



universidad
de león



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL
DESCAMPADO SITUADO EN ERAS DE RENUEVA**

**ECOLOGICAL RESTORATION OF THE FIELD
LOCATED IN ERAS DE RENUEVA**

Autor: Roque Rozas González

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

JULIO, 2020

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos	6
Zona de estudio	7
Climatología	8
Edafología.....	9
Pendiente	9
Fauna	10
Flora.....	10
Aspectos sociales	11
Problemática.....	12
Vertido de escombros	14
Incendios.....	14
Geomorfología.....	15
Suelo	15
Vegetación	16
Propuesta de restauración ecológica	16
Limpieza y eliminación de residuos	17
Remodelación geomorfológica.....	18
Diseño del sistema de drenaje	20
Revegetación	21
Acondicionamiento y señalización	22
Mantenimiento.....	23
Monitoreo y seguimiento.....	23
Cronograma	24
Conclusiones	24
Bibliografía.....	26
Anexo I.....	29
Anexo II.....	31
Anexo III	40

RESUMEN

Este documento, presenta una serie de propuestas que han sido creadas a partir de la problemática que se da en el descampado de Eras de Renueva, ya que, en este terreno se han dado procesos antrópicos, los cuales han servido para magnificar la degradación ya existente en la zona. Por este motivo, en este lugar no es posible que se vuelvan a dar procesos naturales por sí solos, de modo que necesitan la ayuda de la mano del hombre. Es por esto, por lo que se ha creado la propuesta de restauración ecológica. La finalidad, es dejar el terreno de manera lo más natural posible con todos los beneficios que trae consigo la restauración ecológica. Para ello, primero se ha tenido que entender la biología y ecología, tanto especies de animales, como vegetales, así como también entender los factores hidrogeomorfológicos, que han sido alterados por la mano del hombre, para poder adoptar la medida más adecuada. Lo que se pretende, es garantizar con las propuestas un uso correcto de procesos y funciones a largo plazo, disminuyendo la intervención humana y aumentar a su vez la economía de la zona.

Palabras clave: Restauración ecológica; ecosistema degradado; espacio de referencia.

ABSTRACT

This document presents a series of proposals that have been created from the problems that arise in the Eras de Renueva wasteland, since anthropogenic processes have occurred in this area, which have served to magnify the existing degradation in the zone. For this reason, in this place it is not possible for natural processes to return to themselves, so they need the help of human hands. This is why the ecological restoration proposal has been created. The aim is to leave the land as natural as possible with all the benefits that ecological restoration brings. To do this, first you have had to understand biology and ecology, both animal and plant species, as well as understand hydrogeomorphological factors, which have been altered by the hand of man, in order to adopt the most appropriate measure. What is intended is to guarantee with the proposals a correct use of processes and functions in the long term, reducing human intervention and increasing the economy of the area.

Keywords: Ecological restoration; degraded ecosystem; reference space.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se puede observar cómo los ecosistemas en todo el mundo han sufrido una degradación significativa, debida a impactos negativos sobre la diversidad biológica y los hábitats donde llevan a cabo su vida los seres humanos. Actualmente, se está viendo que protegiendo sólo las zonas críticas, no es posible conservar la biodiversidad biológica del planeta (Gann y Lamb, 2006).

Existen numerosas posibilidades y existe una evolución hasta nuestros días en el ámbito de la restauración, desde la visión más clásica, con metodologías y manuales marcados de antemano, hasta la actual Restauración Ecológica (RE) (Cuenca et al., 2016), que es el proceso que tiene como objetivo asistir a la recuperación de los espacios que han sido dañados, degradados o destruidos (Society for Ecological Restoration (SER) International, 2004; Creando Redes, 2018), a través de la mejora de la estructura, la composición y la funcionalidad de dicho ecosistema degradado (Aguirre *et al.*, 2013). La RE, ha demostrado ser más eficaz que la restauración tradicional, de manera que marca el punto de inflexión que se debe tener en cuenta, para un manejo exitoso de un ecosistema. Para conseguir llevarla a cabo, se deberá mejorar la conservación de la biodiversidad, así como también, la productividad de los ecosistemas en los que habita esta diversidad (Gann y Lamb, 2006).

Por otro lado, también se deben mejorar los medios de vida de las personas que viven o se benefician de dicho entorno, por lo que se tiene que facultar a la población de la zona, de manera que alcance de conocimientos ecológicos se involucre a todos los niveles en esta RE. Además, para que el manejo del ecosistema se produzca en buenas condiciones se debe optar porque la RE desempeñe un papel principal. El potencial de este tipo de restauración se ha empezado a reconocer hace relativamente poco tiempo (Gann y Lamb, 2006).

Uno de los aspectos más interesantes de la RE es la participación social, ya que en ella se da la oportunidad a los pueblos de reparar el daño ecológico, y también, de mejorar la condición humana, en cuanto a renovar las oportunidades económicas de la población, así como de reanudar prácticas culturales y tradicionales que al haber recuperado el terreno en el que se ejercían vuelven a entrar en uso. Además, permite retomar las aspiraciones que tenían las comunidades locales antes de que se produjera la degradación (Gann y Lamb, 2006).

Con todas las acciones llevadas a cabo por la RE, se da respuesta a muchos problemas ambientales planteados por las Naciones Unidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible

como pueden ser ciudades y comunidades sostenibles, acción por el clima y protección de vida de ecosistemas terrestres (Creando Redes, 2018).

Los ecosistemas son entes dinámicos, por lo que evolucionan y co-evolucionan con la actividad humana. Los planes de actuación en ellos, en el caso de que sean degradados, deben tener en cuenta esta evolución y ser modificados en respuesta a los resultados de los programas de seguimiento y monitorización establecidos a tal efecto (Calow, 1995).

Para llevar a cabo una RE en un espacio degradado, hay que tener en cuenta las interacciones que tienen lugar entre los diferentes organismos, estas implican múltiples niveles de organización biológica, importantes en todo lo concerniente a impactos ambientales. Con el fin de realizar una RE, lo primero que hay que hacer, es recopilar datos que permitan la caracterización ecológica del entorno. Después, se deberá tener en cuenta la monitorización a largo plazo. Y por último, hay que evaluar las interacciones entre aire, suelo, agua y ecosistemas, para dirigir la toma de decisiones, e indagar en la comprensión de la función y el cambio de los ecosistemas en un mundo en evolución (Hernández y Pastor, 2008). En este sentido, algunos aspectos a tener en cuenta en la RE, según Hernández y Pastor (2008), son:

- El conocimiento, la intensidad de la perturbación y el tamaño del área en el que se encuentra afectada la sucesión ecológica.
- El conocimiento de cómo las especies se relacionan entre sí y como las afecta el binomio perturbación-sucesión.
- El análisis entre la perturbación y la estabilidad del ecosistema, conociendo las capacidades que los organismos tienen de aguantar en una perturbación.
- El estrés que pueden crear ciertos contaminantes en los seres vivos.
- Las estrategias ecológicas, (estas pueden ser la “r” y la “k”), existentes en la zona.
- El grado de adaptación, tolerancia y capacidad que tienen las poblaciones de aguantar una perturbación.

Cuando se comprueba que el medio no necesita ayuda para recuperarse, se puede dejar actuar a la naturaleza por si sola, sin ninguna actuación, únicamente un monitoreo para controlar la evolución del medio. Pero cuando un ecosistema está muy degradado, alcanza el umbral de irreversibilidad y no puede retornar a un estado aceptable por el solo, se necesita la actuación humana, para que el ecosistema vuelva a ser funcional (Aguirre *et al.*, 2013). Por todo ello, podemos hablar de dos tipos de RE: por un lado, la RE activa, que consiste en que el hombre actúa directamente sobre la estructura y las características que tiene ese sistema degradado, con

el fin de garantizar la existencia de un ecosistema estructurado y funcional, un ejemplo de esta RE activa, sería realización de siembras (Lozano-Botache y Bonilla Vargas, 2016). Y por el otro lado, la RE pasiva, que se centra en eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema se pueda recuperar por si solo de la degradación, mediante la regeneración natural (SER, 2004).

Con todo ello, los pasos a tener en cuenta para llevar a cabo una RE según Vargas (2007), son:

1. Establecer o definir un ecosistema o comunidad de referencia.
2. Evaluar el estado en el que se encuentra actualmente el ecosistema o comunidad.
3. Definir las escalas y niveles de organización.
4. Establecer las escalas y jerarquías de los disturbios que afectan a la zona.
5. Lograr que participe la comunidad.
6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema.
7. Establecer las barreras de la restauración a diferentes escalas.
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración y con su correcto manejo, lograr que se propaguen.
9. Seleccionar sitios potenciales a ser restaurados.
10. Diseñar estrategias para la RE.
11. Monitoreo, seguimiento y evaluación del proceso de RE.
12. Consolidar el proceso mediante la difusión de resultados.

Para realizar la presente propuesta de RE en el descampado de Eras de Renueva en León, nos basaremos en estudios de otros terrenos similares, en los cuales se haya realizado una RE exitosa, analizando los métodos que pueden ser más factibles de ser replicados y llevar a la práctica en el descampado propuesto en este proyecto, que muestra el resultado de la actuación antrópica negativa sobre este territorio.

Según la SER (2004), hay cuatro tipos de aspectos fundamentales a tener en cuenta cuando se trata de desarrollar un proyecto de RE, que son:

-En primer lugar, se debe hacer un diagnóstico ecológico del lugar, que consistirá en descubrir los motivos por los que el ecosistema está degradado, y para ello tendremos que identificar los procesos ecológicos bloqueados o alterados (Creando Redes, 2018). Los procesos ecológicos que están alterados en la zona, son el ciclo del agua, ciclo de los nutrientes, flujo de energía y sucesión (CONABIO, 2019).

-En segundo lugar, se tiene que determinar un ecosistema de referencia, que sirva de modelo para planear el proyecto de restauración y analizar su estructura y comportamiento, de manera que podamos orientarnos a la hora de empezar la RE y para poder realizar posteriormente su evaluación (SER, 2004; Creando Redes, 2018). En este caso utilizaremos el Monte San Isidro, que es un espacio que se encuentra en las inmediaciones de la ciudad de León y que ha sido declarado como Zona Natural de Esparcimiento el 10 de junio de 2013 (Junta de Castilla y León, 2012). Según la definición es “un área de ambiente natural de fácil acceso desde núcleos urbanos en la cual se pretende proporcionar a la población un lugar de descanso, recreo y esparcimiento, de modo que todo esto pueda ser compatible con la naturaleza y que evite que los usuarios vayan a espacios naturales más frágiles” (Consejería de Fomento y Medio Ambiente, 2013).

El monte San Isidro, posee unas características muy similares a Eras de Renueva debido a su proximidad, algunas de ellas pueden ser el clima, el suelo o la vegetación, entre otras por lo que sirve como punto de referencia para la elaboración de la propuesta de RE, por los excelentes resultados obtenidos.

En dicho lugar, se llevaron a cabo una serie de actuaciones, como aprovechar el suelo que se extrajo de la construcción del hospital, el cual, era un suelo con las mismas características que el monte San Isidro. Se diseñaron formas más suaves y naturales del terreno, se creó un sistema hídrico de recogida del agua de escorrentía para evitar la erosión y se añadieron mantas orgánicas para evitar la erosión, y así, proporcionar un soporte a las semillas empleadas para la revegetación. Estas semillas utilizadas en la siembra, fueron de especies propias de la zona. También, se potenció la entrada de la fauna al crear un bebedero en la zona de embalsamiento estacional que recoge las aguas de escorrentía. Estas son, entre otras cosas, las principales medidas empleadas en el monte San Isidro, las cuales tendremos en cuenta para nuestra propuesta de RE.

-En tercer lugar, hay que llevar a cabo una gestión adaptativa. Esta, consiste en realizar un seguimiento, y en algunos casos, replanificar las acciones previstas, ya que cuando se restaura, se modifican las condiciones del espacio, y por esta razón, se tiene que evaluar si se están obteniendo los resultados esperados, o por el contrario, se alejan del objetivo propuesto (Creando Redes, 2018). Este seguimiento, se debe planificar a diferentes escalas espacio-temporales, y el proceso de evaluación debe hacerse a corto, mediano y largo plazo. Además,

los indicadores, deben permitir la repetición de toma de datos a largo plazo (Aguilar-Garavito & Ramírez, 2015).

-Por último, la RE tiene en cuenta el aspecto social, ya que mejora la calidad de vida de los usuarios, permitiendo que puedan beneficiarse del uso de este espacio.

Es necesario que tras la realización de la RE, durante un tiempo variable, se lleve a cabo una fase de seguimiento o monitoreo, que nos permita comprobar la evolución de la RE. Según Herrick *et al.* (2006), para plantear un programa de seguimiento en un programa de RE hay que seguir una serie de pasos:

1. Definir los objetivos de restauración y del monitoreo.
2. Zonificación de restauración diferenciando las unidades de actuación.
3. Diagnóstico del estado del ecosistema antes y después de implementar las técnicas y las estrategias de restauración.
4. Selección de metas, criterios, indicadores y cuantificadores, así como de la metodología para la toma y el análisis de información.
5. Selección de lugares de muestreo por unidad de actuación
6. Establecimiento de las plataformas para la toma de datos del acuerdo de periodicidad establecida.
7. Toma y análisis de datos del monitoreo a corto plazo.
8. Ajustes de manejo (técnicas de restauración) adaptativo de acuerdo con los resultados del Programa de monitoreo de corto plazo.
9. Repetición de la toma de datos y análisis de los resultados del programa de monitoreo y seguimiento a mediano plazo. Se compara el estado actual y de los años anteriores, buscando identificar los cambios identificables desde los datos del monitoreo de corto y mediano plazo.
10. Uso de modelos de estados y transiciones para interpretar los datos de evaluación y seguimiento relacionados con las metas y objetivos de restauración. Ajuste de metas de restauración y de las técnicas y estrategias de restauración.

El seguimiento del proceso de la RE es esencial en todo proyecto, ya que se pueden ver los resultados, permite comprobar si se han conseguido los objetivos y si se puede continuar o si hay que reajustar la RE (Comín, 2002).

Como podemos ver en el Anillo Verde de Vitoria, el monitoreo tras la recuperación de estos espacios, ha permitido avanzar en el conocimiento de la biodiversidad de los parques, ayudando

a establecer pautas de gestión y mantenimiento respetuosas con la conservación de los valores naturales, los cuales aportan la protección de enclaves que tienen un especial valor ambiental (Aguado *et al.*, 2013).

En la cantera de Campredó situada en Tortosa, Cataluña, también se llevó a cabo el seguimiento de la RE, y se tuvo en cuenta la monitorización de una serie de indicadores, entre los que se encuentran: la erosión del suelo y la riqueza de aves existentes, así como la reproducción de estas especies. Al concluir el seguimiento, se constató que se había realizado correctamente la RE, ya que se pudo comprobar la presencia de especies objeto de recuperación en este proyecto (CEMEX, 2013).

Otro punto importante de la RE, es que si se lleva a cabo correctamente la RE, necesitará un mantenimiento mínimo e incluso inexistente tras los primeros años, permitiendo que el espacio sea autónomo en su funcionamiento, pudiendo aportar, de esta manera, valores de conservación ambiental y eco-empredimiento, así también como herramienta de educación ambiental y producción ecológica, la cual se puede asociar al ecoturismo (Creando Redes, 2018).

Es necesario puntualizar que el presente estudio se centra en la realización de una propuesta de RE, teniendo en cuenta sólo el aspecto medioambiental y que formaría parte de lo que sería un proyecto de restauración. Este proyecto conllevaría la participación de un nutrido grupo multidisciplinar, en el que como titulado en CCAA, podría participar en los aportes que se consideran en esta memoria.

OBJETIVOS

Con la presente propuesta se pretende de forma general lograr la recuperación del espacio descampado Eras de Renueva, tanto desde el punto de vista medioambiental, como del uso y disfrute de la población circundante, usuaria de dicha zona. Para lograr este objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar la caracterización ecológica de la zona.
- Analizar los problemas y las causas de la degradación.
- Proponer un conjunto de actuaciones que favorezca la biodiversidad y mejora del establecimiento de comunidades complejas, que incluyan distintos grupos funcionales a largo plazo, disminuyendo la necesidad de intervención humana y aporte de recursos externos

- Favorecer el uso por parte de la población de la ciudad y revalorizar ambiental y socialmente los barrios periféricos.

ZONA DE ESTUDIO

Localización

Pese a la denominación de “descampado Eras de Renueva”, la zona de estudio realmente está ubicada entre el barrio de Eras de Renueva, barrio joven y dinámico de la capital leonesa, y el barrio de Cantamilanos, que es un barrio pequeño y con una población que presenta importantes problemas sociales sobre todo de inseguridad (Noticiascyl, 2019). Ambos barrios pertenecen a la ciudad de León, y se encuentran situados al norte de la misma (Figura 1).



Figura 1: Situación del área de estudio denominada “descampado Eras de Renueva”. (Fuente. Google Earth y ArcGIS- Elaboración propia).

Se encuentra a una altitud de entre 898 msnm y 856 msnm (Google LCC, 1998). Al norte limita con el municipio de Sariegos, por el este limita con la avenida Padre Isla, al sur con el Ensanche de León y por el oeste con el río Bernesga. El barrio cuenta con una superficie de 800.000 m²,

y empezó a construirse en los años 60, anteriormente había sido un barrio dedicado por completo a los cultivos (Visita León, n.d.).

En concreto nuestra zona de estudio, es un descampado, una zona que podríamos denominar periurbana, la cual está prácticamente rodeada de edificaciones. Se encuentra encuadrada entre dos importantes carreteras como son la Ctra. Asturias (N-630) y la carretera de Carbajal (LE-5504). La zona tiene una extensión de 285,752 m², un perímetro de 2.191,6 m y cuenta con un desnivel desde el punto más alto al más bajo de 42 m. (Figura 1).

Climatología

Como puede observarse en el diagrama de la figura 2, la temperatura media anual de la ciudad de León es de 11,2°C, datos obtenidos entre 1981 y 2010 (ITACyL Portal Web, n.d.).

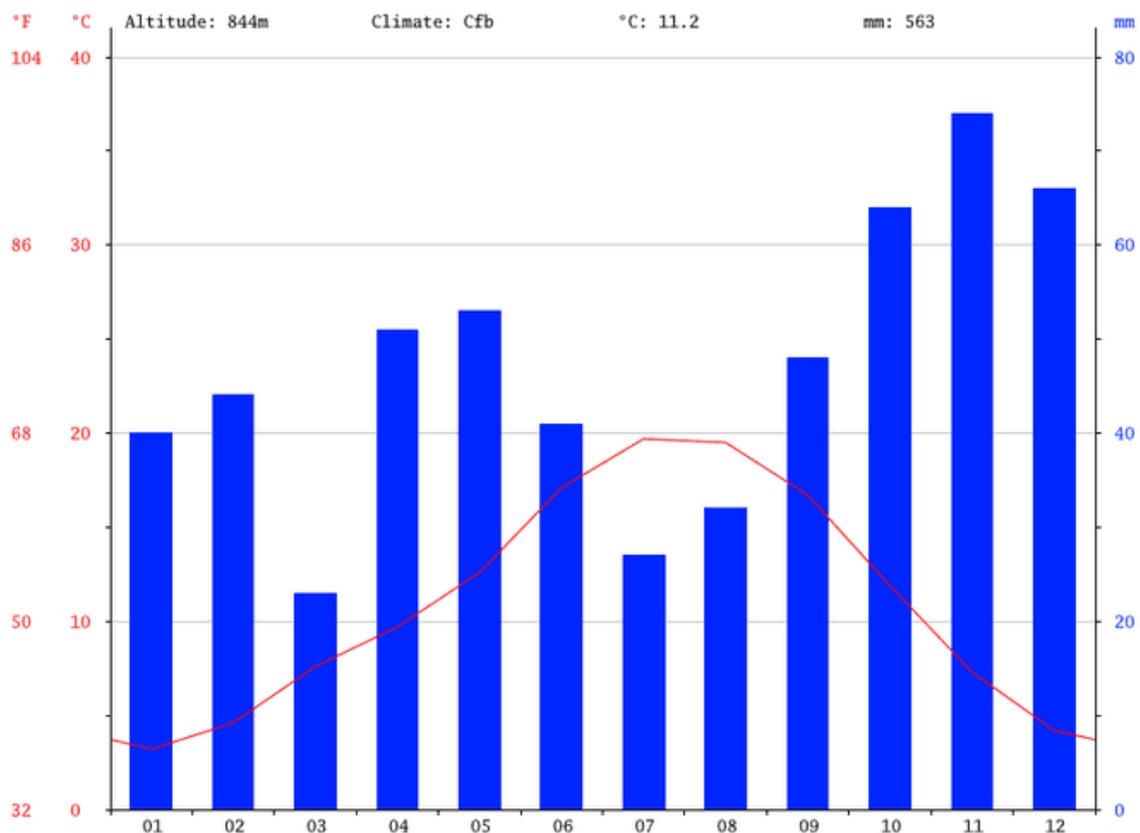


Figura 2. Climograma de León. Fuente. www.climate-data.org

En León la media de acumulación anual es de 563 mm, la precipitación acumulada según la estación en la que estemos es diferente: en primavera tiene un valor de 145 mm, en verano 107 mm, en otoño 204 mm y en invierno 107 mm (ITACyL Portal Web, n.d.). Además, podemos

observar un período de estío marcado en los meses de julio y agosto, meses en los que las precipitaciones son mínimas, con valores que oscilan en torno a los 30 mm mensuales y temperaturas medias, se quedan ligeramente por debajo de los 20 °C.

Edafología

Los suelos en la ciudad de León, cuentan con una materia orgánica de entre 1,51% y un 2%, según su clasificación granulométrica, se trata de un suelo que está dentro de la clasificación textural franco arenosa, moderadamente gruesa, cuyo peso está compuesto entre un 51% y un 70% de arena fina, entre el 20,01% y 40% de limo y entre un 10% y 16% de arcilla (ITACyL Portal Web, n.d.).

Con respecto a las propiedades hidráulicas del suelo cuenta con: una humedad de saturación, de entre el 42,01% y el 43%; una capacidad de campo de entre el 22,1% y el 25%; un punto de marchitez que oscila entre 10,1% y 12%. Además, la capacidad de retención de agua, que depende de su textura y estructura, y que es importante para conocer la disponibilidad de agua para las plantas, es de entre 10,1% y un 12%; la permeabilidad se encuentra entre 545,01 a 850 mm/día (ITACyL Portal Web, n.d.).

Con respecto al suelo de la zona analizada exactamente podemos observar que son suelos con Conglomerados polimícticos (cantos calcáreos y silíceos) arenas y limos con concreciones carbonatadas, en el cual podemos ver, en la zona superior, gravas silíceas provenientes de terrazas medias del pleistoceno-holoceno ver en anexo 1(Figura A1) (Junta de Castilla y León, 2020). Por otro lado, tiene un pH tirando a básico que esta entre 7,4 y 7,7 (ITACyL Portal Web, n.d.).

Pendiente

En cuanto la pendiente de la zona podemos diferenciar dos zonas, una en la que la pendiente oscila entre 15° y 45°, y la otra es una superficie prácticamente llana, la cual se encuentra ubicada en la cumbre de la zona de estudio ver en anexo 1(Figura A2).

Fauna

Los animales son muy sensibles a las perturbaciones en un hábitat, por esto pequeños cambios hacen que varíe considerablemente la fauna del propio lugar (Fauna y Flora en Castilla y León, n.d.).

Debido a que es una zona que está anexa a la ciudad, se puede observar poca fauna salvaje. Esta fauna estaría compuesta por algún conejo (*Oryctolagus cuniculus*), de los cuales se pueden ver las madrigueras. Con respecto a las aves, se puede observar avifauna urbana como milanos negros (*Milvus migrans*) y reales (*Milvus milvus*) según el momento del año, cuervos (*Corvus corax*), urracas (*Pica pica*), gorriones (*Passer domesticus*), entre otras especies, las cuales acuden a alimentarse. Hay una serie de especies que se han acostumbrado precisamente a esta proximidad con los seres humanos, como pueden ser: las ratas (*Rattus rattus*), las lagartijas roqueras (*Podarcis muralis*), las palomas (*Columba livia*) o hasta incluso los mismos gorriones (*Passer domesticus*). En cuanto a los insectos, se encuentra una amplia diversidad de esta clase, ya que hay muchas especies que se han habituado perfectamente a vivir en las zonas de escombros, las cuales ocupan la mayor parte de este lugar (Nieto Nafría & de Garnica Cortezo, n.d.).

Se pretende que después de la RE, tenga lugar en esta zona la introducción de forma natural de especies típicas de la zona, como se ha podido observar en el monte San Isidro en la cual las especies vistas son muy variadas y relativamente abundantes como se puede ver en anexo 1 (Tabla 1) (Junta de Castilla y León, 2012).

En el Monte San Isidro también se han detectado 17 especies insectívoras (Junta de Castilla y León, 2012), las cuales, podrían habitar en la zona de estudio. Estas, junto al resto de fauna vista, proporcionarían una gran riqueza faunística a la zona.

Flora

En concreto, nuestra zona de estudio está situado según el Mapa de Series de Vegetación de Rivas-Martínez, en la Región Mediterránea, Piso supramediterráneo dentro de las series 18a y 22a, caracterizadas por *Quercus pyrenaica* y *Luzulo forsteri* y por *Quercus rotundifolia* y *Juniperus thurifera* respectivamente (Rivas-Martínez *et al.*, 1987). En cuanto a su composición florística, esta se caracteriza por su aclimatación a períodos de sequía y calor estival. Por ello, la vegetación potencial de la zona son especies arbóreas como roble melojo (*Quercus*

pyrenaica) y encina (*Quercus rotundifolia*), y arbustivas como *Crataegus mongyna*, *Rosa canina*, *Erica australis*, *Calluna vulgaris*, *Daphne gnium*, etc... y herbáceas como *Dacylis hispanica*, *Agrostis castellana* y *Trisetum ovatum*.

Debido precisamente al gran deterioro observado, la diversidad vegetal actual es reducida, con numerosas especies de herbáceas como *Bromus rigidus*, *Festuca rubra*, *Arenaria montana* (Anthos, n.d.),.... También se pueden observar cardos, por ejemplo *Carduus carpetanus*. Además, la gente en primavera acude a observar orquídeas como puede ser *Ophrys sphegodes*. En cuanto a la vegetación de mayor porte se pueden ver pequeños matorrales *Calluna vulgaris*, *Halimium umbellatum* y *Genista florida*. Como especie introducida arborea, en la zona sur oeste del estudio se puede observar la existencia de una plantación de pinos (*Pinus pinea*).

En la zona ubicada en la cima, cuando llueve se forman dos pequeñas lagunas en las cuales varía la vegetación, ya que aparecen especies ligadas al agua.

Aspectos sociales

Eras de Renueva, es uno de los barrios más nuevos de la ciudad de León. Como todo barrio nuevo, se caracteriza por tener grandes edificios residenciales, con estructuras modernas y contemporáneas. También consta de grandes espacios con jardines y peatonales que en la antigüedad eran zona de cultivo (Eras de Renueva, n.d.).

El otro barrio colindante es Cantamilanos, que es un barrio más antiguo, se creó décadas atrás. Su población tiene una elevada edad media en su mayoría. Actualmente, consta de unos 600 vecinos, a los que les faltan los servicios que se podrían obtener en un barrio normal, como puede ser supermercado y centro de salud entre otros. Debido a esta circunstancia, se ven obligados a hacer vida fuera del barrio y solo regresen al domicilio para pasar la noche. (Diario Leonés de información general, 2017).

Aunque la zona de estudio abarca una gran superficie, existe una mala o nula gestión de este espacio. Pese a las condiciones en las que se encuentra este lugar, la gente solo lo utiliza para pasear, sobre todo con sus mascotas. Debido a su gran extensión se le podrían dar más usos, como por ejemplo, actuar como lugar de esparcimiento, debido a la cercanía con la ciudad.

Se propondrán acciones encaminadas a los usuarios como pueden ser campañas de concienciación y campañas de plantación a cargo de los vecinos, como se ha hecho en algunos lugares. Esto consiste en que cada persona apadrina un árbol al que deberá cuidar. Por último,

se propondrá hacer reuniones para saber la opinión de la gente con respecto a la evolución de la zona

PROBLEMÁTICA

En la zona de estudio se pueden apreciar diferentes problemas que ocasionan su degradación (Figura 3).

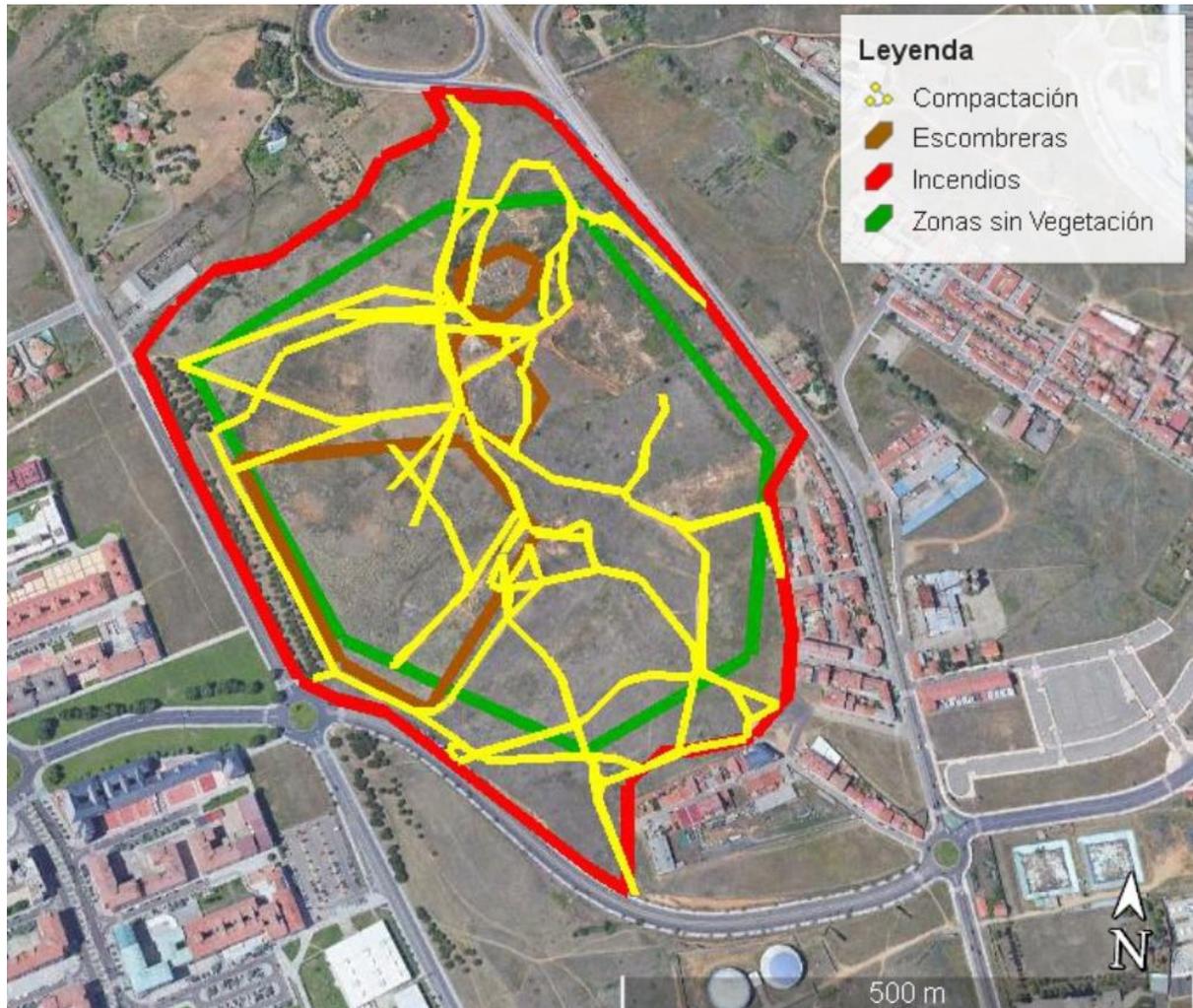


Figura 3. Mapa con la problemática. Fuente. Propia - Google earth.

Los procesos ecológicos que están alterados en la zona son: el ciclo del agua, ciclo de los nutrientes, flujo de energía y sucesión (CONABIO, 2019).

En primer lugar, en la zona de estudio se puede observar como el ciclo del agua está bloqueado debido a que, al no haber plantas, cuando llueve se produce una escorrentía superficial, la cual produce pérdida de suelo, lo que no permite a las plantas aprovechar el volumen total de agua

caída y esta se pierde. Se reconoce que el ciclo del agua es ineficiente debido a: la exposición del suelo, degradación de su materia orgánica, falta de diversidad en la estructura y profundidad de las raíces y las cárcavas producidas por la erosión del agua (Álvarez de Toledo, 2008). Se puede observar un caso en el cual, gracias al Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua, empleado en México, que tiene como objetivo final la RE, se utilizan una serie de acciones, que retienen la humedad en el suelo para que la vegetación la pueda aprovechar, y así, restablecer el ciclo hidrológico (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Pronatura, 2007).

En segundo lugar, el ciclo de nutrientes, se ve alterado por la acumulación de escombreras y la extracción de minerales, los cuales, entre otras cosas, producen: un suelo desnudo y encostrado, que causa deficiencia de oxígeno, raíces sin desarrollo, menos actividad biológica y una estructura deficiente que provoca que haya menos cubierta vegetal agua (Álvarez de Toledo, 2008). Como se ha podido ver en Andalucía, en suelos de vega del Corredor Verde, empleando 21 parcelas de muestreo, con una serie de procesos biogeoquímicos con suministro de nutrientes y reciclaje de la materia orgánica, se han obtenido buenos resultados de RE en la mejora de ciclo de nutrientes del suelo (Carreira *et al.*, 2008).

En tercer lugar, con respecto al flujo de energía, permite a las plantas capturar energía del sol y hacerla comestible por la fotosíntesis. Al gestionar de manera correcta esta energía, se aumenta el tiempo de crecimiento de la vegetación, así como su densidad y el área foliar de estas plantas para una mayor captación. Se sabrá qué flujo de energía está equilibrado y podrá perdurar en el tiempo, si se tienen suelos cubiertos de vegetación, si hay gran variedad de plantas y si existe un gran variedad de microfauna y fauna (Álvarez de Toledo, 2008).

Por último, en el proceso de sucesión hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea la complejidad mayor será la estabilidad, biomasa, diversidad y riqueza (Álvarez de Toledo, 2008). En la RE con una aplicación práctica en las etapas sesionales, partiendo de las especies pioneras y acelerando los procesos naturales, como pueden ser por trasplantes o por siembra de semillas, permitirá que el desarrollo del ecosistema se produzca de manera lo más natural posible (Zuleta *et al.*, 2015).

Por todo lo anterior, se puede hablar de varios problemas que se pueden ver reflejados en las imágenes del anexo 2.

Vertido de escombros

En un análisis visual de la zona, se observa, que el lugar ha sido empleado como escombrera y nos encontramos unos montículos de esos estériles de construcción, así como también restos de lavadoras y otros electrodomésticos (Anexo 2-Figuras A3, A4, A5 y A6). Ladera abajo, se pueden observar residuos de construcción y demolición, estos materiales provocan, a parte de un efecto visual negativo, una compactación del suelo que no deja que se asienten poblaciones de plantas. Se puede observar cómo hay un gran número de acumulaciones de estos depositadas en forma de montículos, pudiéndose ver un gran número de ellos situados unos al lado de los otros. Estos montículos no dejan crecer la vegetación, y hacen que el suelo pierda sus propiedades empeorando su estructura. Sobre todo, se pueden visualizar los montículos de escombros en la cima y al pie de la colina, en la parte oeste (Anexo 2-Figura A7).

También podemos ver en zona más elevada, restos de neveras y otros electrodomésticos, que la gente ha dejado abandonados en el lugar, los cuales crean problemas de contaminación por las sustancias químicas que presentan y que, a través de la lixiviación, no solo pueden contaminar el agua, sino también el suelo, alterando e impidiendo el correcto funcionamiento de los ciclos biológicos.

Incendios

En el lugar de estudio, a lo largo de los últimos años, y de forma reiterada se producen incendios (Diario de León, n.d.), con la problemática que estos suponen, como se puede observar en el anexo 2 (Figura A4).

También, se ha podido observar que los lugares en los que se han quemado residuos, afectan a las características edáficas de este lugar, tanto en el mismo momento en el que se produce el incendio por el calor recibido, como de manera indirecta por la alteración de las propiedades del suelo. Generalmente, al producirse una quema se provoca un aumento del pH y de la conductividad eléctrica debido al aporte de cationes. La cantidad de materia orgánica después de haberse quemado algo en el suelo, viene dada dependiendo de la intensidad y la severidad del fuego. La pérdida de materia orgánica, hace que aumente la erosionabilidad del suelo y también se pierdan los complejos arcillo-húmicos. Además, aumenta la hidrofobicidad, ya que la infiltración del agua en estos lugares suelen darse de manera retardada o incluso verse impedida (Turmero, 2013).

Erosión hídrica

En los meses que hay más precipitaciones, se puede ver como la escorrentía que se crea forma grandes surcos en el suelo, lo cual impide que se asienten las plantas, ya que arrastra las semillas y también altera el suelo por el que pasa como se puede observar en el anexo 2 (Figura A8). Estas zonas geomorfológicamente alteradas, tienen más riesgo de que se produzca erosión hídrica, lo que condiciona los procesos ecológicos que conducen a que la vegetación se pueda establecer y desarrollar en el lugar. Hay aspectos interesantes relacionados con la erosión hídrica en las laderas (Valladares et al., 2011):

1. En primer lugar, pueden crear surcos superficiales que conforman una red por donde circula el agua de escorrentía, si se produce esa situación, la sucesión ecológica queda bloqueada en gran medida, impidiendo a la gran mayoría de la vegetación que se implante.
2. En segundo lugar, laderas con surcos superficiales interrumpidos por la geomorfología existente y por las formas de sedimentación, en los cuales la vegetación se desarrolla en manchas discontinuas, que se asocian a áreas en las que se exporta e importa escorrentía y sedimentos.
3. Por último, laderas sin geoformas asociadas a procesos de erosión-sedimentación, que presentan matorrales facilitadores, que controlan el flujo de agua, sedimentos y permiten a las especies asentarse.

Geomorfología

Podemos observar cómo en todo el lugar presenta numerosas zonas de extracción de áridos, ya que hace años existían fábricas de tejas y ladrillos que se nutrían de zonas aledañas, esto ha provocado que se formen una especie de lagunas preferentemente en otoño e invierno.

Como se ha comentado anteriormente, al retirarse el sustrato se han creado zonas de geomorfología inadecuada, en las que puede haber una elevada pendiente, como se puede observar en anexo 2 (Figura A9).

Suelo

Otro problema con el que se encuentra esta zona, son las personas que utilizan motos de motocross y bicicletas de montaña, las cuales, al pasar de forma reiterada por los mismos lugares crean una gran compactación del suelo y la consecuente pérdida de porosidad de este,

como podemos ver en el anexo 2 (Figuras A13, A15 y A16). Aparecen fenómenos erosivos por la acción del agua y elimina el horizonte con capa orgánica, ya que, es el más vulnerable a las presiones físicas.

Por otro lado, en lo referente a la vegetación de la zona, se produce un aplastamiento y ruptura de los brotes nuevos. La alteración de las propiedades edáficas, también afecta a la vegetación, con la consecuente pérdida de la cubierta vegetal, cambios en la diversidad de la flora, y abundancia de especies. Estas actividades pueden igualmente afectar a la fauna, tanto por la sucesión de atropellos o por el cambio de las poblaciones, al verse afectado su comportamiento.

Por último, vemos cómo afecta a las características fisicoquímicas del agua de escorrentía, de manera que hace que aumenten los nutrientes que esta arrastra, los sólidos en suspensión y desciende la concentración del oxígeno disuelto esto afecta de manera directa a la productividad de las plantas (Martí Boada *et al.*, 2005).

Vegetación

El problema más evidente, es que la vegetación no puede desarrollarse en la zona por la erosión, compactación y quemas que se producen. La erosión se origina, sobre todo, por la acción erosiva de agua y viento, que impide a las plantas asentarse en el lugar (Anexo 2 - Figura A8, A10 y A14). Este problema se puede observar prácticamente por toda la zona de estudio.

Por otro lado, se observa en la zona más cercana a la carretera, como se ha hecho una plantación de pinos (*Pinus pinea*) como podemos ver en anexo 2 (Figura A17 y A18), los cuales no forman parte de la vegetación propia de la zona y crean problemas como la acidificación del suelo, cambiando su estructura física y química, lo que provoca que se vuelvan menos fértiles para la vegetación autóctona.

PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Estudiando cada una de las problemáticas, se llega a la conclusión de que para cada problema, se deber realizar una serie de actuaciones y tratamientos, teniendo como punto de referencia la imagen del monte San Isidro. Para llevar a cabo esta restauración, se realizará una intervención mínima, teniendo en cuenta las características climáticas y bioclimáticas del terreno. De estas características dependen directamente los seres vivos que se puedan asentar en dicho territorio.

También, se tendrá en cuenta la geomorfología del terreno ya que es importante tener en cuenta la forma del relieve y los procesos y estados del mismo, ya que estos transforman constantemente la superficie.

Para esta propuesta, se propondrán las actuaciones que podemos ver en la Figura 4 y que se comentan a continuación:

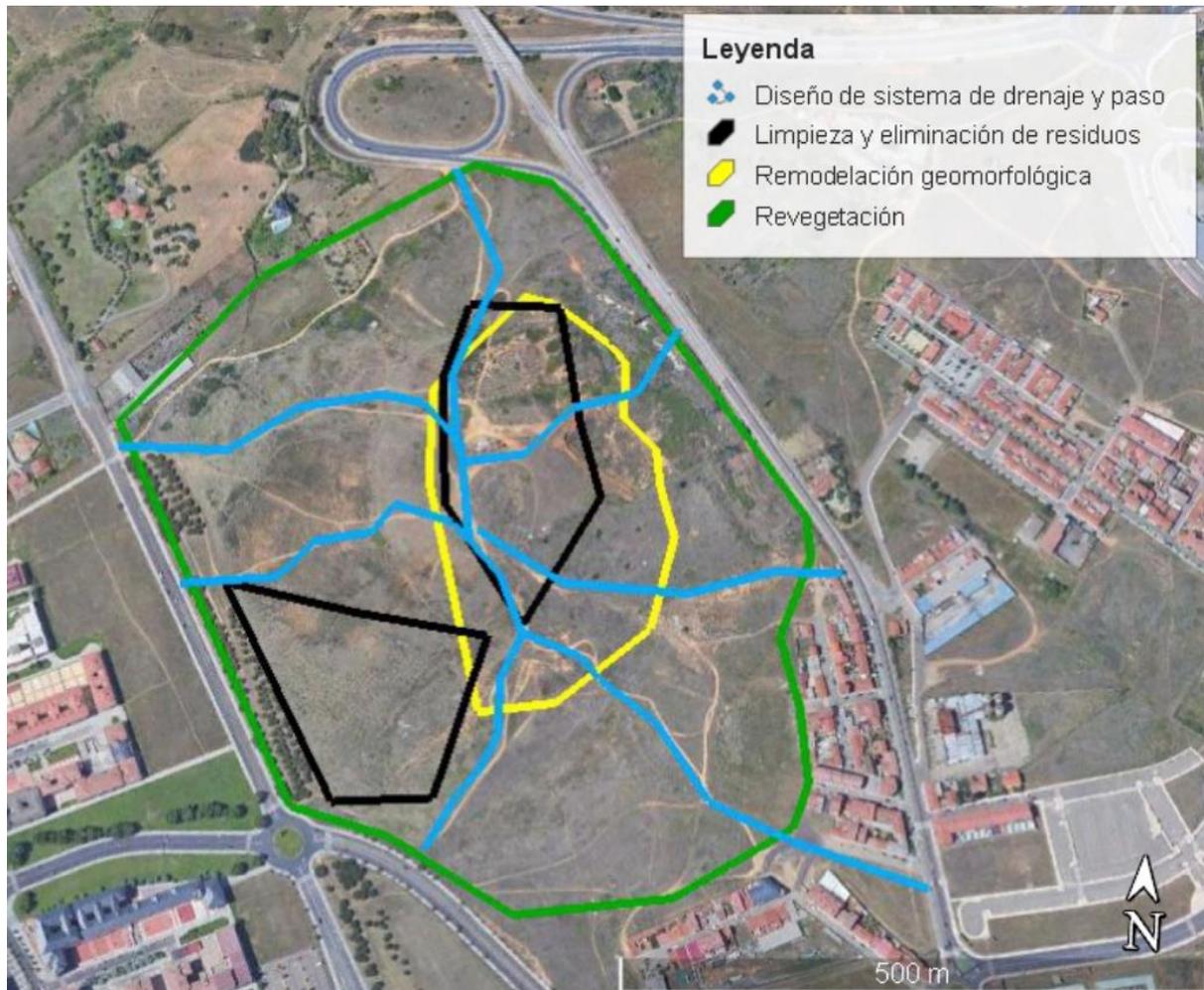


Figura 4. Mapa con la actuaciones propuestas. Fuente. Propia - Google earth.

Limpieza y eliminación de residuos

En primer lugar, se propone llevar a cabo una limpieza superficial y tratamiento de los diferentes residuos de construcción y demolición, ver en Figura 4, para ello debemos discriminar entre tóxicos o peligrosos (neveras, electrodomésticos, ...) y los demás residuos, con el fin de transportarlos a un vertedero autorizado, se puede observar en el anexo (Figuras A3, A4 y A5).

Se propone la realización de una limpieza de ámbito general, la cual se debería realizar en toda el área degradada que presenta un perímetro de 2.191,6 m y un área de 285.801m², como se puede ver en anexo 3 (Figura A20). Se retirará la basura y parte de los escombros y se tratarán con el conjunto de residuos de construcción, demolición y con los residuos sólidos urbanos respectivamente.

La forma de llevar a cabo esta retirada de los diversos residuos, se efectuará de manera manual o bien mecanizada, según la posibilidad de ingreso de la maquinaria a la zona sin que cree más perturbaciones de las existentes (Mariscal Araujo *et al.*, 2015).

Con respecto a los montones de escombros que se ven en la zona baja, comparándolas con otras restauraciones, como la de Zabalzana, en la cual, se utilizaron los estériles para dar un relieve suave y alomado (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, n.d.). En nuestro caso, estas acumulaciones de estériles de obra como se puede observar (Figura A7) están dispuestas en forma de acumulaciones como podemos ver en anexo 3 (Figura A21). Estas acumulaciones por su forma no encajan paisajísticamente con el entorno y crean un gran impacto a la vista. Por este motivo se propone su remodelación, utilizándolos para rellenar cárcavas y luego cubrirlas con tierra vegetal cargada de materia orgánica y con semillas de la zona, para que pueda desarrollarse la vegetación sin dificultad.

En el caso de que no se utilice algún montículo de estériles para el relleno de cárcavas. Se propone, dar una forma alargada y baja de tal manera, que se evite que pasen la cota latitudinal del entorno. En caso de que se necesite, se cubrirá con una capa de materia orgánica con semillas de la zona, como en el caso anterior.

Remodelación geomorfológica

Para lograr una estructura estable, hay que minimizar los riesgos geofísicos y facilitar el drenaje del agua superficial. Para esto se propone realizar una remodelación geomorfológica específica para este lugar, debido a que nos encontramos en un espacio donde la pendiente suele ser de entre 15 % y 35 %, como se puede observar en anexos (Figura A8). Esto crea problemas de inestabilidad y de erosión, excepto en la cima, que cuenta con una pequeña área llana con taludes suaves, la cual solo tendría problemas de drenaje. Como se puede ver en la figura nombrada anteriormente, se aprecia, como en la zona más alta, hay una línea roja que pasa el 35 % de pendiente (Figura A6 y A8). Se debe a la extracción de material de ese lugar, lo que ha formado taludes con gran pendiente. Para la recuperación de esta zona, se propone utilizar

los escombros de obra que están acumulados en la parte inferior de la ladera, como podemos ver en anexos (Figura A21), se quitarán esos montones y con ellos se rellenarán las cárcavas, esto proporcionará una mayor estabilidad y sinuosidad a la ladera. Posteriormente, se recubrirá con tierra vegetal, de esta manera se solucionará el problema que producen estas cárcavas, como consecuencia de ser tan arcillosas, ya que se erosionan más fácilmente, esto se debe a que la vegetación no puede asentarse en ellas.

Siguiendo por el lugar más alto del área, nos encontramos con unas charcas (Anexo 3, Figura A22), como se ve en anexo 2 (Figura A9 y A10). La finalidad de estas charcas es mantenerlas, ya que son un gran reservorio de biodiversidad, como se ha observado en proyectos similares llevados a cabo, como puede ser el Monte San Isidro, el cual también cuenta con una charca en la que se desarrollan diferentes plantas acuáticas como los juncos que encontramos también en nuestra zona, y que sirven de bebedero para la fauna del entorno. Para que las charcas sigan llenándose de manera estacional, hay que evitar compensar la depresión, a fin de que se siga acumulando el agua (Monte San Isidro, 2012).

Viendo los buenos resultados obtenidos en el Monte San Isidro, siguiendo por la zona más alta, se procederá a un remodelado tal y como se hizo en dicho lugar, en el cual se suavizó la superficie del terreno integrándose en el entorno (Monte San Isidro, 2012). En nuestro caso, se recomienda una remodelación geomorfológica basada en estabilizar su suelo, con lo cual obtendremos una estabilidad hídrica, geotécnica y una integración paisajística.

Se deberá comenzar por una remodelación del terreno, que consistirá en mover la tierra de manera que se le dé una menor pendiente sobre todo en el área que se puede ver en el anexo 3 (Figura A23). Gracias a esta remodelación, se consiguen superficies más tendidas y por ende, obtener la posibilidad de llevar a cabo tratamientos posteriores en las áreas afectadas que se recogen en las Figuras A11, A12, A13 y A14. Como se ha visto en otras RE, como en el Anillo Verde de Vitoria, este procedimiento se llevó a cabo en una explotación de grava y se obtuvieron excelentes resultados, obteniendo un relieve suave y alomado, en el que se conservaron las láminas de agua existentes como elementos diversificadores del paisaje (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, n.d.).

Para la estabilización de estos taludes, se pueden usar software como puede ser el Método GeoFLuy, el cual permite la construcción de relieves estables y paisajísticamente integrados en el entorno (Cemex Restaura, n.d.), tomando como referencia los paisajes naturales que tiene alrededor y la zona de referencia. Las ventajas de esa remodelación geomorfológica, no son

solo económicas, ya que es un método barato, sino que también se consigue con él reproducir formas estables ante la erosión y ante procesos gravitacionales. Con esto se eliminan los gastos de mantenimiento, se ahorra en el transporte de materiales, uso de estructuras y materiales artificiales, porque se usan únicamente materiales y sustratos disponibles en el terreno, por lo que provoca beneficios sociales, ecológicos y paisajísticos (Restauración Geomorfológica Minera, n.d.).

Por otro lado, en las zonas en las que existe compactación (Anexo 3, Figura A24) como se observa en las figuras A15 y A16 del anexo 2 se les aplicará un tratamiento de descompactación. De esta manera podrá servir de soporte para las plantas y otros organismos, esto mejorará el crecimiento de las raíces y el aireamiento del suelo. El proceso de descompactación consistirá en la realización de un subsolado, que va de los 30 a 70 centímetros de profundidad, que es la profundidad que estimamos correcta para dicha zona. Para evitar que se vuelva a compactar, se recomendará la creación unas zonas delimitadas de paseo.

Diseño del sistema de drenaje

El remodelado geomorfológico permite recoger y canalizar el agua superficial de forma efectiva y natural hacia las zonas más bajas, que coinciden en nuestro caso con las cunetas de las carreteras circundantes.

Además, para evitar erosión superficial en algunas superficies, nos basaremos en los buenos resultados obtenidos en el Monte San Isidro para evitar la escorrentía exterior hacia el talud. Para ello se propone el establecimiento de cunetas perimetrales efectivas(cut- off drains) (Valladares *et al.*, 2011). Para hacer estas cunetas aprovecharemos zonas delimitadas de paseo, hay que tener en cuenta que una vez que se concentra el agua en estas cunetas, tiene un elevado potencial erosivo, por lo cual, se conducirá hacia el sistema de drenaje que está en la zona de abajo, las cunetas de pie de talud junto a la carretera. Esas cunetas (Figura A18), van directas a la red de alcantarillado de la ciudad, pero antes habría que realizar una limpieza en ellas, ya que, como podemos ver actualmente, se encuentran obstruidas por suelo y materia orgánica que se ha depositado en anteriores escorrentías. No hará falta otro tipo de bajantes para disipar la energía del agua, debido a que la escorrentía que suele haber en la zona nunca suele alcanzar niveles muy elevados, y una vez que se establezca la vegetación esta protegerá estas superficies más fácilmente erosionables.

En último lugar para evitar procesos erosivos del lugar, se utilizarán mantas orgánicas, al igual que en el Monte San Isidro (Monte San Isidro, 2012), que tiene un suelo es similar al suelo del estudio y en el cual se obtuvieron los resultados esperados y deseados. Estas mantas, además de evitar procesos erosivos, se consideran apoyos transitorios hacia la instalación de la vegetación (Valladares *et al.*, 2011). Por ello, se propone su colocación en los mismos sitios en los que se habrán estabilizado los taludes (ver Anexo 3, Figura A23) quedando el suelo inicialmente desprotegido. Como se ha podido observar en la instalación de mantas orgánicas, se consigue eliminar la erosión laminar o en regueros, lo que favorece la formación de suelo mediante la retención de finos en escorrentía y el aporte de materia orgánica tras la descomposición de la malla. También posee la ventaja de controlar la evapotranspiración del suelo, con lo cual, se regula la temperatura y aumenta la infiltración del agua de lluvia mejorando la humedad presente en el suelo, esto último favorece que crezca la vegetación de esta zona, en nuestro caso no haría falta añadir semillas, ya que como se puede observar, el suelo existente en la zona posee una gran carga de ellas (Paisajes del Sur, S.L., n.d.). Se harán recortes en estas mallas en las zonas donde, posteriormente, se vaya a revegetar con árboles.

Revegetación

Finalmente, para mejorar la eficiencia de este sistema, se llevará a cabo una introducción de especies leñosas típicas de este tipo de suelo (Junta de Castilla y León, 2012), para ello nos guiaremos de la RE llevada en el monte San Isidro, en el que se plantaron roble melojo (*Quercus pyrenaica*) y encina (*Quercus rotundifolia*), especies propias de este entorno (Monte San Isidro (León), n.d.). Esta introducción de especies leñosas se debe hacer en combinación con las mallas orgánicas, que tienen que llevar una carga de semillas, tanto de especies de arbustivas, como pueden ser *Cytisus scoparius* y *Crataegus monogyna*, así como también de especies herbáceas, como pueden ser *Dacylis glomerata*, *Agrostis castellana* y *Trisetum ovatum* entre otras (Junta de Castilla y León, 2012). En la carga de semillas se utilizarán sobre todo gramíneas, ya que estas presentan un sistema radicular muy ramificado, por lo que junto con el rápido desarrollo de la parte aérea, cubren rápidamente el terreno, afianzando el suelo, así se mejorará la estabilización y la erosión del terreno. También, interesa el crecimiento de leguminosas, como diferentes especies de *Trifolium* sps y *Vicia* sps., así como arbustivas algunas ya citadas, especialmente *Cytisus scoparius*, *Genista tridentata*, *G. scorpius*... ya que estas son muy importantes en las primeras etapas, debido a que aumentan los nutrientes del suelo, por presentar nódulos de *Rizobium* sp. en sus raíces con capacidad de fijar el nitrógeno

atmosférico hasta alcanzar los niveles requeridos por especies de etapas tardías, que aportarán una mejor integración visual. Siendo una pantalla visual y acústica de la carretera, favorecerá al incremento de la biodiversidad de la zona (Valladares *et al.*, 2011)..

El método elegido para la implantación de esta vegetación, será por un lado la siembra, en la que se utilizan semillas de especies herbáceas y arbustivas, y por otro lado la plantación manual, para lo que se utilizarán ejemplares producidos en vivero y con un cierto porte. Preferentemente el material llevado a campo será en contenedor, lo que ayuda a su mejor establecimiento y adaptación. Se puede elegir el lugar deseado en el cual se van a colocar los ejemplares. Las comunidades que se forman son más estables al introducir especies en estadios intermedios y se promueve más rápido la diversidad faunística y la vegetación de la zona.

En la zona de la plantación de pinos (*Pinus pinea*) que se ubica en la parte baja junto la carretera, como podemos ver en anexo 2 (Figuras A17 y A18) y anexo 3 (Figura A26). Se propone plantar otras especies arbóreas propias de esta zona, de forma que se vean protegidas en los momentos iniciales de su desarrollo, para posteriormente, cuando estos ejemplares tengan un porte adecuado, puedan retirarse los pinos. De este modo, la zona no quedará desprotegida de vegetación en ningún momento, pudiendo aprovecharse la plantación como pantalla y como recubrimiento tanto por la parte de biomasa aérea como radicular, hasta que las nuevas especies autóctonas plantadas cumplan esa misión.

Con todas estas actividades que realmente suponen unos costes de inversión mínima, se pretende lograr unos mayores beneficios en el ámbito de la biodiversidad, revirtiendo la pérdida de esta y de los servicios ecosistémicos que ofrece. También se mejorarán el bienestar humano, la educación y la formación para que se respete el ecosistema y detener, con la ayuda de todos, la degradación del mismo.

Acondicionamiento y señalización

Para evitar el pisoteo excesivo y nuevamente problemas de compactación, se propone la creación caminos de tierra, que estarán ubicados justo al lado de la red de drenaje, y se delimitarán por vegetación, para que se circule por ellos preferentemente.

En las entradas al área, se fijarán carteles en los cuales se prohíba el paso de todo tipo de vehículos, excluyendo las bicicletas, que quedarán permitidas debido a que no ocasionan ruido, en este caso de delimitará las zonas en las que se permita su paso. También, se pondrán carteles

de prohibido el paso, en lugares que puedan dar lugar a confusión con respecto a si pasa por ahí el camino o no.

Se colocarán también bancos, papeleras y paneles de información sobre la flora, fauna y diversa información de la zona. Este mobiliario deberá ser lo más ecológico posible y sin que llamen mucho la atención con respecto al entorno.

Mantenimiento

Con respecto al mantenimiento, uno de los principales aspectos de la RE es que está encaminada a que se produzca un automantenimiento de las comunidades biológicas que interactúan en el proceso de sucesión vegetal, por lo cual no será un mantenimiento de coste elevado.

Dada la naturaleza de la vegetación propuesta, adaptada al terreno y climatología, únicamente se proponen riegos los primeros meses y si la climatología así lo exige. A los 6 meses de la plantación, se realizará la reposición de marras de los ejemplares plantados necesarios y se analizará en el mismo sentido el desarrollo de las herbáceas, realizando una nueva siembra si se ve necesario.

El único mantenimiento persistente será el del mobiliario dispuesto para los usuarios, y el mantenimiento de las vías de acceso y los caminos acondicionados.

Monitoreo y seguimiento

El programa de monitoreo y seguimiento, permite extender el control de la eficacia de las medidas tomadas, teniendo presente el componente científico, ya que estudia las variables monitorizadas. Al tener un espacio de referencia en el cual se ha realizado una RE exitosa, se utilizarán los mismos indicadores empleados en dicha RE. Los indicadores a tener en cuenta son: la erosión, la estabilización de taludes, los asentamientos vegetales y la introducción de fauna. A estos indicadores se les hará un seguimiento de forma sistemática y repetida, con toma de datos, observaciones y estudios, con el fin de determinar su estado. Los datos obtenidos servirán para realizar un informe final y ver su evolución. Gracias este informe, se tomarán medidas en el caso de que los resultados no sean los esperados.

El seguimiento se deberá plantear a diferentes escalas espacio-temporales, y la evaluación se debe hacer a corto, medio y largo plazo. A corto plazo se deben tomar y analizar los datos, y se deben aplicar técnicas de restauración adaptativas de acuerdo con los resultados. A medio y

totalmente adecuado por proximidad, uso social y éxito de las actuaciones realizadas, por lo que se considera un buen espacio de referencia.

- Se han realizado una serie de propuestas encaminadas a la eliminación de la problemática en las que se favorecerá la biodiversidad y se mejorara el establecimiento de comunidades complejas que incluyen distintos grupos funcionales. También se realizará un seguimiento, con el que se garantizará un correcto funcionamiento del área y se adoptarán medidas de corrección en caso de que fueran necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, I., Barrutia, J.M., Echebarria, C. (2013) "El anillo Verde de Vitoria- Gasteiz. Una práctica Exitosa para un planeamiento urbano sostenible", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. N° 61, 2013, pp.401-404.
- Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (2015) "Estructura y contenidos básicos ara el programa de monitoreo" en Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá D.C., Colombia, pp. 42-49.
- Aguirre, N., Torres, J., & Velasco, P. (2013) *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana*. 1.ª ed. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua-FONAG.
- Álvarez de Toledo, I. (2008) *AE-DEHESA. La dehesa y otros sistemas de pastos semiáridos*. Organizada por el Instituto de Ecología Aplicada (IDEAA). Disponible en: www.conama9.org. (Accedido: 27 de mayo de 2020)
- Anthos (n.d.) *Sistema de información sobre las plantas de España*. Disponible en: <http://www.anthos.es> (Accedido en 18 de marzo de 2020).
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (n.d.) *Anillo Verde - La restauración de la gravera y del bosque de Zabalzana*. Disponible en: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?uid=u5aad0af1_12e4bd39f94_7fc9&idioma=es (Accedido:16 de abril de 2020).
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (n.d.) *Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz - Gestión*. Disponible en: https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u7d5a79f8_12e2ceccaab__7ffe (Accedido: 27 de mayo de 2020).
- Calow, P.(1995) "Ecosystem Health. A critical análisis of concepts." En: Rapport, David J., Gaudet, Connie L., Calow, Peter (Eds.) *Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems*. NATO ASI Series, vol. 13, Berlin:Springer Verlag, pp. 33-41.
- Carreira, J.A., García-Ruiz, R., Viñega,B., Ochoa, V., & Hinojosa, M.B. (2008) "La restauración y seguimiento de procesos biogeoquímicos esenciales relacionados con el reciclado de nutrientes en los suelos del Guadamar" en *La restauración ecológica del rio Guadamar y el proyecto del Corredor Verde. La Historia de un Paisaje Emergente Capitulo 8*. Junta de Andalucía. pp. 165-190.
- Cemex Restaura. (n.d.) *El Proyecto "ECOREST CLAY"*. Disponible en: <http://www.cemexrestaura.com/el-proyecto-ecorest-clay/> (Accedido 16 de abril de 2020).
- CEMEX (2013) *Guía Práctica de Restauración ecológica- Restauración Geomorfológica de canteras*. 1ª. ed. Tortosa. CEMEX España S.A.
- Climate-Data.org. (n.d.) - *Clima León: Temperatura, Climograma y Tabla climática para León* . Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-y-leon/leon-718/> (Accedido 23 de marzo de 2020).
- Creando Redes.(2018) - *Restaurando el capital natural*. Disponible en: <https://www.creandoredes.es/> (Accedido 24 de marzo del 2020).
- Comín, F.A. (2002) "Restauración ecológica: teoría versus práctica", *Ecosistemas - Revista de Divulgación Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. N°1 /2002.
- CONABIO (2019) *Procesos ecológicos | Biodiversidad Mexicana*. Disponible en:<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesose> (Acceso 27 de mayo de 2020).
- Consejería de Fomento y Medio ambiente (2013) "Ley 8/1991, de 10 de mayo, de regulacion de los Espacios Naturales Protegidos", *Boletín Oficial de Castilla y León I*, 4 de Julio de 2013,(130), pp. 46712-46713.
- Cuenca, C., Melero, M. y Cortina, J. (2016) "Análisis de las políticas de restauración forestal en España (1983-2013)", *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. Sociedad Espanola de Ciencias Forestales, (42). doi:10.31167/csef.v0i42.17423.

- Diario de León. (n.d.) *Un incendio levanta gran expectación en Eras de Renueva*. Disponible en: <https://www.diariodeleon.es/articulo/leon/incendio-levanta-gran-expectacion-eras-renueva/2006072300000850898.html> (Acceso 1 de junio de 2020).
- Diario Leonés de información general (2017) *Cantamilanós, un barrio a la espera de un impulso*. Disponible en: <https://www.lanuevacronica.com/cantamilanós-un-barrio-a-la-espera-de-un-impulso> (Accedido: 19 de junio de 2020).
- Eras de Renueva. (n.d.) *Página de turismo de León*. Disponible en: <https://www.visitaleon.com/eras-de-renueva> (Acceso 25 de marzo de 2020).
- ESRI (1969) *ArcGIS Desktop (Versión 10.7.0.10450) [Programa de ordenador]*. Disponible en: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/get-started/install-and-sign-in-to-arcgis-pro.htm> (Accedido: 25 de marzo de 2020).
- Fauna y Flora en Castilla y León (n.d.) *La Naturaleza*. Disponible en: <http://diarium.usal.es/jorgegd56/fauna-y-flora-en-castilla-y-leon/> (Acceso 17 de marzo de 2020).
- Gann, G.D., y Lamb, D. (2006) *La restauración ecológica: un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida* (versión 1.1). Society for Ecological Restoration (SER) International, Tucson, Arizona, EE.UU. y IUCN, Gland, Suiza.
- Google LCC (1998) Google Earth PRO (7.3.3.7699)[Programa de ordenador]. Disponible en: earth.google.com (Accedido : 7 de mayo de 2020).
- Herrick, J. E., Schuman, G. E., & Rango, A.(2006) "Monitoring ecological processes for restoration projects". *Journal for Nature Conservation*,14(3-4), 161-171.
- Hernández, A.J. y Pastor, J. (2008) "La restauración ecológica de ecosistemas degradados" en Millán Gómez, R. & Lobo Bedmar, C. (eds). *Serie Ponencias:Contaminación de Suelos. Tecnologías para su Recuperación*. Madrid: CIEMAT. pp. 61-82.
- ITACyL Portal Web. (n.d.) *Atlas agroclimático*. Disponible en: <http://www.atlas.itacyl.es/descarga> (Acceso 17 de marzo de 2020).
- ITACyL Portal Web. (n.d.) *Mapas - Portal de Suelos*. Disponible en: <http://suelos.itacyl.es/mapas> (Acceso 17 de marzo de 2020).
- Junta de Castilla y León. (2012) *Documento de declaración de Zona Natural de Esparcimiento Monte San Isidro*. Disponible en: https://www.dipuleon.es/extfrontdipuleon/img/File/DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE/pdf_declaracion_junta.pdf
- Junta de Castilla y León. (2020) *Visor SIG*. Disponible en: <https://idecyl.jcyl.es/vcig/> (Acceso 17 de marzo de 2020).
- Lozano-Botache, L.A., Bonilla Vargas, J.L. (2016) *Monitoreo de la restauración activa y pasiva en las cuencas de los ríos Coello y Totare, Municipio de Ibagué*. Primera Edición. Ibagué. Editorial Universidad del Tolima, 2017.
- Mariscal Araujo, E., Cruz Galeano, F. J., & Castañares Almodóvar, F. (2015) *Recuperación ambiental zonas degradadas "Villanueva del Fresno*. Área de Fomento, Obras y A.T.M. Diputación provincial de Badajoz.
- Martí Boada, Anna Zahonero, Sara Piqueras, & Arnau Urgell. (2005) *Diagnosis de la práctica del deporte del motociclismo en espacios naturales*. Universidad Autónoma de Barcelona. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (n.d.) *Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas – PNR*. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica> (Acceso 24 de marzo de 2020).
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (n.d.) *Restauración ambiental de espacios degradados*. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/gl/ceneam/formacion-ambiental/cursos-y-postgrados/internet/restauracion-espacios-degradados-ism.aspx> (Acceso 24 de marzo de 2020).
- Monte San Isidro. (2012.) *Blog de la restauración ecológica del Monte San Isidro*. Disponible en:

- <http://montesanisidro.blogspot.com/> (Acceso 15 de abril de 2020).
- Noticiasycl (2019) *Los vecinos de Cantamilanos tienen miedo a pasear por sus calles*. Disponible en: <https://www.noticiasycl.com/t/1739257/vecinos-cantamilanos-tienen-miedo-pasear-calles> (Accedido: 18 de junio de 2020).
- Paisajes del Sur, S.L. (n.d.) *R Instalación de mantas y mallas. Restauración Paisajística* Disponible en: <https://www.restauracionpaisajistica.com/obras-y-servicios/restauracion-paisajistica/aplicacion-de-mantas-organicas/> (Acceso 17 de abril de 2020).
- Restauración Geomorfológica Minera. (n.d.) - *Ventajas de la RGM* . Disponible en: <http://www.restauraciongeomorfologica.com/> (Acceso 12 de abril de 2020).
- Rivas-Martínez, S., Gandullo Gutiérrez, J. M., Allué Andrade, J. L., Montero de Burgos, J. L. y González Rebollar, J. L. (1987) *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. 1.ª ed. Madrid: EGRAF, S. A.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, & Pronatura. (2007). *Programa Nacional de Reforestación y Cosecha de Agua*. Disponible en: <http://www.pronatura.org> (Acceso 27 de mayo de 2020).
- SER (2004) *Principios de SER Internacional sobre la Restauración Ecológica*. Disponible en: www.ser.org (Accedido: 18 de junio de 2020).
- Turmero, A. (2013) *Análisis del efecto del fuego y de la presencia de contaminantes sobre la actividad y biodiversidad microbiana del suelo*. Microbiología y Parasitología. Universidad de Alcalá.
- Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., & Alfaya, V. (2011) *Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte Bases científicas para soluciones técnicas*. eds. 2011 Fundación Biodiversidad, Madrid, España. ©Fundación Biodiversidad 2011.
- Vargas O. (2007) *Los pasos fundamentales en la restauración ecológica*. Pp. 17-29. En: Vargas O. (Ed). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Visita León. (n.d.) *Eras de Renueva*. Disponible en: <https://www.visitaleon.com/eras-de-renueva> (Acceso 28 de mayo de 2020).
- Visor SIG. (n.d.) *Visor de la Junta de Castilla y León*. Disponible en: <https://idecyl.jcyl.es/vcig/> (Acceso 25 de marzo de 2020).
- Zuleta, G., Rovere, A., & Mollard, F.(2015) *SIACRE-2015: Aportes y Conclusiones. Tomando decisiones para revertir la degradación ambiental*. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires. 240pp.

ANEXO I

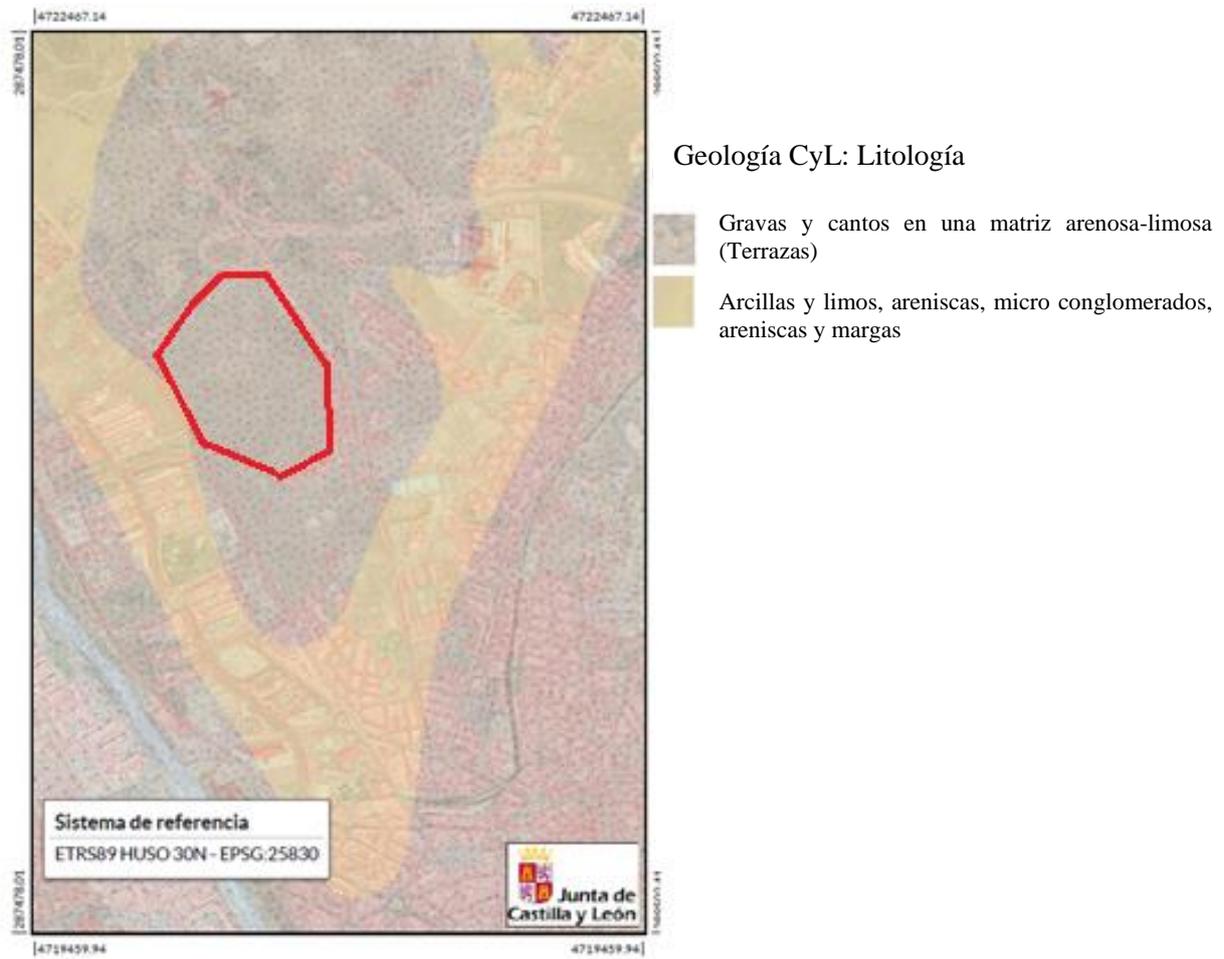


Figura A1. Mapa de Eras de Renueva. Fuente.(Visor SIG, n.d.)Elaboración propia.

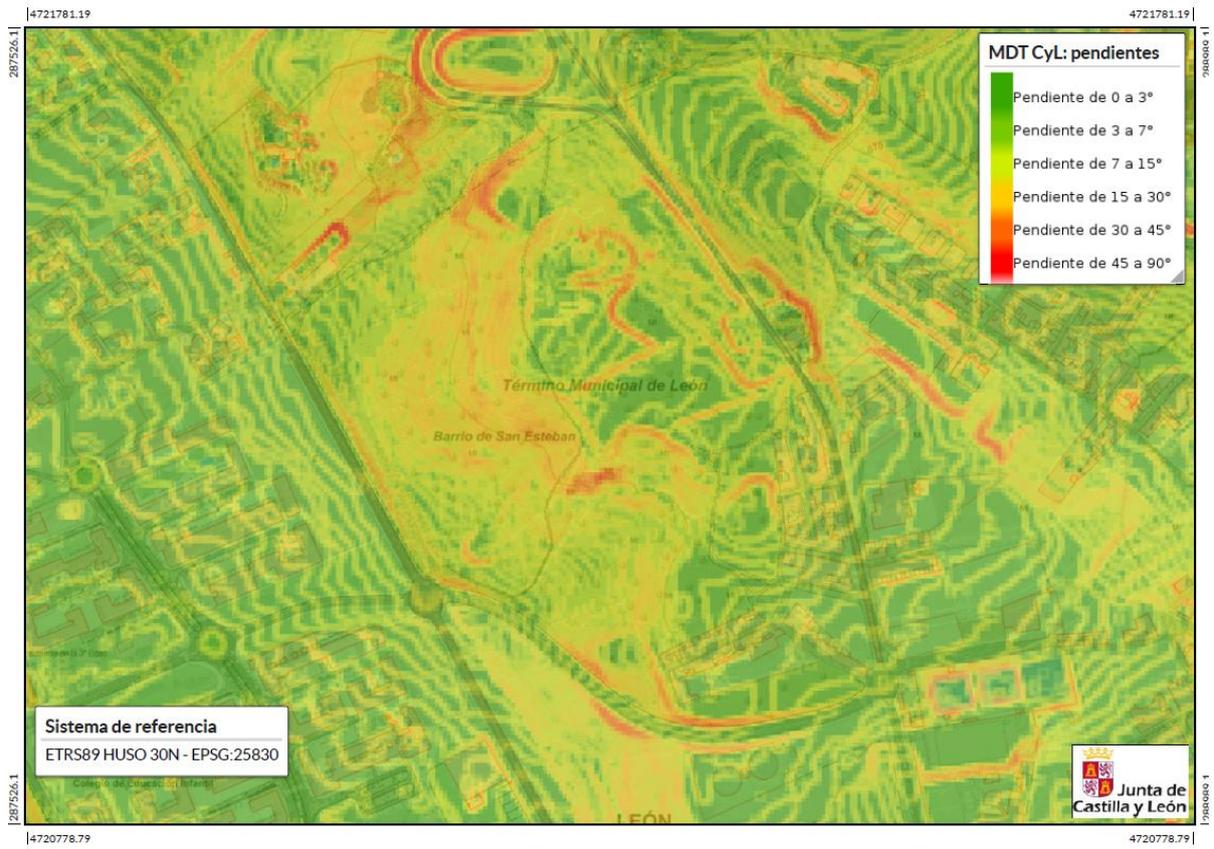


Figura A2. Mapa de la pendiente existente en la zona. Fuente. (Visor SIG, n.d.).

Tabla 2. Especies observadas en Monte San Isidro. Fuente. Documento de declaración de Zona Natural de Esparcimiento Monte San Isidro.

ESPECIES CINEGÉTICAS			
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CARÁCTER	INLUIDA EN PLAN CINEGÉTICO
<i>Capreolus capreolus</i>	Corzo	Estante	-
<i>Sus scrofa</i>	Jabalí	Estante	-
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro	Estante	-
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo	Estante	-
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz	Estante	-
<i>Columba livia</i>	Paloma bravía	Estante	-
<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	Estante	-
<i>Turdus philomelos</i>	Zorzal común	Estante	-
<i>Pica pica</i>	Urraca	Estante	-

ESPECIES RESEÑABLES			
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA	CARÁCTER
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo	Protegido	Estante
<i>Felis sylvestris</i>	Gato montés	De interés especial	Estante
<i>Mustela putorius</i>	Turón	Protegido	Estante
<i>Mustela nivalis</i>	Comadreja	Protegido	Estante
<i>Sciurus vulgaris</i>	Ardilla	Protegido	Estante
<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo	Protegido	Estante

<i>Buteo buteo</i>	Ratonero	De interés especial	Estante
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	De interés especial	Estante
<i>Upupa epops</i>	Abubilla	De interés especial	Estival
<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo	De interés especial	Estante
<i>Pleurodeles waltii</i>	Tritón	De interés especial	Estante
<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartija ibérica	De interés especial	Estante
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra	Protegido	Estante
<i>Lacerta lepida</i>	Lagarto ocelado	Protegido	Estante

ANEXO II. PROBLEMÁTICA



Figura A3. Escombros de construcción. Fuente. Elaboración propia.



Figura A4. Restos de electrodomésticos y escombros de construcción. Fuente. Elaboración propia.



Figura A5. Electrodomésticos quemados. Fuente. Elaboración propia.



Figura A6. Escombros de construcción. Fuente. Elaboración propia.



Figura A7. Montículos de escombros. Fuente. Elaboración propia.



Figura A8. Cárcava. Fuente. Elaboración propia.



Figura A9. Charca 1. Fuente. Elaboración propia.



Figura A10. Charca 2. Fuente. Elaboración propia.



Figura A11. Escombros construcción. Fuente. Elaboración propia.



Figura A12. Imagen de la zona genérica. Fuente. Elaboración propia.



Figura A13. Compactación de suelo por paso de bicis y motos. Fuente. Elaboración propia.



Figura A14. Compactación de suelo por paso de bicis y motos. Fuente. Elaboración propia.



Figura A15. Compactación de suelo por paso de bicis y motos. Fuente. Elaboración propia.



Figura A16. Compactación de suelo por paso de bicis y motos. Fuente. Elaboración propia.



Figura A17. Plantación de pinos (*Pinus pinea*). Fuente. Elaboración propia.



Figura A18. Plantación de pinos (*Pinus pinea*). Fuente. Elaboración propia.

ANEXO III ACTUACIONES



Figura A19. Área de limpieza superficial. Fuente. Propia- Google earth.



Figura A20. Área total de estudio. Fuente. Propia- Google earth.



Figura A21. Escombros de obra. Fuente. Propia- Google earth.



Figura A22. Charcas. Fuente. Propia- Google earth.



Figura A23. Estabilización de taludes. Fuente. Propia- Google earth.



Figura A24. Compactación del suelo. Fuente. Propia- Google earth.



Figura A25. Ubicación de los pinos (*Pinus pinea*). Fuente. Propia- Google earth.