

NATURALIZACIÓN DE BALSAS ÁCIDAS Y ESCOMBRERAS

ÍNDICE

1. Contexto Histórico
2. Nuestra empresa
3. Matera prima
4. Producto deseado
5. Estrategias y descripción de las etapas del proceso
6. Balances de materia
7. Mediciones y presupuesto
8. Balance económico global
9. Conclusión

CONTEXTO HISTÓRICO



- ❑ En la edad del cobre, hacia el año 2.000 a.C., ya era notoria la minería del cobre en la zona.
- ❑ Hacia el año 500 a.C., Tharsis fue destruida por los cartagineses, que arruinaron la minería tartésica.
- ❑ En tiempos de Augusto, el año 43 a.C., vuelven a florecer las minas de la región.
- ❑ Una nueva invasión, esta vez la de los bárbaros, el año 405 d.C. volvió a producir un parón en la actividad minera, que durará más de 1.000 años.

NUESTRA EMPRESA

- ▶ El objetivo de nuestro grupo investigador será obtener unas balsas y unas escombreras naturalizadas en las minas de Río Tinto, dentro de un paisaje industrial saludable para la población y respetuoso con el medio ambiente, para ello se trabajará con la participación del grupo TAR-Bioingeniería, del departamento de Ingeniería del agua y ambiental de la Escuela Politécnica Superior de Sevilla.



- ▶ El Grupo TAR-Bioingeniería es grupo investigador de la Universidad de Sevilla que trabaja en la aplicación de la Ingeniería Química Industrial y la ciencia ambiental.
- ▶ El equipo de trabajo está constituido por:

Responsables:

Julián Lebrato Martínez

Alberto Romero García

Componentes:

María del Carmen Morón Romero

María Dolores Garvi Higuera

Antonio José Alonso Contreras

Carlos Benito Mora

Lidia Pérez Real

Rocío Rincón González

Bárbara Gómez Lara

Francisco Javier Buiza Miget

Amalia Campón Castillo



► Referencias en distintos proyectos y estudios:

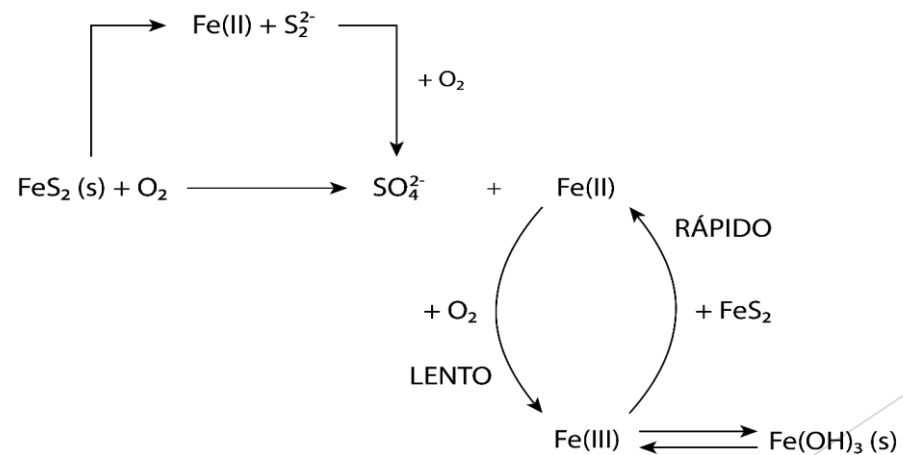
- 1) Propuesta de actuaciones para la integración de la mina de Riotinto en un paisaje industrial saludable para los vecinos y respetuoso con el ambiente natural. Comunicación en congreso. I Congreso de Investigación Sobre Paisaje Industrial. 2011
- 2) Recuperación de Suelos: Fitorremediación de Suelos Ácidos de Minería. Ed. 1. Santander (ESPAÑA). Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. 2010. ISBN 978-84-614-2014-8.
- 3) Diseño de un Proyecto de Investigación sobre recuperación de aguas ácidas provenientes de explotación minera en la Corta de Aznalcóllar, para incorporación a la oferta de Emerita para la concesión de los derechos de explotación minera en el Concurso Internacional que la Junta de Andalucía ha promovido para las Minas de Aznalcóllar. (2390/0733 - Investigador).
- 4) Recuperación de Suelos: Fitorremediación de Suelos Ácidos de Minería. Ed. 1. Santander (ESPAÑA). Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. 2010. ISBN 978-84-614-2014-8.

MATERIA PRIMA

Balsas ácidas



- ▶ Se encuentran las balsas con un volumen de aproximadamente 5 m^3 para una experiencia piloto.
- ▶ Formación de aguas ácidas:



Escombreras

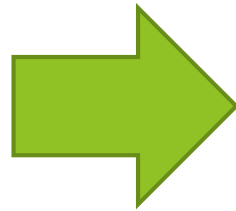


- Se encuentran las escombreras con un área de aproximadamente 20 m² para una experiencia piloto.
- Escombrera a toda aquella acumulación de materiales sólidos de granulometría variable procedentes de las actividades humanas, bien como residuos de los procesos mineros o de otros procesos industriales o urbanos.
- En las escombreras de Rio Tinto se encuentran una gran variedad de residuos mezclados entre los que caben destacar cenizas de tostación de pirita, materiales ricos en pirita, escorias, lodos residuales, restos de gossan y estériles de mina como rocas volcánicas, pizarras y otros materiales.

PRODUCTO DESEADO

Balsa Naturalizada

La naturalización de la balsa es fundamental para poder optimizar su gestión y obtener más beneficios.



Medidas para su adecuada naturalización:

1. ENTORNO PERIMETRAL
2. CONTROL DE NUTRIENTES
3. CONTROL DE LA EROSION Y SEDIMENTACION
4. REUTILIZACION DE SUELOS CONSERVADOS
5. MURO EXTERNO
6. MURO INTERNO

Mantenimiento de la balsa:

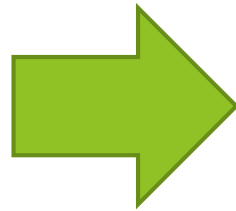
Habría que realizar análisis periódicos de ph, conductividad eléctrica, alcalinidad, carbonatos, nitratos-nitritos, amonio-nitrógeno, fosfatos, para así poder controlar y prever la evolución de la balsa

- El control de estas variables puede hacerse de las siguientes formas:

1. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN
2. CONTROL DE LA VEGETACIÓN
3. TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Escombrera Naturalizada

En la escombreras se procederá de manera similar a las balsas ácidas, en nuestro caso se llevará a estudio en una planta piloto 20 m² de escombrera.



► ¿Qué es una escombrera?

Superficie de terreno en la que la vegetación y el reino animal han sido eliminadas , y la mayor parte de los horizontes del suelo se han perdido, alterado o enterrado.

► Palabras clave:

RESTAURACIÓN

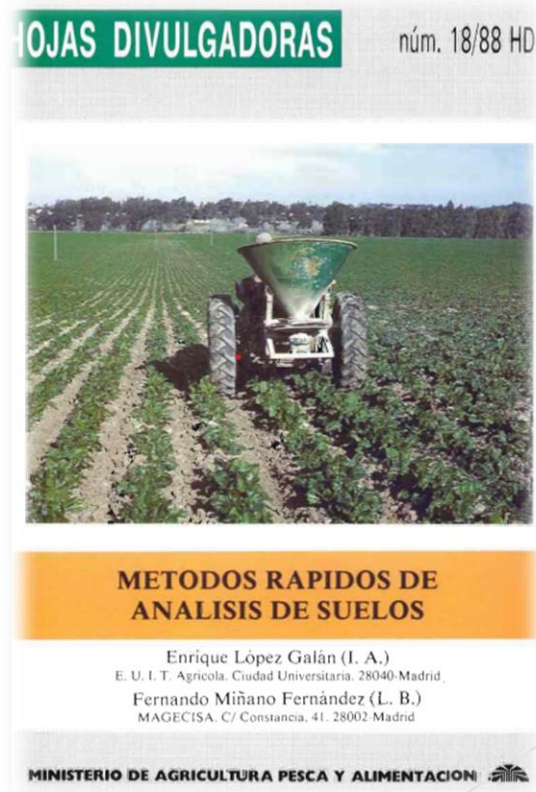
REHABILITACIÓN

Mantenimiento de la escombrera:

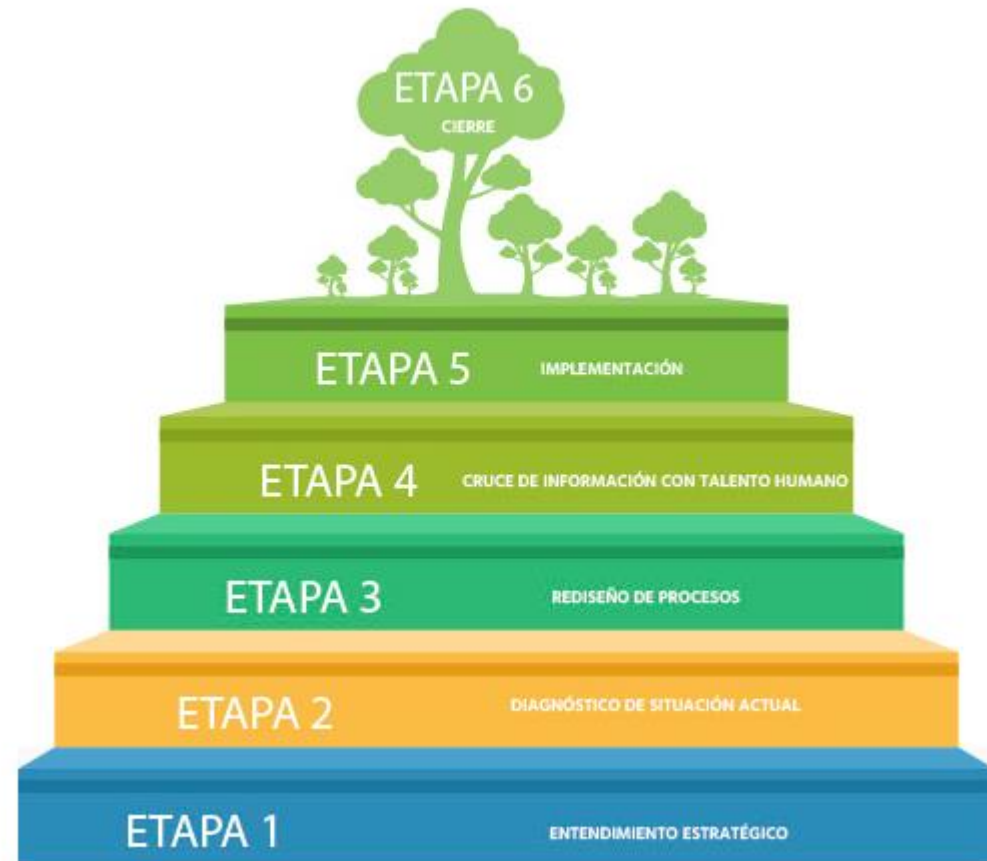
El mantenimiento de la escombrera consistirá en evaluar experimentalmente si los cultivos responden o no a los aportes de las distintas dosis de nutrientes.

En caso necesario se sustituirá por otra especie.

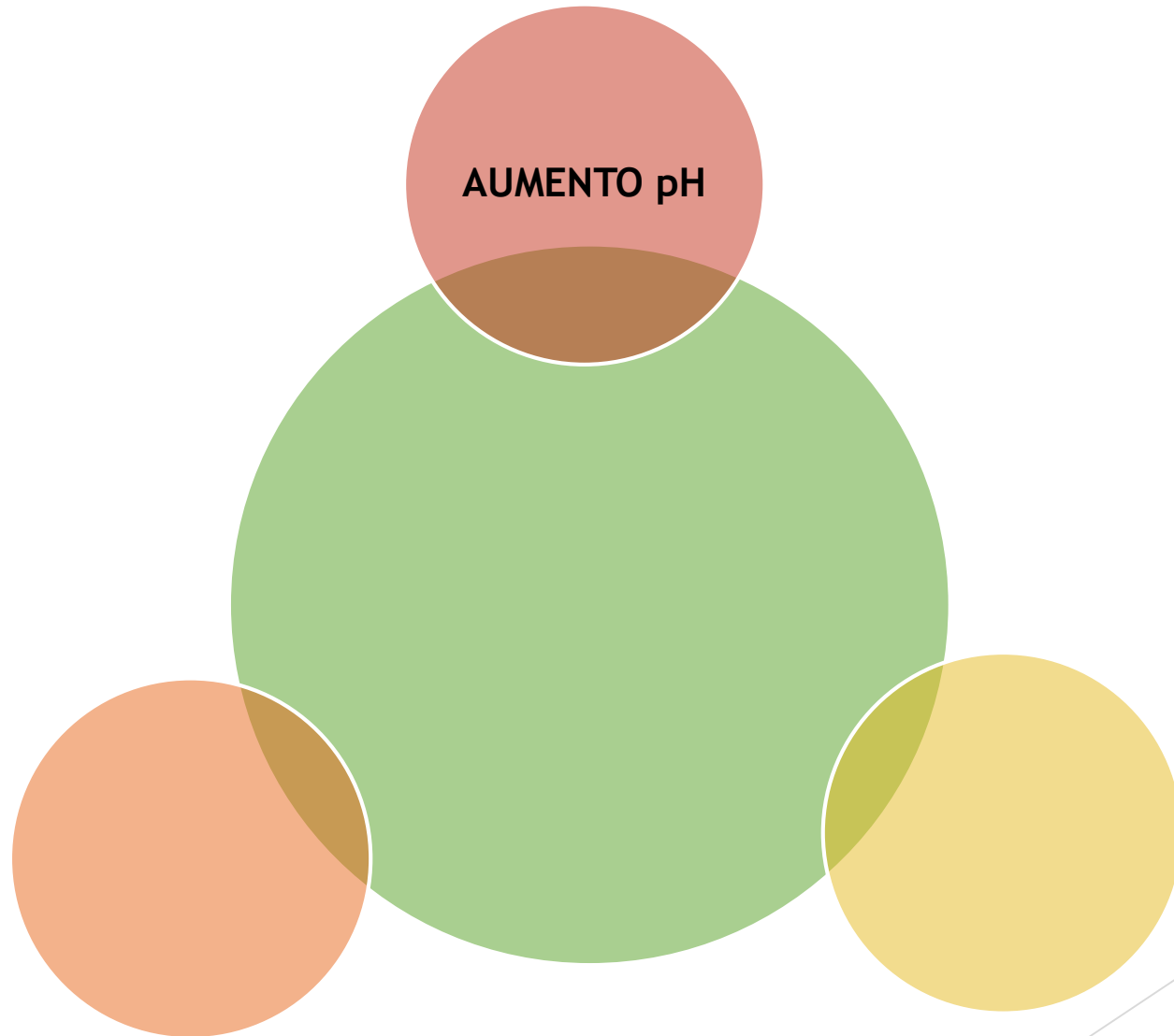
Hoja Divulgadora núm.18/88 HD del Ministerio de Agricultura “*Métodos rápidos de análisis de suelos*”.



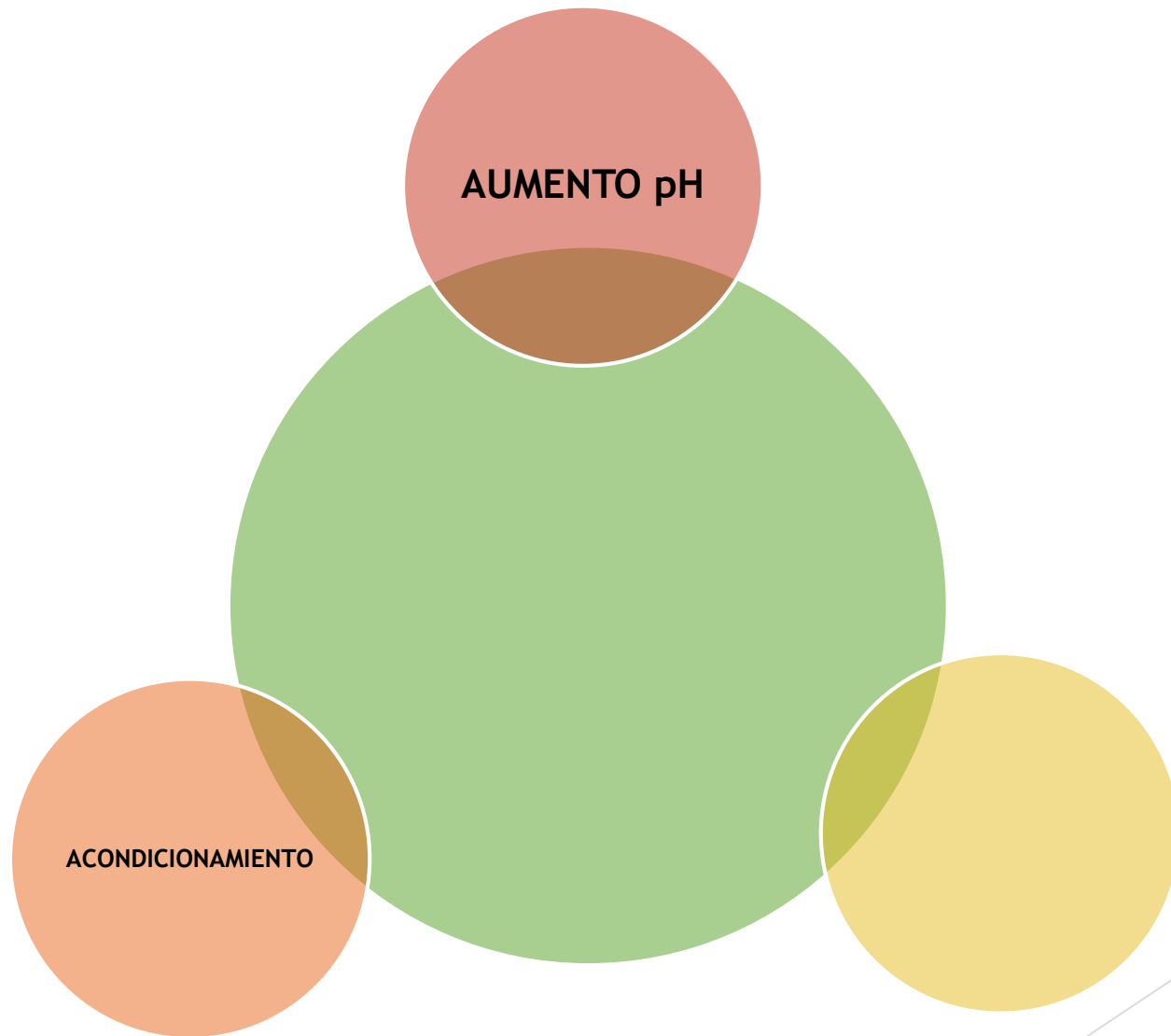
ESTRATEGIAS Y DESCRIPCIÓN ETAPAS DEL PROCESO.



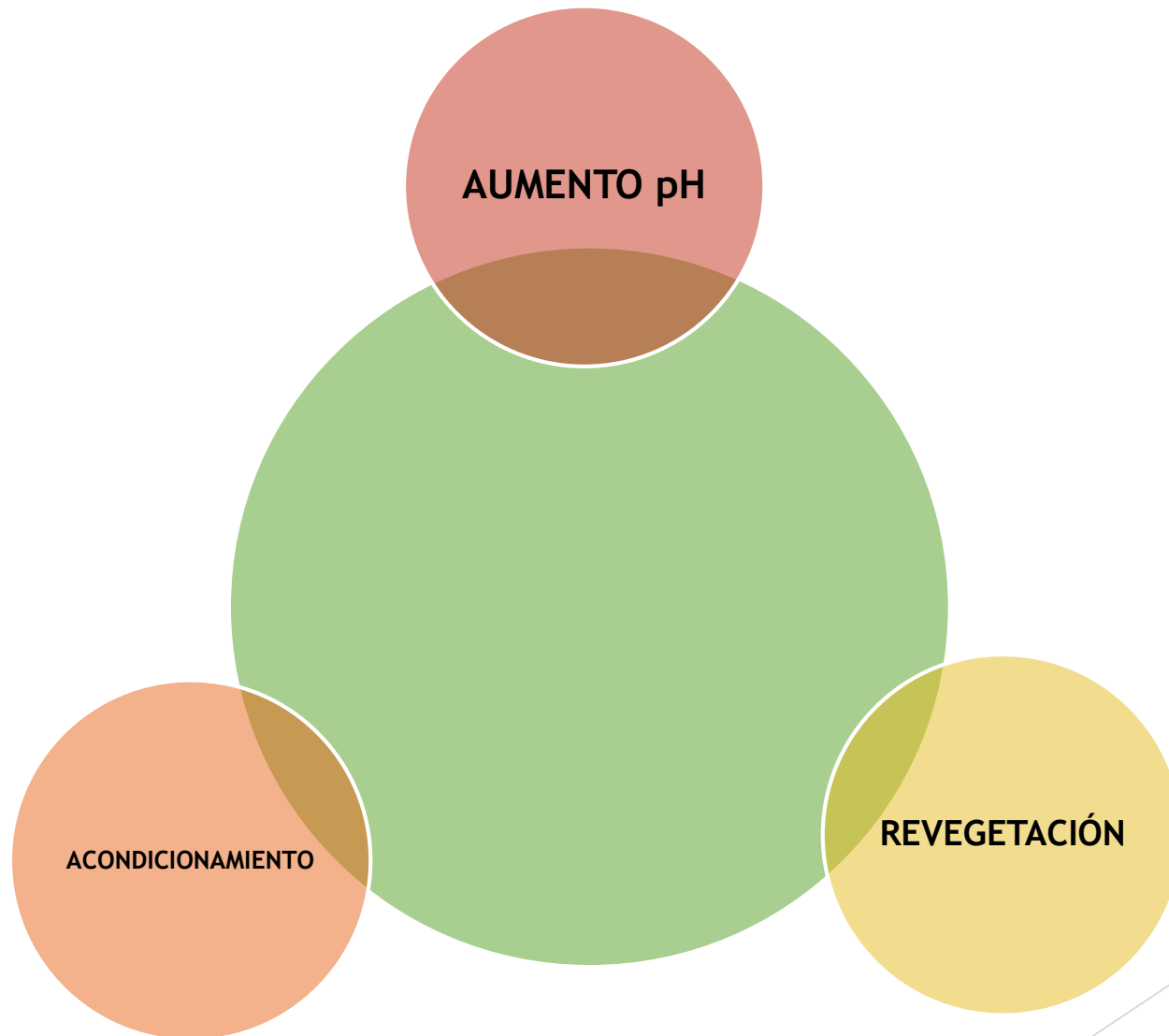
Estrategias del proceso



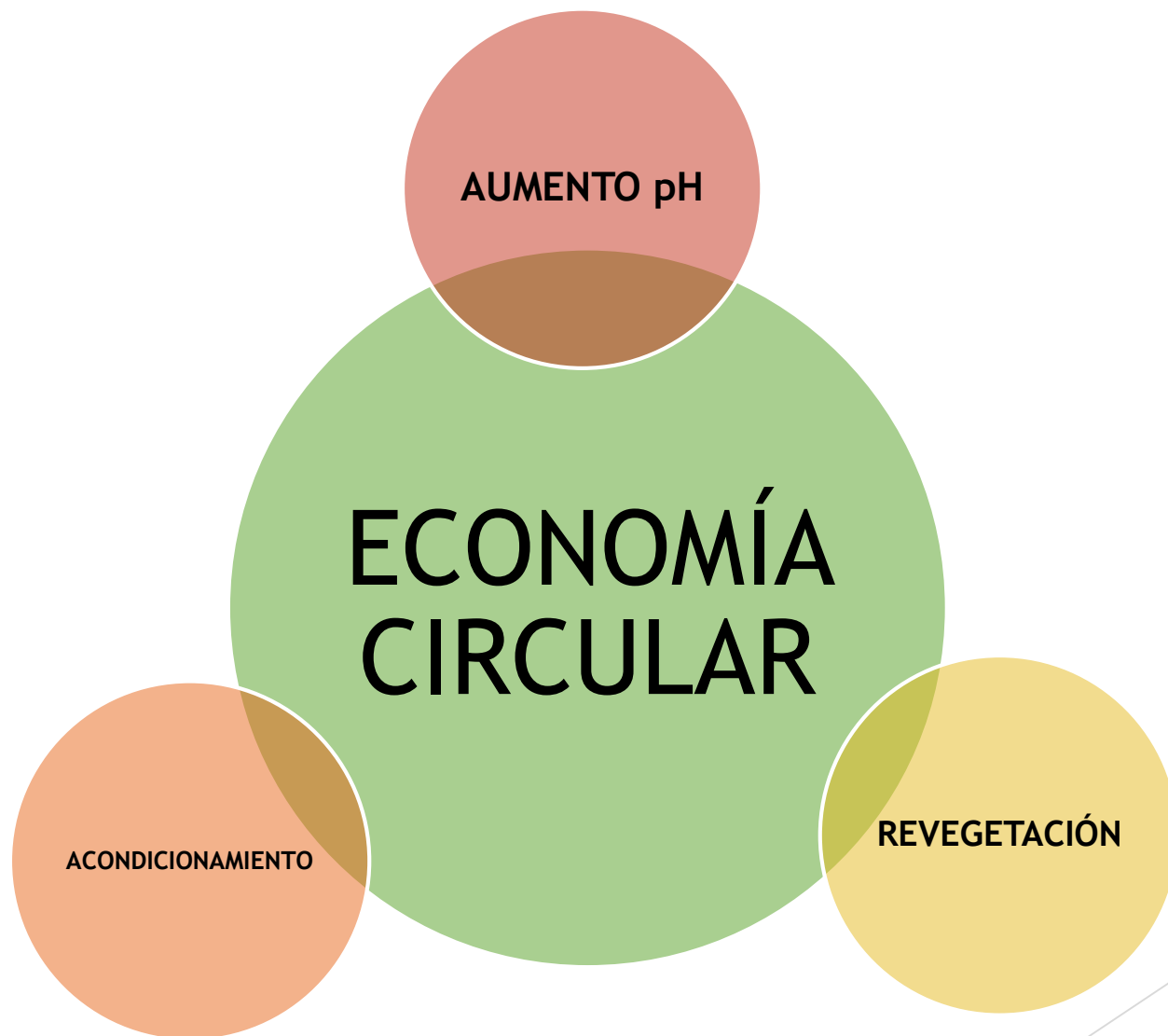
Estrategias del proceso



Estrategias del proceso



Estrategias del proceso



Estrategias del proceso



Descripción etapas del proceso.

Balsas ácidas

- ▶ 1º etapa: SUBIR PH DE LAS AGUAS

Tabla 1. pH al que precipitan metales.

	Al	Cu	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Mn	SO ₄	Zn
pH	6,5-7,5	6	7,7	2,2	8,6	>6	6,5

- ▶ 2º etapa: INTRODUCIR OXÍGENO EN EL AGUA
- ▶ 3º etapa: INTRODUCIR C, N Y P EN EL SUELO COLINDANTE A LA BALSA
- ▶ 4º etapa: REVEGETAR

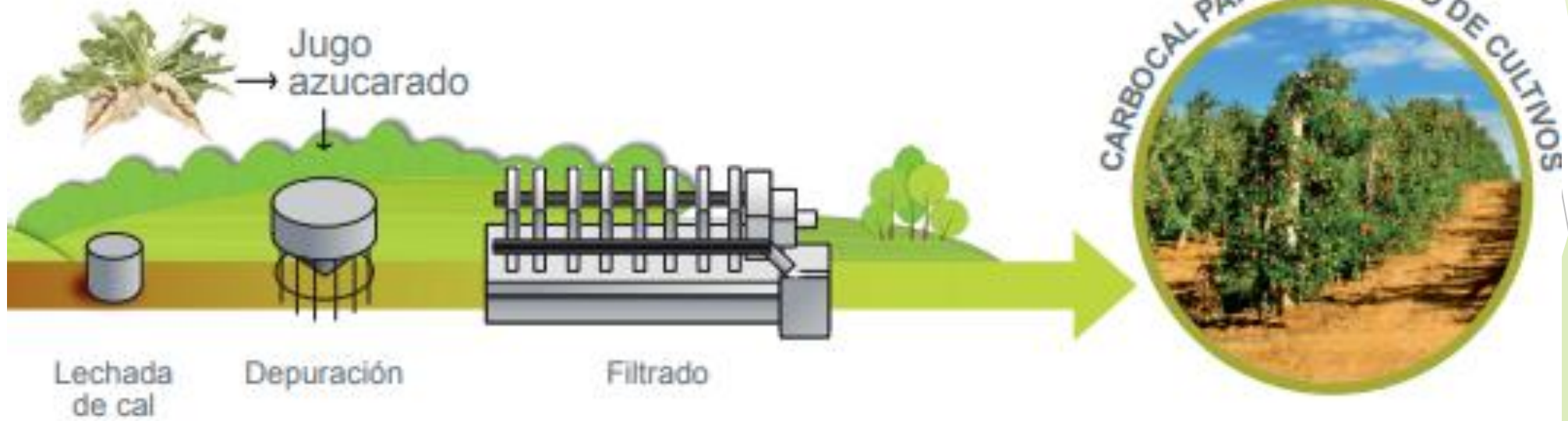


Descripción etapas del proceso.

Escombrera

- ▶ 1° SUBIR EL pH DEL SUELO
- ▶ 2° INTRODUCIR MATERIA ORGÁNICA
- ▶ 3° INTRODUCIR P y N
- ▶ 4° REVEGETAR

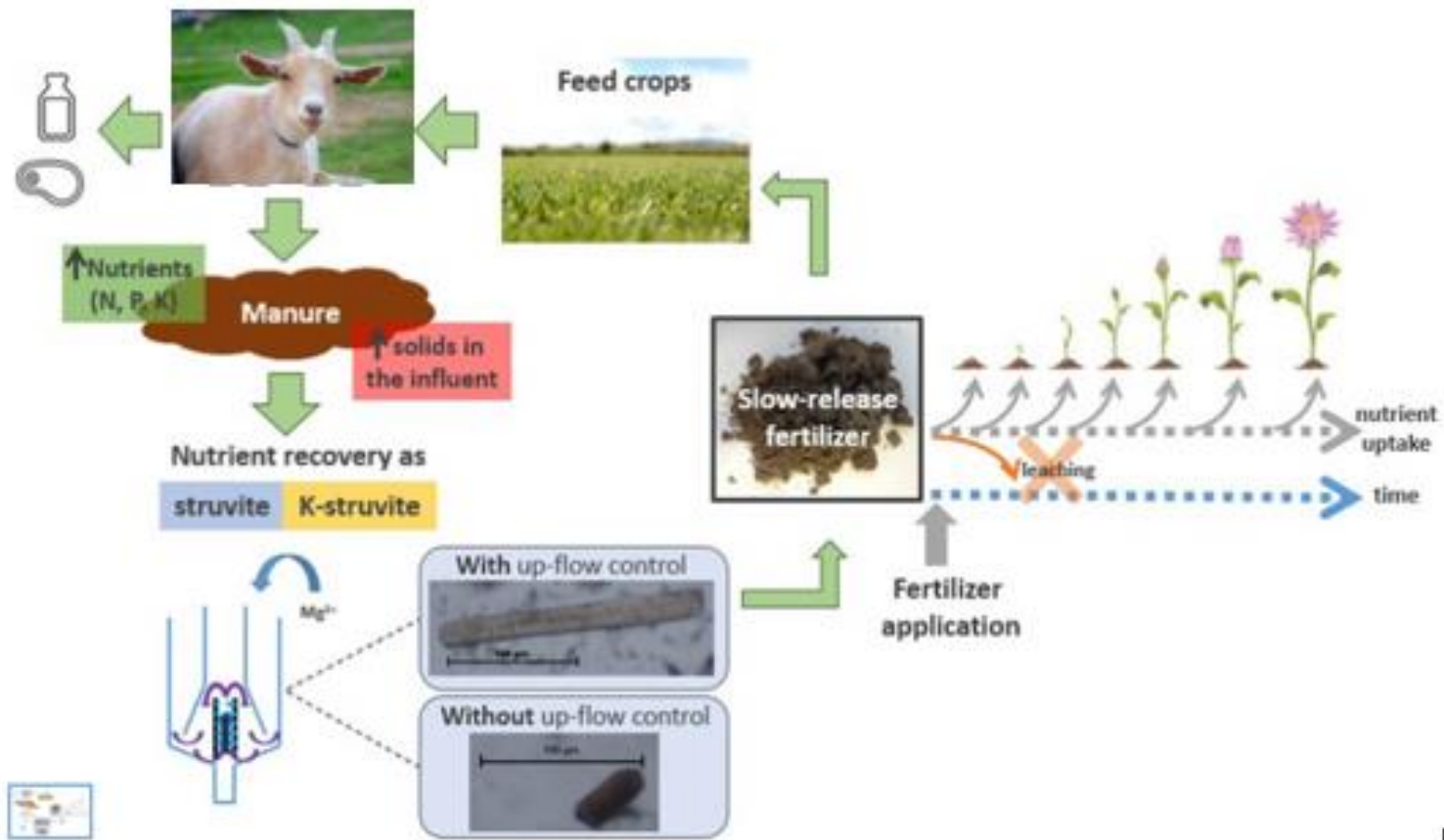
SUBIR EL pH DEL SUELO



INTRODUCIR MATERIA ORGÁNICA



INTRODUCIR P y N

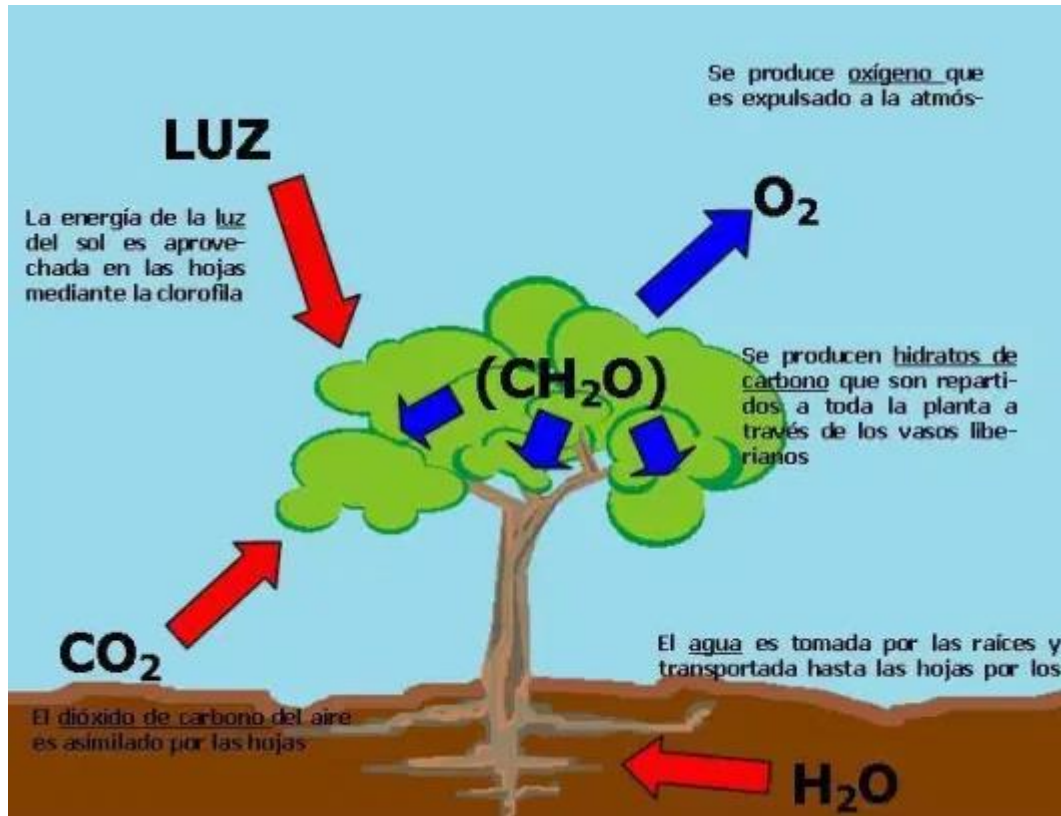


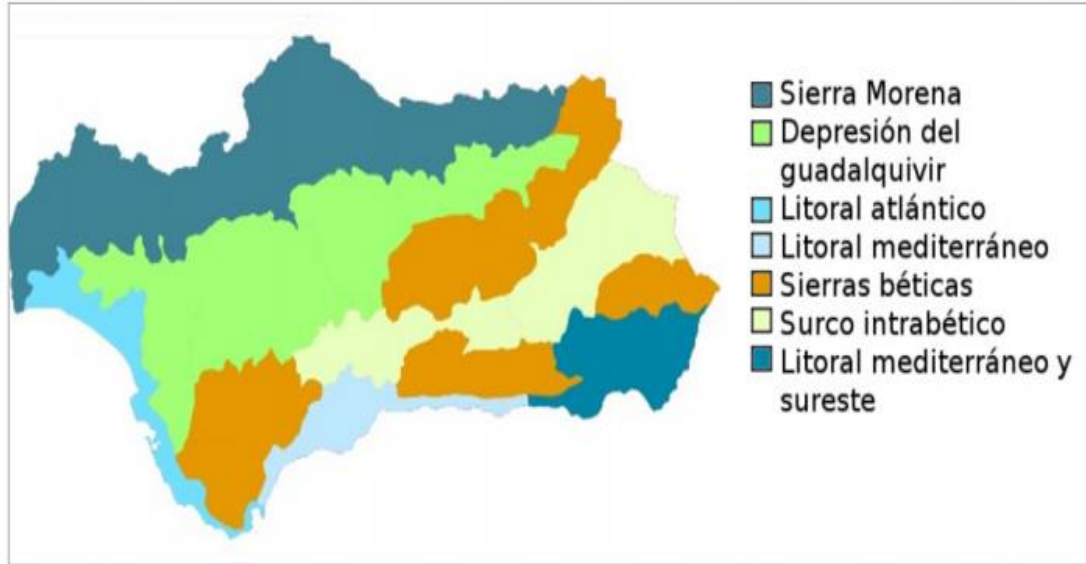
REVEGETAR



BALANCES DE MATERIA

- ▶ ESTUDIO CLIMÁTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SECUESTRO DE CARBONO DE LAS ESPECIES VEGETALES.



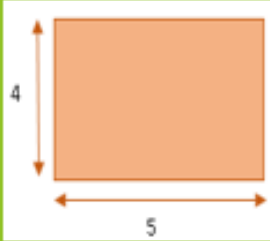


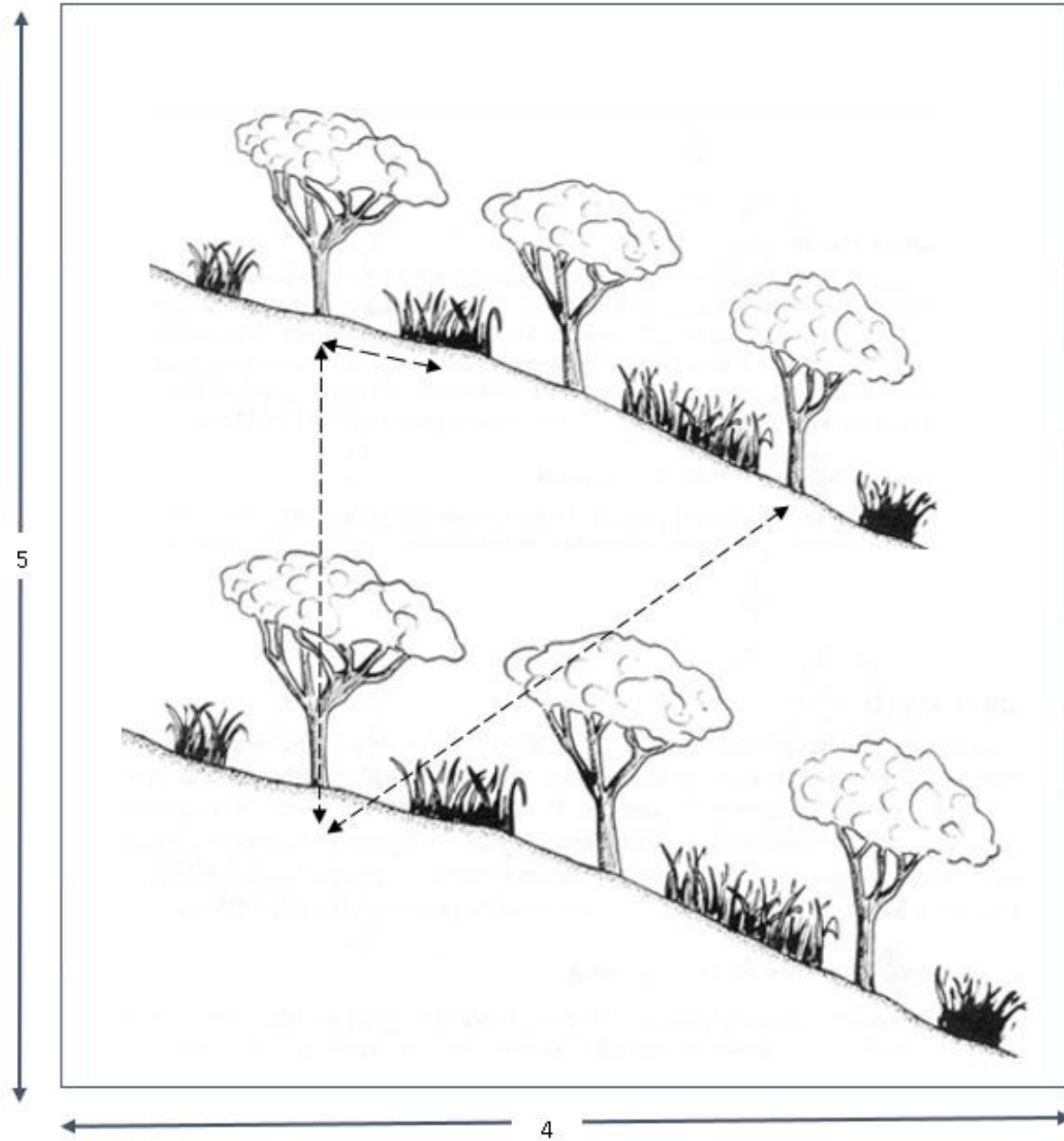
Litoral Atlántico - Árboles		
Especies	$\frac{\text{Kg CO}_2}{\text{m}^2\text{año}}$	WUE
Robinia pseudoacacia L. (Falsa acacia)	4,88	2
Fraxinus angustifolia Vahl (Fresno de hoja estrecha)	4,17	2

Litoral Atlántico - Arbustos		
Especies	$\frac{\text{Kg CO}_2}{\text{m}^2\text{año}}$	WUE
Euryops pectinatus (L.) Cass. (Margarita amarilla)	5,16	2
Salix fragilis L. forma bullata (Rehder) Rehder (Mimbrera frágil)	4,78	2
Ulex eriocladus C. Vicioso (Aulaga endémica)	2	1
Crataegus monogyna Jacq. (Majuelo o espino blanco)	4,35	1
Rhamnus oleoides L. (Espino negro)	3,83	1

► ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS

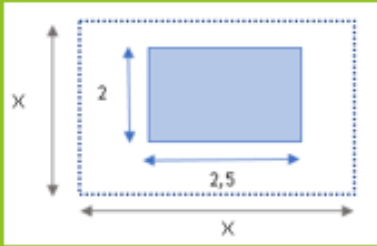
Escombrera

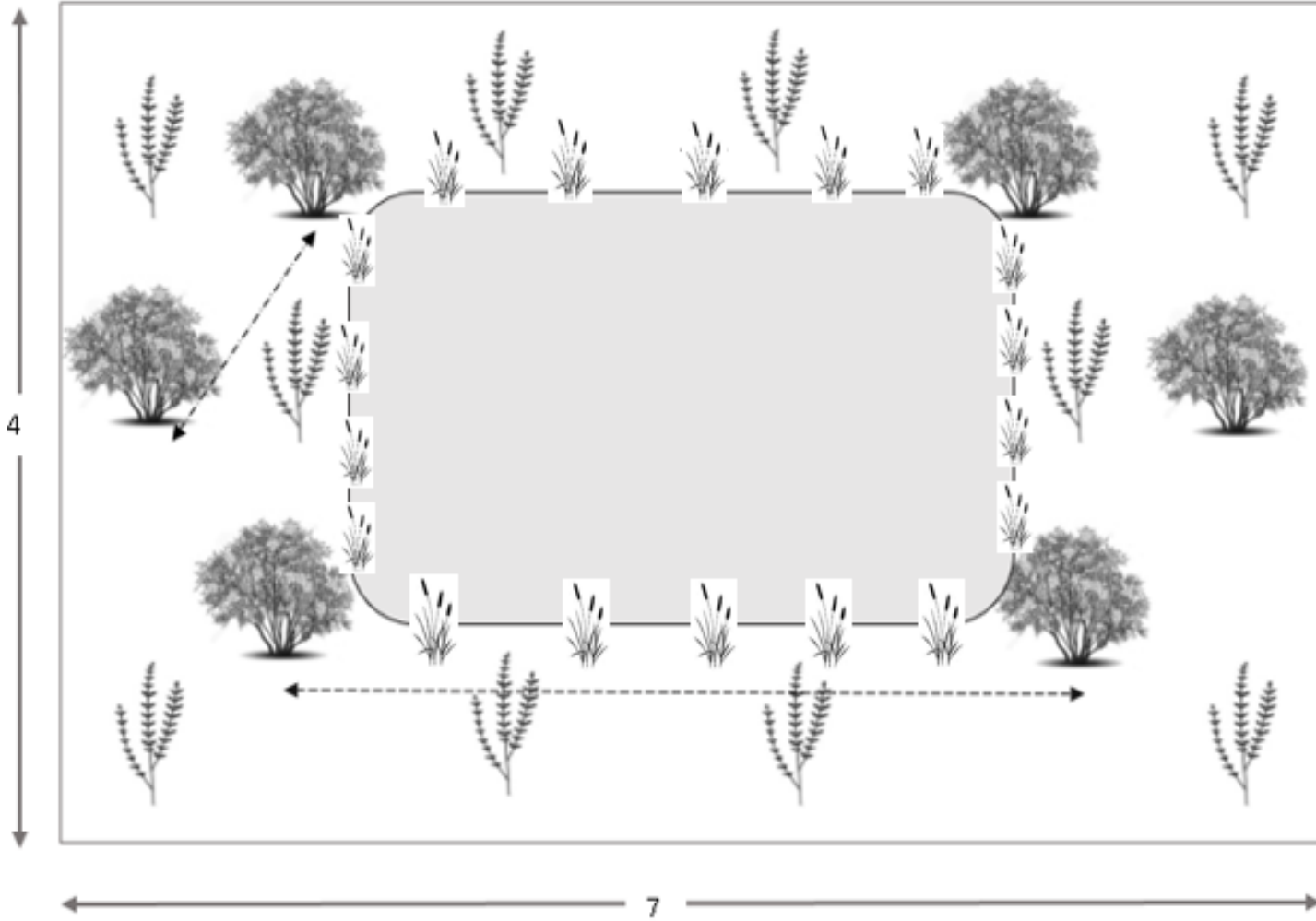
ESCOBRERA		
Dimensiones (m)	Especies	
	Nombre	Distancia recomendable entre individuos (m)
	Euryops pectinatus (L.) Cass. (Margarita amarilla)	1,5
	Salix fragilis L. forma bullata (Rehder) Rehder (Mimbrera frágil)	5
	Ulex eriocladus C. Vicioso (Aulaga endémica)	1
	Crataegus monogyna Jacq. (Majuelo o espino blanco)	1
	Rhamnus oleoides L. (Espino negro)	5
	Robinia pseudoacacia L. (Falsa acacia)	5-10
	Fraxinus angustifolia Vahl (Fresno de hoja estrecha)	6

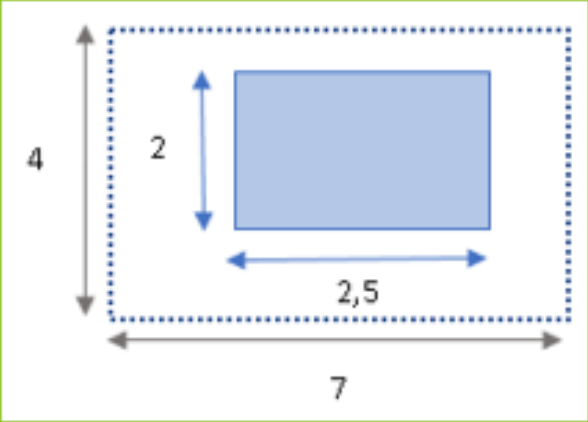


Nombre	Cantidad
Euryops pectinatus (L.) Cass. (Margarita amarilla)	2
Salix fragilis L. forma bullata (Rehder) Rehder (Mimbrera frágil)	2
Ulex eriocladus C. Vicioso (Aulaga endémica)	5
Crataegus monogyna Jacq. (Majuelo o espino blanco)	5
Rhamnus oleoides L. (Espino negro)	2
Robinia pseudoacacia L. (Falsa acacia)	2
Fraxinus angustifolia Vahl (Fresno de hoja estrecha)	2

Balsa ácida

BALSA		
Dimensiones (m)	Especies	
	Nombre	Distancia recomendable entre individuos (m)
	Nerium oleander (adelfas)	2
	Flueggea tinctoria (Tamujo),	0,5
	Typha (Enea)	0,5



Dimensiones (m)	Especies	
 <p>The diagram illustrates a rectangular area with an outer boundary of 7 meters by 4 meters and an inner boundary of 2.5 meters by 2 meters. The inner area is shaded blue, and the outer boundary is indicated by a dotted line.</p>	Nombre	Cantidad
	Nerium oleander (adelfas)	6
	Flueggea tinctoria (Tamujo),	10
	Typha (Enea)	18

► BALANCE DE pH: CARBONATO CÁLCICO Y CARBOCAL.

Para saber la cantidad de carbonato cálcico y carbocal que hay que usar, se tiene que emplear el método experimental indicado por la normativa vigente, *Orden de 5 de diciembre de 1975 por la que se aprueban como oficiales los métodos de análisis de suelos y agua.*

6438 01 MARZO 1976 D. O. del E.—Núm. 78

Art. 3.^o Las concesiones cuya tarifa haya sido elevada con posterioridad a 1 de enero de 1976, en virtud de petición y estudio formulado por la Empresa con fecha posterior a 1 de septiembre de 1975, no podrán acceder al aumento establecido por esta Orden ministerial sin previa petición y autorización de la Dirección General de Transportes Terrestres.

Art. 4.^o Por la Dirección General de Transportes Terrestres se dictarán las instrucciones que, en su caso, resulten precisas para la ejecución y desarrollo de la presente Orden, que entrará en vigor al mismo día de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. Madrid, 29 de marzo de 1976.

VALDES Y GONZALEZ-ROLDAN
Ilmo. Sr. Director general de Transportes Terrestres.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

6778 *ORDEN de 5 de diciembre de 1975 por la que se aprueban como oficiales los métodos de análisis de suelos y aguas.*

Ilustrámoslos señores:

El conocimiento de las características del suelo cultivable es de la mayor importancia para la agricultura, pues permite realizar una fertilización correcta, lo cual constituye uno de los factores de producción más rentable.

Las diagnósticos de carencias y las recomendaciones de fertilización deben basarse en resultados analíticos obtenidos mediante la aplicación de métodos de análisis uniformes.

Por otra parte, el conocimiento de la calidad tanto física como química y biológica de las aguas para los usos agrarios puede adquirirse a través de métodos de análisis normalizados, que en muchos casos coinciden con los métodos de análisis de suelos.

Teniendo en cuenta que la actuación de los distintos Organismos requiere con frecuencia la realización de análisis de idénticos componentes de los suelos y de las aguas, parece conveniente unificar criterios y aunar esfuerzos mediante el establecimiento de métodos oficiales de análisis únicos para este Ministerio.

Se ha considerado conveniente adaptar en lo posible la redacción de los citados métodos de análisis a los aprobados

ANEXO UNICO
MÉTODOS DE ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS
ABREVIATURAS, SIMBOLOS, DEFINICIONES Y NOTAS

atm.	atmósfera.
C.	centígrado.
cm.	centímetro.
d.	densidad.
f. c. r.	fuerza centrífuga relativa.
g.	gramo.
h.	hora.
Ha.	hectárea.
Kg.	kilogramo.
l.	litro.
M.	molar.
m.	metro.
mEq.	miliequivalente.
mg.	miligramo.
min.	minuto.
ml.	mililitro.
mm.	milímetro.
nm.	nanómetro.
N.	normal.
p. e.	punto de ebullición.
p. f.	punto de fusión.
pH	logaritmo cambiado de signo de la concentración de iones hidrógeno.
p. p. m.	partes por millón.
p/p.	peso a peso.
p/V.	peso a volumen.
r. p. m.	revoluciones por minuto.
s.	segundo.
Tm.	temperatura métrica.
V/V.	volumen a volumen.
°	grado.
%	por ciento.
μ	micra.
μg.	microgramo.
μl.	microlitro.
Σ	suma de.
/	dividido por.
X	multiplicado por.
<	menor que.
>	mayor que.
<>	equivalente a.
≈	aproximado a.

Absorbancia: Logaritmo cambiado de signo de la relación de las transmitancias de la muestra y del material de referencia o patrón.

Entre unidades corresponden a las declaradas de uso obligatorio por la Ley 86/1967, de 8 de noviembre, y Decreto 1250/1974, de 25 de abril.



➤ BALANCE DE CARBONO, NITROGENO Y FOSFORO (C/N/P)

Antes de comenzar con los cálculos correspondientes al balance de materia se van a describir una serie de datos que son comunes tanto para las balsas ácidas como para las escombreras:

1. RELACION C/N/P : $\frac{100 \text{ Carbono}}{10 \text{ Nitrogeno}}$
1 Fosforo
2. CARBONO → COMPOST DEPURADORA
3. NITRÓGENO Y FÓSFORO → ESTIERCOL DE CABRA
4. COMPOST DEPURADORA PARA SUELO AGRÍCOLA: $20 \text{ m}^3 / \text{año.hectarea} = 0,002 \text{ m}^3 / \text{m}^2$
5. COMPOST DEPURADORA → 65% C
6. ESTIERCOL DE CABRA → 7% N Y 2% P
7. DENSIDAD COMPOST=1000Kg/m³

Balsas ácidas

PERÍMETRO BALSA= $4+7+4+7 = 22\text{m}$

SUPERFICIE PARA REVEGETAR = $22\text{m} \times 2\text{m} = 44\text{m}^2$

COMPOST DE DEPURADORA NECESARIO= $44 \text{ m}^2 \times 0,002\text{m}^3/\text{m}^2 = 0,088\text{m}^3$

CANTIDAD NECESARIA DE COMPOST EN KG= $0,088\text{m}^3 \times 1000\text{Kg}/\text{m}^3 = 88\text{kg}$

CANTIDAD NECESARIA DE CARBONO EN KG= $88\text{kg compost} \times 65\% \text{ C} = 57,2 \text{ kg}$

YA QUEDARIAN FIJADAS LAS CANTIDADES CORRESPONDIENTES:

$$\begin{array}{r} 57,2\text{kg de C} \\ 5,72 \text{ kg de N} \\ \hline 0,572 \text{ kg de P} \end{array}$$

CANTIDAD NECESARIA DE ESTIERCOL EN KG= $5,72\text{kg de N} \times \frac{100}{7} = 81,72\text{kg}$

DE ESOS **81,72kg** DE ESTIERCOL EL 2% ES DE FOSFORO: $81,72\text{kg estiércol} \times 2\% =$
1,63 KG DE P

PUESTO QUE LA CANTIDAD DE P MÍNIMA NECESARIA ES DE 0,572 KG DE P, CON LA CANTIDAD DE ESTIÉRCOL QUE DEMANDA EL BALANCE DE N ES SUFICIENTE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE P.

Escombreras

SUPERFICIE PARA REVEGETAR = $4\text{m} \times 5\text{m} = 20\text{m}^2$

COMPOST DE DEPURADORA NECESARIO = $20\text{ m}^2 \times 0,002\text{m}^3/\text{m}^2 = 0,04\text{m}^3$

CANTIDAD NECESARIA DE COMPOST EN KG = $0,04\text{m}^3 \times 1000\text{Kg}/\text{m}^3 = 40\text{kg}$

CANTIDAD NECESARIA DE CARBONO EN KG = $40\text{kg compost} \times 65\% \text{ C} = 26\text{ kg}$

YA QUEDARIAN FIJADAS LAS CANTIDADES CORRESPONDIENTES:

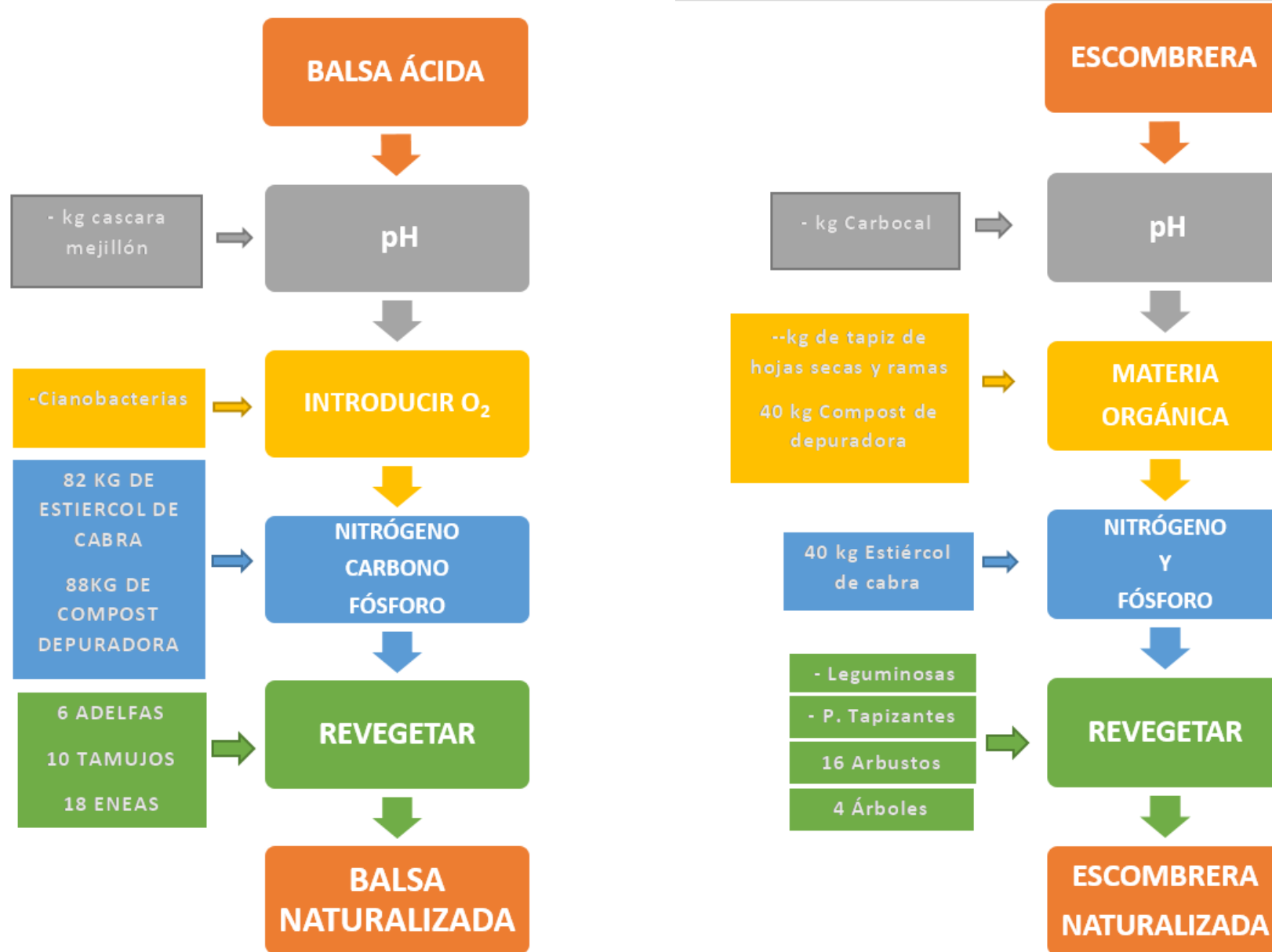
$$\begin{array}{r} 26\text{kg de C} \\ \hline 2,6\text{ kg de N} \\ \hline 0,26\text{kg de P} \end{array}$$

CANTIDAD NECESARIA DE ESTIERCOL EN KG = $2,6\text{kg de N} \times \frac{100}{7} = 37,14\text{kg} = 40\text{kg}$

DE ESOS **40kg** DE ESTIERCOL EL 2% ES DE FOSFORO: $40\text{kg estiércol} \times 2\% = 0,8\text{ KG DE P}$

PUESTO QUE LA CANTIDAD DE P MÍNIMA NECESARIA ES DE 0,26 kg DE P, ENTONCES CON ESA CANTIDAD DE ESTIÉRCOL DE 40 kg SE TIENE EN ABUNDANCIA.

DIAGRAMAS DE FLUJO



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Concepto	Cantidad total	Precio /unidad	Coste total	Observaciones
Concha de mejillón	--	--	--	Precio según convenio con la empresa
Compost	88 kg	0,035 €	3,08 €	--
Cianobacterias				
Estiércol	82 kg	--	--	Precio según convenio con el ganadero
Nerium oleander (adelfas)	6 ud	0,195 €	1,17 €	--
Flueggea tinctoria (Tamujo)	10 ud	0,44 €	4,4 €	--

Concepto	Cantidad total	Precio /unidad	Coste total	Observaciones
Carbocal	--	--	--	Precio según convenio con la empresa
Compost	40 kg	0,035 €	1,40 €	
Estiércol	40 kg	--	--	Precio según convenio con el ganadero
Trifolium subterraneum	1kg	9,63	9,63	--
Trifolium repens	1kg	9,70	9,70	--
Ornithopus sativus	1kg	6,34	6,34	--
Brassica Carinata	1kg	9,65	9,65	--
Cynodon Dactilo	500g	8	8	--
Lolium rigidum	1kg	4,23	4,23	--
Lolium perenne	1kg	5,05	5,05	--
Festuca arundinacea	1kg	6,34	6,34	--
Festuca rubra	1kg	5,94	5,94	--
Agrostis capillaris	1kg	34,84	34,84	--
Poa compressa	1kg	7,06	7,06	--
Piptatherum miliaceum	1kg	10,9	10,9	--
Euryops pectinatus (L.) Cass. (Margarita amarilla)	2 ud	--	--	Precio según viveros de la zona

Salix fragilis L. forma bullata (Rehder) Rehder (Mimbrera frágil)	2 ud	--	--	Precio según viveros de la zona
Ulex eriocladus C. Vicioso (Aulaga endémica)	5 ud	--	--	Precio según viveros de la zona
Crataegus monogyna Jacq. (Majuelo o espino blanco)	5 ud	--	--	Precio según viveros de la zona
Rhamnus oleoides L. (Espino negro)	2 ud	--	--	Precio según viveros de la zona
Robinia pseudoacacia L. (Falsa acacia)	2 ud	--	--	Precio según viveros de la zona
Fraxinus angustifolia Vahl (Fresno de hoja estrecha)	2 ud	--	--	Precio según viveros de la zona

BALANCE ECONÓMICO.

- Se va a realizar de una forma diferente a como se está acostumbrado a ver, debido a que se trata de un proyecto pionero y novedoso se carecen de los datos necesarios como para realizar un balance económico usual y dada la situación no se han podido obtener, puesto que los datos salen de la experiencia piloto.

	Tn de cobre
1° trimestre	10229
2° trimestre	13635
3° trimestre	14695
4° trimestre	¿?
TOTAL	53254

$$53254 \text{ Toneladas/año} \frac{7985\$}{1 \text{ Tonelada}} = 425233190\$/\text{año}$$

Metales	Últimos 30 Días	Precios			
		Diarios		Mensuales	
		12-01-2021	13-01-2021	Noviembre	Diciembre
Cobre (¢US\$ / lb)	Ver	362,103	361,082	320,392	351,772
Níquel (US\$ / lb)	Ver	8,013	8,017	7,165	7,624
Estaño (US\$ / lb)	Ver	9,593	9,715	8,422	8,948
Zinc (¢US\$ / lb)	Ver	125,690	124,806	121,095	126,206
Plomo (¢US\$ / lb)	Ver	89,063	91,535	86,839	91,562
Aluminio (¢US\$ / lb)	Ver	91,875	91,149	87,639	91,531
Oro (London Initial - US\$ / oz / tr)	Ver	1.861,850	1.852,400	1.869,502	1.853,798
Plata (London Spot - US\$ / oz / tr)	Ver	25,525	25,335	24,043	24,887

* Huella de carbono



CONCLUSIÓN

SE PUEDEN DESTACAR VARIOS ASPECTOS:

- ▶ LAS CONDICIONES ACTUALES NO SON SEGURAS PARA EL ECOSISTEMA Y LA BIODIVERSIDAD, YA QUE EL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN QUE HOY DÍA SE LLEVA A CABO TIENE UN ALTO IMPACTO AMBIENTAL QUE SE PUEDE VER EN EL CICLO DE VIDA DEL PROCESO INDUSTRIAL.
- ▶ CON ESTE PROYECTO DE I+D SE GARANTIZA UN DESARROLLO ECONÓMICO YA QUE SE MEJORA LA COMPETITIVIDAD Y HAY UN FOMENTO DE LA INNOVACIÓN, ADEMÁS HAY UN GRAN **DESARROLLO MEDIOAMBIENTAL Y SOCIAL** PUESTO QUE SE MEJORA EL MEDIOAMBIENTE, EL BIENESTAR SOCIAL Y EL DESARROLLO CULTURAL DESARROLLANDO ZONAS VERDES PARA EL USO Y DISFRUTE DE LA POBLACIÓN.
- ▶ ESTA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN SE BASA EN EL TRATAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS LO QUE ABARATA EL COSTE DEL PROYECTO, SIENDO ESTOS LOS ÚNICOS TRATADOS, YA QUE SE HACE USO DE CARBOCAL Y CÁSCARAS DE MEJILLONES PARA EL AUMENTO DEL PH ADEMÁS, MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA, SE HAN OBTENIDO LOS NUTRIENTES NECESARIOS PARA SEMBRAR LAS SEMILLAS, PLANTAS, ÁRBOLES Y ARBUSTOS QUE SE HAN CREÍDO OPORTUNOS SEGÚN MARCA LA NORMATIVA VIGENTE DE LA ZONA.

PROPUESTAS PRESENTADAS



Universidad de Sevilla
Escuela Politécnica Superior de Sevilla



Propuesta presentada por el grupo Tar de la Universidad de Sevilla
a la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y
León

Recuperación de balsas y escombreras procedentes de actividad minera.

Autores:

Lebrato Martínez, Julián (grupotar@us.es)
Romero García, Alberto (alromero@us.es)
Buiza Miget, Francisco Javier (franciscobuiza@gmail.com)
Campón Castillo, Amalia Jesús (amaliaespera43@gmail.com)
Gómez Lara, Bárbara (barbaralara11.bgl@gmail.com)
Pérez Real, Lidia (lidiapr2012@gmail.com)
Rincón González, Rocío (rocio_elcoronil96@hotmail.com)

Sevilla, enero 2021.



Universidad de Sevilla
Escuela Politécnica Superior de Sevilla



Propuesta presentada por el grupo Tar de la Universidad de Sevilla
a
Proyecto Riotinto – Atalaya Mining

Recuperación de balsas y escombreras procedentes de actividad minera.

Autores:

Lebrato Martínez, Julián (grupotar@us.es)
Romero García, Alberto (alromero@us.es)
Buiza Miget, Francisco Javier (franciscobuiza@gmail.com)
Campón Castillo, Amalia Jesús (amaliaespera43@gmail.com)
Gómez Lara, Bárbara (barbaralara11.bgl@gmail.com)
Pérez Real, Lidia (lidiapr2012@gmail.com)
Rincón González, Rocío (rocio_elcoronil96@hotmail.com)

Sevilla, enero 2021.