

**MODIFICACIÓN PLAN DE RESTAURACIÓN
LAURA Nº249 RELLENO CON ÁRIDOS
RECICLADOS PROVENIENTES DE RCD,S T.M
VILLAMAYOR DE GÁLLEGO (ZARAGOZA).**



ARIDOS BLESA S.L.U.

B-50054717

FECHA: 25 DE AGOSTO DE 2020

AUTOR: D. ALBERTO ARRABAL GALLEGO

INGENIERO DE MINAS

Nº 4.595 COIMCE

ÍNDICE

1.Introducción.....	1
2.Objetivo.....	4
3.Situación Geográfica.....	5
3.1.Término Municipal.....	5
3.2.Parajes.....	5
3.3.Poblaciones más próximas y accesos.....	5
4.Descripción del Medio Físico.....	5
4.1.Geología General.....	5
4.2.Hidrología e Hidrogeología.....	6
4.3.Características hueco explotación.....	6
4.4.Tectónica y Geomorfología.....	7
4.5.Petrología y clasificación de roca industrial.....	7
4.6.Climatología.....	7
4.6.1.Temperaturas.....	8
4.6.2.Viento.....	8
4.6.3.Pluviometría.....	9
4.7.Edafología.....	9
4.8.Flora.....	9
4.9.Fauna.....	10
4.10.Paisaje.....	11
5.Descripción del Medio Socioeconómico.....	12
5.1.Estado legal de los terrenos.....	12
5.2.Usos y cultivos actuales.....	13
5.3.Demografía.....	13
5.4.Infraestructuras y Vías de comunicación.....	14
5.5.Espacios de interés histórico, Arqueológico, Geológico y Paleontológico.....	14
5.6.Espacios de interés natural y ecológico.....	14

6. Tipología y selección del hueco minero para su restauración con los áridos rec.....	15
6.1. Introducción.....	15
6.2. Tipología del hueco minero Laura nº249.....	15
6.3. Criterios de selección de huecos mineros para su rehabilitación con ar. reciclados. 16	
6.3.1. Evaluación preliminar de la idoneidad de los huecos mineros.....	16
7. Caracterización de los RCD,s para el relleno del hueco minero Laura nº249.....	40
8. Evaluación Ambiental.....	44
8.1. Introducción y metodología.....	44
8.2. Descripción de los Factores del medio susceptibles de verse afectados.....	45
8.3. Identificación y caracterización de las afecciones sobre el Medio Natural.....	47
8.3.1. Fase Actividad.....	47
8.3.2. Fase de Clausura y Restauración.....	48
8.4. Descripción y valorización de las afecciones sobre el medio natural.....	50
8.4.1. Impactos sobre Atmósfera.....	54
8.4.2. Impactos sobre Tierra-Suelo.....	54
8.4.3. Impactos sobre Agua superficial.....	55
8.4.4. Impactos sobre Paisaje.....	55
8.4.5. Impactos sobre Flora y Vegetación.....	56
8.4.6. Impactos sobre Fauna.....	56
8.4.7. Impactos sobre Fauna Catalogada.....	57
8.4.8. Impactos sobre la Red de Comunicaciones.....	57
8.4.9. Impactos sobre la Salud de los trabajadores.....	57
8.4.10. Impactos sobre el Empleo y la Generación de Actividad.....	58
8.4.11. Impactos sobre los Ingresos Económicos.....	58
8.5. Conclusiones.....	60
8.6. Fase de Restauración y Abandono.....	60

9. Medidas Preventivas y Correctoras.....	61
9.1. Introducción.....	61
9.2. Medidas Preventivas y/o Correctoras.....	62
9.2.1. Restauración.....	70
10. Programa de Vigilancia Ambiental.....	71
10.1. Introducción.....	71
10.2. Plan de Vigilancia.....	71
10.2.1. Fase Acondicionamiento.....	71
10.2.2. Fase de Actividad.....	72
10.2.3.....	74
11. Conclusión.....	77

1 INTRODUCCIÓN

Los residuos de construcción y demolición (RCD,s) son aquellos residuos o desechos generados en obras de construcción o demolición, entendiéndose como tales: la construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble como es el caso de edificios, instalaciones deportivas o de ocio e infraestructuras de obra civil. Así como aquellos otros residuos generados en otros trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo (excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos) que no estén relacionados con la actividad minera, tal y como recoge el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en nuestro país.

Existe un problema ambiental que hace necesario reciclar y valorizar dichos residuos a fin de contribuir a una gestión más eficiente de los recursos naturales. La Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos (Directiva Marco de Residuos) y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados establecieron entre sus objetivos que antes del año 2020, el 70% en peso de los residuos “no peligrosos” de construcción y demolición producidos, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos, deberían estar sometidos a algún proceso de valorización (reutilización, reciclado, etc.).

Este porcentaje ha sido incluido como objetivo cuantitativo en el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022 (PEMAR). Aunque el nivel de valorización en nuestro país se ha incrementado significativamente en los últimos años, todavía está lejos del porcentaje propuesto por la Unión Europea. Asimismo, una parte importante de estos residuos se continúa eliminando en vertederos o de forma incontrolada (FERCD, 2017). La caída de la demanda de estos productos reciclados por la crisis del sector de la construcción en los últimos años ha contribuido a reforzar esta situación.

En este contexto, y con el objeto de incrementar las posibilidades de puesta en valor de este tipo de residuos, el Real Decreto 105/2008 estableció que la utilización de residuos “inertes” procedentes de actividades de construcción y demolición en la restauración de un espacio ambientalmente degradado, o en obra de acondicionamiento o relleno, podría ser considerada una operación de valorización y no de eliminación en vertedero siempre que se cumplieran los criterios mínimos establecidos en la norma (Art. 13.1)

a) Que el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma así lo haya declarado antes del inicio de las operaciones de gestión de los residuos.

b) Que la operación se realice por un gestor de residuos sometido a autorización administrativa de valorización de residuos. No se exigirá autorización de gestor de residuos para el uso de aquellos materiales obtenidos en una operación de valorización de residuos de construcción y demolición que no posean la calificación jurídica de residuo y cumplan los requisitos técnicos y legales para el uso al que se destinen.

c) Que el resultado de la operación sea la sustitución de recursos naturales que, en caso contrario, deberían haberse utilizado para cumplir el fin buscado con la obra de restauración, acondicionamiento o relleno.

Las administraciones públicas deben fomentar la utilización de materiales y residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de espacios ambientalmente degradados, obras de acondicionamiento o relleno, cuando se cumplan los aspectos mencionados anteriormente. En particular, las administraciones públicas deben promover acuerdos voluntarios entre los responsables de la correcta gestión de los residuos y los responsables de la restauración de los espacios ambientalmente degradados, o con los titulares de obras de acondicionamiento o relleno.

Asimismo, el PEMAR recoge como objetivo cualitativo: el fomento de la utilización de los residuos "no peligrosos" procedentes de RCD en la restauración de espacios degradados y en obras de acondicionamiento o relleno, de acuerdo con el R.D. 105/2008 que instaba a las Administraciones Públicas a fomentar este tipo de valorización.

Por otra parte, **la falta de estériles en muchas explotaciones mineras imposibilita su restauración topográfica y paisajística dejando un hueco minero residual**, tras el cese de la actividad. En estos casos, el Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, permite en el art. 13.1.d) el relleno del hueco de explotación con residuos de procedencia "no minera" en los trabajos de remodelación del terreno, siempre y cuando se cumpla el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Especialistas en este tema defienden el uso de RCD en restauración por su bajo coste y porque facilita la restitución topográfica del terreno en condiciones geotécnicas más estables, así como el diseño de formas geométricas más favorables para la revegetación e integración paisajística (Flores Martínez et al., 2010).

Asimismo, el R.D. 105/2008, en su disposición final tercera, faculta al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente para establecer los criterios ambientales mínimos sobre la utilización de residuos inertes en obras de restauración, acondicionamiento o relleno. Es por ello que se debe promover el uso de estos residuos en la restauración de explotaciones mineras, activas y abandonadas, de tal forma que se garantice la protección del medio ambiente y la salud y seguridad de las personas. Y al mismo tiempo, se lleve a cabo la valorización de una parte importante de la producción de RCD que actualmente es desechada y eliminada en vertedero, como es el caso de los rechazos generados en las plantas de tratamiento de gestores autorizados de RCD. (Guía para la Rehabilitación de huecos mineros con RCD,s, Ministerio para la Transición Ecológica Madrid 2018).

2 OBJETIVO

En su día la demanda de áridos en la construcción, tanto para la fabricación de hormigones hidráulicos y mezclas asfálticas, como para cimentaciones en general y bases de firmes para carreteras hicieron que las parcelas que integraban la explotación Laura nº249 en el t.m. de Villamayor de Gállego (Zaragoza) cuyo titular es Aridos Blesa S.L.U, fueran explotadas encontrándose en la actualidad parcialmente restauradas. La explotación Laura nº249 se sitúa próxima al área de influencia de la Concesión Minera de la Explotación "Altos Peñes Nº3001" cuyo titular es Aridos Blesa S.L.U. El objetivo de la mercantil es el de actualizar el Plan de Restauración de la explotación Laura Nº249 para que admita la restauración del hueco minero con el relleno de áridos reciclados procedentes de RCDs.

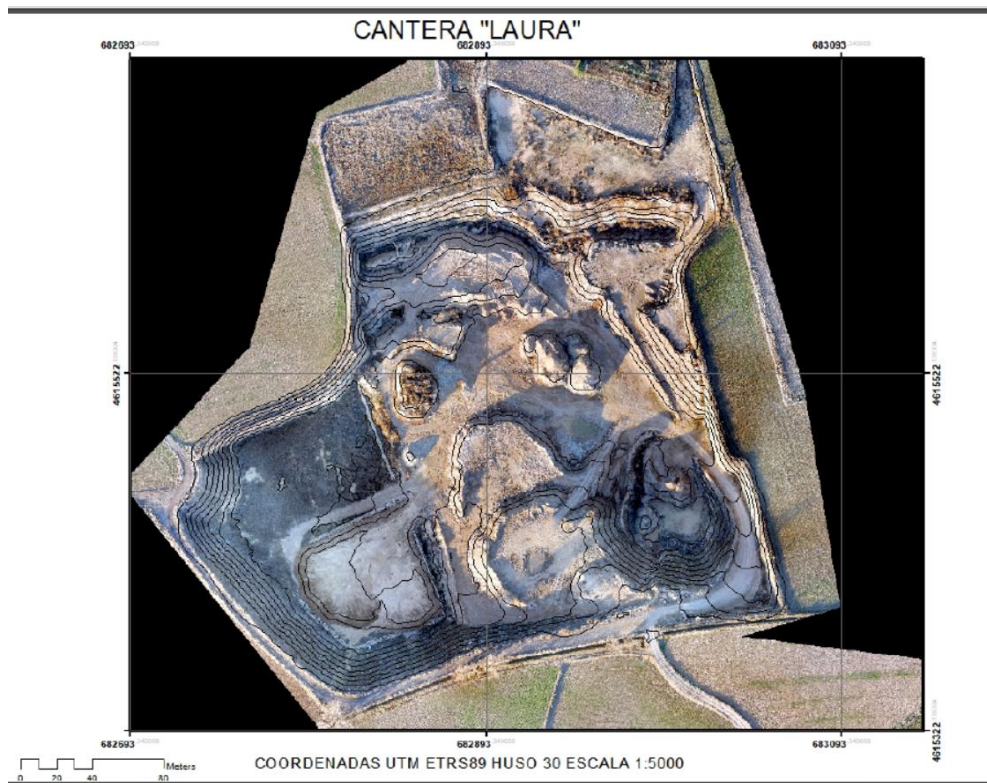


Imagen 1 : Vista aérea explotación Laura nº249



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Sede Electrónica del Catastro

Provincia de ZARAGOZA
Municipio de VILLAMAYOR DE GALLEGO

Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

ESCALA 1:20,000

500m 0 500 1000m



CARTOGRAFÍA CATASTRAL

[680,779 ; 4,616,506]

[685,579 ; 4,616,506]



[680,779 ; 4,613,906]

[685,579 ; 4,613,906]



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Sede Electrónica del Catastro

Provincia de ZARAGOZA
Municipio de ZARAGOZA
Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

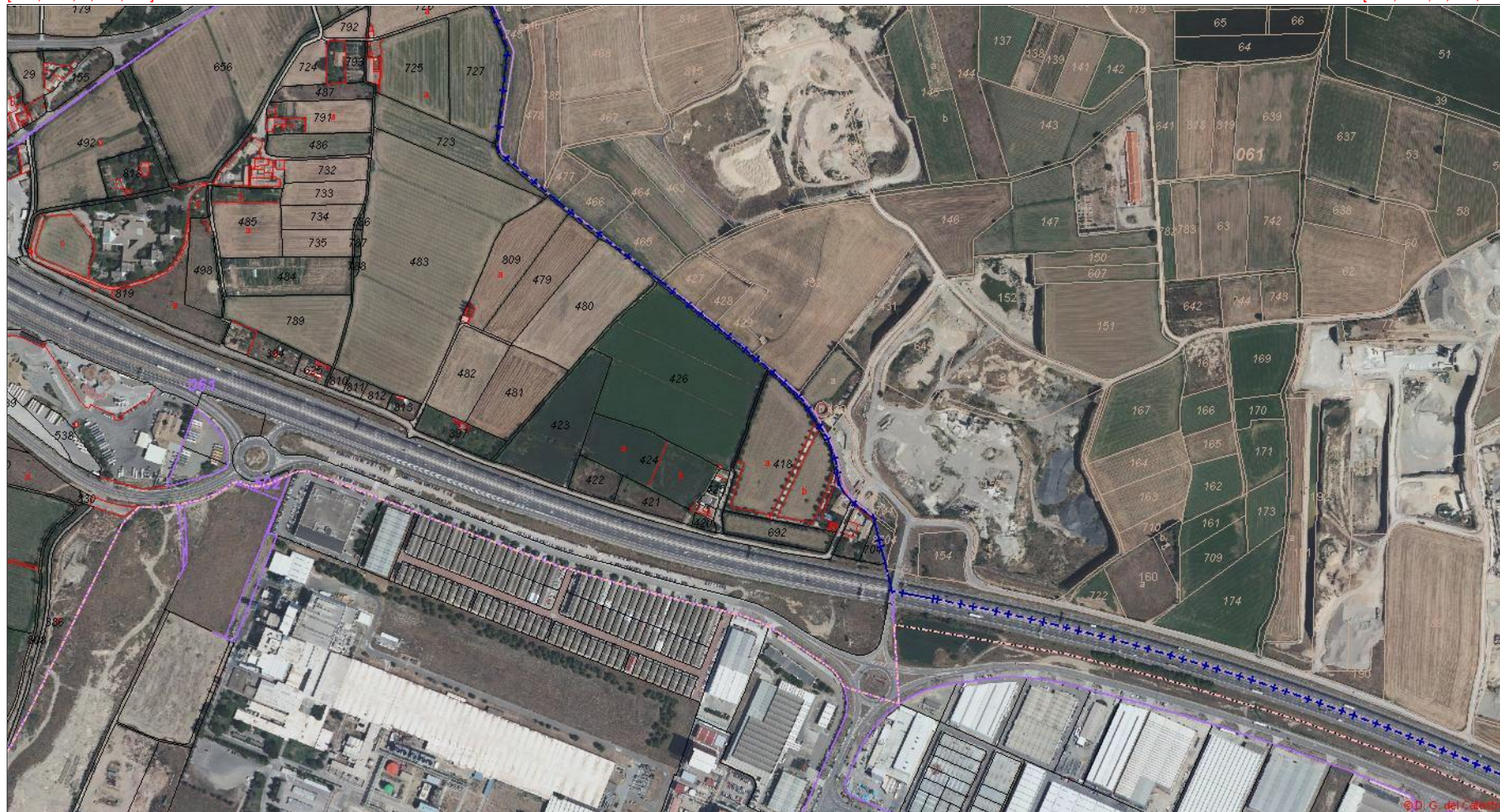
ESCALA 1:8,000
100m 0 100 200m



CARTOGRAFÍA CATASTRAL

[681,881 ; 4,615,617]

[683,801 ; 4,615,617]



[681,881 ; 4,614,577]

[683,801 ; 4,614,577]

3 SITUACIÓN GEOGRÁFICA

3.1 TÉRMINO MUNICIPAL

La explotación Laura nº249 comprende las parcelas 153, 644, 645, 152, 794, 137, 739, 431, 460, 649, 461, 462, y 433 del polígono 61 del término municipal de Villamayor de Gállego (Zaragoza).

3.2 PARAJES

Las parcelas mencionadas con anterioridad se encuentran situadas en la Partida de Malpica, Parajes de "Torre Moscatel" y "El llano".

Su localización a través de las Hojas del Servicio Geográfico de Ejercito 355 y 384.

3.3 POBLACIONES MÁS PRÓXIMAS Y ACCESOS

Se accede a dicha zona desde la carretera N-II, por el Polígono Industrial de Malpica y el paso superior sobre la Autopista A-2 que comunica dicho polígono con los terrenos de Villamayor. También se puede acceder a través de la carretera de villamayor (Zaragoza – Sariñena), gracias a la amplia red de camiones rurales.

4 DESCRIPCIÓN EL MEDIO FÍSICO

4.1 GEOLOGÍA GENERAL

El área a nivel global se encuentra en la Depresión del Ebro. Los terrenos son de origen aluvial y corresponden a un nivel, ya alterado, de terrazas del Río Gállego, en su confluencia con el Ebro.

Estos depósitos cuaternarios, formados por gravas y detríticos ligados al desarrollo de la red fluvial, son de tamaños comprendidos entre unas pocas micras y 8-10 cm, en general bien graduados y distribuidos irregularmente, aunque manteniendo una cierta orientación horizontal.

La potencia de las terrazas es variable, del orden de 25 metros y con una ligera pendiente hacia el eje del Valle del Ebro.

El terreno es suave topográficamente hablando, como hemos dicho con una ligera pendiente hacia el eje del Valle del Ebro, corregida por la actividad humana, agrícola principalmente.

4.2 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Los aluviales del Ebro, corresponden al denominado "Sistema 62" en el Plan Hidrológico Nacional.

Los materiales que lo conforman son aluviales, gravas, arenas con algo de limos y arcillas, de origen cuaternario. Actuando como nivel impermeable se encuentra el sustrato terciario de yesos y margas.

En esta zona se conoce la existencia de un acuífero que discurre por el depósito granular y cuyo nivel estático normal es de 22/23 mts de profundidad. Se trata de un acuífero libre íntimamente ligado a la cuenca del río.

En los sustratos terciarios y a una profundidad entre 40 y 50 mts se corta otro acuífero, de peor calidad, independiente del anterior que no es explotable y por tanto nos estamos refiriendo únicamente al acuífero aluvial.

4.3 CARACTERÍSTICAS HUECO EXPLOTACIÓN

El material que se extrajo de la parcelas Laura nº249 era un depósito aluvial de gravas y arenas, procedentes de los Ríos Ebro y Gállego, recubierto de tierra vegetal.

Eran materiales silíceos-calcáreos de forma redondeada, presentando cierta meteorización y que dieron lugar en su descomposición a arenas silíceas y materiales arcillosos por alteración de sus componentes.

Las gravas y las arenas extraídas en su día del yacimiento, tanto en su granulometría como en su composición litológica, eran un excelente material de la construcción, cumpliendo las Normas y Especificaciones en cuanto a Construcción, Obras Públicas y Fabricación de Hormigones se refiere.

Las gravas tenían una densidad aparente "in situ" de 1,80 a 2,05 Tm/m³, y el peso específico medio era de aproximadamente 2,63.

El yacimiento, al tener poca cantidad de arcilla es de poca cohesión, sin embargo su compacidad es alta debido al ángulo de fricción o de rozamiento, este dato es importante, pues nos da información relativa a la buena estabilidad de los taludes.

4.4 TECTÓNICA Y GEOMORFOLOGÍA

A nivel general cabe decir que la tectónica y evolución de la Depresión del Ebro viene marcada por el desarrollo de los macizos montañosos y registrada en sus pasos laterales de facies y en sus discordancias internas, siendo el buzamiento de la estratificación tendente a la horizontalidad. Geomorfológicamente podemos distinguir las siguientes unidades:

- Plataformas
- Zonas intermedias.
- Terrazas y aluviales del Ebro.
- Barrancos de lecho plano.

4.5 PETROLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE ROCA INDUSTRIAL

Se explotó en su día un aluvial compuesto de numerosos minerales de igual o distinta especie y sin formar una masa íntimamente compacta. Solía estar constituida por cantos rodados, brechas/lajas, limos arcillosos y arcillas. Es decir, lo que corrientemente denominamos como grava.

Este producto así denominado estaba clasificado como “roca industrial” pues se utilizaba el mismo y no las potencialidades físico-químicas que pudiese tener y puestas de manifiesto en complejos tratamientos industriales.

GRAVA-----ÁRIDOS NATURALES-----ÁRIDOS-----CONSTRUCCIÓN

4.6 CLIMATOLOGÍA

Las condiciones climáticas del área de las parcelas de la explotación Laura nº249, son las mismas del emplazamiento de la ciudad de zaragoza. La precipitación media anual es de 270,5 mm, pero la influencia de las áreas regables del Valle del Ebro y su situación en la parte central de la Depresión, con el aislamiento que esto conlleva, proporciona una humedad ambiental superior a la de otras áreas de condiciones climáticas similares.

4.6.1 Temperaturas

Los valores medios mensuales son los siguientes:

Enero	6,9 °C
Febrero	9,9 °C
Marzo	12,8 °C
Abril	14,1 °C
Mayo	17,7 °C
Junio	24,2 °C
Julio	27,1 °C
Agosto	26,6 °C
Septiembre	22,3 °C
Octubre	18,3 °C
Noviembre	11,3 °C
Diciembre	9,2 °C

Secretaría General Técnica. Servicio de Estudios, Análisis e Información. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón (2019)

Tenemos:

Temperatura media anual	16,7 °C
Oscilación térmica anual	20,2 °C

Secretaría General Técnica. Servicio de Estudios, Análisis e Información.

Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón (2019)

4.6.2 Viento

La dirección predominante de los vientos es la procedente de WNW, observándose un período de calmas del 22% a lo largo del año. La velocidad de los mismos ofrece una gran variabilidad, siendo la media anual de 16 Km/h.

4.6.3 Pluviometría.

Las precipitaciones mensuales medias son las siguientes:

Enero	20,2 mm
Febrero	2,1 mm
Marzo	13,6 mm
Abril	33,0 mm
Mayo	39,0 mm
Junio	7,6 mm
Julio	26,6 mm
Agosto	28,0 mm
Septiembre	16,0 mm
Octubre	26,4 mm
Noviembre	45,8 mm
Diciembre	26,0 mm

Secretaría General Técnica. Servicio de Estudios, Análisis e Información. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón (2019)

El índice de precipitaciones es bastante irregular, situándose el máximo en primavera y el mínimo en invierno, siendo la media anual de 270,5 mm.

4.7 EDAFOLOGÍA

El suelo se formó a partir de los materiales que constituyen las rocas, bajo la acción de los agentes atmosféricos, climáticos, biológicos, aunque el grado de eficacia de cada uno de ellos varía en cada caso. De entre los agentes edáficos, los climatológicos y los litológicos suelen considerarse los de mayor trascendencia. En su día la cobertura vegetal fue escasa, del orden de 1 metro a 0,5 metros de suelos compuestos de arcillas y limos con algo de arena y cantos rodados.

4.8 FLORA

En la zona de la Explotación Laura nº249I, existe una flora típica de terrazas fluviales aunque todo ello muy modificado por la mano del hombre, sobre todo con sistemas de regadío para aprovechamiento agrícola. En la zona referenciada predominan los cultivos de regadío, maíz y girasol, así como frutales. El resto de vegetación son chopos (*Populus alba*), situados fuera de la zona explotada, excasísimos matorrales (*Thymus sp.*) y algunas herbáceas.

4.9 FAUNA

La fauna característica de la zona corresponde o está ligada a la flora de la misma y por tanto es la propia de las zonas herbáceas y frutales, asociada a la de parques y jardines.

Enumeramos la más significativa:

- **MAMÍFEROS:**
 - *Ratón casero (Mus Musculus).*
 - *Murciélago (Popistrellus Pipistrellus).*
 - *Rata común (Ratus Norvegicus).*

- **AVES:**
 - *Vencejo común (Apus Apus).*
 - *Jilguero (Carduelis Carduelis).*
 - *Verderón (Carduelis Chloris).*
 - *Pardillo (Carduelis Cannabina).*
 - *Cigüeña (Ciconia Ciconia).*
 - *Golondrina (Irundo Rustica).*
 - *Graja (Corvus Corone).*
 - *Papamoscas (Ficedula Hypolenca).*
 - *Papamoscas gris (Muscicapa Striata).*
 - *Gorrión (Passer Domesticus).*
 - *Gorrión Molinero (Passer Montanus).*
 - *Colirrojo (Phoenicurus Ochrurus).*
 - *Picaraza (Pica Pica).*
 - *Verdecillo (Serinus Serinus).*
 - *Estornino (Sturnus Unicolor).*
 - *Estornino Pinto (Sturnus Vulgaris).*
 - *Lechuza (Tyto Alba).*

- **REPTILES:**
 - *Lagartija (Podarcis Hispánica).*
 - *Lagartija Coliroja (Acanthodactylus Erythrurus).*
 - *Culebra de agua (Natrix Maura)*
 - *Culebra bastarda (Malpolon Monspessulanum).*
 - *Salamanquesa (Tarentola Mauritanica).*

- ANFIBIO:
 - Sapo partero (*Alytes Obstetricans*).
 - Rana Común (*Rana Perezi*).

- INVERTEBRADOS:
 - Caracol de huerta (*Helix Aspersa*).
 - Lombriz de tierra (*Lumbricus Terrestris*).
 - Algunos crustáceos isópodos (*Cochinillas de humedad*).
 - Algunos arácnidos.
 - Algunos miriápodos.
 - Diversos insectos.

4.10 PAISAJE

La calidad del paisaje viene definida, sobre todo, por su valor estético y por la consideración que sobre el mismo tengan sus pobladores y visitantes. En el área de la explotación Laura nº249 no hay ningún elemento considerado de valor histórico-artístico que sea necesario garantizar su conservación.

El colorido es el asociado a la flora descrita. La zona está salpicada de pequeñas fincas de cultivo agrícola, sin elementos paisajísticos destacables.

Los elementos singulares a destacar serían los caminos rurales y sobre todo la Autopista y el Polígono de Malpica. Los huecos a restaurar de Laura nº249, no son observables desde Villamayor ni desde la autopista , por los motivos anteriormente mencionados.

5 DESCRIPCIÓN EL MEDIO SOCIOECONÓMICO

5.1 ESTADO LEGAL DE LOS TERRENOS

Los terrenos los dispone en alquiler ARIDOS BLESA S.L.U y se encuentran parcialmente restaurados (Tabla 1).

Nº	Referencia Catastral	Localización (t.m. Vil.Gall.)	Paraje	Superficie	Estado	Profundidad
1	50306A061001530000RW	Pol: 61 Par:153	Torre Moscatel	58.286 m2	En Restauración	10-20 m
2	50306A061006440000RF	Pol: 61 Par: 644	Torre Moscatel	15.068 m2	En Restauración	< 15 m
3	50306A061006450000RM	Pol: 61 Par: 645	Torre Moscatel	10.915 m2	En Restauración	< 15 m
4	50306A061001520000RH	Pol: 61 Par:152	Torre Moscatel	9.628 m2	En Restauración	17- 20 m
5	50306A061007940000RA	Pol: 61 Par: 794	Torre Moscatel	890 m2	Sin explotar	0 m
6	50306A061001370000RR	Pol: 61 Par: 137	C. Lugar	6.046 m2	Sin explotar	0 m
7	50306A061007390000RM	Pol: 61 Par: 739	C.Lugar	1.733 m2	En Restauración	2 m
8	50306A061004310000RI	Pol: 61 Par: 431	Torre Moscatel	7.437 m2	En restauración	10-20 m
9	50306A061004600000RR	Pol: 61 Par: 460	El Llano	6.761 m2	En Restauración	5 m
10	50306A061006490000RD	Pol: 61 Par: 649	El Llano	4.484 m2	En Restauración	12 m
11	50306A061004610000RD	Pol: 61 Par: 461	El Llano	26.461 m2	En Restauración	10-15 m
12	50306A061004620000RX	Pol: 61 Par: 462	El Llano	8.963 m2	En Restauración	2 m
13	50306A061004330000RE	Pol: 61 Par: 433	C .Lugar	11.928 m2	En Restauración	< 20 m

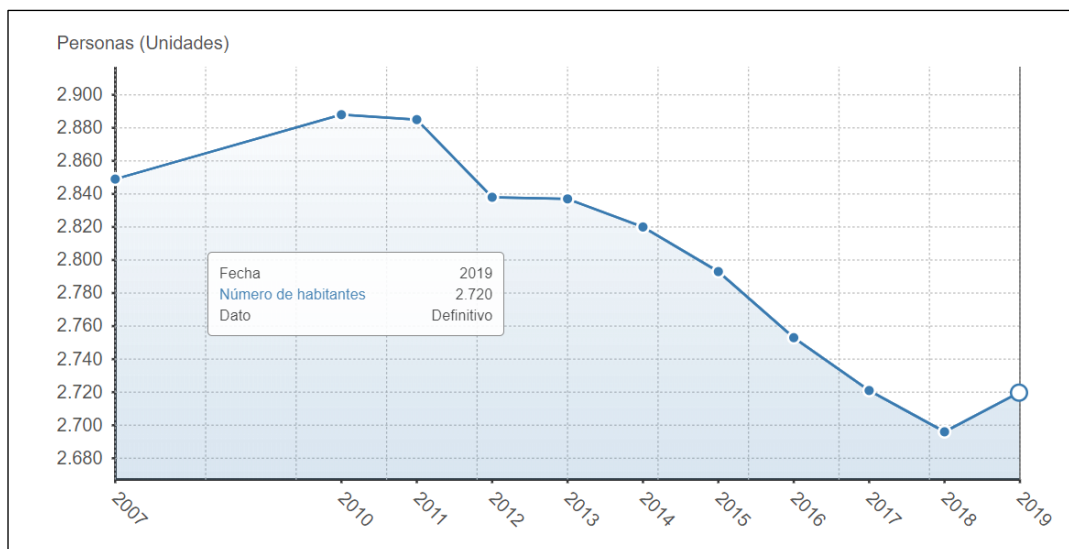
Tabla 1. Estado actual de las parcelas de la explotación Laura nº249

5.2 USOS Y CULTIVOS ACTUALES

En las parcelas aledañas se cultivan principalmente alfalfa, maíz y frutales. En la actualidad como las parcelas de la explotación Laura nº249 se encuentran explotadas, no presentan ningún cultivo, estando parcialmente restauradas.

5.3 DEMOGRAFÍA

El municipio de Villamayor de Gállego se encuentra a 10 kilómetros del centro de Zaragoza y liimita con los municipios de Zaragoza, La Puebla de Alfindén y Perdiguera. Estando lo suficientemente estudiada la demografía de la ciudad de Zaragoza, consideramos que escapa fuera de este trabajo incidir sobre ella.



Número de habitantes Villamayor de Gallego (Fuente : INE “ www.epdata.es”)

La Comunidad Aragonesa registró el 1 de enero de 2020 en 1.328.753 habitantes, un 0,7 % más que en la misma fecha del año anterior, aunque el 51,3 % del total de los habitantes censados se concentran en la ciudad de Zaragoza (681.650), lo que evidencia el desequilibrio territorial de la Comunidad.

5.4 INFRAESTRUCTURAS Y VIAS DE COMUNICACIÓN

Las parcelas de la explotación Laura nº249 están comunicadas con el Barrio de Villamayor por los actuales caminos rurales, e igualmente con el Polígono Industrial de Malpica y la Autopista. Villamayor está perfectamente comunicada con Zaragoza y con el resto de los pueblos de la zona.

5.5 ESPACIOS DE INTERÉS HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO, GEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO

No se conocen espacios de interés histórico en la zona objeto de estudio, ni en lugares próximos a la misma. En el mismo sentido nos expresamos con espacios de interés arqueológico. A nivel geológico y paleontológico, cualquier terreno puede ser apto para su estudio e investigación, sin embargo, opinamos que el espacio geográfico que abarca la actividad no es lo suficientemente amplio, como para no estar representado en otros lugares próximos y que los terrenos geológicos que nos ocupan tampoco ofrecen mayor interés.

En resumen, no consideramos las parcelas de la explotación Laura nº249 de un interés histórico, arqueológico, geológico ni paleontológico.

5.6 ESPACIOS DE INTERÉS NATURAL Y ECOLÓGICO

No consideramos que haya espacios que se puedan considerar de interés natural y ecológico.

6 **TIPOLOGÍA Y SELECCIÓN DEL HUECO MINERO PARA SU RESTAURACIÓN CON ÁRIDOS RECICLADOS**

6.1 INTRODUCCIÓN

El tipo de hueco, y especialmente la geometría del mismo, determinará la capacidad o volumen de áridos reciclados procedentes de RCD,s necesarios para las labores de rehabilitación, así como el diseño y planificación de las operaciones de relleno (IHOBE, 2005). La selección de los huecos mineros para su rehabilitación con áridos reciclados procedentes de RCD,s se realizará teniendo como criterios básicos: por un lado, la imposibilidad del relleno de los mismos con los propios residuos mineros; y por otro, la exclusión de aquellos huecos localizados en medios muy vulnerables en los que el uso de áridos reciclados procedentes de RCD,s puede generar un impacto grave e irreversible sobre el medio ambiente o sobre el patrimonio cultural, o estar expuestos a peligros naturales que puedan inducir a un riesgo ambiental inaceptable.

Se establecerá un **índice de idoneidad de carácter multifactorial** para evaluar el grado de aptitud del hueco minero para su relleno y restauración con áridos reciclados procedentes de RCD,s **contemplando aspectos: técnico-económicos, ambientales y de prioridad social**. Esta evaluación permitirá clasificar y establecer un orden o jerarquización de los huecos generados por la actividad extractiva según diferentes grados de idoneidad, a fin de establecer prioridades de actuación para la recuperación de espacios degradados por minería con este tipo de residuos.

6.2 TIPOLOGÍA DEL HUECO MINERO LAURA Nº249 .

La tipología de hueco minero depende del tipo de yacimiento mineral y del método de explotación a cielo abierto aplicado en la extracción de los recursos minerales. La explotación Laura nº249, es una Gravera Sección A arenas y gravas situada en el término municipal de Villamayor de Gállego Zaragoza).

Las graveras son explotaciones que benefician materiales detríticos no consolidados como arenas y gravas, para la producción de áridos (**Imagen 2**).

Laura nº249 se puede clasificar como una gravera seca, consistente en excavación tridimensional hasta alcanzar el fondo previsto o lecho del depósito de gravas y arenas por encima del nivel freático, presentando un frente único, que genera poco volumen de residuos (alto ratio de aprovechamiento mineral/estéril) para el relleno de los huecos creados, y que se localiza en la proximidad del núcleo urbano de Zaragoza



Imagen 2. Vista general explotación Laura nº249

6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE HUECOS MINEROS PARA SU REABILITACIÓN CON ARIDOS RECICLADOS

La selección de los huecos mineros para su rehabilitación áridos reciclados procedentes de RCD,s debe realizarse teniendo en consideración criterios técnico-económicos, medioambientales y sociales conjuntamente (Josimovic & Maric, 2012).

6.3.1 Evaluación preliminar de la idoneidad de los huecos mineros para su rehabilitación con Áridos Reciclados

Se propone una metodología de evaluación preliminar de la idoneidad de hueco minero Laura nº249 para su rehabilitación y restauración con áridos reciclados procedentes de RCD,s , basada en criterios de aptitud del mismo para dicho fin y capacidad de acogida del medio.

De acuerdo con la misma, los huecos mineros más idóneos serán aquellos que:

- a) Proporcionen la mayor protección ambiental por sus características intrínsecas (geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas, etc.).*

- b) Se localicen además en medios poco vulnerables a la contaminación y poco expuestos a riesgos naturales que pudieran comprometer la integridad de la estructura.*

- c) Se encuentren próximos a instalaciones de gestores de RCD y/o núcleos de población que puedan garantizar el suministro suficiente de material y reducir los costes de transporte.*

- d) La recuperación del espacio degradado se considere prioritaria, por contribuir de forma significativa a la mejora de la calidad ambiental y del paisaje o a la protección del patrimonio natural y cultural.*

Por lo tanto, un primer criterio para la selección de un hueco de explotación para su relleno con áridos reciclados procedentes de RCD,s sería: la falta o escasez de residuos mineros propios o inviabilidad técnico-económica del uso de los mismos, para poder llevar a cabo la remodelación topográfica, siendo éste el caso que nos afecta a la explotación Laura nº249.

*Del mismo modo, se han desarrollado criterios de exclusión que permiten identificar aquellos huecos mineros considerados no idóneos para su rehabilitación con RCD,s. Para ello, se incluyen muchos de los criterios restrictivos para la ubicación de vertederos de inertes propuestos en el Desarrollo Técnico del R.D. 1481/2001, además de otros orientados a la protección del patrimonio natural y cultural. Entre estos últimos, destaca la exclusión de zonas mineras catalogadas o inventariadas como Lugares de Interés Geológico, siempre y cuando los trabajos de rehabilitación y relleno del hueco impliquen la destrucción o la pérdida de valor patrimonial, o declaradas como Bienes de Interés Cultural. Todos estos criterios están recogidos en la **(Tabla 2)**.*

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN DE HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD

- Huecos mineros situados en zonas con evidencias ¹ de un peligro significativo asociado a deslizamientos, movimientos en masa o caída de bloques, o localizados a una distancia ≤ 100 m de estas zonas inestables a, así como evidencias de riesgos de subsidencia (incluida la minera).
- Huecos mineros situados en calderas, conos y cráteres volcánicos activos, o inactivos si se encuentran catalogados de interés cultural protegido o en trámites de protección; y en zonas con evidencias¹ de un peligro significativo asociado a procesos de erupción (coladas de lava, etc.)^a
- Huecos mineros situados en áreas kársticas con inestabilidades (asientos, colapsos, etc.), o con colonias estables de quirópteros o patrimonio catalogado de tipo cultural, histórico-artístico, turístico o deportivo que pudieran verse afectados, así como los localizados a una distancia ≤ 100 m de estas zonas kársticas inestables y/o con valor patrimonial natural o cultural ^a
- Huecos mineros situados en zonas en las que exista un peligro significativo de aludes por acumulación estacional de nieve o en áreas que pudieran verse afectadas potencialmente^a
- Huecos mineros situados en zonas de Dominio Público Hidráulico definido en la Ley de Aguas (Capítulo I del Título 1 del RDL 1/2001), riberas y márgenes en sus zonas de servidumbre (5 m) y policía (100 m) (Capítulo II del Título 1 del RDL 1/2001), así como en el Dominio Público Marítimo Terrestre (Ley de Costas 22/1998, modificada por la Ley 2/2013)^a
- Huecos mineros en los que la distancia vertical entre la cota mínima del fondo de excavación del vaso o de apoyo del sistema de impermeabilización artificial si fuera necesario su uso, respecto al nivel freático medio sea ≤ 2 m, o que el nivel freático pueda alcanzar dicha cota en un período húmedo^a
- Huecos mineros que pudieran localizarse en humedales RAMSAR, o incluidos en el Inventario Español de Zonas Húmedas u otros Inventarios de las CCAA ^a
- Huecos mineros situados en la zona de inundación de periodo de retorno de 100 años^b
- Huecos mineros próximos a embalses para abastecimiento situados aguas arriba, a menos de 500 m
- Huecos mineros que hayan sido catalogados e inventariados como Lugares de Interés Geológico (LIG), cuando el relleno represente su destrucción o la pérdida de valor patrimonial
- Huecos mineros declarados Bienes de Interés Cultural u otra figura de protección similar, y correspondiente perímetro de protección, o que el proyecto de relleno o restauración pueda representar una pérdida irreversible de patrimonio cultural catalogado o inventariado
- Huecos mineros que puedan afectar a una captación de agua (subterránea o superficial) para abastecimiento con un volumen medio diario igual o superior a 10 m³ o que abastezca a más de 50 personas (núcleos urbanos, etc.), o al perímetro de protección de aguas minerales y termales aprobado por la legislación específica, situados a menos de 100 m aguas abajo, o en la dirección del flujo del agua subterránea si se conoce. Todos estos elementos expuestos deben estar incluidos en el registro de zonas protegidas de acuerdo con la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)

¹ Cartográficas, históricas, mediciones o reconocimientos técnicos. Además, en el caso del riesgo volcánico, se consideran las evidencias de los procesos activos de los últimos 500 años.

^a Criterios restrictivos en el Desarrollo Técnico del R.D. 1481/2001 ^b Criterios limitantes en el Desarrollo Técnico del R.D. 1481/2001

Tabla 2. Criterios para la exclusión de huecos mineros para su rehabilitación con RCD

En la determinación de la idoneidad de los huecos mineros para el relleno con RCD, no excluidos por algunos de los criterios enunciados anteriormente, se consideran los principales condicionantes técnico-económicos que encarecen un proyecto de relleno para garantizar la protección de la población y el medio ambiente, la vulnerabilidad del medio ante el impacto que pudiera generar el uso de estos residuos y el carácter prioritario de la restauración ambiental, entre otros.

La idoneidad del hueco para su restauración con RCD se valora mediante **un índice de idoneidad (ID)**, en términos cualitativos: baja, media, alta y muy alta de acuerdo con la escala de valoración de la **(Tabla 3)**. Dicha escala es aplicada a todos los componentes que definen dicho índice: condicionantes técnico-mineros, coste del transporte y garantía de suministro de RCD, y prioridad de restauración de espacios degradados por minería que son descritos en los siguientes apartados.

ESCALA DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS	
VALORES DEL ÍNDICE DE IDONEIDAD (ID)	CLASE DE IDONEIDAD
≤ 1	BAJA
> 1 – 2	MEDIA
> 2 – 3	ALTA
> 3 – 4	MUY ALTA

Tabla 3. Escala de valoración de la idoneidad de los huecos mineros para su rehabilitación con Rcd,s.

6.3.1.1 Condicionantes técnico-mineros (CMIN)

Este componente engloba todos aquellos aspectos, ambientales u de otro tipo, que van a condicionar el diseño técnico-minero del proyecto de rehabilitación del hueco de excavación, relacionados fundamentalmente con: la protección de las aguas subterráneas (**AGSUB**) y superficiales (**PASUP**), o con la erosión e inestabilidad de los taludes de la zona excavada (**EREST**) que pudieran afectar a la seguridad durante las operaciones de relleno o a la estabilidad geotécnica del mismo, tras la restauración.

a) Factor hidrogeológico (AGSUB)

La protección de las aguas subterráneas es uno de los aspectos que más condicionan la idoneidad de un hueco minero para su remodelación con áridos reciclados procedentes de RCD,s y es considerada en prácticamente todas las metodologías desarrolladas para la localización de vertederos (Josimovic & Maric, 2012; etc.) o para el relleno de huecos de excavación. La probabilidad de afección de las aguas subterráneas es evaluada a través del factor hidrogeológico (**AGSUB**) que considera: las características hidrogeológicas del hueco minero, la localización del nivel freático, la presencia y vulnerabilidad de masas de agua subterránea que pudieran verse afectadas, y otros elementos expuestos (manantiales, fuentes, pozos, etc.).

Las características hidrogeológicas del hueco de explotación (**HSUB**) hacen referencia al efecto barrera o impermeabilidad del terreno respecto a la infiltración de lixiviados que pudieran ser generados por los residuos. A pesar de que los RCD,s y tierras de excavación utilizados en restauraciones mineras deben ser "inertes" en operaciones de valorización, es posible que en algunos casos las concentraciones de sulfatos en los lixiviados superen los valores límites establecidos en la Orden AAA/661/2013 para este tipo de residuos, dependiendo del fondo geológico regional y materias primas minerales utilizadas en el sector de la construcción en la zona.

La infiltración de estas aguas sulfatadas puede producir procesos de contaminación en los acuíferos afectados, salvo que el fondo hidroquímico natural de sus aguas presente elevadas concentraciones de sulfatos.

La normativa que regula la eliminación de residuos en vertederos de inertes (R.D. 1481/2001), de aplicación en la remodelación de huecos mineros con RCD según el R.D. 975/2009, obliga en los mismos la existencia de una barrera geológica natural con un coeficiente de permeabilidad (K) menor o igual de 1×10^{-7} m/s, de 1 m de espesor mínimo, a fin de garantizar la protección de las aguas subterráneas y el suelo. Si se carece de dicha barrera natural, dicha normativa impone, salvo excepciones y previa autorización del órgano ambiental competente, tal y como se ha comentado en apartados anteriores, la construcción de una barrera artificial consistente en una capa mineral de no menos de 0,5 m de espesor a fin de garantizar la impermeabilidad del vaso.

El criterio que se denomina “características hidrogeológicas del hueco minero” es evaluado a través de la permeabilidad o conductividad hidráulica (K) de las litologías que conforman el mismo. Este parámetro tiene un carácter técnico-económico pues informa, no solo del grado de protección del medio geológico frente a la contaminación de los recursos hídricos subterráneos por lixiviados de los RCD,s, sino también de la necesidad, en el caso de materiales con permeabilidad por encima de 1×10^{-7} m/s, de barreras artificiales (capas de mineral, geosintéticos, etc.) para poder alcanzar el nivel de impermeabilización que la normativa exige lo que implica un incremento significativo de los costes de acondicionamiento del hueco. Para la evaluación de este criterio, se ha tenido en consideración las conductividades hidráulicas (m/s) de distintos tipos de rocas y sedimentos (Freeze & Cherry, 1979), y que se muestran en la **(Figura 1)**.

En la **(Tabla 4)** se recogen las valoraciones de este componente en función de la permeabilidad de las formaciones geológicas que conforman el hueco.

Otro criterio que se considera es el de la vulnerabilidad de las masas de agua subterránea (**VSUB**) que pudieran verse afectadas. La probabilidad de contaminación de los recursos hídricos subterráneos va a depender, en primer lugar, de que exista una masa de este tipo que pueda verse expuesta. Se parte de la base de que todo acuífero expuesto es vulnerable en mayor o menor grado (NRC, 1993).

Por lo tanto, en caso de que se confirme su existencia, se evalúa su vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de tal forma que: a mayor vulnerabilidad menor es la protección natural y viceversa. Existe una gran variedad de métodos (matemáticos, de simulación o indexados) para evaluar la vulnerabilidad intrínseca (Jiménez Madrid, 2011).

En esta fase de selección preliminar, pueden resultar de utilidad los métodos de índices y superposición cartográfica que permiten una evaluación de la misma rápida y barata, aunque con una mayor incertidumbre respecto a otros. De entre los métodos indexados que pueden aplicarse podemos destacar los siguientes: DRASTIC (Aller et al., 1987), GOD (Foster, 1987), SINTACS (Civita et al., 1990), AVI (Van Stempwoort et al., 1992), EKV (Auge, 1995), BGR (BGR-LÄNDER, 1995), DRASTIC reducido (DGOHCA-IG-ME, 2002), o en el caso específico de acuíferos kársticos lo métodos EPIC (Doerfliger & Zwahlen, 1997) y COP (Vías et al., 2006), entre otros. Además, pueden utilizarse también algunas cartografías de vulnerabilidad de acuíferos y masas de agua subterránea realizadas por algunas CCAA, o los Mapas de Vulnerabilidad Intrínseca de las Masas de Agua Subterránea Intercomunitarias: Detríticas y Mixtas o Carbonatadas realizados por la Dirección General del Agua (DGA) y el IGME. La valoración de este parámetro se muestra en la **(Tabla 5)**.

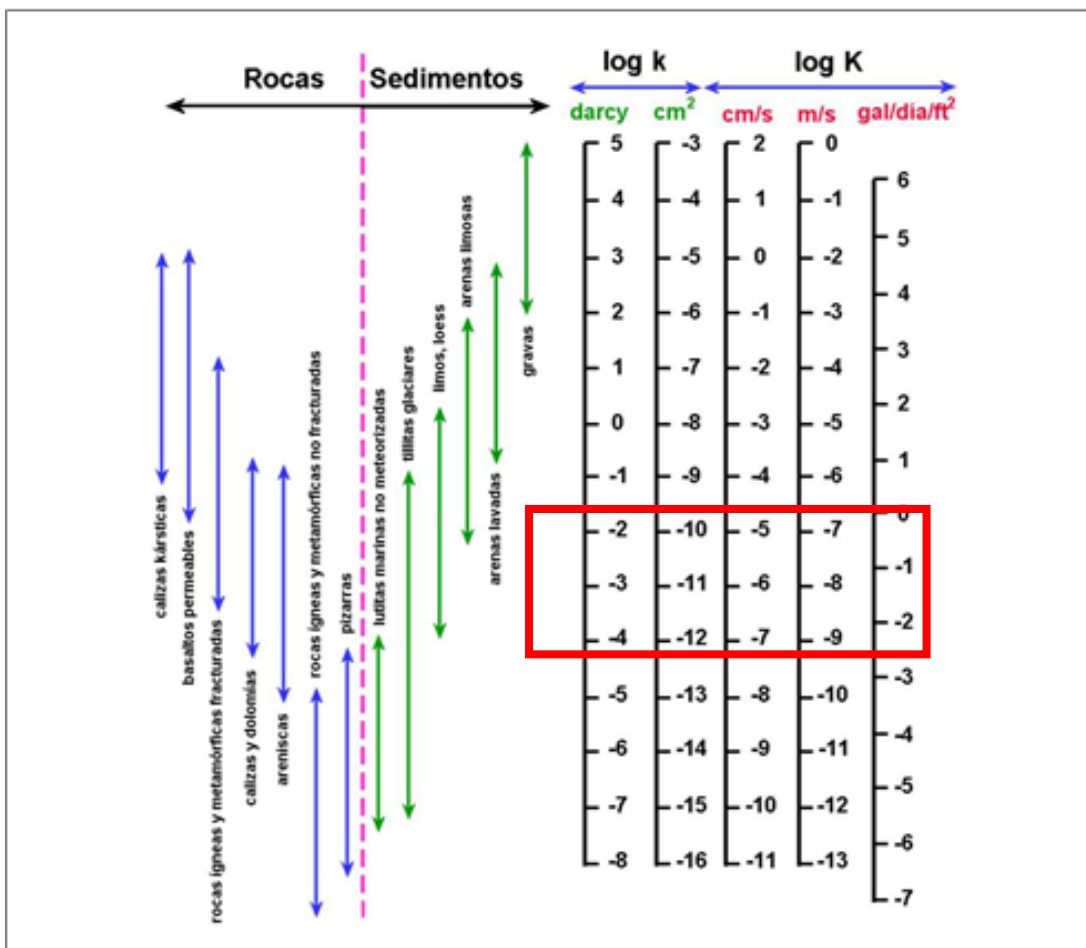


Figura 1. Conductividad hidráulica (log K) para distintos tipos de rocas y sedimentos (Freeze & Cherry, 1979)

Se ha incluido también la profundidad del nivel freático (**PNF**) como criterio de selección, a pesar de que muchos de los métodos para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos incluyen este factor. Tal y como se recoge en la (**Tabla 2**), quedan excluidos de la selección los huecos de excavación en los que la profundidad media del nivel freático sea menor o igual a 2 m, o que éste pueda alcanzar dicha cota en un período húmedo o la capa de impermeabilización del relleno, de acuerdo con lo establecido por el Desarrollo Técnico del R.D. 1481/2001 para vertederos de inertes. Flores Martínez et al. (2010) establecen una clasificación de la aptitud del rechazo (tamaño zahorra < 30 mm) del proceso de reciclado de los RCD para la restauración minera según tipología: hormigón (tipo 1) y cerámico-mixto (tipo 2), en función de la litología del hueco receptor y la profundidad del nivel freático (**Tabla 4**).

Estos especialistas proponen, en el caso de gravas y arenas limpias, muy permeables, el relleno con material de rechazo de hormigón cuando el nivel freático se localiza a más de 3 m de profundidad, y el cerámico-mixto a partir de más de 10 m. Consideran además que ambas tipologías de RCD son aptas para el relleno en litologías más o menos impermeables (arcillas, limos arcillosos, rocas masivas no karstificadas), cuando la profundidad del nivel freático es mayor de 0,5 m. Por el contrario, en calizas débilmente karstificadas y fisuradas sólo admiten ambos tipos de material cuando la capa freática se encuentra a más de 5 m de profundidad, y en calizas y yesos muy karstificados a más de 10 m. Asimismo, otros autores recogen como valor de referencia para la ubicación de vertederos, una profundidad del nivel freático superior a 3 m (Josimovic & Maric, 2012; García-Piñón et al., 2008; Blanco Fernández, 2011).

PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO	TIPO DE RCD RECOMENDADA		
		TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Gravas y arenas limpias	≤ 3m	--	--	--
	>3m y ≤ 10m	TIPO 1	--	--
	>10 m	TIPO 1	TIPO 2	
	Gravas secas Sin nivel freático en las gravas. Se atenderá a las condiciones de las	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Gravas y arenas con matriz limo-arcillosa	≤ 0,5m	--	--	--
	>0,5m y ≤ 3m	TIPO 1		
	>3m y ≤ 10m	TIPO 1	TIPO 2	
	>10 m	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3

PERFIL GEOLÓGICO	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO	TIPO DE RCD RECOMENDADA		
Arcillas y limos arcillosos Rocas masivas no karstificadas (esquistos, pizarras, margas, calizas no karstificadas).	$\leq 0,5m$	--	--	--
	$>0,5m$ y $\leq 3m$	TIPO 1	TIPO 2	
	$>3m$	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Yesos masivos no karstificados	$\leq 0,5m$	--	--	--
	$>0,5m$	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Calizas y yesos karstificados (con cavidades y huecos bien desarrollados, grietas abiertas)	$\leq 10m$	TIPO 1	--	--
	$>10m$	TIPO 1	TIPO 2	--
Calizas débilmente karstificadas y fisuradas	$\leq 1m$	--	--	--
	$>1m$ y $\leq 5m$	TIPO 1	--	--
	$>5m$	TIPO 1	TIPO 2	

Rechazos gestión RCD: Tipo 1. Hormigón; Tipo 2. Ladrillos, tejas y materiales cerámicos; Tipo 3. Aglomerados

Tabla 4. Recomendación del uso de RCD en rellenos mineros en función de las características geológicas y posición del nivel freático en la zona ocupada por la explotación minera (Flores Martínez et al., 2010)

En la (Tabla 5) se muestra la valoración adoptada para este criterio (PNF). Se ha considerado la situación más óptima, desde el punto de vista de la protección de las aguas subterráneas, cuando el nivel freático se encuentra a más de 10 m de profundidad, o a más de 3 m en litologías totalmente impermeables.

Por último, para la determinación del factor hidrogeológico, se ha considerado además la distancia a captaciones de agua para abastecimiento o consumo humano (manantiales, pozos, etc.) (**MSUB**) que proporcionen un volumen diario de agua de 10 o más metros cúbicos, o abastezcan a más de 50 personas (núcleos de población, etc.), así como las zonas o perímetros de protección de aguas minerales o termales aprobados por la legislación específica, incluidos en el Registro de Zonas Protegidas según la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/ CE). Teniendo en consideración algunas metodologías de evaluación de riesgos aplicada a suelos contaminados o residuos mineros (National Classification System for Contaminated Sites (CCME, 2008); PRA.MS (EEA, 2005); Alberruche et al., 2014, etc.), se han excluido, tal y como se muestra en la **Tabla 5**, los huecos mineros con algunos de estos elementos expuestos a menos de 100 m aguas abajo, o en la dirección del flujo de agua subterránea si se conoce. Por otra parte, no existe un consenso en la bibliografía científico-técnica respecto a las distancias de protección entre vertederos o explotaciones restauradas con RCD y captaciones para abastecimiento de la población.

No obstante, destacan como referencias las del Departamento de Protección Ambiental del Estado de Maine (EE.UU) que establece una distancia restrictiva respecto a manantiales de 1000 pies (305 m) (DEP, 2015), y que ha sido aplicada para vertederos de inertes en Dakota del Norte (EE.UU)²; el Departamento del Agua del Gobierno de Australia Occidental recomienda, sin embargo, una distancia de 100 m con vegetación en este tipo de depósitos con residuos inertes (Department of Water, 2015). En algunas metodologías para la localización de vertederos se establecen distancias de protección respecto a pozos para abastecimiento urbano de 500 m (Josimovic & Maric, 2012; Issa & Shehhi, 2012, etc.). Los criterios adoptados se muestran en la (**Tabla 5**).

El factor hidrogeológico (**AGSUB**) es evaluado finalmente mediante la suma ponderada de los componentes: características hidrogeológicas del hueco de explotación (**HSUB**); vulnerabilidad de las masas de agua subterránea (**VSUB**); profundidad del nivel freático (**PNF**); y distancia a captaciones de agua para abastecimiento (**MSUB**) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{AGSUB = 0,3*HSUB + 0,3*VSUB + 0,3*PNF + 0,1*MSUB}$$

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD	
FACTOR HIDROGEOLÓGICO (AG_{SUB})	
$AG_{SUB} = 0,3 \cdot H_{SUB} + 0,3 \cdot V_{SUB} + 0,3 \cdot P_{NF} + 0,1 \cdot M_{SUB}$	
Características hidrogeológicas del hueco de explotación	H_{SUB}
Calizas, dolomías y yesos muy karstificados con cavidades o huecos desarrollados.	Exclusión
Permeabilidad alta: arenas limpias, gravas	1
Permeabilidad moderada: calizas, dolomías y yesos débilmente karstificados o fisurados; rocas ígneas y metamórficas fracturadas; arenas limosas.	2
Permeabilidad baja: areniscas, calizas, dolomías y yesos masivos; limos arenosos; arcilla limosa.	3
Permeabilidad muy baja: arcillas y margas compactas; rocas ígneas y metamórficas masivas; pizarras; tillitas.	4

Tabla 5. Criterios de valoración del factor hidrogeológico (AG_{SUB})

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD	
FACTOR HIDROGEOLÓGICO (AG_{SUB})	
Vulnerabilidad de las masas de agua subterránea	V_{SUB}
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Alta o Muy Alta	1
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Media	2
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Baja	3
Vulnerabilidad Intrínseca a la contaminación Muy Baja	4
Profundidad del nivel freático	P_{NF}
≤ 2 m	Exclusión
$> 2 - 3$ m	1
$> 3 - 5$ m	2
$> 5 - 10$ m	3
> 10 m	4
> 3 m en litologías impermeables.	4
Sin nivel freático	4
Distancia a captaciones de agua para abastecimiento	M_{SUB}
< 100 m	Exclusión
$100 - < 200$ m	1
$200 - < 500$ m	2
$500 - < 1.000$ m	3
≥ 1.000 m	4

Tabla 5. Criterios de valoración del factor hidrogeológico (AG_{SUB})

b) Proximidad a masas de aguas superficiales (PASUP)

Otro aspecto considerado es el factor de proximidad a masas de aguas superficiales (**PASUP**) que evalúa la posible afección de las mismas por efluentes y escorrentías procedentes de áreas mineras, restauradas con RCD. La distancia disminuye la probabilidad de que dichos efluentes puedan alcanzar cuerpos de agua superficial. Al mismo tiempo, favorece una reducción de la carga de sólidos en suspensión y contaminantes, en este caso sulfatos, por: infiltración, deposición, precipitación y otros procesos de atenuación natural al interactuar con el terreno. Investigaciones sobre riesgos ambientales en minería abandonada postulan que la máxima afección sobre corrientes de agua superficiales produce cuando éstas se localizan a menos de 30 ó 50 m, aguas abajo, de una zona minera (Turner et al., 2011; Shevenell et al., 1997; Alberruche et al., 2014) o un vertedero (Calvo, 2003; Garrido Vergara, 2008), y se reduce significativamente a partir de 500 m.

Algunas normativas sobre vertederos de inertes en EEUU han establecido distancias de protección similares, de 30,5 m (100 pies) en el estado de Washington 3 o 61 m (200 pies) en Dakota del Norte⁴. En esta memoria, se han excluido los huecos mineros situados a menos de 30 m de cursos de agua superficiales para su restauración con RCD. Por otra parte, diversos estudios y metodologías sobre ubicación de vertederos proponen una distancia superior a 500 m, para garantizar la protección de las aguas superficiales (EPA South Australia, 2007; Josimovic & Maric, 2012; Eskandari et al., 2015, etc.). En la (Tabla 6) se muestra el valor de este factor.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD	
FACTOR DE PROXIMIDAD A MASAS DE AGUAS SUPERFICIALES (PA_{SUP})	
Distancia del hueco a una masa de agua superficial	PA_{SUP}
< 30 m	Exclusión
30 – 100 m	1
> 100 – 500 m	2
> 500 – 1.000 m	3
> 1.000 m	4

Tabla 6. Criterios de valoración del factor de proximidad a masas de aguas superficiales (**PASUP**)

El riesgo de salinización por efluentes de RCD, con elevadas concentraciones de sulfatos, dependerá de la naturaleza hidroquímica y del caudal o capacidad de dilución de las masas de agua receptoras. La magnitud del impacto será menor en aguas sulfatadas y caudalosas. Sin embargo, estos factores no han sido contemplados en la metodología porque exigen un nivel de conocimiento que va más allá de un análisis de carácter preliminar, adoptándose un criterio conservador de máxima vulnerabilidad a todas las masas de agua superficiales expuestas.

c) Grado de erosión de los taludes del hueco y/o la presencia de inestabilidades (EREST)

El grado de erosión de los taludes del hueco y/o la presencia de inestabilidades (EREST) pueden incrementar significativamente los costes económicos derivados del acondicionamiento y saneado del mismo, para poder llevar a cabo las operaciones de relleno en condiciones de seguridad o garantizar la estabilidad geotécnica y la protección ambiental tras la restauración.

Los criterios de valoración de este factor en suelos y rocas blandas, se han basado en la clasificación de estados erosivos de los taludes de depósitos de residuos mineros abandonados diseñada para la evaluación del riesgo de este tipo de instalaciones (Alberruche et al., 2014), quedando expuestos en la (Tabla 7). En la (Imagen 3) se puede apreciar el grado de erosión de talud del hueco minero Laura nº249.



Imagen 3. Vista grado de erosión en talud del hueco minero

Por el contrario, en taludes de huecos de excavación en rocas duras van a ser más significativos los problemas de inestabilidad asociados a las discontinuidades del macizo rocoso, frente a los derivados de la alteración o meteorización del mismo. En este tipo de taludes, al igual que en el caso anterior, se proponen criterios de valoración que pueden ser obtenidos directamente en el sitio mediante una simple inspección visual (**opción 1ª de la tabla 7**).

No obstante, es posible el uso de criterios basados en clasificaciones geomecánicas del macizo rocoso de base empírica como: la clasificación RMR (Rock Mass Rating) desarrollada por Bieniawski (1973, 1979 y 1989), que considera diferentes aspectos como la resistencia de la roca matriz, las condiciones de diaclasado y su posición relativa respecto a la excavación y el efecto del agua (Ayala Carcedo y Andreu, 2006; González de Vallejo et al., 2006); o bien, la clasificación SMR (Slope Mass Rating) que es una adaptación de la clasificación de Bieniawski para taludes (Romana, 1995). Sin embargo, el uso de este tipo de clasificaciones supone un conocimiento de campo mucho más exhaustivo y la realización de ensayos *in situ*.

La valoración del factor **EREST** mediante algunos de estos índices quedan reflejados en la **Tabla 7 (opción 2ª)**. En cualquier caso, la asignación de los valores **EREST** parte de la premisa de que un mayor grado de erosión o gravedad de los problemas de estabilidad detectados, implica por lo general la aplicación de técnicas más complejas y/o una mayor inversión económica en las labores de acondicionamiento de los huecos de excavación, lo que representa un valor de este factor desde el punto de vista de la idoneidad más bajo y viceversa.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD	
GRADO DE EROSIÓN DE LOS TALUDES DEL HUECO Y/O PRESENCIA DE INESTABILIDADES (ER_{EST})	
Huecos excavados en suelos y rocas blandas	ER_{EST}
- Erosión hídrica extrema con abundantes regueros y cárcavas tanto como pequeñas, frecuentes fenómenos de tubificación, y/o presencia de mientos de masa (deslizamientos, etc.)	1
- Abundantes regueros con frecuentes cárcavas (alguna grande, de > profundidad) y algunos fenómenos de tubificación. O presencia de grietas tracción verticales y en cabecera significativos desde el punto de vista de estabilidad del talud	2
- Erosión con regueros frecuentes o abundantes con pocas cárcavas 30 cm a 1 m de profundidad)	3
- Erosión laminar o erosión con pocos regueros (< 30 cm de profundidad)	4
Huecos excavados en rocas duras (opción 1ª)	ER_{EST}
- Roturas generalizadas del talud o afección a uno o varios bancos en rocosos muy fracturados y alterados	1
- Macizo rocoso moderadamente fracturado y alterado. Riesgo de algún pequeño desprendimiento	2
- Macizo rocoso ligeramente fracturado y meteorizado. Riesgo de caída bloque pequeño aislado	3
- Macizo rocoso inalterado sin fracturación o muy poco fracturado	4
Huecos excavados en rocas duras (opción 2ª)	ER_{EST}
CLASIFICACIÓN RMR (Bieniawski, 1973; 1979; 1989)	
- Macizo rocoso de clase IV y V de calidad mala y muy mala ($RMR \leq 40$)	1
- Macizo rocoso de clase III de calidad media (RMR entre 41 y 60)	2
- Macizo rocoso de clase II de calidad buena (RMR entre 61 y 80)	3
- Macizo rocoso de clase I de calidad muy buena (RMR entre 81 y 100)	4
CLASIFICACIÓN SMR (Romana, 1995)	
- Talud totalmente inestable o inestable ($SMR \leq 40$)	1
- Talud parcialmente estable (SMR entre 41 y 60)	2
- Talud estable (SMR entre 61 y 80)	3
- Talud totalmente estable (SMR entre 81 y 100)	4

Tabla 7. Criterios de valoración del grado de erosión de los taludes del hueco y/o presencia de inestabilidades (ER_{EST})

d) Evaluación de los condicionantes técnico-mineros (CMIN)

El componente condicionantes técnico-mineros (**CMIN**) es evaluado finalmente mediante la agregación ponderada de todos los factores descritos anteriormente: factor hidrogeológico (**AGSUB**), factor de proximidad a masas de aguas superficiales (**PASUP**) y grado de erosión de los taludes del hueco y/o presencia de inestabilidades (**EREST**), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CMIN = 0,7*AGSUB + 0,2*PASUP + 0,1*EREST}$$

Los huecos mineros que presentan los valores **CMIN** más altos serán aquellos que se localicen en zonas menos vulnerables o que proporcionen la máxima protección sobre las aguas subterráneas y superficiales, faciliten las operaciones de relleno en condiciones de seguridad y garanticen la estabilidad geotécnica del mismo con el menor coste técnico y económico, y viceversa.

6.3.1.2. Coste de transporte y suministro de RCD (CTSUM)

Para la determinación de la idoneidad se ha contemplado el componente coste de transporte y suministro de RCD (**CTSUM**), cuya valoración va a depender de la distancia de los huecos mineros a los núcleos urbanos (**DNUC**) y del potencial de producción de RCD de los mismos (**PNUC**).

a) Distancia a centros de producción de RCD (DNUC)

La distancia a centros de producción de RCD (**DNUC**), es decir, a núcleos urbanos o a centros gestores autorizados, tiene por objeto evaluar la viabilidad de las restauraciones en función del coste del transporte. La naturaleza de este tipo de residuos de elevado volumen propicia que este sea alto y condicione el uso de los mismos en la rehabilitación minera. En el primer Plan Nacional de Residuos de Construcción 2001-2006, se hace referencia al “principio de proximidad” como uno de los principales principios de gestión de los RCD.

En dicho plan se recoge la previsión de una red de centros de transferencia en un radio de 25 km alrededor de los núcleos urbanos, y de 15 km en el caso de núcleos de población importantes. La “Guía técnica para el relleno de canteras con materiales naturales de excavación” (IHOBE, 2005), utiliza esta última distancia a centros urbanos, como criterio de selección, además de otros. Sin embargo, para muchos autores, la distancia considerada crítica para el transporte de RCD desde los centros de producción a los vertederos o instalaciones de gestión, o transferencia en su caso, es de 30 km (Moreno Cayuela, 2000; IHOBE, 2012; etc.).

Esta distancia crítica ha quedado recogida también en diversos planes autonómicos sobre RCD como es el caso de la Comunidad Autónoma de Madrid, Castilla-La Mancha, Comunidad Foral de Navarra, etc. Se ha tomado también como referencia la explotación de un recurso mineral de bajo valor económico como es el caso de los áridos, que se encuentra muy condicionada por los elevados costes del transporte.

En este caso, a partir de 40 km se considera que la extracción de áridos no es viable económicamente (ANEFA, 2008; Casado, 2010), salvo excepciones. En cualquier caso, los costes por este concepto se elevan notablemente a partir de 50 km (SIEMCALSA, 2008; Mel et al., 2014). Teniendo en cuenta que el precio del material de rechazo del proceso de reciclado de los RCD es más barato que los áridos naturales, es posiblemente el coste del transporte el principal factor económico que va a condicionar

b) Tamaño de población de los núcleos urbanos (PNUC)

El tamaño de población de los núcleos urbanos (**PNUC**) evalúa el potencial de producción de RCD de los mismos en función del número de habitantes, y por lo tanto, el potencial de disponibilidad de material para garantizar el relleno de los huecos mineros próximos. En 2015, la producción media española de RCD por habitante era de 0,435 t/hab/año (FERCD, 2017). En España, sólo 6 municipios tenían más de 500.000 habitantes: Málaga, Zaragoza, Sevilla, Valencia, Barcelona y Madrid. Y sólo estas dos últimas ciudades tenían una población de más de un millón de habitantes. Estas grandes urbes junto con sus áreas metropolitanas constituyen importantes centros generadores de RCD en nuestro país. En este estudio, se ha asignado a los núcleos de población de más de 500.000 habitantes el valor más alto respecto al potencial suministro de RCD para restauración minera (**Tabla 8**).

C) Evaluación del coste de transporte y suministro de RCD (CTSUM)

Finalmente, el factor coste de transporte y suministro de RCD (**CTSUM**) es evaluado integrando ambos componentes: distancia a centros de producción de RCD (**DNUC**) y tamaño de población de los núcleos urbanos (**PNUC**), que son valorados de acuerdo con los criterios recogidos en la (**Tabla 8**), según la siguiente ecuación:

$$\mathbf{CTSUM = 0,7 * DNUC + 0,3 * PNUC}$$

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINE- ROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD	
FACTOR COSTE DE TRANSPORTE Y SUMINISTRO DE RCD (CT_{SUM})	
$CT_{SUM} = 0,7 \cdot D_{NUC} + 0,3 \cdot P_{NUC}$	
Distancia a centros de producción de RCD	D
> 50 km	1
> 30 – 50 km	2
> 15 – 30 km	3
≤ 15 km	4
Tamaño de población de los núcleos urbanos	P
< 10.000 habitantes	1
10.000 – 100.000 habitantes	2
>100.000 – 500.000	3
> 500.000	4

Tabla 8. Criterios de valoración del factor coste de transporte y suministro de RCD (CT_{SUM})

6.3.1.3 Prioridad de restauración de espacios degradados por minería (P_{REST})

Otro factor contemplado en la evaluación es el de prioridad de restauración de espacios degradados por minería (P_{REST}). La prioridad de rehabilitación va a depender de la sensibilidad de los espacios y/o ecosistemas afectados y grado de conservación, la calidad del paisaje y la incidencia visual de la alteración minera.

d) Calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje (C_{AMB})

La urgencia en la rehabilitación es expresada en primer lugar a través del componente calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje (C_{AMB}). Se considera que los espacios naturales más sensibles o ecosistemas de más alto valor, o de una elevada calidad visual del paisaje, son los más prioritarios para su restauración. En este caso, la rehabilitación de estos espacios contribuye a mejorar, conservar o proteger el patrimonio natural más valioso.

e) Accesibilidad visual (AVIS)

Para evaluar la incidencia visual de las zonas degradadas solo se ha considerado la accesibilidad visual (AVIS) o visibilidad del impacto paisajístico generado por la minería desde las zonas más frecuentadas por la población o con mayor potencial de observadores, es decir, núcleos urbanos y vías de comunicación (Alberruche et al., 2015). No se ha considerado la fragilidad visual intrínseca o capacidad de absorción visual de las alteraciones mineras por el entorno, adoptando un criterio conservador de máxima fragilidad visual en todos los casos. La accesibilidad visual ha sido valorada en función del tamaño de población de los núcleos urbanos y/o vías de comunicación, según intensidades medias diarias de tráfico o el sistema jerárquico de la red de carreteras, desde donde las zonas mineras son visibles. A mayor accesibilidad visual mayor prioridad de recuperación de un espacio degradado. Los criterios de valoración asignados son abiertos, pudiendo en algunos casos incluir en la evaluación nuevos elementos con alto potencial de observación (ferrocarril de cercanías de grandes ciudades con un elevado tránsito de viajeros, usos recreativos y de ocio con gran afluencia de visitantes, etc.). En la (Tabla 9) se recogen los criterios que definen las clases de accesibilidad visual.

CLASE	CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE LA CLASE DE ACCESIBILIDAD VISUAL
BAJA	No visible desde vías de comunicación o núcleos de población
MEDIA	Visible desde núcleos de población de < 5.000 habitantes Visible desde carreteras de la red local y autonómica Visible desde vías con IMD < 5.000*
ALTA	Visible desde núcleos de población de entre 5.000 y 50.000 habitantes Visible desde carreteras de la Red del Estado (RCE) Visible desde vías con IMD entre 5.000 y 10.000 vehículos*
MUY ALTA	Visible desde núcleos de > 50.000 habitantes Visible desde autopistas y autovías (independientemente de la titularidad) Visible desde vías con IMD de más de 10.000 vehículos*

* IMD (Intensidad Media Diaria medida en vehículos/día). Si se dispone de datos de estaciones de aforo de tráfico, primará este criterio respecto al de titularidad de la carretera

Tabla 9. Definición de las clases de accesibilidad visual (AVIS)

f) Evaluación de la prioridad de restauración de espacios degradados por minería (PRREST)

El factor de prioridad de restauración de espacios degradados por minería (**PRREST**) es valorado a partir de los componentes: calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje (**CAMB**) y accesibilidad visual (**AVIS**), evaluados ambos de acuerdo con los criterios recogidos en la (**Tabla 10**), y aplicando la siguiente ecuación:

$$PR_{REST} = 0,6 * C_{AMB} + 0,4 * A_{VIS}$$

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD	
FACTOR PRIORIDAD DE RESTAURACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS POR MINERÍA (PR_{REST})	
PR_{REST} = 0,6 * C_{AMB} + 0,4 * A_{VIS}	
Calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje	C_{AMB}
Espacios muy degradados ambientalmente y calidad visual del paisaje muy baja	1
Espacios moderadamente degradados y/o calidad visual del paisaje media	2
Ecosistemas bien conservados y/o calidad visual del paisaje alta	3
Áreas sensibles o espacios naturales protegidos y/o calidad visual del muy alta	4
Accesibilidad visual	A_{VIS}
Baja	1
Media	2
Alta	3
Muy Alta	4

Tabla 10. Criterios de valoración del factor prioridad de restauración de espacios degradados por minería (PR_{REST})

6.3.1.4 Índice de idoneidad del hueco para su rehabilitación con RCD (ID)

El índice de idoneidad (**ID**) será función de todos estos componentes descritos anteriormente: condicionantes técnico-mineros (**CMIN**), coste de transporte y suministro de RCD (**CTSUM**) y prioridad de restauración de espacios degradados por minería (**PRREST**). La determinación del mismo se lleva a cabo aplicando la siguiente ecuación:

$$ID = 0,6*CMIN + 0,3*CTSUM + 0,1*PRREST$$

El índice de idoneidad se aplica sobre todos los huecos mineros considerados susceptibles de ser rehabilitados con RCD, y que no han sido previamente excluidos por la concurrencia de alguno de los criterios de exclusión definidos anteriormente. Este índice pone de manifiesto, por lo tanto, la aptitud del hueco minero para el relleno con este tipo residuos en función de la vulnerabilidad del medio, el esfuerzo técnico y el coste económico necesarios para garantizar la protección ambiental, la viabilidad del uso de estos materiales en función del coste de transporte y distancia a los centros productores de RCD, y la prioridad social de protección y mejora del patrimonio natural y paisajístico más valiosos.

Los huecos mineros menos idóneos para su relleno con RCD ($ID \leq 1$) serán aquellos que presentan un mayor riesgo ambiental lo que implica una mayor inversión económica en tecnología para su eliminación, así como un elevado gasto en transporte por situarse lejos de áreas urbanas importantes, en zonas degradadas de escasa incidencia visual cuya restauración no se considere prioritaria. **Mientras que los más idóneos ($ID > 3$), serán aquellos otros localizados en las proximidades de los principales centros productores de RCD donde el impacto ambiental pueda minimizarse con el mínimo coste técnico y económico, y cuya rehabilitación contribuya de forma significativa a la protección y mejora del patrimonio natural más valioso, incluyendo los paisajes de calidad con una alta incidencia visual.**

Este índice de idoneidad de carácter multifactorial se inscribe, por lo tanto, en el contexto de un análisis de carácter preliminar que tiene como objetivos:

- a) La selección de huecos mineros aptos para el relleno con RCD.
- b) La valoración, clasificación y ordenación de los mismos según grados de idoneidad a fin de establecer prioridades de actuación respecto a la recuperación de espacios mineros degradados, con este tipo de residuos de construcción y demolición. En la (**Tabla 11**), a modo de síntesis, se recogen todos los índices paramétricos que integran la metodología propuesta junto con el valor obtenido para el hueco mienero Laura n°249.

ÍNDICES DEFINIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS PARA SU REHABILITACIÓN CON RCD		
Código	Concepto	Expresión de cálculo
ID	Índice de idoneidad del hueco minero para su rehabilitación con RCD	$ID = 0,6 * C_{MIN} + 0,3 * CT_{SUM} + 0,1 * PR_{REST} = 3,2$
C_{MIN}	Condicionantes técnico-mineros	$C_{MIN} = 0,7 * AG_{SUB} + 0,2 * PA_{SUP} + 0,1 * ER_{EST} = 3,06$
CT_{SUM}	Coste de transporte y suministro de RCD	$CT_{SUM} = 0,7 * D_{NUC} + 0,3 * P_{NUC} = 4$
PR_{REST}	Prioridad de restauración de espacios degradados por minería	$PR_{REST} = 0,6 * C_{AMB} + 0,4 * A_{VIS} = 1,6$
AG_{SUB}	Factor hidrogeológico	$AG_{SUB} = 0,3 * H_{SUB} + 0,3 * V_{SUB} + 0,3 * P_{NF} + 0,1 * M_{SUB} = 2,8$
H_{SUB}	Características hidrogeológicas del hueco de explotación	2 (Valor obtenido de las tablas anteriores)

V_{SUB}	Vulnerabilidad de las masas de agua subterránea	3 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
P_{NF}^{0.7}	Profundidad del nivel freático	3 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
M_{SUB}	Distancia a captaciones de agua para abastecimiento o consumo humano	4 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
PA_{SUP}	Proximidad a masas de agua superficiales	4 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
ER_{EST}	Grado de erosión de los taludes del hueco y/o la presencia de inestabilidades	3 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
D_{NUC}	Distancia a centros de producción de RCD	4 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
P_{NUC}	Tamaño de población de los núcleos urbanos	4 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
C_{AMB}	Calidad ambiental y/o calidad visual del paisaje	2 (Valor obtenido de las tablas anteriores)
A_{VIS}	Accesibilidad visual	1 (Valor obtenido de las tablas anteriores)

Tabla 11. Índices definidos para la determinación de la idoneidad de los huecos mineros

para su rehabilitación con RCD

Por lo que en función del índice de idoneidad del hueco para su restauración con RCD obtenido (**ID=3,2**), se establece que la idoneidad del hueco minero Laura nº249 para su restauración con áridos reciclados procedentes de RCD,s es **MUY ALTA**.

ESCALA DE VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS HUECOS MINEROS	
VALORES DEL ÍNDICE DE IDONEIDAD (ID)	CLASE DE IDONEIDAD
≤ 1	BAJA
> 1 – 2	MEDIA
> 2 – 3	ALTA
> 3 – 4	MUY ALTA

Tabla 3. Escala de valoración de la idoneidad de los huecos mineros para su Rehabilitación con RCD,s

7 CARACTERIZACIÓN DE LOS RCD,S PARA EL RELLENO DEL HUECO MINERO LAURA Nº249

El R.D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras permite el uso de residuos de procedencia no minera (art. 13.1.d), incluyendo los RCD, para el acondicionamiento y relleno de los huecos de explotación de acuerdo con las prescripciones del R.D. 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) se caracterizan por su gran heterogeneidad, pues incluye una amplia variedad de materiales de diferente naturaleza (**Figura 2**), tal y como se recoge en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006: el 75% en peso respecto a la producción total está constituido por escombros (ladrillos, azulejos y cerámicas (54%), hormigón (12%), piedras (5%) y arena, grava y otros áridos (4%). El 25% en peso restante está integrado por materiales diversos (basura (7%), asfalto (5%), madera (4%), metales (2,5%), vidrios (0,5%), plásticos (1,5%), papel (0,3%), y otros materiales (4%). La composición varía en función de la procedencia del residuo (tipo de infraestructura o edificación, etc.) y refleja en sus componentes mayoritarios, además, el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector de la construcción (Romero, 2006). Es posible, por lo tanto, cierta variabilidad en la composición de los RCD en función de las características de los recursos geológico-mineros utilizados como materiales de construcción, según las diferentes regiones.

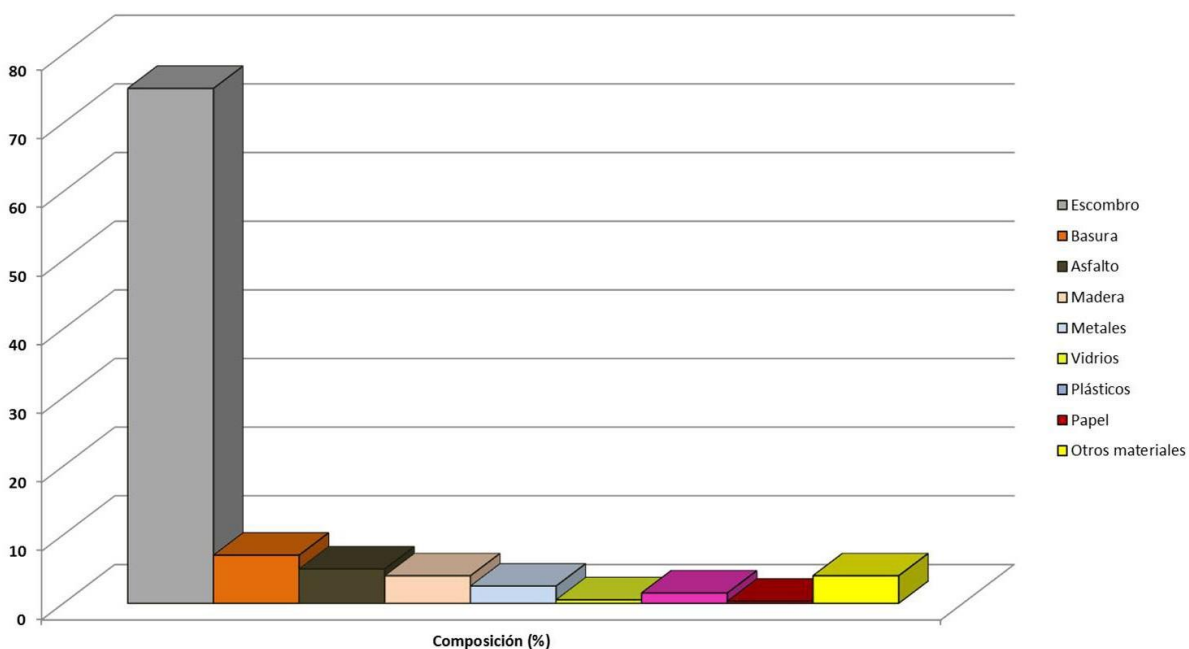


Figura 2. Composición de los residuos de construcción y demolición (%)

En cuanto al origen de este tipo de residuos, en el año 2015, un 32% de los RCD generados procedían de obras de licitación pública, un 24,6% de reformas y rehabilitaciones, un 18,6% de obra nueva de tipo residencial y un 5,3% de carácter no residencial, un 6,1% de ampliaciones de obra, y un 12,5% de actuaciones que no exigían visado (FERCD, 2017).

Respecto a la valorización de estos residuos, Aridos Blesa S.L.U. como "Gestores recicladores de RCD" con emplazamiento fijo en Villamayor de Gállego (Zaragoza), presenta dos líneas de producción de áridos reciclados dependiendo de los materiales o RCD procesados: hormigón demolición (**Figura 3**), estos últimos suelen proceder de la demolición de estructuras de edificación, siendo sometidos a una separación selectiva en origen. La segunda línea de producción es el machaqueo del hormigón procedente del rechazo del hormigón de plantas de fabricación de hormigón.



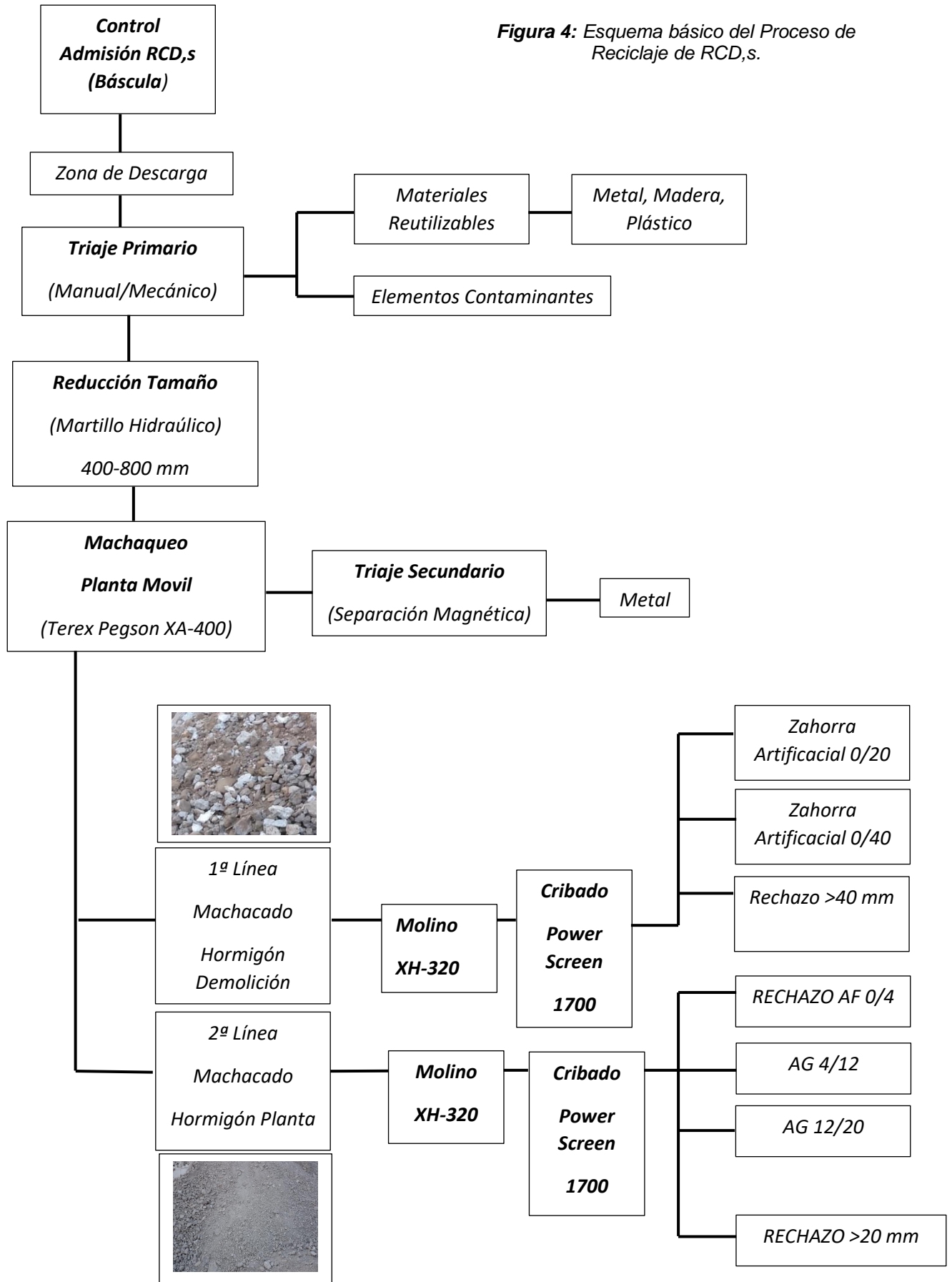
Figura 3. Izd. 1ª línea: machaqueo hormigón demolición. Derch. 2ª línea: machaqueo hormigón planta hormigón

El proceso de reciclaje consta de las siguientes fases (Figura 4):

Control de admisión de los residuos que incluye procedimientos como el pesaje en báscula, identificación y evaluación del material a través de la inspección visual y documental, y registro de entrada. Esta fase tiene por objeto garantizar que el material cumpla las condiciones de admisibilidad y trazabilidad.

Clasificación o triaje primario que tiene como finalidad separar, en la zona de descarga, los materiales voluminosos no pétreos reutilizables si los hubiera (madera, plásticos, metales, etc.) de los pétreos, así como aquellos materiales que puedan ser contaminantes o peligrosos mediante procedimientos manuales o mecánicos (martillos hidráulicos, palas y retroexcavadoras, etc.). La fracción pétreo, previo fraccionamiento de los grandes bloques hasta un tamaño adecuado con martillos hidráulicos, se incorpora al resto del proceso de reciclaje introduciéndola en una machacadora Terex Pegson XA-400.

Figura 4: Esquema básico del Proceso de Reciclaje de RCD,s.



Posteriormente, el material obtenido de la machacadora Terex Pegson XA-400 se introduce en el molino (XH-320) y se realiza un cribado (Powerscreen 1700), obteniéndose de esta manera los áridos reciclados.

Se obtiene un material pétreo (tamaño entre 0-20 mm o 0-40 mm), de calidad inferior a la zahorra que se obtiene tras el proceso de trituración por el alto contenido de tierra y arena (GERD, 2012). Este material se puede emplear para usos poco exigentes como relleno de jardines, camas de asiento de tuberías, etc., aunque por lo general es difícilmente comercializable, por el contrario, el rechazo de la línea de machaqueo de hormigón de planta es muy bajo.

La reutilización de estos materiales mediante su empleo en la restauración minera es la principal motivación para solicitar la actualización del Plan de Restauración de Laura nº249 para que admita la restauración con el relleno de áridos reciclados obtenidos.

8 EVALUACIÓN AMBIENTAL

8.1 INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA

La evaluación de los efectos sobre el medio natural es la clave de los Estudios de Impacto Ambiental. Con la información obtenida de los epígrafes anteriores, donde se describen tanto los valores ambientales de la zona, como la descriptiva del proyecto, se evaluarán los efectos de la actividad de tratamiento de materiales mediante ciclos y empleo de maquinaria clásica de minería u obra pública sobre el medio natural. Posteriormente, se tratará de plantear actuaciones encaminadas a minimizar, anular o compensar los efectos aquí evaluados. Estos aspectos ya se evaluaron a la hora del estudio del Plan de Restauración en vigor de la explotación Laura nº249 y que en principio no se deben ver afectados por la actualización del Plan de Restauración al incluir el relleno mediante áridos reciclados provenientes de RCD,s.

Para realizar una adecuada evaluación de las afecciones producidas sobre el medio natural, es necesario contar con un inventario ambiental que describa de forma suficiente los principales factores que pueden verse afectados por el proyecto, así como con una técnica para la valoración de las afecciones.

Se han establecido los siguientes pasos destinados a la correcta evaluación de los efectos ambientales:

- Identificación y caracterización de los factores del medio susceptibles de verse afectados. Se entiende por factores del medio susceptibles de recibir impactos, aquellos elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto de forma significativa.
- Identificación y caracterización de las afecciones sobre el medio natural. La identificación y caracterización de las afecciones consiste en la predicción del carácter y magnitud de las interacciones entre el proyecto sometido a estudio y el medio en donde finalmente se realizará.
- Descripción y valoración de las afecciones sobre el medio natural. Para cada factor del medio natural analizado en los apartados anteriores se recogerá con el mayor detalle posible los efectos y se realizará una valoración cualitativa de los impactos

8.2 DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE VERSE AFECTADOS

Para realizar una correcta valoración de los impactos producidos por las actuaciones previstas derivadas de la actividad de relleno mediante aridos reciclados provenientes de RCD,s se han agrupado los diferentes factores del entorno natural susceptibles de ser afectados, en dos bloques; el medio físico y el medio biótico. Además se valorarán también las posibles afecciones sobre el medio cultural o socioeconómico. Estos elementos susceptibles de resultar afectados están formados por diferentes componentes del medio y son:

SISTEMA: MEDIO FÍSICO

SUBSISTEMA: MEDIO INERTE

A) Atmósfera:

- *Nivel de polvo. En referencia a la contaminación del aire por emisiones derivadas de la actividad en la gestión de RCD,s.*
- *Nivel de ruido. En referencia a la alteración de los niveles sonoros actuales, y concretamente aquellos que puedan afectar a la fauna y los seres humanos.*

B) Tierra – suelo:

- *Geomorfología. En referencia a las modificaciones de los relieves y formas actuales.*
- *Recurso natural. En referencia al agotamiento de la materia prima a extraer, actualmente ya no hay materia prima a extraer al encontrarse en Fase de Restauración.*
- *Calidad suelo. En referencia a la pérdida de la calidad actual de los suelos sobre los que se proyecta la actividad de relleno con aridos reciclados, por contaminación o vertido de residuos.*

C) Agua:

- *Aguas superficiales. En referencia a la alteración del régimen hidrológico superficial existente en el área del proyecto, y/o su posible contaminación.*

SUBSISTEMA: MEDIO BIÓTICO

A) Paisaje:

- *Calidad del paisaje. En referencia a la alteración de la calidad del paisaje, según la facilidad de visión de la actuación, su integración con el entorno y el público potencial que puedan observarlo.*

B) Comunidades naturales terrestres

- *Flora y vegetación. En referencia a la posible afección sobre el conjunto de especies de flora y comunidades presentes en el área de estudio.*
- *Flora catalogada o de interés. En referencia a las especies incluidas en alguno de los diferentes catálogos de especies amenazadas, o bien son de especial importancia en el área en cuestión por su especial relevancia ecológica, o por su escasez.*
- *Fauna. En referencia a la posible afección sobre el conjunto de especies de fauna presentes en el área de estudio.*
- *Fauna catalogada o de interés. En referencia a las especies incluidas en alguno de los diferentes catálogos de especies amenazadas, o bien son de especial importancia en el área en cuestión por su especial relevancia ecológica, o por su escasez.*
- *Hábitat de Interés Comunitario. En referencia a aquellos ecosistemas de especial importancia ecológica, incluidos en la Directiva de Hábitat.*

SISTEMA: MEDIO CULTURAL y SOCIOECONÓMICO.

SUBSISTEMA: MEDIO SOCIOECONÓMICO

A) Economía y población

- *Empleo y generación de actividad.*
- *Ingresos económicos. En referencia a los potenciales ingresos económicos (directos e indirectos) derivados de la actuación proyectada.*

B) Infraestructuras y servicios

- *Red de comunicaciones. En referencia a la afección sobre las infraestructuras de transporte que se usen como acceso para personas y mercancías.*

8.3 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS AFECCIONES SOBRE EL MEDIO NATURAL

En primer lugar, describiremos todas aquellas acciones que se llevarán a cabo, tanto durante la fase de actividad como durante la fase de clausura y restauración de la cantera, susceptibles de producir impactos sobre el medio.

8.3.1 Fase Fase de actividad

Durante el periodo de tiempo que dure la actividad, se producirán las siguientes afecciones:

- *Tratamiento del material (trituration y mezcla).*
- *Acopio temporal del producto terminado.*
- *Carga y transporte de material y tráfico de vehículos*
- *Generación de residuos.*

Los factores del medio natural afectados son:

- *Medio atmosférico.*
- *Suelo.*
- *Medio hídrico.*
- *Paisaje.*
- *Vegetación.*
- *Fauna.*
- *Economía y población.*
- *Infraestructuras y servicios.*

Los impactos producidos variarán tanto en tipo, como en magnitud e importancia.

8.3.2 Fase de clausura y restauración:

Durante la fase de clausura y restauración de los espacios afectados por la actividad, se producirán una serie de afecciones, en algunos casos heredadas de la fase anterior, y en otros casos, de nueva aparición.

Las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos, durante esta fase son:

- *Ocupación temporal de terrenos.*
- *Emisiones de vehículos y maquinaria pesada.*
- *Generación de residuos, etc....*

Los factores del medio natural afectados son:

- *Medio atmosférico.*
- *Suelo.*
- *Paisaje.*
- *Fauna.*
- *Economía.*
- *Infraestructuras y servicios.*

A continuación, quedan identificados, los impactos potenciales que se producirán sobre los diferentes factores del medio.

			Acciones Impactantes				
			<i>Ocupación del suelo</i>	<i>Tratamiento de material extraído</i>	<i>Tráfico de vehículos y maquinaria</i>	<i>Acopio temporal de materia prima y estériles</i>	<i>Generación de residuos</i>
MEDIO FÍSICO	<i>Atmósfera</i>	<i>Nivel de polvo</i>		X	X		
		<i>Nivel de ruido</i>		X	X		
	<i>Tierra - Suelo</i>	<i>Geomorfología</i>				X	
		<i>Recurso natural</i>					
		<i>Calidad del suelo</i>			X	X	X
	<i>Agua</i>	<i>Aguas Superficiales</i>			X		
MEDIO BIÓTICO	<i>Paisaje</i>	<i>Calidad del paisaje</i>	X	X	X	X	X
	<i>Comunidades naturales</i>	<i>Flora y vegetación</i>	X		X		
		<i>Hábitats de Interés Comunitario</i>			X		
		<i>Flora catalogada</i>			X		
		<i>Fauna</i>	X	X	X		
		<i>Fauna catalogada o de interés</i>		X	X		
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	<i>Infraest.</i>	<i>Red de comunicaciones</i>			X		
	<i>Economía y Población</i>	<i>Seguridad de los trabajadores</i>			X		
		<i>Empleo y generación de actividad</i>		X	X		
		<i>Ingresos Economicos</i>					

8.4 DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN DE LAS AFECCIONES SOBRE EL MEDIO NATURAL. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

La valoración de impactos, se realizará de forma cualitativa, mediante una adaptación de la metodología propuesta por V. Conesa Fernández – Vitoria en la “Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental” (CONESA 1997), siguiendo las premisas establecidas en el Reglamento de EIA, donde se especifica que: “Se distinguirán los efectos positivos de los negativos; los temporales de los permanentes; los simples de los acumulativos y sinérgicos; los directos de los indirectos; los reversibles de los irreversibles; los recuperables de los irre recuperables; los periódicos de los de aparición irregular, los continuos de los discontinuos”.

Una vez identificadas tanto las acciones de proyecto como los factores del medio afectado, así como establecida las relaciones causa-efecto entre los unos y los otros, se elaborará una matriz de Leopold adaptada, de doble entrada, en la que se sitúan las acciones y factores en el eje de horizontal y la valoración de los impactos en el vertical.

Para la valoración cualitativa de los impactos, se utilizan 11 atributos. Son los siguientes:

- **Signo:** positivo o negativo en función de si se trata de un impacto beneficioso o perjudicial.
- **Intensidad:** el grado de incidencia de la acción sobre el factor, es decir, el grado de destrucción del factor en el área en que se produce el efecto. Se considera muy alta (destrucción casi total), alta/media (niveles intermedios de destrucción) o baja (destrucción mínima).
- **Extensión:** el área de influencia del impacto respecto al entorno del proyecto (% del área en que se manifiesta el efecto). Se considera puntual (efecto muy localizado), parcial (efecto de incidencia apreciable en el medio), extenso (el efecto se detecta en gran parte del medio analizado), total (el efecto se manifiesta de forma generalizada en el medio) y crítico (el efecto se produce también en el entorno).
- **Momento:** tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto que produce esa acción. Se considera inmediato, latente (corto, medio y largo plazo) o crítico (el momento de aparición del efecto es crítico, independientemente de lo que tarde en aparecer).

- **Persistencia:** tiempo que permanece el efecto (desde su aparición y hasta que el factor retorna a sus condiciones originales). Se considera fugaz (el efecto que produce el impacto no permanece en el tiempo), temporal (el efecto que produce el impacto permanece poco en el tiempo) o permanente (el efecto que dura el impacto es permanente (más de 10 años)).
- **Reversibilidad:** posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, por medios naturales (una vez se deja de ejercer la acción sobre el medio). Se considera reversible a corto plazo, a medio plazo o irreversible.
- **Recuperabilidad:** posibilidad de reconstrucción del factor afectado (total o parcial), mediante la introducción de medidas correctoras. Se considera recuperable, mitigable o irrecuperable.
- **Sinergia:** posibilidad de reforzamiento de dos o más efectos simples. Se considera sin sinergismo, sinérgico o no sinérgico.
- **Acumulación:** análisis del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuanto persiste de forma continuada la acción que lo genera. Se considera simple o acumulativo.
- **Efecto:** relación causa efecto, o la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Se considera directo o indirecto.
- **Periodicidad:** regularidad de manifestación de un efecto. Se considera periódico (cíclica o recurrente), discontinuo (impredecible en el tiempo) o continuo (constante en el tiempo).

En función de los resultados de los análisis de los diferentes atributos, se valora la importancia de cada impacto (**Tabla 12**), indicándonos su magnitud. La importancia del impacto se deducirá de la fórmula:

$$I = \pm [3I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La naturaleza del impacto puede ser positiva (+) o negativa (-).

EXTENSIÓN(EX)		INTENSIDAD(I)	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	2
Extenso	4	Alta	4
Total	8	Muy alta	8
Crítica	(+4)	Total	12
PERSISTENCIA(PE)		MOMENTO (MO)	
Fugaz	1	Largo plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Inmediato	4
		Crítico	(+4)
SINERGIA (SI)		REVERSIBILIDAD (RE)	
Sin sinergismo	1	Corto plazo	1
Sinérgico	2	Medio plazo	2
Muy sinérgico	4	Irreversible	4
EFECTO (EF)		ACUMULACIÓN(AC)	
Indirecto	1	Simple	1
Directo	4	Múltiple	4
RECUPERABILIDAD (MC)		PERIODICIDAD(PR)	
Recuperable	1	Discontinuo	1
Mitigable	4	Periódico	2
Irrecuperable	8	Continuo	4

Tabla 12. Caracterización de la importancia del impacto





El valor que puede tener el impacto variará entre 13 y 100. En función de dicho valor podrá considerarse de forma preliminar:

<25	COMPATIBLE
25-50	MODERADO
50-75	SEVERO
>75	CRÍTICO

La definición de estos valores es la siguiente:

- **Compatible:** Aquel impacto cuya recuperación se prevé inmediata una vez finalizada la actividad que lo produce, y por el que no se precisará ningún tipo de práctica protectora o correctora especial.
- **Moderado:** Aquel impacto cuya recuperación no precisa de prácticas correctoras o protectoras intensivas, aunque se precisará de un cierto tiempo para la recuperación definitiva o su asimilación por parte de los sistemas afectados.
- **Severo:** Aquel impacto cuya recuperación puede precisar prácticas correctoras o protectoras intensivas, generalmente complejas, requiriendo un largo intervalo de tiempo para la definitiva recuperación, o por lo menos, su integración en el entorno.
- **Crítico:** Aquel impacto que produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación, aunque se adopten medidas correctoras o protectoras intensivas.

Se dará una asignación cromática a cada impacto, según su magnitud:

Compatible	
Moderado	
Severo	
Crítico	

8.4.1 Impactos sobre la atmósfera:

- **Movimientos y tratamiento de material (nivel de polvo y ruido):** impacto generado sobre la atmósfera, debido a la actividad de la maquinaria, implicada en las diferentes actividades de la gestión de Rcd,s. Estas emisiones se mantendrán mientras dure la actividad.

El impacto se considera de intensidad baja, extensión puntual momento de aparición inmediato, fugaz, reversible recuperable a corto plazo, no acumulativo, sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **COMPATIBLE**.

- **Tráfico de vehículos y actividad de la maquinaria (nivel de polvo y ruido):** Impacto producido sobre la atmósfera, debido a la circulación de vehículos y maquinaria para la actividad gestora de Rcd,s y relleno, que producirán emisiones de ruido, polvo y otras partículas a la atmósfera. Estas emisiones se mantendrán mientras dure la actividad.

El impacto se considera de intensidad baja, extensión parcial, momento de aparición inmediato, fugaz, reversible, recuperable a corto plazo, acumulativo, sin sinergismo, directo y discontinuo. Por lo tanto su magnitud es **COMPATIBLE**.

8.4.2 Impactos sobre Tierra-Suelo:

- **Uso del terreno (geomorfología):** el impacto producido sobre la geomorfología del terreno, debido al uso del terreno, es poco significativo. El impacto se considera de intensidad baja, parcial, momento de aparición inmediata, temporal, irreversible, recuperable, múltiple, no sinérgico, directo y periodicidad discontinua. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.
- **Acumulación temporal de materia prima y producto terminado (geomorfología):** debido a los acopios temporales de producto terminado y de estériles, se producirá una afección sobre la geomorfología del terreno. El impacto se considera de intensidad media, extensión puntual, momento de aparición inmediata, temporal, reversible, recuperable, múltiple, no sinérgico, directo y periodicidad continua. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.
- **Tráfico de vehículos y actividad de maquinaria (calidad suelos):** la actividad de la maquinaria puede provocar también la contaminación del suelo por posibles vertidos accidentales de hidrocarburos. Se contará con un adecuado sistema de gestión de tierras contaminadas, en el caso de que se produzca un vertido de hidrocarburos accidental. El impacto se considera de intensidad alta, extensión parcial, aparición inmediata, temporal, irreversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y periódico. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

- **Generación de residuos (calidad suelos):** la producción de residuos puede afectar a la calidad del suelo, debido al riesgo de contaminación de los mismos. Se deben llevar a cabo unas buenas prácticas de trabajo, a la hora de gestionar los residuos para minimizar o corregir este impacto. Por ejemplo, la ejecución de medidas preventivas como la eliminación diaria de los residuos producidos o la existencia de un sistema de contenedores adecuado. El impacto se considera de intensidad alta, extenso, aparición inmediata, temporal, irreversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

8.4.3 Impactos sobre el Agua Superficial:

- **Tráfico de vehículos y maquinaria:** el tráfico de vehículos puede producir turbidez de aguas superficiales (deposición de polvo), que se puedan encontrar presentes en la zona de forma puntual por unas precipitaciones importantes. Los posibles vertidos accidentales de hidrocarburos, también podrían afectar al medio hídrico. Los posibles vertidos accidentales de hidrocarburos, también podrían afectar al medio hídrico. El impacto se considera de intensidad media, extensa, aparición inmediata, temporal, reversible a medio plazo, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y discontinuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.
- **Acumulación temporal de materia prima y producto terminado (geomorfología):** debido a los acopios temporales de producto terminado y de estériles, se producirá una afección sobre la geomorfología del terreno. No existe la necesidad de gestionar excedentes de la extracción. El impacto se considera de intensidad media, extensión puntual, momento de aparición inmediata, temporal, reversible, recuperable, múltiple, no sinérgico, directo y periodicidad continua. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**

8.4.4 Impactos sobre el Paisaje:

- **Ocupación del suelo:** En este caso, debido a la magnitud de esta actuación, el impacto es de escasa relevancia. El impacto se considera de intensidad parcial, extensión media, aparición inmediata, temporal, irreversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y periódico. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.
- **Tratamiento de material y tráfico de vehículos y actividad de maquinaria:** la presencia de la maquinaria implicada en la actividad gestora de RCD,s así como la circulación de vehículos y maquinaria, tiene incidencia visual en el emplazamiento. El impacto se considera de intensidad alta, extensa, aparición inmediata, permanente, reversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

- **Acopio temporal de materia prima y producto terminado:** *El acopio temporal de producto terminado y de estériles, producen una alteración sobre el paisaje. El impacto se considera de intensidad media, extensión parcial, aparición inmediata, temporal, reversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.*
- **Generación de residuos:** *la producción de residuos durante la actividad Gestora de Rcd,s es algo habitual. La gestión no adecuada de los mismos, supondrá un impacto sobre la calidad del paisaje, bien por la acumulación de los mismos en el ámbito de trabajo, o por su dispersión en el entorno. El impacto se considera de intensidad media, extenso, aparición inmediata, fugaz, irreversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.*

8.4.5 Impactos sobre la Flora y la Vegetación:

- **Ocupación del suelo:** *En su día implicaba la eliminación de la cobertura vegetal, afectándose a unidades de pastizal matorral. Estas formaciones están compuestas básicamente por matorrales de romerales. El impacto se considera de intensidad total, extensión parcial, aparición inmediata, temporal, irreversible, recuperable, simple, no sinérgico, directo y periódico. Por lo tanto su magnitud desde un punto de vista teórico es **SEVERO**.*
- **Tráfico de vehículos y maquinaria:** *se producirá también un impacto indirecto debido a la circulación de maquinaria que generará deposición de partículas sobre la vegetación natural presente en los caminos de acceso a la cantera y en el entorno de la misma. El impacto se considera de intensidad baja, extenso, aparición a medio plazo, fugaz, irreversible, recuperable, acumulativo, no sinérgico, indirecto y periódico. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.*

8.4.6 Impactos sobre la Fauna:

- **Ocupación del suelo:** *En su día al eliminar la vegetación natural existente, se podían eliminar hábitat naturales de diversas especies de fauna que los habitan. Este impacto afecta principalmente a aves nidificantes y micromamíferos. Si esta fauna desplazada de sus hábitats preferentes, es incapaz de localizar lugares alternativos, puede disminuir su éxito reproductor y su supervivencia, debido al incremento del gasto energético provocado por la necesidad de localizar nuevos territorios. Sin embargo, en el entorno del ámbito de actuación, el terreno presenta características naturales similares al área afectada, es decir, existen hábitat alternativos en el entorno. El impacto se considera de intensidad media, extensión parcial, aparición inmediata, temporal, reversible a medio plazo, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.*

- **Tráfico de vehículos y actividad de maquinaria en la actividad:** la presencia de tráfico rodado intenso, la actividad de la maquinaria y a la presencia de los operarios, generará molestias sobre la fauna presente (atropellos, emisiones de ruidos,....). El impacto se considera de intensidad media, extensión parcial, aparición inmediata, temporal, reversible a corto plazo, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

8.4.7 Impactos sobre la Fauna Catalogada:

- **Tráfico de vehículos y actividad de maquinaria:** impacto debido al ruido producido por la maquinaria implicada en la actividad, así como al tráfico de maquinaria, puede generar molestias sobre esta especie, al igual que sobre el resto de la fauna localizada en el entorno. Se plantean una serie de medidas preventivas, para minimizar las molestias que estas actuaciones concretas producen sobre el cernícalo primilla, en el epígrafe de medidas preventivas. El impacto se considera de intensidad media, extensión parcial, aparición inmediata, fugaz, reversible a corto plazo, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

8.4.8 Impactos sobre la red de comunicaciones:

- **Tráfico de vehículos:** impacto debido al transporte de material y al tráfico de vehículos. El acceso a la cantera se realiza a través de carretera en buen estado. El impacto se considera de intensidad baja, extenso, aparición inmediato, fugaz, reversible a corto plazo, recuperable, acumulativo, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

8.4.9 Impactos sobre la salud de los trabajadores:

- **Tráfico de vehículos y actividad de maquinaria:** debido a la proximidad de la actuación con varias actividades industriales en las proximidades del emplazamiento, existen riesgos sobre la salud y seguridad de los trabajadores. Se plantean una serie de medidas preventivas, para evitar los posibles riesgos sobre los trabajadores, que estos deberán adoptar convenientemente. El impacto se considera de intensidad total, extensión puntual, aparición inmediata, fugaz, reversible a corto plazo, recuperable, acumulativa, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **SEVERO**.

8.4.10 Impactos sobre el empleo y la generación de actividad:

- **Tráfico de vehículos y actividad de maquinaria:** la generación de ingresos económicos, de forma directa (empleo) e indirecta (sector servicios), durante el periodo de tiempo que dure la actividad gestora RCD,s para el relleno, es el impacto positivo derivado de la actividad gestora. El impacto se considera de intensidad baja, extenso, aparición inmediata, permanente, reversible a medio plazo, recuperable, simple, no sinérgico, directo y continuo. Por lo tanto su magnitud es **MODERADO**.

8.4.11 Impactos sobre los ingresos económicos:

- Dado que tanto la plantilla, como todos los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad gestora y de resuaracción, pertenecen a la empresa promotora la actividad no revestirá ingresos económicos directos sobre el municipio salvo los derivados de la disposición de la propiedad. Por lo tanto, se considera este impacto **irrelevante**.

		MAGNITUD DE LOS IMPACTOS			
		COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRITICO
ATMÓSFERA	Movimiento y tratamiento material	-			
	Tráfico	-			
TIERRA-SUELO	Usos del suelo		-		
	Generación de residuos		-		
	Tráfico de vehículos		-		
	Acopios		-		
AGUA	Trafico		-		
	Acopios		-		
PAISAJE	Ocupaciónsuelo		-		
	Tratamiento de materiales		-		
	Acopios		-		
	Generación residuos		-		
FLORA Y VEGETACIÓN	Ocupaciónsuelo			-	
	Tráfico de vehículos		-		
FAUNA	Ocupaciónsuelo		-		
	Tráfico de vehículos		-		
ESPECIE CATALOGADA	Actividad de la planta		-		
	Tráfico de vehículos		-		
RED DE COMUNICACIONES	Tráfico maquinaria		-		
SEGURIDAD Y SALUD TRABAJADORES				-	
EMPLEO			+		
SOCIOECONÓMICO					

8.5 CONCLUSIONES

Se consideran impactos severos, los producidos sobre la geomorfología del terreno debido al hueco generado (originado en la extracción de la arena y la grava), la calidad del paisaje debido al movimiento de tierras y la flora y vegetación de la zona, debido al desbroce previo que se realizó al inicio de la explotación. De igual manera, cualquier accidente relacionado con la existencia de concurrencia de actividades, si no se siguen las medias adecuadas, se considera como severo. Se producirán otros impactos de menor entidad, sobre la morfología del terreno (debida a los acopios temporales), sobre la calidad del paisaje (presencia y actividad de maquinaria, acopios temporales y generación de residuos), sobre las comunidades naturales presentes, y sobre la red de comunicaciones (incremento del tráfico rodado), que se consideran moderados. El resto de impactos, los producidos sobre atmósfera, se consideran compatibles. Los impactos positivos, se valoran como moderados, y hacen referencia a la generación de empleo y actividad, además de concluir que el relleno con los áridos reciclados es una actividad totalmente compatible con el relleno que la mercantil está realizando y que reduciría el tiempo para terminar la restauración de las parcelas explotadas de Laura nº249 y que no se perjudicaría las condiciones presentes en las mencionadas parcelas.

8.6 FASE DE RESTAURACIÓN Y ABANDONO

Una vez concluida la actividad, se llevará a cabo la fase de restauración y abandono. Esta fase comienza con el desmantelamiento de la maquinaria y todas las instalaciones auxiliares, si las hubiere. La recuperación del área afectada incluirá:

- *Limpieza de todas las basuras y residuos generados, labores de acondicionamiento de los terrenos afectados para adecuar los perfiles de estas áreas al entorno.*
- *Restauración del terreno afectado.*

9 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

9.1 INTRODUCCIÓN

Lo contenido en el presente capítulo va a ir encaminado a establecer todas aquellas medidas que supongan la minimización de aquellos impactos identificados y valorados con anterioridad. Consideraremos no sólo aquellas medidas encaminadas a corregir impactos producidos durante la fase de obras, sino también aquellos aspectos encaminados a la recuperación de los espacios afectados.

Dependiendo del momento de su aplicación, existen diferentes tipos de medidas protectoras o correctoras:

- **Medias preventivas:** Son acciones que se incorporan en el diseño del plan de restauración o que se aplican previamente a la ejecución de las actividades cuyos impactos se pretenden evitar o minimizar.
- **Medidas correctoras:** Son acciones destinadas a rehabilitar los impactos no corregidos por las medidas anteriores. Se aplican una vez finalizada la acción que causa el impacto.

La puesta en práctica de medidas tanto preventivas como correctoras, permitirán que parte de los impactos detectados puedan anularse o minimizarse hasta hacerse compatibles. Las medidas correctoras tendrán como objetivo restablecer las características ambientales del medio donde se integra, en la medida de lo posible.

9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTORAS

MEDIO IMPACTADO: ATMÓSFERA

Impactos:

- *Tráfico de vehículos y maquinaria*
- *Tratamiento de materiales.*

Medidas preventivas:

- *Riego de las superficies de rodadura para reducir la generación de polvo debido al tránsito de maquinaria. La frecuencia del riego se realizará en función de las condiciones climáticas y de la intensidad de la actividad, incrementándose en la temporada estival, en los días de viento y cuando el funcionamiento de la maquinaria y el tránsito de vehículos sea elevado.*
- *Se limitará la velocidad dentro del recinto de todos los vehículos para minimizar que se levante polvo. Siendo el límite máximo de circulación de 20 Km / hora por la explotación.*
- *Optimización de los ciclos de transporte.*
- *Será de obligado cumplimiento lo establecido en el Reglamento de Normas Básicas de Seguridad Minera.*
- *Se mantendrá un programa intensivo de mantenimiento de todos los equipos para evitar que ciertos elementos sufran sobremanera y provoquen episodios puntuales de generación de ruido y vibración.*
- *Se recubrirán con elementos de caucho todos aquellos elementos que pudieran verse afectados por impactos continuos de piedras o material.*
- *Se realizará el carenado de partes móviles en equipos.*
- *Y por supuesto, la realización de las medidas de medición oportunas para controlar el ruido.*

Medidas correctoras:

- Restauración de la superficie afectada.

MEDIO IMPACTADO: TIERRA - SUELO

Impactos:

- Acopio temporal de material
- Generación de residuos.

Medidas preventivas:

- Retirada y acopio adecuado de todos los materiales en el emplazamiento.

Medidas correctoras:

- Restauración de la parcela y de todas las superficies alteradas por la actividad.
- Retirada de todos los residuos, desechos y restos de material empleados o generados durante la actividad.
- Contar con un adecuado sistema de gestión de tierras contaminadas, en previsión de un posible vertido de hidrocarburos accidental.

MEDIO AFECTADO: AGUA SUPERFICIAL

Impactos:

- *Tráfico de vehículos y maquinaria.*

Medidas preventivas:

- *Dotar a la actividad de una buena red de drenaje, que es importante para evitar problemas de estabilidad y erosión. De esta manera se reduce la escorrentía de superficie al mínimo y se minimizan las áreas afectadas.*

Medidas correctoras:

- *Revegetación de las superficies afectadas.*
- *En caso de producirse algún vertido o derrame accidental de sustancias contaminantes, se recogerá en el menor tiempo posible, utilizando absorbentes específicos. El material impregnado se gestionará como residuo peligroso.*

MEDIO IMPACTADO: PAISAJE

Impactos:

- *Tráfico de vehículos y maquinaria*
- *Tratamiento de materias primas*
- *Acopio temporal de material*
- *Generación de residuos.*

Medidas preventivas:

- *Ubicación de los acopios temporales de material, en las zonas menos visibles. Utilizar la misma premisa para la maquinaria que se vaya a utilizar durante el periodo de actividad.*

Medidas correctoras:

- *Restitución fisiográfica lo más integrada en el paisaje que sea posible.*
- *Retirar todos los residuos, desechos y restos de material empleados o generados durante la actividad.*
- *Restauración de las superficies afectadas por la actividad, de acuerdo a un uso apropiado del terreno.
Se revegetarán las zonas afectadas por la actividad con vegetación autóctona.*

MEDIO IMPACTADO: FLORA y VEGETACIÓN

Impactos:

- *Ocupación del suelo (antiguo hueco minero)*
- *Tráfico de vehículos y maquinaria*

Medidas preventivas:

- *Mantenimiento adecuado de la maquinaria para evitar vertidos accidentales de gasolina, aceites,....*
- *Se adoptarán las medidas específicas para reducir las emisiones de partículas de polvo, con la finalidad de proteger la vegetación existente en el entorno, del polvo que se deposita sobre las hojas. Por ejemplo, el riego de las zonas expuestas al polvo.*
- *Se realizará el tránsito de la maquinaria exclusivamente por las áreas delimitadas al efecto.*

Medidas correctoras:

- *Recuperación y restitución de las superficies afectadas.*
- *Restauración de acuerdo a un uso apropiado del terreno: Vegetación natural: Matorral pastizal.*

MEDIO IMPACTADO: FAUNA

Impactos:

- *Ocupación suelo (antiguo hueco minero)*
- *Tratamiento de materiales*
- *Tráfico de maquinaria y vehículos*

Medidas preventivas:

- *Minimizar la eliminación de vegetación natural del emplazamiento.*
- *No realizar labores en horas nocturnas.*
- *Adoptar las medidas específicas para la protección del ruido y del polvo, descritas anteriormente.*
- *Se evitará dejar restos biológicos, para evitar la proliferación de roedores.*

Medidas correctoras:

- *Restauración de acuerdo a un uso apropiado del terreno.*

MEDIO IMPACTADO: PERSONAL TRABAJADOR

Impactos:

- *Riesgo para la salud de los trabajadores*

Medidas preventivas:

Debido a la concurrencia de actividades, se tomarán las siguientes medidas preventivas.

- *Se redactará un adecuado plan de circulación.*
- *Se requerirá la presencia de un responsable en prevención.*
- *Se realizarán las actividades de coordinación adecuadas.*

GESTIÓN DE RESIDUOS

Impactos:

- *Residuos generados por la actividad.*

Medidas preventivas:

- *Se tratará de minimizar la generación de residuos.*
- *Se realizarán campañas de sensibilización a los trabajadores en materia de prevención y gestión de residuos.*
- *Se realizará el almacenamiento de los residuos en áreas destinadas para ello, impidiendo la mezcla de éstos con el resto de materiales. Las áreas para el almacenamiento deberán estar debidamente señalizadas dentro del recinto.*
- *Los aceites usados que se generan son recogidos para su almacenamiento y posterior entrega a un gestor autorizado. El almacenamiento de los aceites usados se realiza en recipientes habilitados para ello, y se almacena en áreas específicamente diseñadas. Estos puntos se disponen de señalización adecuada para su identificación como tales. No se acopiará ningún tipo de residuo peligroso fuera de la zona habilitada para ello.*

- *La empresa está dada de alta como pequeño productor de residuos peligrosos, para gestionar este tipo de residuos mediante un gestor autorizado.*
- *Se tomarán especiales precauciones en las actividades de mantenimiento de la maquinaria: cambio de aceite, engrase, reposición de combustible, etc. Estas acciones, se llevarán a cabo en zonas habilitadas para ello, áreas estancas que aseguren la impermeabilidad.*
- *Para minimizar los efectos negativos sobre el medio, producido por la generación de residuos, se adoptarán las siguientes medidas correctoras:*
- *El vertido accidental de cualquier tipo de sustancia que pudiera ocasionar una contaminación al suelo o a las aguas superficiales, será inmediatamente retirado adecuadamente junto con el suelo contaminado y será almacenado en una zona impermeabilizada hasta la retirada por un gestor autorizado.*
- *Una vez finalizada la actividad y las labores de restauración, se eliminará cualquier residuo existente en la zona ocupada (cajas, embalajes, garrafas, ...), dejándose el lugar en perfectas condiciones de limpieza.*

Medidas correctoras:

- *Una vez finalizada la actividad y las labores de restauración, se eliminará cualquier residuo existente en la zona ocupada (cajas, embalajes, garrafas, ...), dejándose el lugar en perfectas condiciones de limpieza.*

9.2.1 Restauración:

Una vez concluida la actividad, se procederá a realizar las pertinentes actuaciones de restauración, que será concordante con la restitución de la Explotación "LAURA" Nº 249. Una vez que se haya concluido la actividad, se procederá mediante la utilización de una pala cargadora, a regularizar el terreno, para ello se utilizarán estériles mineros y residuos inertes adecuados, adaptándose a los perfiles del terreno, procurando evitar elementos que denoten artificialidad, a partir de este punto las actividades serán las concordantes con el Plan de Restauración aprobado a tal efecto para la Autorización "LAURA" Nº 249 siendo su uso final el cultivo.

10 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

10.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del Programa de Vigilancia Ambiental es el establecimiento de controles tanto durante la fase de actividad, como durante la fase de restauración y abandono de la actividad. Se basa en los siguientes principios:

- Comprobar que el proyecto se ejecuta según lo proyectado y en las condiciones en que se autorice.
- Verificar si las valoraciones realizadas en el Estudio de Impacto Ambiental se ajustan a la realidad, y en caso contrario, tomar las medidas oportunas.
- Determinar la eficacia de las medidas correctoras y protectoras.
- Establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras.

10.2 PLAN DE VIGILANCIA

10.2.1 Fase de acondicionamiento

Delimitación y marcado de la zona ocupada	
Objetivos	Marcar el perímetro
Indicador	Longitud colindante correctamente señalizada
Calendario	Al inicio de la actividad y mensualmente durante duración de dicha actividad
Valor umbral	Correctamente señalizada en el 80% de la extensión total
Momento de realizar el control	En cada verificación
Medidas a tomar	Reposición o reparación de la señalización

10.2.2 Fase de actividad

Protección de la calidad del aire	
Objetivos	<i>Minimizar la presencia de polvo en el ambiente debida a las actividades a desarrollar en la zona de extracción y al tráfico de vehículos</i>
Indicador	<i>Producción excesiva de polvo durante la actividad</i>
Calendario	<i>Diaria</i>
Valor umbral	<i>Presencia abundante por observación visual</i>
Momento de realizar el control	<i>Durante el periodo que dure la actividad extractiva</i>
Medidas a tomar	<i>Riego con cuba en las áreas de trabajo y en las zonas de tránsito de vehículos (camino)</i>

Protección contra el ruido	
Objetivos	<i>Evitar incremento excesivo en los niveles sonoros</i>
Indicador	<i>Comprobar que toda la maquinaria implicada en las obras cumple los valores establecidos por ley</i>
Calendario	<i>Antes de comenzar las obras y durante el periodo que duren las mismas</i>
Valor umbral	<i>Emisiones excesivas</i>
Momento de realizar el control	<i>Cualquier momento</i>
Medidas a tomar	<i>Adecuado mantenimiento de la maquinaria implicada en la actividad extractiva</i>

Control red de drenaje	
Objetivos	<i>Diseño de una red de drenaje adecuada a las características de la explotación. Evitar escorrentías dentro del área de explotación. Evitar episodios pluviométricos en la zona de explotación.</i>
Indicador	<i>Acumulaciones de agua.</i>
Calendario	<i>Control periódico</i>
Valor umbral	<i>Según el criterio establecido por el responsable técnico</i>
Momento de realizar el control	<i>Según el criterio establecido por el responsable técnico</i>
Medidas a tomar	<i>En caso de que la red de drenaje diseñada para la actividad se demuestre ineficaz, se deberá realizar otro diseño adecuado a las características de la misma.</i>

Control seguridad trabajadores	
Objetivos	<i>Controlar que se cumplen las medidas de prevención ante la concurrencia de actividades</i>
Indicador	<i>Gestión documental y operacional de las actividades realizadas</i>
Calendario	<i>Control diario</i>
Valor umbral	<i>Incumplimiento de alguna de las premisas de seguridad establecidas</i>
Momento de realizar el control	<i>Según el criterio establecido por el responsable técnico</i>
Medidas a tomar	<i>Prevención ante la concurrencia de actividades</i>

Control de la posible presencia de materiales ajenos a la explotación que pudieran provocar contaminación superficial o subterránea, edáfica o hídrica.	
Objetivos	<i>Tratamiento y gestión de los residuos generados por la actividad y las operaciones auxiliares</i>
Indicador	<i>Presencia de aceites, combustibles y otros sólidos y residuos, procedentes de la actividad llevada a cabo</i>
Calendario	<i>Control semanal en la fase de actividad de la explotación</i>
Valor umbral	<i>Incumplimiento de la normativa legal</i>
Momento de realizar el control	<i>Según el criterio establecido por el responsable técnico</i>
Medidas a tomar	<i>Que sean tratados por Gestor Autorizado de Residuos</i>

10.2.3 Fase de restauración

Restauración y revegetación (I)	
Objetivos	<i>Preparación del terreno para las siembras</i>
Indicador	<i>Espesor de la capa de tierra vegetal incorporada a la superficie (30 cm).</i>
Calendario	<i>Control diario durante el periodo de tiempo que dure el aporte de la tierra vegetal en la zona a revegetar</i>
Valor umbral	<i>No se admitirá un espesor inferior al 10% de lo previsto en el proyecto</i>
Momento de realizar el control	<i>Durante la realización de las labores de extendido de la tierra vegetal</i>
Medidas a tomar	<i>Aportación de nueva capa de tierra vegetal, que cumpla el valor mínimo deseado.</i>

Restauración y revegetación (II)	
Objetivos	Control y seguimiento de las siembras
Indicador	Grado de cobertura de las especies sembradas
Calendario	Control estacional
Valor umbral	Un 75% de cobertura. Si el éxito de la cobertura es inferior, se deberá plantear la revegetación
Momento de realizar el control	Al final de las primavera siguiente a la siembra
Medidas a tomar	Resiembra de las zonas donde la cobertura de la vegetación sea inferior al 75%

Restauración y revegetación (III)	
Objetivos	Control del riego
Indicador	Estado de la vegetación
Calendario	Control periódico
Valor umbral	Según el criterio establecido por el responsable técnico
Momento de realizar el control	Según el criterio establecido por el responsable técnico
Medidas a tomar	Riego de toda la superficie restaurada

Para llevar a cabo un control sobre los objetivos antes citados, y conseguir que el Plan de Vigilancia Ambiental funcione, es necesaria la elaboración de una serie de informes periódicos, basados en los controles desarrollados. En el desarrollo de la actividad Gestora deberá existir un responsable del Plan de Vigilancia Ambiental, así como de la elaboración de dichos informes y de la toma de las medidas necesarias a adoptar.

Los informes necesarios serán:

- 1. Informe sobre no afectación a las zonas excluidas.*
- 2. Informe sobre protección a la calidad del aire.*
- 3. Informe protección contra ruido.*
- 4. Informe control afectación fauna catalogada.*
- 5. Informe sobre la eficacia de la red de drenaje.*
- 6. Informe sobre protección y conservación de los suelos.*
- 7. Informe sobre la seguridad de los trabajadores.*
- 8. Informe sobre la prevención de la contaminación.*
- 9. Informe sobre la eficacia, estado y evolución de las medidas adoptadas para la recuperación, restauración e integración paisajística del área de explotación.*

Se deberán presentar informes especiales ante cualquier situación excepcional que pueda suponer un riesgo de deterioro de cualquier factor ambiental.

11 CONCLUSIÓN.

Despues de todo lo expuesto durante esta memoria, se puede concluir que debido a la escasez de estériles la restauración topográfica y paisajística de las parcelas tiene un ritmo limitado, hemos justificado como el hueco minero formado por las parcelas integrantes de la explotación Laura nº249 presenta un índice de idoneidad para su restauración con aridos reciclados provenientes de RCD,s muy alto, al estar localizado en la proximidad de un centro productor de RCD,s, junto a un gestor de RCD,s donde el impaco ambiental se puede minimizar con el mínimo coste técnico y económico, facilitándose la restitución topográfica del terreno en condiciones geotécnicas estables así como el diseño de formas geométricas más favorables para la revegetación e integración paisajística.

La principal motivación para que Aridos Blesa S.L.U. solicite la actualización del Plan de Restauración de Laura nº249 es la admisión de áridos reciclados procenientes de RCD,s. para su restauración y de este modo acelerar el ritmo de recuperación de las parcelas.

Con lo aquí expuesto queda por concluido el presente documento en Zaragoza, a 25 de Agosto de 2020.

Fdo. Alberto Arrabal Gallego

Ingeniero de Minas Nº4.595

COIMCE