sabemos que el área de sección de escollera es de 1,13m2, lo cual indica que hay 1,13 m3 cada metro longitudinal de escollera. Ergo habría 11,3 m3 cada 10 m longitudinales de escollera.



Fila	Categoría	Planta	Escollera				Distancia (m)				Total distancia (m)	Cantidad (u)
			A	B	C	D	A	B	C	D		
4	Bosque de ribera	Haya	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	-	-	1
3	Plantas de ribera	Carrizo	0	1	1	1	0,00	5,68	12,00	55,325	73,000	243
		Enea	0	1	0	1	0,00	5,68	0,00	55,325	61,000	203
		Paragüita	1	0	0	0	19,64	0,00	0,00	0	19,640	65
2	Flores de ribera	Cala	0	1	1	1	0,00	3,78	6,00	36,88	46,667	156
		Caña india	0	1	0	1	0,00	3,78	0,00	36,88	40,667	136
		Lirio amarillo	0	1	1	1	0,00	3,78	6,00	36,88	46,667	156
1	Plantas flo- tantes	Nenúfar	0	0	0	1	0,00	0,00	0,00	18,44	18,442	61
		Lechuga	0	0	1	1	0,00	0,00	2,40	18,44	20,842	69
		Jacinto	0	0	1	1	0,00	0,00	2,40	18,44	20,842	69
	Plantas de fondo	Ceratófila	0	1	1	1	0,00	3,78	2,40	18,44	24,625	82
		Ranúnculo	1	1	1	1	9,82	3,78	2,40	18,44	34,445	115
		Elodea	1	1	1	1	9,82	3,78	2,40	18,44	34,445	115
		Total especies	3	8	8	12					Total plantas	1472

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

En este documento se expresará el presupuesto aproximado de las actuaciones y materiales que hemos proyectado en la naturalización del estanque así como sus cantidades. Se debe hacer mención de que los precios unitarios siguen un dinamismo constante y que no se asegura que sigan siendo los reflejados aquí.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio/ud	Importe (€)
Un metro cúbico de escollera instalado y colocado con la vegetación asociada incluidos su transporte y medios auxiliares	200	m3	52,46	10492
Encargado de los trabajos	0,14	h	19,55	2,8
Peón de jardinería	0,42	h	16,67	6,98
Dumper autocargable	0,14	h	5,76	0,82
Retro-pala excav 75 CV	0,14	h	38,06	5,44
Mini-retroexcavhidrácad 1,2t	0,14	h	29,4	4,2
Piedra escollera 50kg, 30 km	2,03	Tm	13,44	27,22
Tierra vegetal cabeza s/cribar	0,5	m3	7,64	3,82
Materia orgánica seleccionada	0,01	m3	25,74	0,26
Medios auxiliares	0,02		55,14	1,1
Encargado de los trabajos	1	h	19,55	19,55
Peon de jardinería	5	h	16,67	83,35
Camión c/grúa 11-25 t	2,4	h	61,83	148,39
Retro-excav cad 51-70 CV	2,4	h	52,31	125,54
Motosierra gasol50/60cm 6,4/8,7 CV	0,5	h	3,75	1,88
Generador eléctrico c/taladro	0,1	h	4,3	0,43
Vaciaduro aguas limpias sin cargni tra	1	m3	6,44	6,44
Alambre de atar 3 mm	1	Kg	0,91	0,91
Clavazón	1,2	Kg	7,11	8,53
Acero corrugsoldablD=25,B-500S	2,4	m	3,42	8,21
Haya	1	Ud	165	165
Piedra granito en rama, 30 Km	0,1	Tm	12,26	1,23
Medios auxiliares	0,02		569,46	11,39
Total				11125,49

En este presupuesto no se incluye el material vegetal que se extraerá de los viveros municipales ya que de ello se encargará el equipo de investigación TAR.

En el caso de que se incluyera el material en el presupuesto, se tendría que sumar al total del presupuesto principal.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio/ud	Importe (€)
Enea	203	Planta	2	406
Carrizo	243	Planta	1,5	364,5
Paragüita	65	Planta	1,5	97,5
Cala	156	Planta	2,5	390
Lirios Am.	156	Planta	2	312
Caña Ind.	136	Planta	0,8	108,8
Ranúnculo	115	Planta	2,5	287,5
Nenúfar	61	Planta	5	305
Lechuga	69	Planta	1	69
Jacinto	69	Planta	1	69
Ceratófila	82	Planta	1	82
Elodea	115	Planta	2,5	287,5
Mano de obra	370	Horas	8,48	3137,6
				5916,4

PLIEGO DE CONDICIONES

Índice de contenido

1. Tiempo de inicialización30;

2. Instalaciones.....30;

3. Variación de resultados con la meteorología.....30;

4. Mantenimiento30;

5. Puesta en marcha.....30

1. Tiempo de inicialización

Dado que trabajamos con plantas, microorganismos y fauna local que introducimos en un entorno desde cero, no se prevé que proyecto funcione inmediatamente después de ser instalados todos los elementos necesarios. Datos de proyectos muy similares datan de la obtención de algunos resultados en el transcurso de dos meses. En ese tiempo se prevé que las plantas se adapten a su nueva posición junto con la orientación de sus hojas, las colonias de microorganismos se generen hasta un número que garantice cierta protección a las plantas y los animales establezcan su lugar dentro de este ecosistema.

2. Instalaciones

La instalación de la piedra de escollera se llevará a cabo por una subcontratación.

La escollera presentará la estabilidad deseada si cumple con la angulación de 45° con respecto a la base del estanque.

La piedra debe ser caliza y presentar porosidad alrededor del 0,3 y su forma debe ser heterogénea para permitir la vida en sus oquedades.

Las plantas deben ser instaladas en la disposición con la cual se distingan 3 hileras de plantas separadas por un espacio de 30 cm entre cada planta y otro 30 con la hilera/s adyacente. La/s otra/s hilera/s adyacente/s deben estar desplazadas a forma de enladrillado, de manera que las plantas tengan el máximo espacio disponible en esa separación.

Las escolleras deben presentar las medidas correspondientes y tienen que cubrir completamente las sinuosidades del estanque en el lugar que se les ha asignado.

Las cascadas deben asegurarse lo suficientemente como para que la potencia del agua no las muevan e impidan su función.

Las plantas deben colocarse en sus filas correspondientes en las escolleras correspondientes. El nivel más cercano al agua será el de las plantas flotantes, el segundo será de las de ornamentación y el tercero de las de ribera. Se instalarán conforme a las especificaciones, aislando especialmente a los paraguaitas por ser muy agresivos.

Las plantas de cada especie en cada escollera deben presentar cierto grado de heterogeneidad en cuanto a su edad de manera que se garantice la adaptación consolidada de la media en la edad reproductora.

Se asegurará la no obstrucción de las tuberías de succión con las escolleras.

3. Variación de resultados con la meteorología

Al trabajar con organismos vivos en un entorno expuesto a la intemperie es innegable que factor meteorológico tiene un peso sobre el proyecto. Es del todo seguro que si el tiempo presenta variaciones acusadas, esto tendrá una repercusión sobre nuestro sistema y puede alterar las expectativas de funcionalidad del mismo.

4. Mantenimiento

Nuestro sistema no es cerrado, por lo que habrá que ejercer las funciones que lo cerrarían con mantenimiento. Las especies de plantas llegado el fin de su vida, deben ser retiradas y sustituidas puesto que el ingreso de sus tejidos muertos al estanque podría crear otro episodio de eutrofización.

5. Puesta en marcha

Según las previsiones, las instalaciones deberían llevar un periodo de tiempo alrededor de un mes.

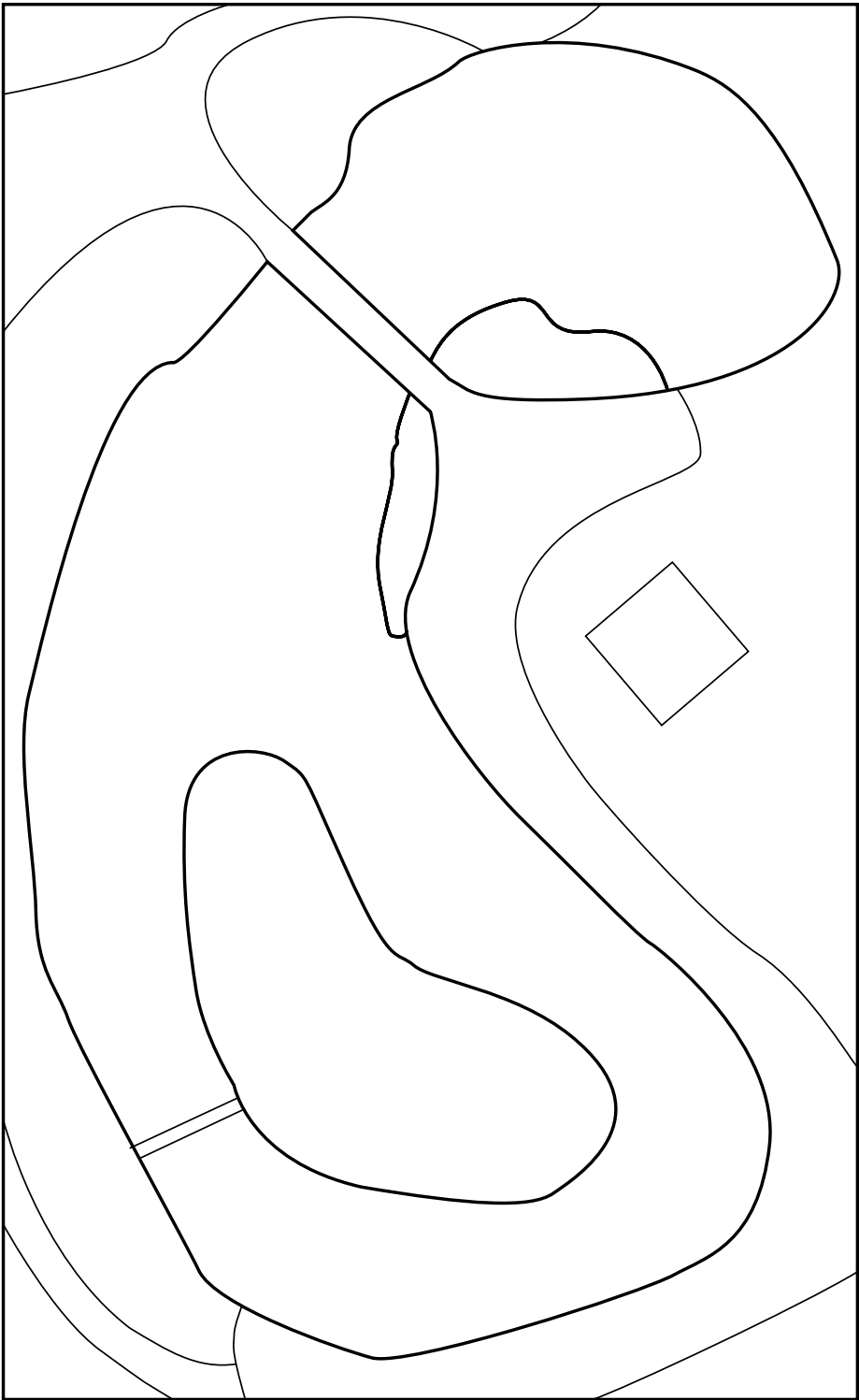
INFORME AMBIENTAL

El presente proyecto no dispone de un estudio de impacto ambiental puesto que tiene como propósito una actuación que pretende devolver precisamente la calidad ambiental a un entorno perjudicado en este aspecto. Por lo tanto toda interacción entre el medio físico y cada una de las fases del proyecto solo puede tener un resultado positivo.

PLANOS

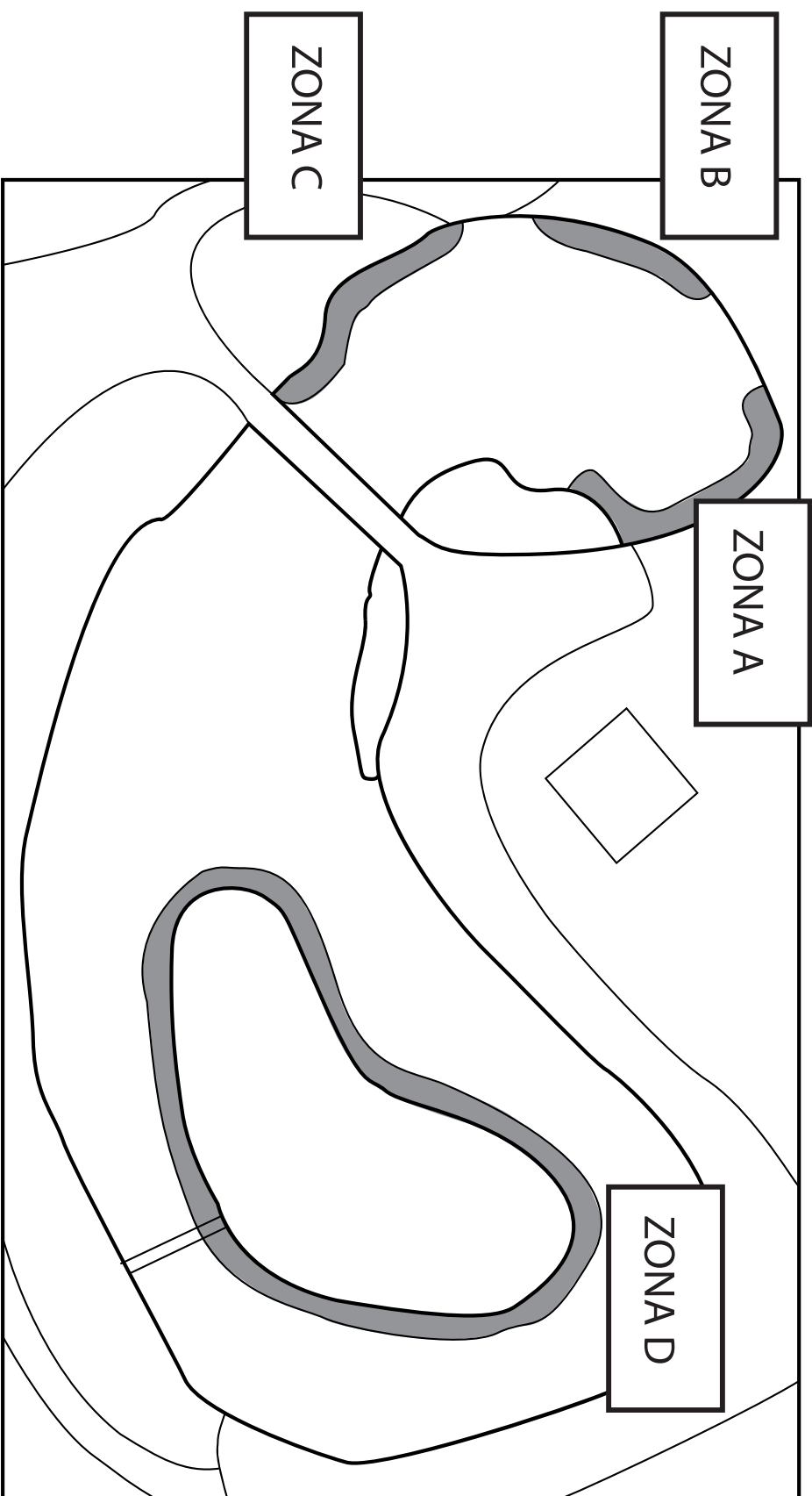


Plano 001 Situación original
Plano 002 Escolleras
Plano 003 Cascadas
Plano 004 Marco de plantación



Obra	
001	Renaturalización del estanque del Parque de los Príncipes
Actividad	
Situación actual	
Proyectista	
Feliciano Brioso López	
Fecha	
07/06/2016	

1:33,33

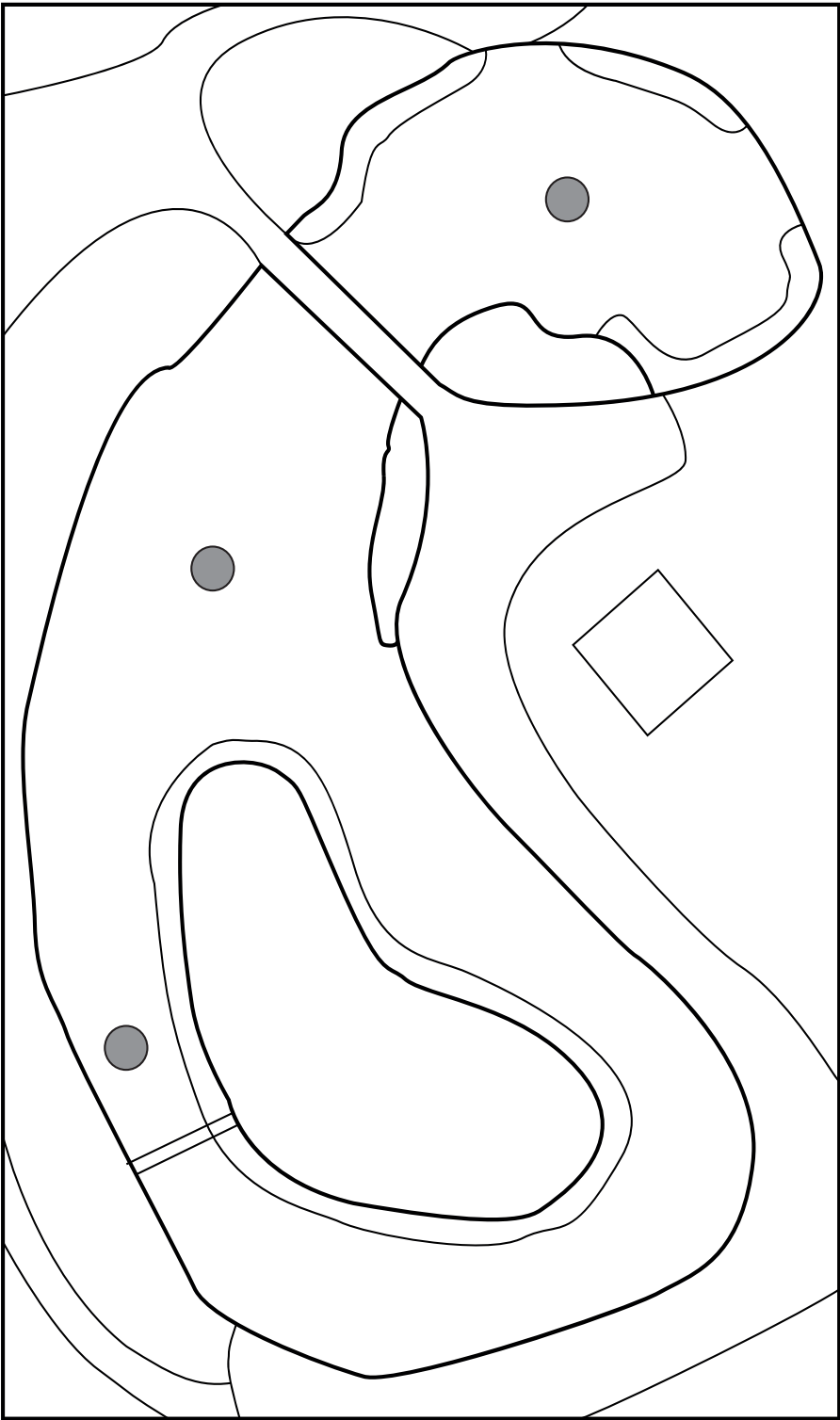


	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D
Distancia de banda (m)	19,64	11,35	12	110,65
Volumen de roca (m³)	20,11	11,62	12,29	113,28
Peso de roca (Kg)	34,03	19,66	20,79	191,70



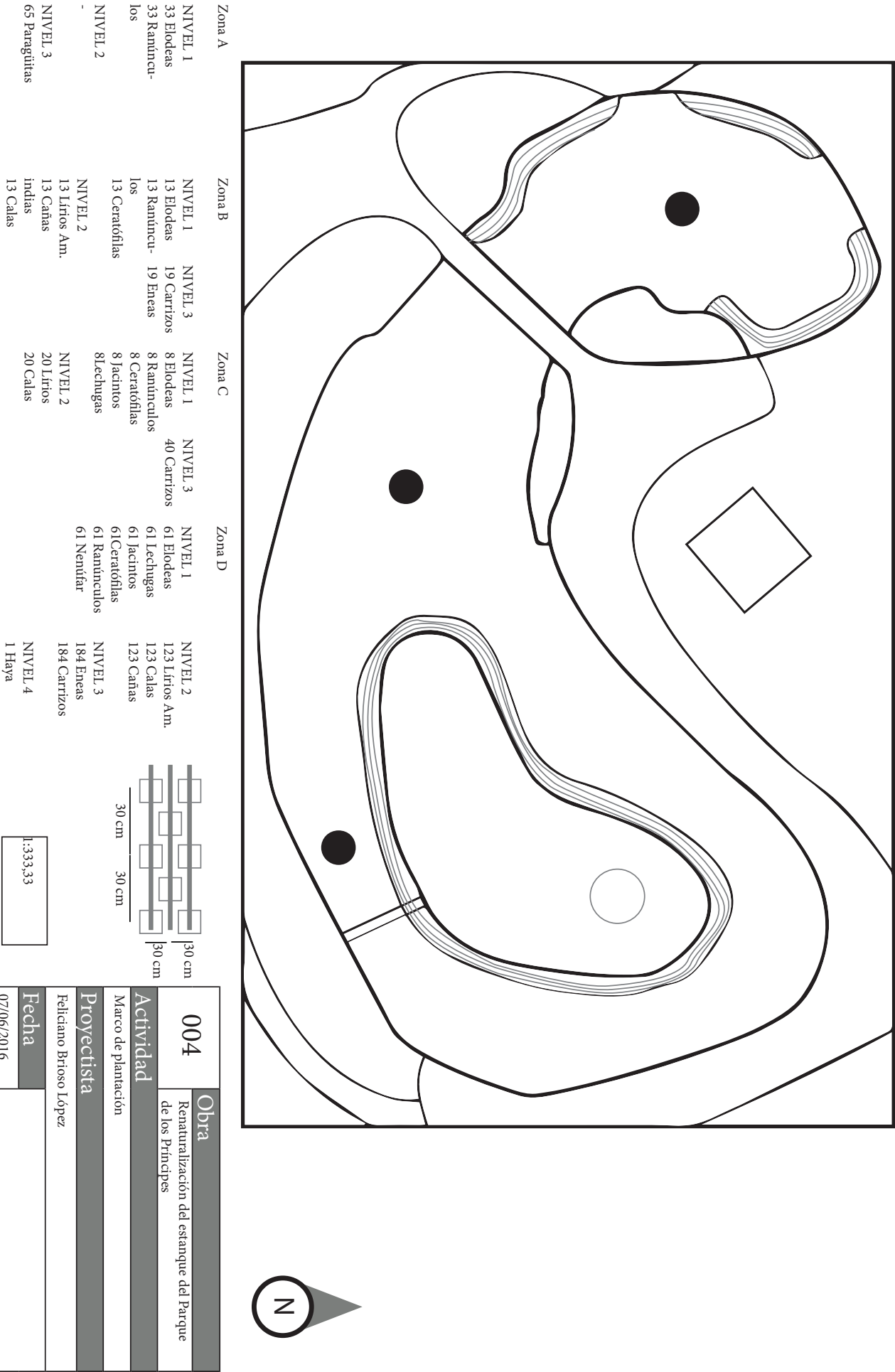
1:333,33

002	Obra
Renaturalización del estanque del Parque de los Príncipes	
Actividad	
Instalación de escollera	
Proyectista	
Feliciano Briso López	
Fecha	
07/06/2016	



Obra	
003	Renaturalización del estanque del Parque de los Príncipes
Actividad	
Instalación de cascadas	
Proyectista	
Feliciano Brioso López	
Fecha	
07/06/2016	

1:333,33



BIBLIOGRAFÍA

La siguiente bibliografía se consultó total o parcialmente a fecha de los meses de Marzo a Junio del 2016, pudiendo haber sido modificada posteriormente. Téngase en cuenta que al ser una tecnología bastante nueva, la cantidad de documentación que se tiene hasta la fecha es muy reducida.

· *Memoria de actuación para la mejora de jardines en Geolit. Naturalización de estanque central. Parque tecnológico Geolit. Menjíbar (Jaén).* Grupo TAR (2013)

· *Modelo matemático para el diseño de reactores biológicos.* Grupo TAR

· *Naturalización de estanques urbanos.* Grupo TAR

· *La huerta Hidropónica Popular.* Rafael Moreno R (Subdirector General de la FAO) (2003)

· *Manual técnico de hidroponia popular.* Instituto de nutrición de centro América y Panamá (INCAP/OPS) (1997)

· *Manual de Fitodepuración.* E. de Miguel, J. de Miguel y M.D. Curt (2009)

· *Filtro de macrofitas en flotación.* Vicente Juan Torres Junco. Macrofitas S.L. (2005)

· *Estudio de depuración mediante sistemas FMF.* Macrofitas S.L. (2009)

· *Propuesta de Renaturalización Arroyo Majalberraque.* M^a José de Armiñán Cerdera.

· <http://aula.aguapedia.org/mod/folder/view.php?id=3266>

· <http://aula.aguapedia.org/mod/folder/view.php?id=3274>

· <http://aula.aguapedia.org/course/view.php?id=204>

· http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/13749/mod_resource/content/1/Proyecto%20Naturalizacio%C-C%81n%20M%C2%AA%20Roci%CC%81o%20Rodri%CC%81guez%20%28II%29.pdf