

The background of the slide is a reproduction of the painting 'Old Town' by Wassily Kandinsky, dated 1902. The painting depicts a town with red-roofed buildings and tall, thin towers, set against a vibrant, abstract sky with blue, yellow, and white tones. The foreground shows a landscape with green and brown patches, suggesting fields or a path. The overall style is characteristic of early abstract art.

Medio Ambiente, Sostenibilidad y ODS

Tecnologías biológicas de remediación de suelos

Dr. Txema Becerril
(josemaria.becerril@ehu.eus)
Dpto. Biología Vegetal y Ecología,
UPV_EHU

Espacios/suelos degradados

Suelo sano vs suelo enfermo

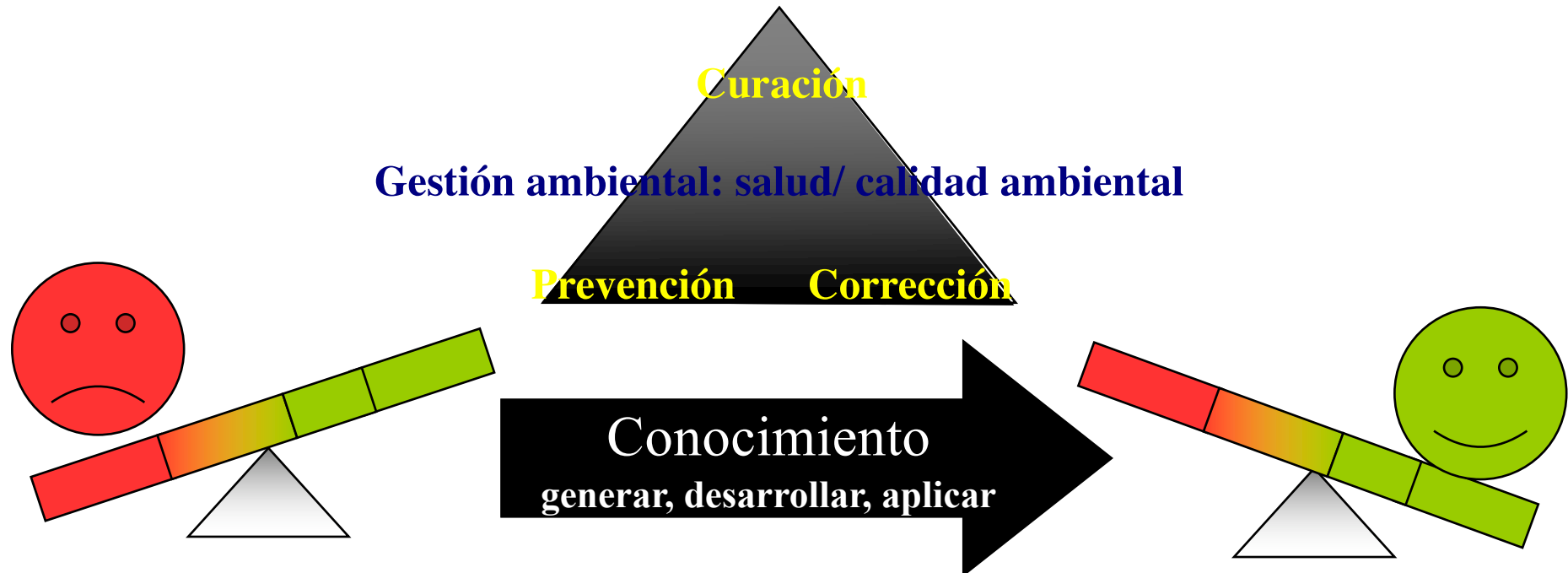
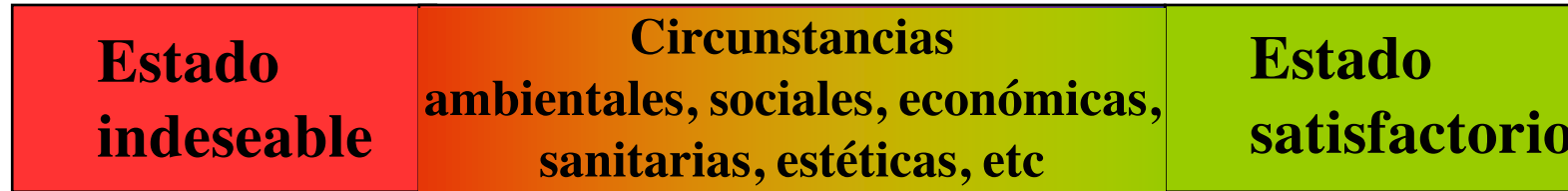
Suelos contaminados: ¿Cómo?, ¿Cuándo?

Fitotecnologías de recuperación de suelos contaminados

Fitorremediación/Fitogestión

Caso de estudio: Recuperación de un suelo industrial en el cinturón verde de Vitoria-Gasteiz

Espacios degradados: Entorno que está en un estado indeseable comparado con otro estado que consideramos satisfactorio



INVESTIGAR para CONOCER... CONOCER para GESTIONAR

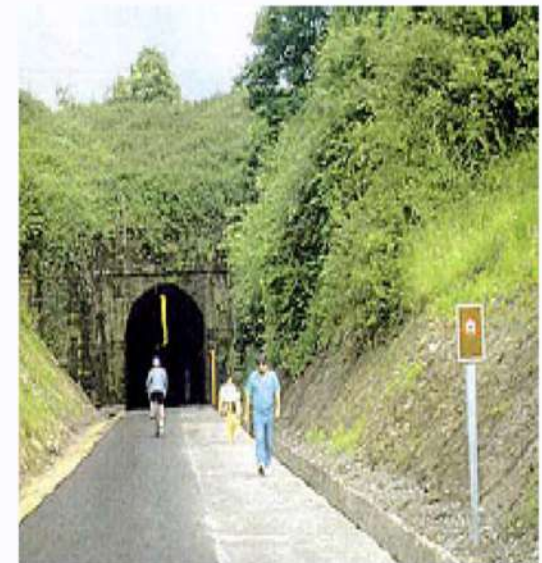
Espacios en declive o abandonados

Actividad: vías pecuarias y férreas, núcleos rurales y espacios periurbanos e industriales



Problema y oportunidad

Opciones Tradicional- potenciar actividad (trashumante)
 Alternativo: turismo rural, vías verdes



Sobreexplotación o actividad desordenada

Actividad: agrícola (abandono o intensiva), forestal, erosión

Problemas:

Composición nutricional alterada

Suelos removidos, **erosión**

Cambios hidrológicos

Alteración de biodiversidad

Especies exóticas

Persistencia de **plaguicidas**



Grandes Infraestructuras

Actividad: autopistas, carreteras, ferrocarriles, obras hidráulicas, etc.

Espacios afectados: taludes, medianas, espacios bajo viaductos y puentes, zonas de préstamos de áridos, acopio de materiales de construcción, vertederos, etc.



Vertederos

Un vertedero es un lugar preparado a propósito donde se depositan los residuos urbanos con garantía de no provocar problemas ambientales.

TIPOS DE VERTEDEROS:

V. de residuos no peligrosos

V. residuos peligrosos

Celdas de Seguridad

V. incontrolado

V. Controlado

V. Clausurado

V. no clausurado

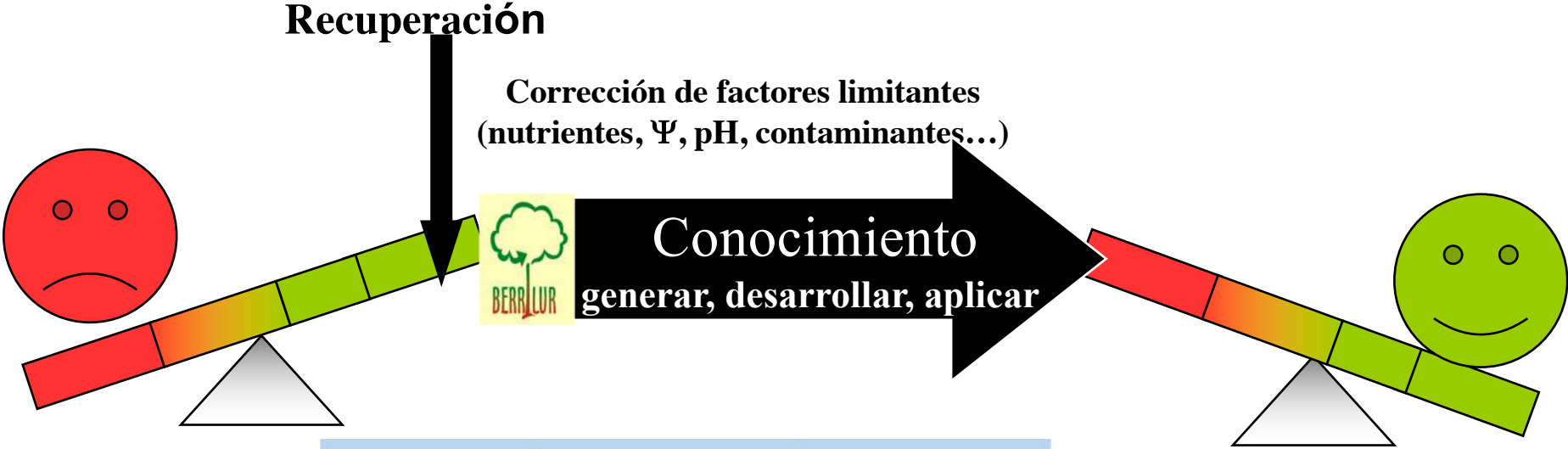


Suelos contaminados por minería

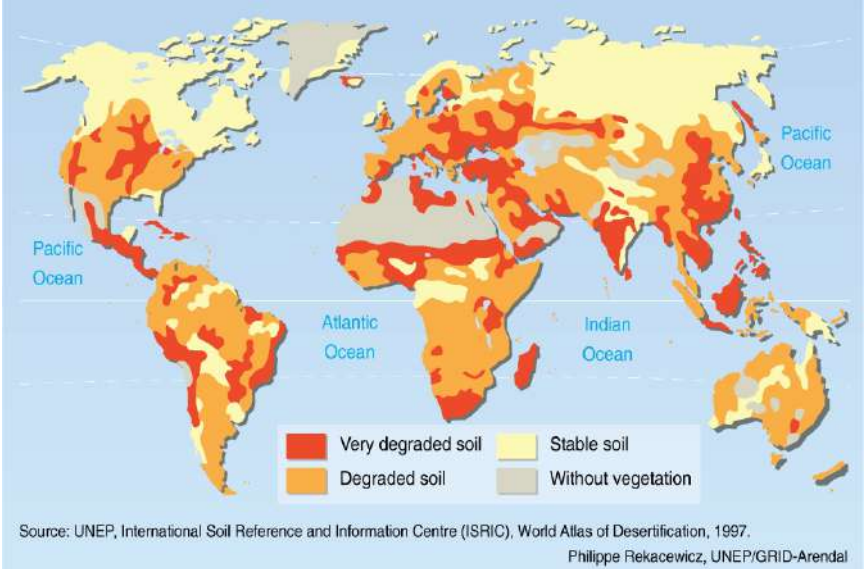
Actividad: actividades mineras relacionadas con fuentes de energía, metales, rocas industriales, ornamentales, canteras, graveras, etc...



Un entorno degradado lleva asociado un suelo degradado o inexistente



Entre 1/3 y 1/2 de la superficie de la Tierra ha sido transformada por la actividad humana



Espacios/suelos degradados

Suelo sano vs suelo enfermo

Suelos contaminados: ¿Cómo?, ¿Cuándo?

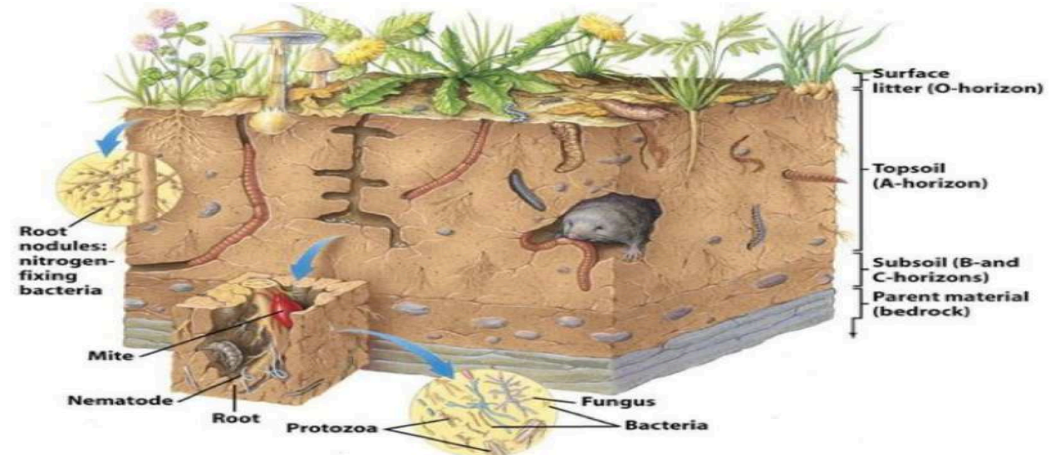
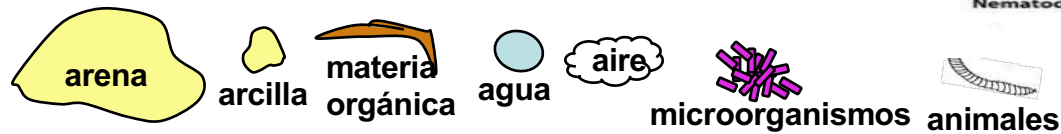
Fitotecnologías de recuperación de suelos contaminados

Fitorremediación/Fitogestión

Caso de estudio: Recuperación de un suelo industrial en el cinturón verde de Vitoria-Gasteiz

El suelo es un ente **vivo** con **estructura** y con **funcionalidad**

Estructura: los ingredientes del suelo



Función: ¿Qué hacen?

Agua

organismos (P, A, M)
evita inundaciones
filtra contaminantes

Aire

con plantas purifica aire (O)
sumidero C

Nutrientes

recicla residuos → recursos
alimentos
sumidero de C

Habitat

organismos
biodiversidad

-¿Qué es un **suelo sano** y un **suelo enfermo**?

SUELO SANO

un suelo con su **estructura y funcionamiento** adecuado que tiene la capacidad de funcionar como un sistema vivo en los ecosistemas naturales o humanizados manteniendo o incluso mejorando la calidad del aire y del agua promoviendo la salud de los organismos, incluida la salud humana

SUELO ENFERMO

un suelo que ha sido afectado en su composición y/o en su funcionalidad



	Función ¿Qué hacen?
Agua	organismos (P,A,M) evita inundaciones filtra contaminantes
Aire	purifica aire (O)
Nutrientes	recicla residuos sumidero de C alimentos
Habitat	organismos biodiversidad

¿Qué pasa si se enferma un suelo?

Funciones del Suelo

Los suelos aportan servicios ecosistémicos que permiten la vida en la Tierra

The infographic is a circular collage of 12 segments, each illustrating a different function of soil. A large yellow warning sign with a black exclamation mark is placed in the center, with a white box below it containing the text 'PELIGRO SUELO ENFERMO'. The segments are: 1. Retención de carbono (Carbon sequestration), 2. Purificación del agua y reducción de contaminantes del suelo (Water purification and reduction of soil contaminants), 3. Regulación del clima (Climate regulation), 4. Ciclo de nutrientes (Nutrient cycle), 5. Hábitat para organismos (Habitat for organisms), 6. Regulación de inundaciones (Flood regulation), 7. Fuente de productos farmacéuticos y recursos genéticos (Source of pharmaceutical products and genetic resources), 8. Base para las infraestructuras humanas (Basis for human infrastructure), 9. Suministro de materiales de construcción (Supply of construction materials), 10. Herencia cultural (Cultural heritage), 11. Suministro de alimentos, fibras y combustibles (Supply of food, fibers, and fuels), and 12. Herencia cultural (Cultural heritage). The top right corner features the 2015 International Year of Soils logo and the website fao.org/soils-2015/es. The bottom left corner includes the FAO logo and logos of supporting organizations: Swiss Confederation, Swiss Confederation, and Federal Office for Agriculture FOAG.

Retención de carbono

Purificación del agua y reducción de contaminantes del suelo

Regulación del clima

GHGs (CO₂, CH₄, NO_x)

Suministro de alimentos, fibras y combustibles

Ciclo de nutrientes

Hábitat para organismos

Herencia cultural

PELIGRO SUELO ENFERMO

Suministro de materiales de construcción

Base para las infraestructuras humanas

Fuente de productos farmacéuticos y recursos genéticos

Regulación de inundaciones

2015 Año Internacional de los Suelos

fao.org/soils-2015/es

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Con el apoyo de

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Federal Department of Economic Affairs,
Education and Research EAER
Federal Office for Agriculture FOAG

Swiss Confederation

Si el suelo enferma nosotros enfermamos

-¿Cómo enferma un suelo?

¿Cómo enferma un suelo? El suelo es un sistema continuamente amenazado



Pero.... tenemos ¿Suelos contaminados? 12.500 emplazamientos en la CAPV (1,3% de nuestro suelo)

Mayor densidad de emplazamientos potencialmente contaminados: municipios en torno a las tres capitales vascas y en aquellos pertenecientes a las comarcas de Durangaldea, Debabarrena, Debagoiena y Urola-Kostaldea.

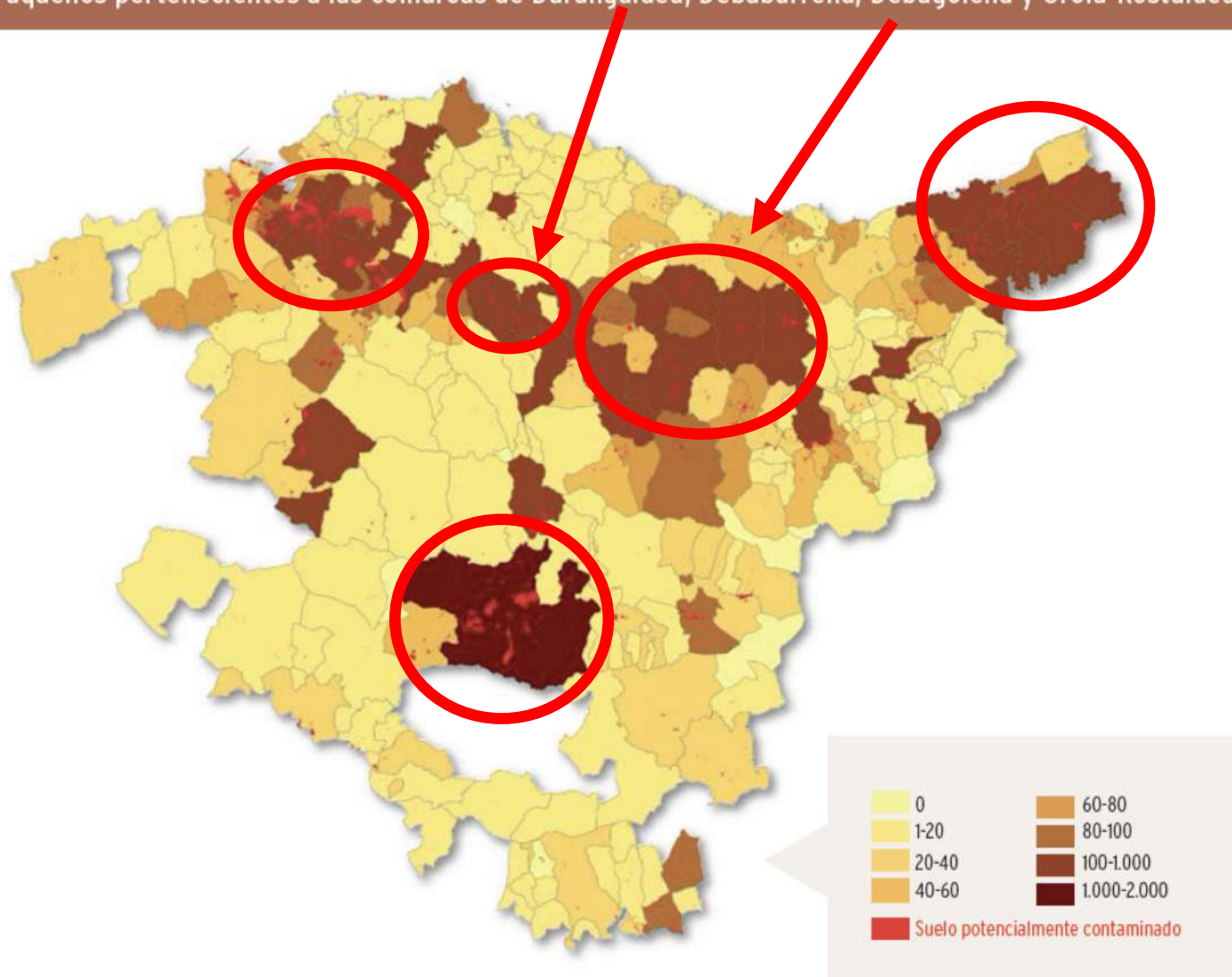
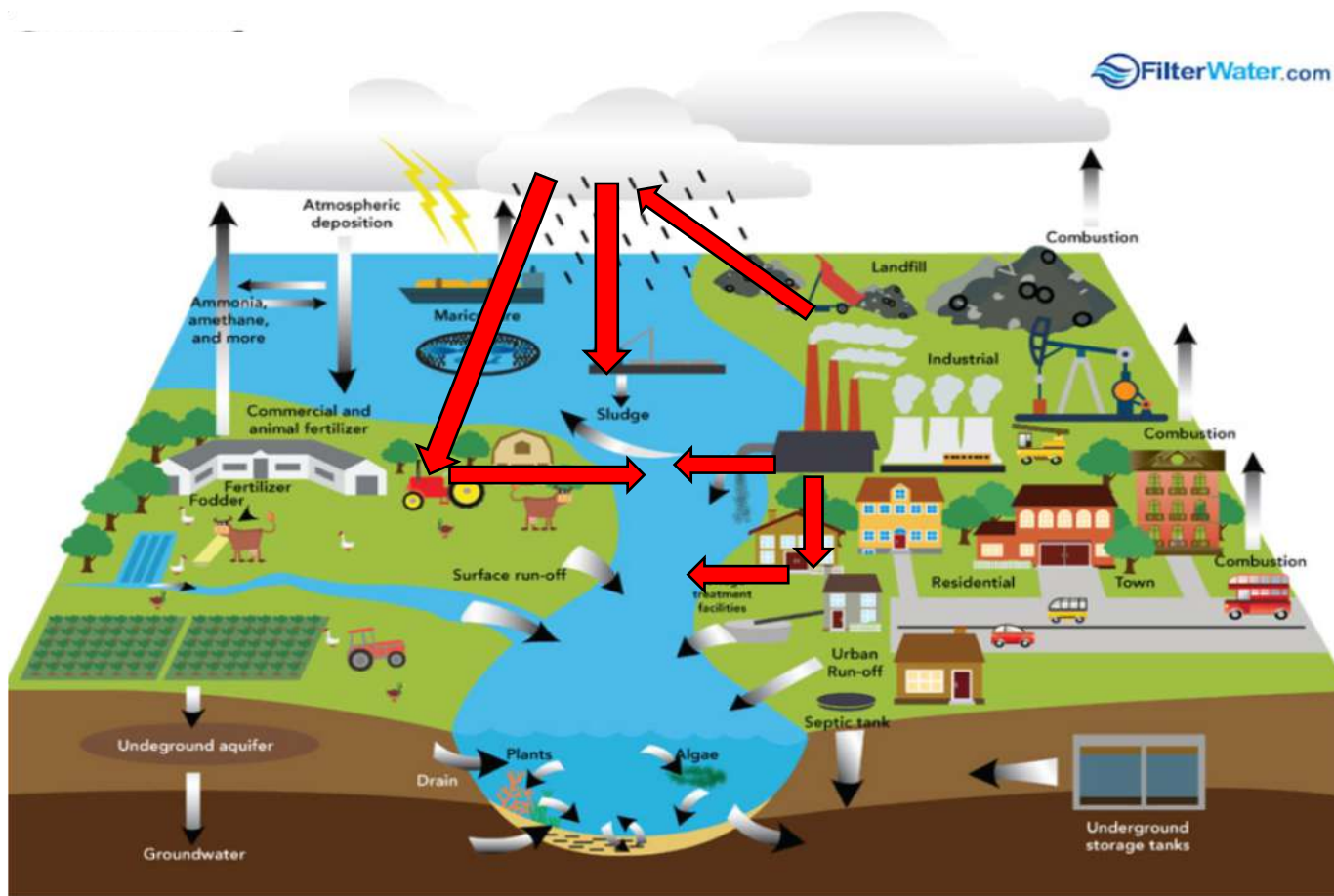


Fig1 **Perfil ambiental de Euskadi. Suelos (Ihobe, 2020)**



The ONE paradigm: UN PLANETA
UNA SALUD: la salud de todos y todo son interdependientes

UNA CONTAMINACIÓN
 vision holística del problema de
 la contaminación del suelo



La descontaminación de nuestros suelos es necesita soluciones urgentes y sostenibles

Las amenazas a nuestros Suelos



**Pérdida
 biodiversidad**

Salinización

**Escasez
 de agua**

**Solución:
 gestión sostenible
 de los suelos**

Compactación

**Inseguridad
 alimentaria**

**Cambio
 climático**

Acidificación

**Pobreza
 Pérdida
 salud
 Migración**

Erosión

**Pérdida
 Materia
 orgánica**

**Reducción
 Servicios
 ecosistémicos**

**Impulsores de la
 degradación
 del suelo**

**Tipos de
 degradación
 del suelo**

**Consecuencias de
 la degradación
 del suelo**

**Restaurar/
 rehabilitar
 suelos degradados**

- Analizar y evaluar la condición del suelo
- Aumentar el contenido de materia orgánica del suelo
- Mantener la superficie del suelo cubierta
- Usar los nutrientes sabiamente
- Labranza mínima
- Rotación de cultivos
- Reducir la erosión
- Eliminación adecuada de residuos
- Tratamiento de aguas residuales
- Implementar la planificación del uso de la tierra

Espacios/suelos degradados

Suelo sano vs suelo enfermo

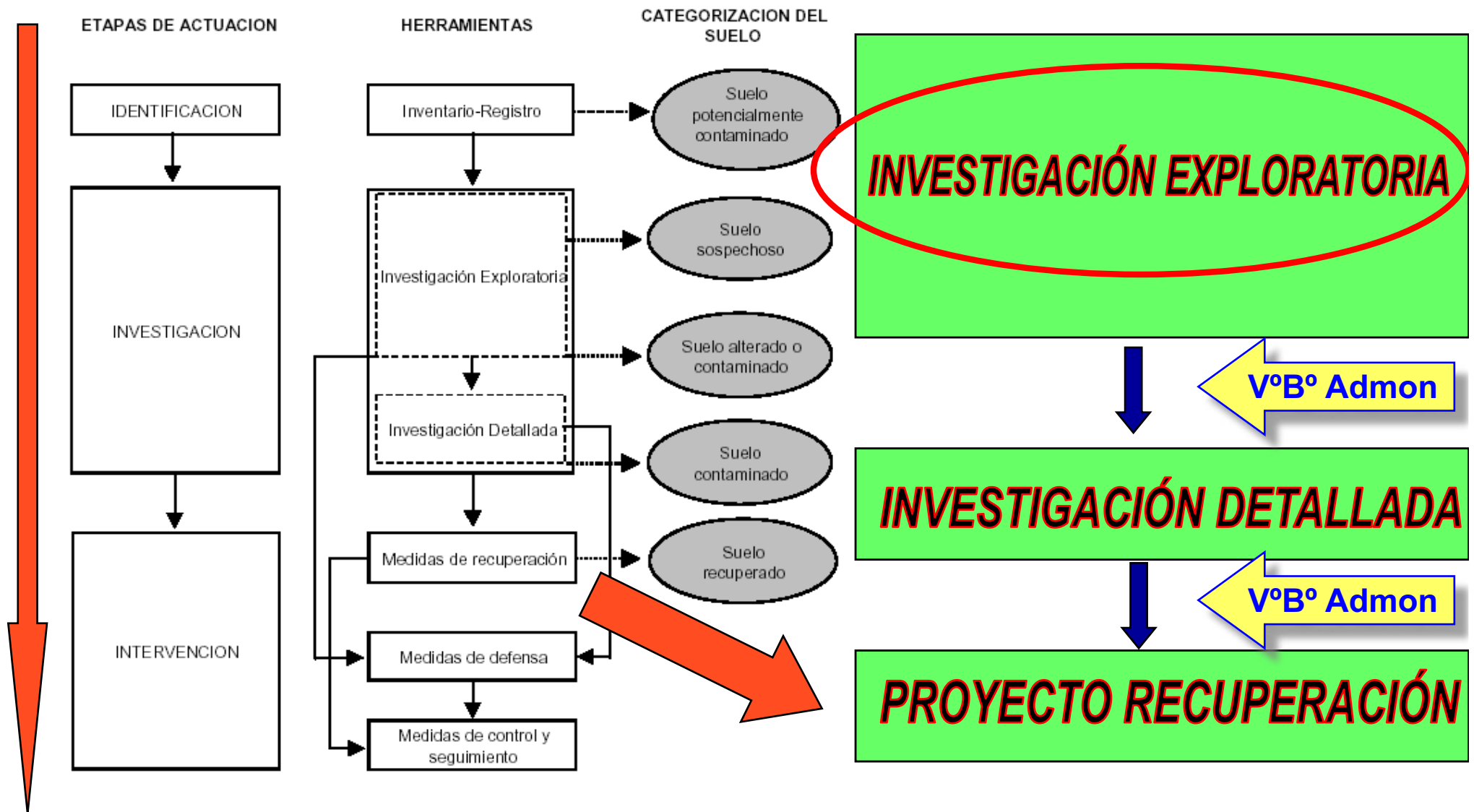
Suelos contaminados: ¿Cómo?, ¿Cuándo?

Fitotecnologías de recuperación de suelos contaminados

Fitorremediación/Fitogestión

Caso de estudio: Recuperación de un suelo industrial en el cinturón verde de Vitoria-Gasteiz

FASES de INVESTIGACIÓN de un emplazamiento potencialmente contaminado



Ley 4/2015; Decreto 209/2019 (desarrollo de ley)

Legislación: <https://www.euskadi.eus/legislacion-sobre-suelos-contaminados/web01-a2inglur/es/>

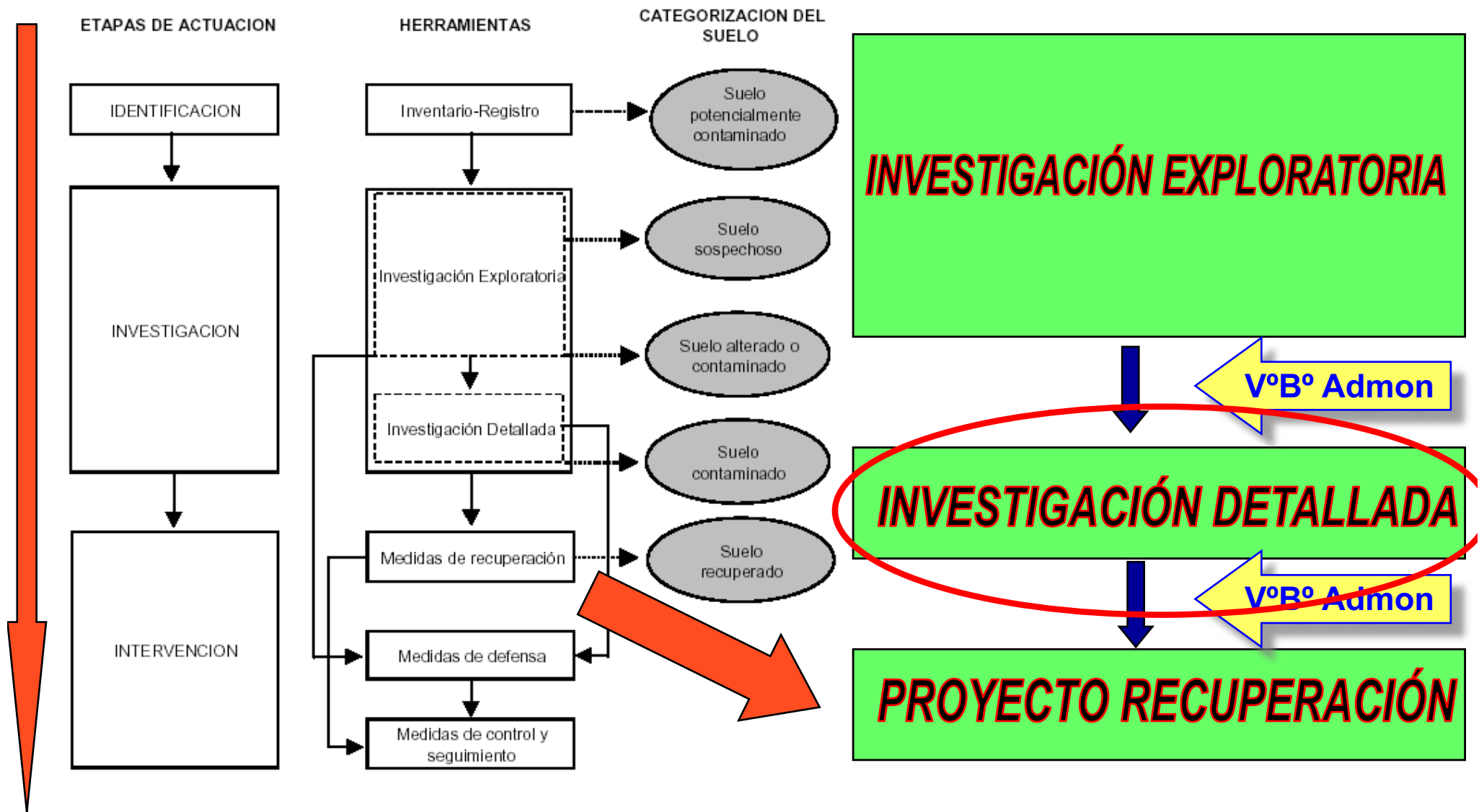
INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA



Ley 4/2015; Decreto 209/2019 (desarrollo de ley)

Legislación: <https://www.euskadi.eus/legislacion-sobre-suelos-contaminados/web01-a2inglur/es/>

FASES de INVESTIGACIÓN de un emplazamiento potencialmente contaminado

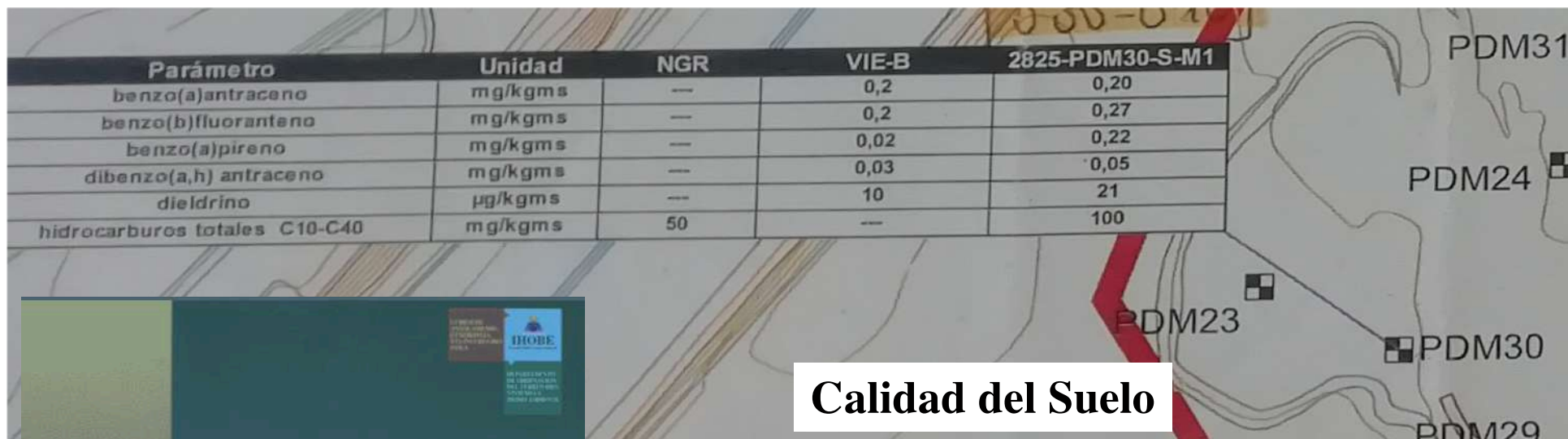


Ley 4/2015; Decreto 209/2019 (desarrollo de ley)

INVESTIGACIÓN DETALLADA

Análisis químico exhaustivo en superficie/profundidad de los puntos con contaminación en la investigación exploratoria

Parámetro	Unidad	NGR	VIE-B	2825-PDM30-S-M1
benzo(a)antraceno	mg/kgms	---	0,2	0,20
benzo(b)fluoranteno	mg/kgms	---	0,2	0,27
benzo(a)pireno	mg/kgms	---	0,02	0,22
dibenzo(a,h) antraceno	mg/kgms	---	0,03	0,05
dieldrino	µg/kgms	---	10	21
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	---	100



Calidad del Suelo

Valores Indicativos de Evaluación

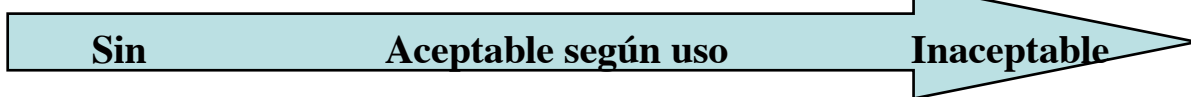
Ihobe; RD 9/2005 (BOE 18 de Enero 2005)

Niveles de Riesgo

VIE-

VIE-B

VIE-



23 ppm

Area juego infantil= 30 ppm

35 ppm

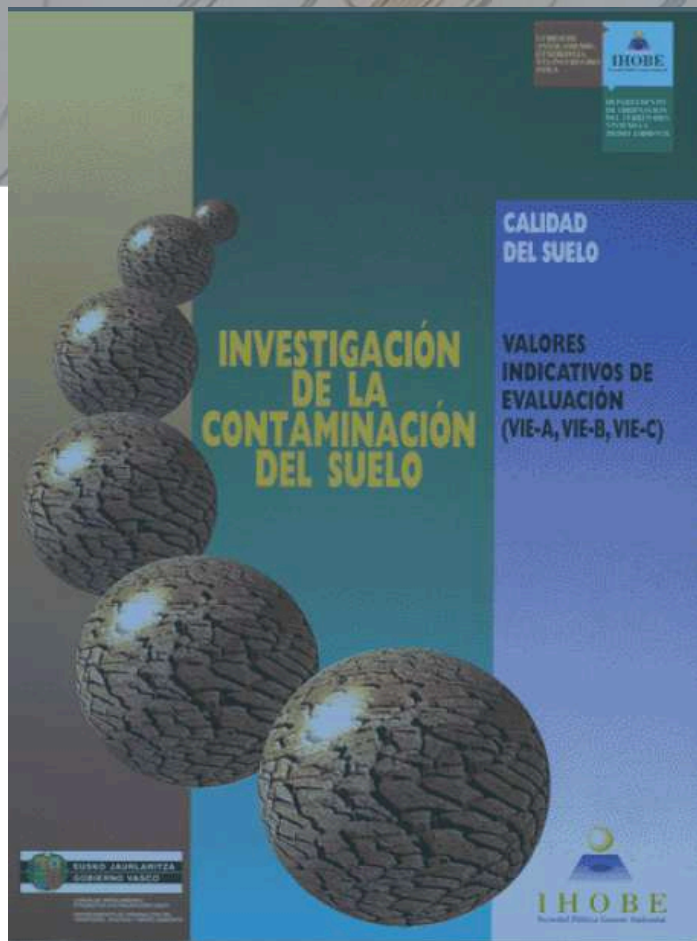


Huerta = 30 ppm
Residencial = 30 ppm
Parque publico = 30 ppm

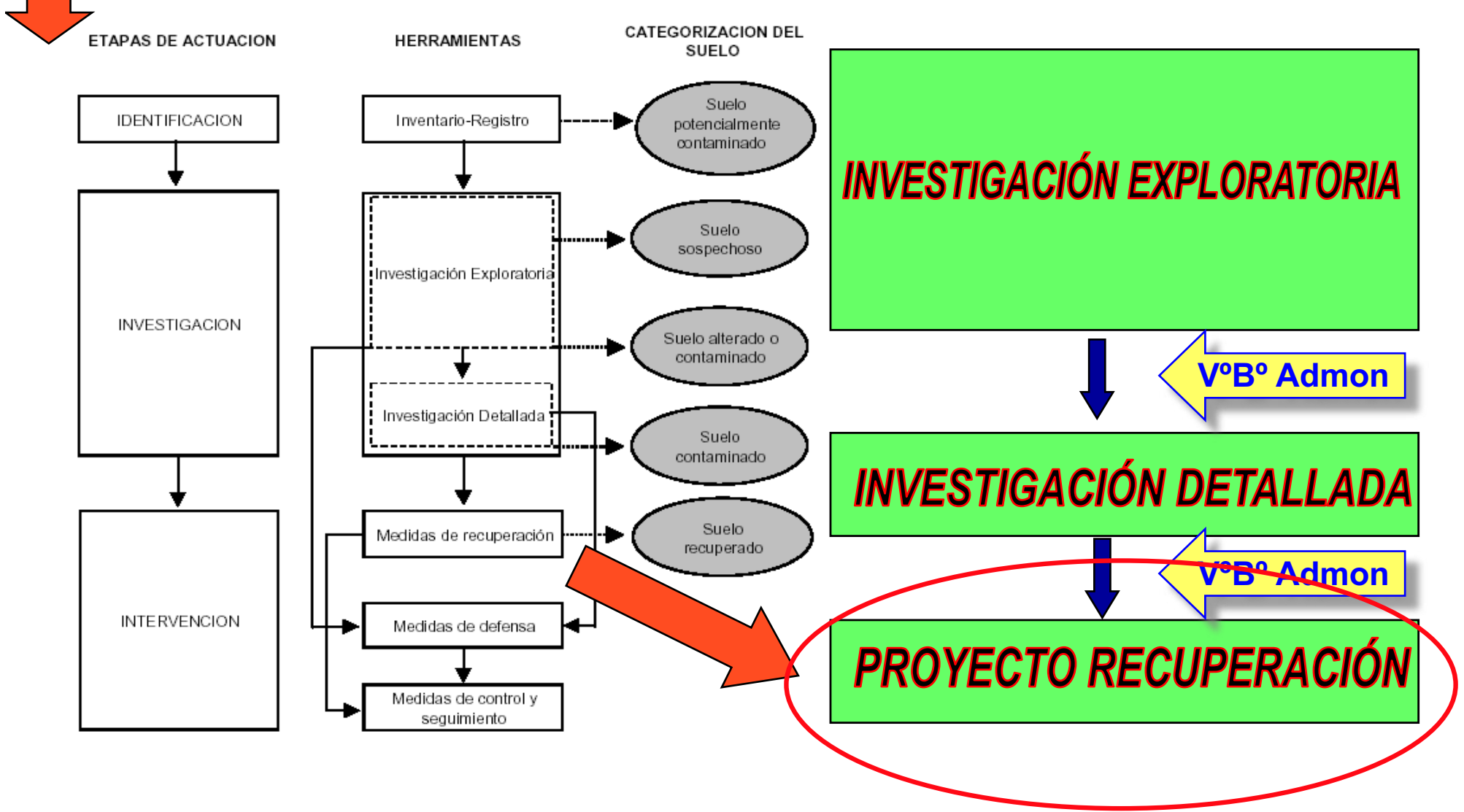
Arsénico

As

Industrial = 200 ppm



FASES de INVESTIGACIÓN de un emplazamiento potencialmente contaminado



Ley 4/2015; Decreto 209/2019 (desarrollo de ley)

Legislación: <https://www.euskadi.eus/legislacion-sobre-suelos-contaminados/web01-a2inglu|/es/>

Espacios/suelos degradados

Suelo sano vs suelo enfermo

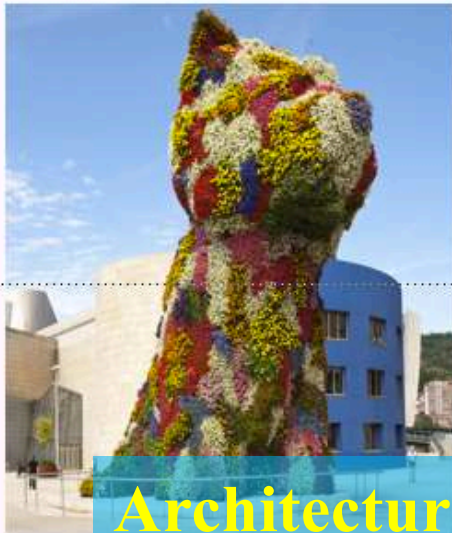
Suelos contaminados: ¿Cómo?, ¿Cuándo?

Fitotecnologías de recuperación de suelos contaminados

Fitorremediación/Fitogestión

Caso de estudio: Recuperación de un suelo industrial en el cinturón verde de Vitoria-Gasteiz

Phytotechnologies: implement scientific and engineering solutions with plants to solve problems



**Architectural
aesthetic**



Vertical gardens



Landscape restoration



Green roofs



Artificial wetlands



Soil remediation

SOIL REMEDIATION TECHNOLOGIES

TRADITIONAL PHYSICO-CHEMICAL -technologies

BIO-technologies

Physical and Chemical Treatment

Sedimentation	Excavation	Distillation
Centrifugation		Soil flushing/washing
Flocculation		Chelation
Oil/water separation		Liquid/liquid
Heavy media separation		Extraction
Evaporation		Supercritical
Air stripping		Carbon Adsorption
Steam stripping		Reverse Osmosis
Extraction		Ion Exchange
Filtration		Electrodialysis

Biological Treatments

Bioremediation

Phytoremediation

Vermiremediation



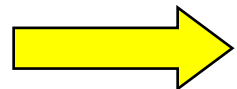
ORGANIC AND INORGANIC AMENDMENTS



NANOPARTICLES

ex situ vs in situ





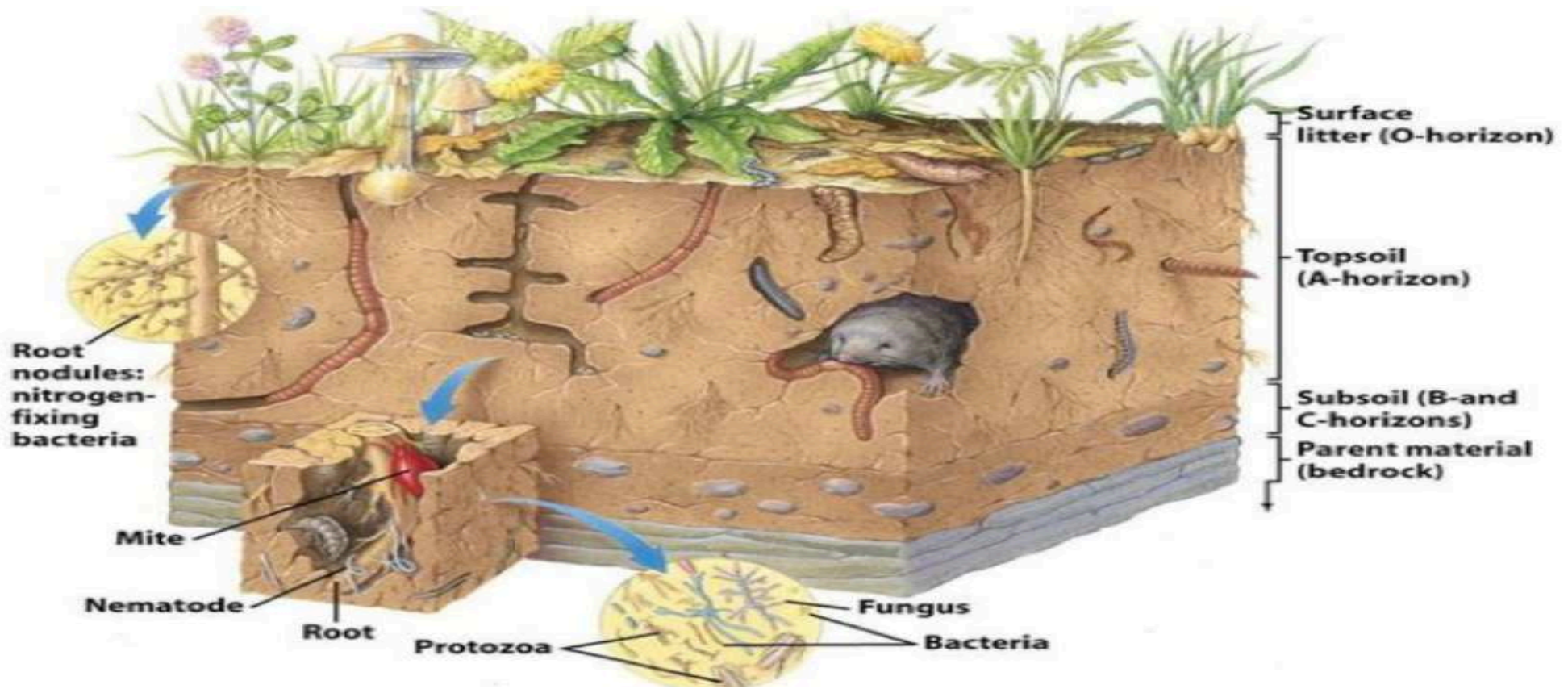
Use of biological processes and systems



for the **reduction or elimination of pollutants**

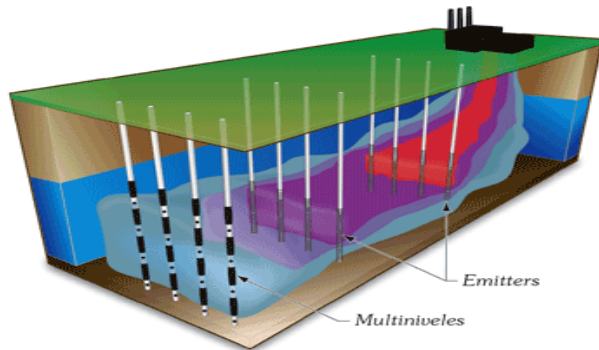


considering also the **recovery of soil health**



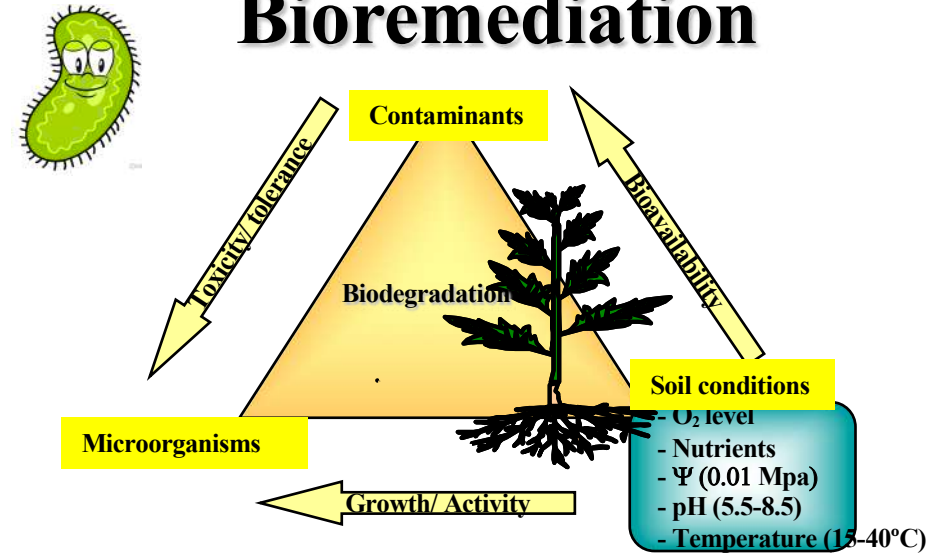
Monitoring

Natural Attenuation

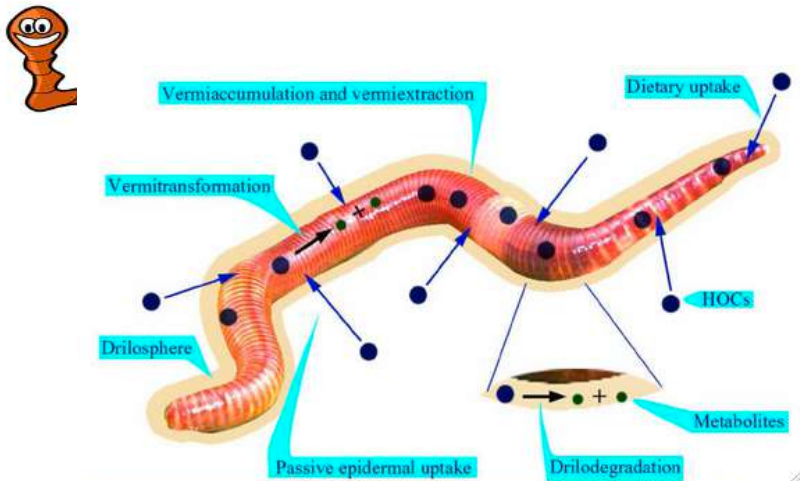


Intervention & Monitoring

Bioremediation

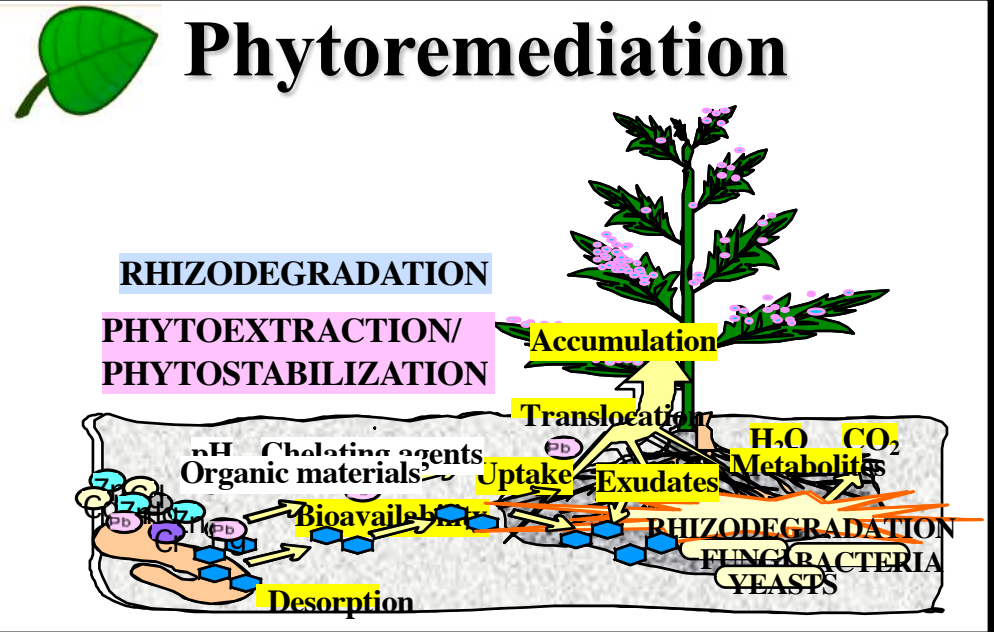


Vermiremediation



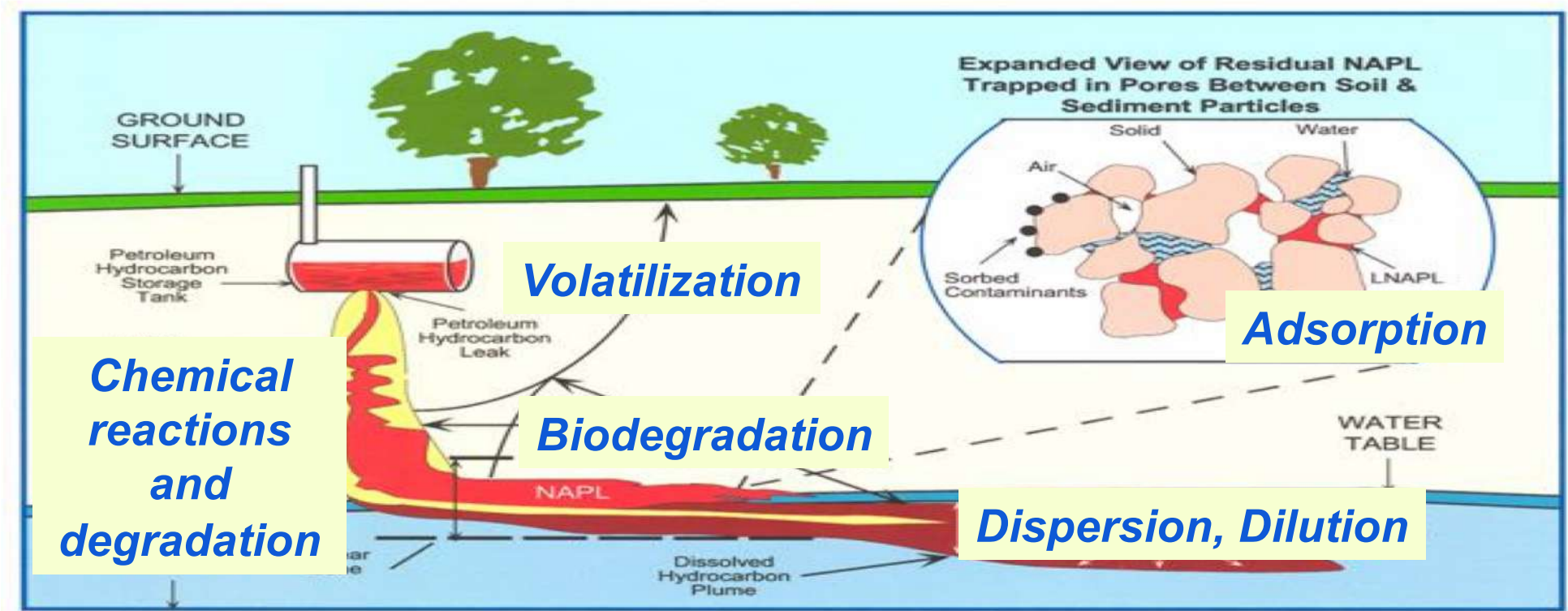
(Figure after Shi et al., 2019)

Phytoremediation



Natural Attenuation (only monitoring)

Natural processes are allowed to reduce contaminant concentrations to acceptable levels.

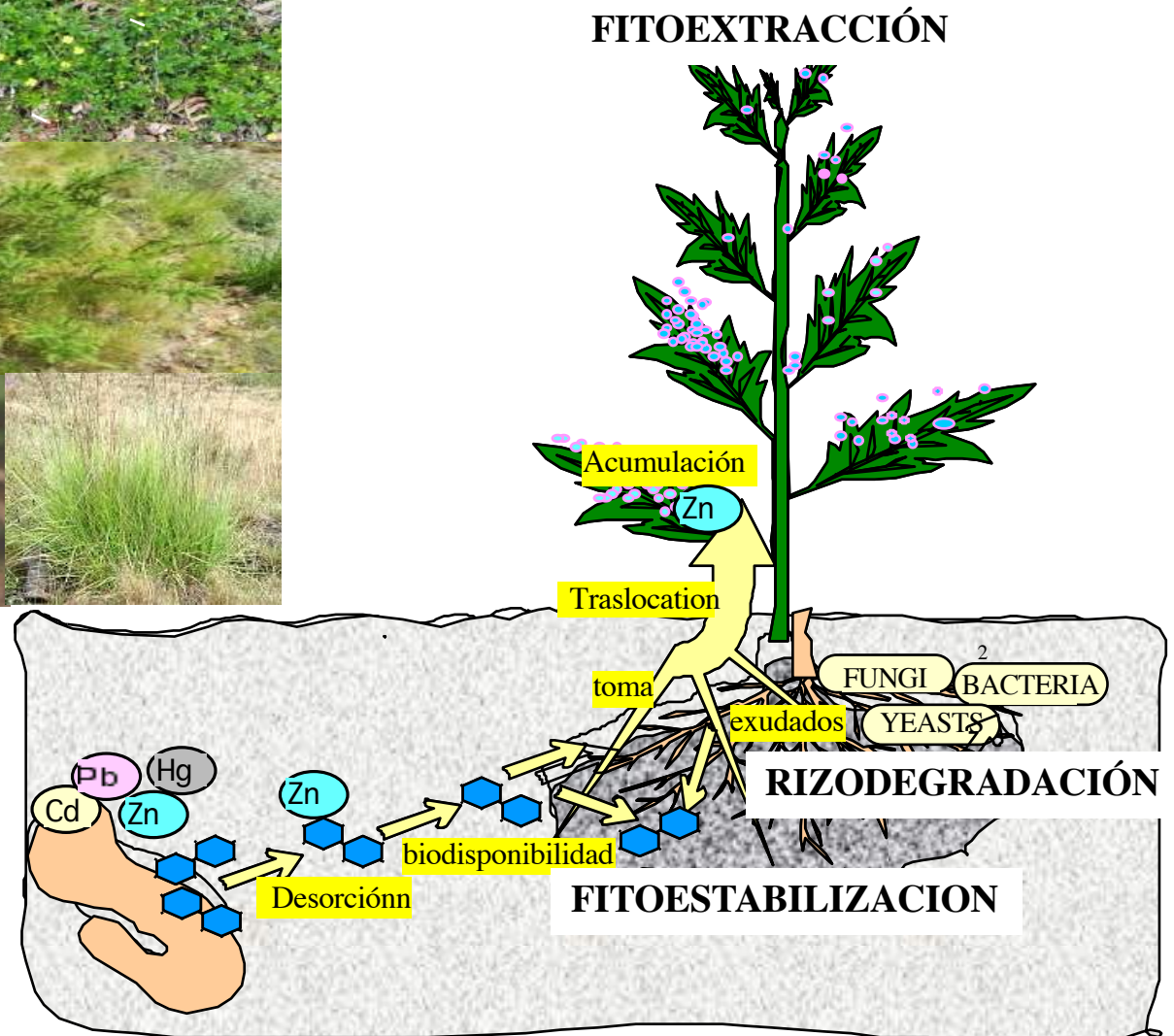


Pollutants: *Petroleum hydrocarbons, solvents, pesticides, and other organic chemicals*

Duration: *Long-term technology which may take several years.*

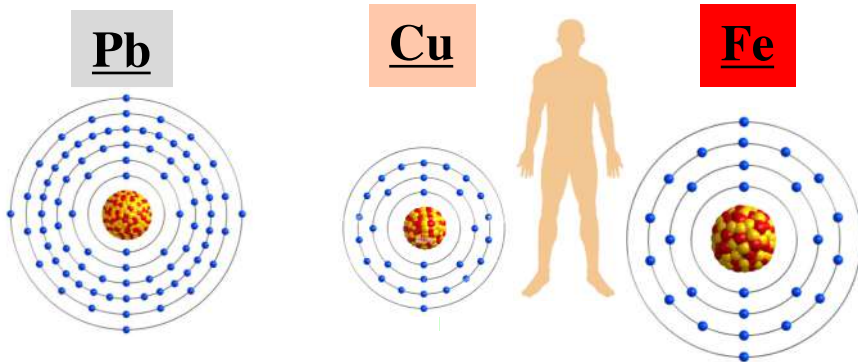
¿Qué es la Fitorremediación?

Fitorremediación es un conjunto de tecnologías que utilizan PLANTAS y sus MICROORGANISMOS asociados para eliminar o inmovilizar los contaminantes de suelos, sedimentos, aire o agua mejorando la SALUD ambiental



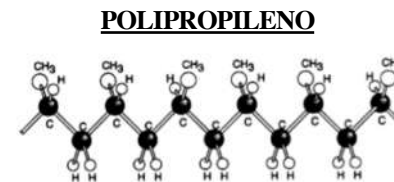
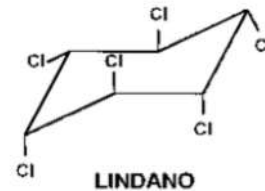
¿QUÉ TIPO DE CONTAMINANTES HAY?

INORGÁNICOS (METALES PESADOS)



NO biodegradable
BAJO peso molecular
se parecen a nutrientes de plantas
absorción por la raíz
presente de forma natural en los suelo

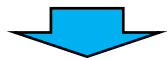
ORGÁNICOS



biodegradable
ALTO peso molecular
NO se parecen a nutrientes de plantas
NO es facil la absorción por la raíz
NO presente de forma natural en los suelo

¿FITOTECNOLOGÍAS DE DESCONTAMINACIÓN?

EXTRACCION



FITOEXTRACCION

INERTIZACIÓN



FITOESTABILIZACION

INERTIZACIÓN



FITOESTABILIZACION

DEGRADACIÓN

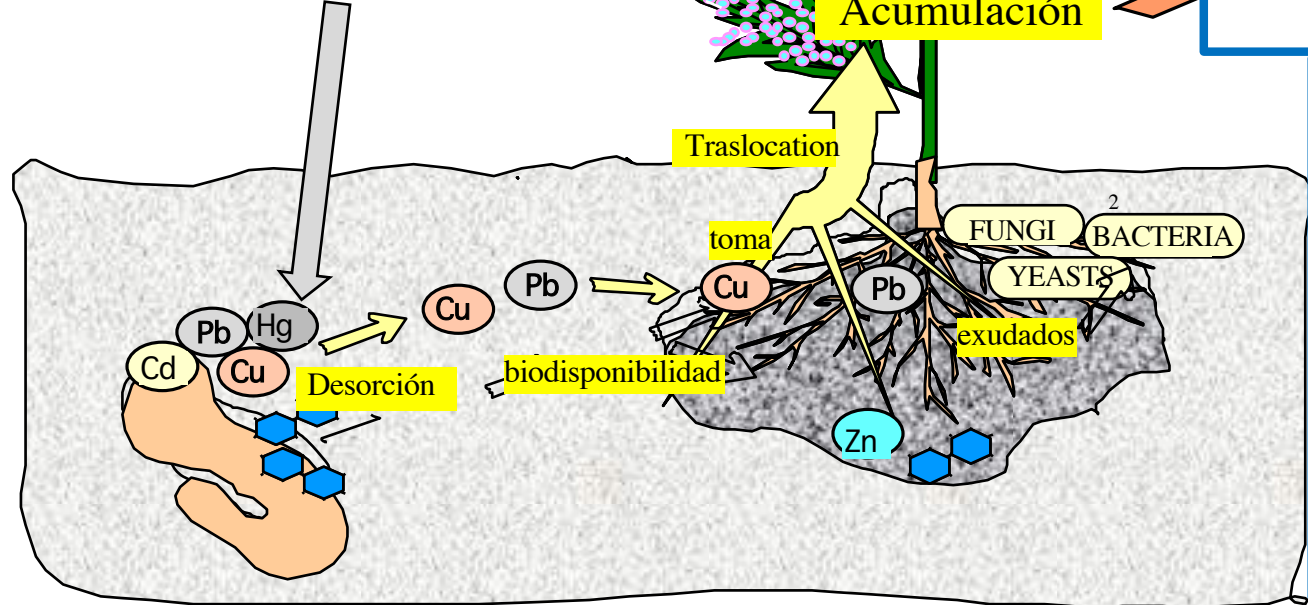
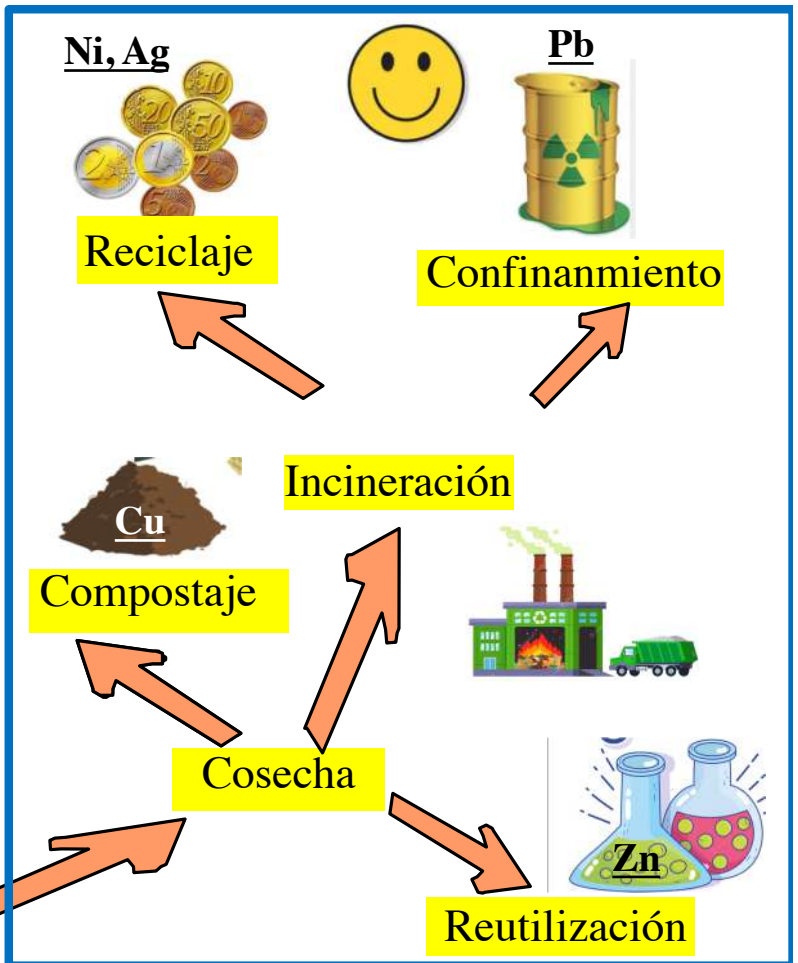
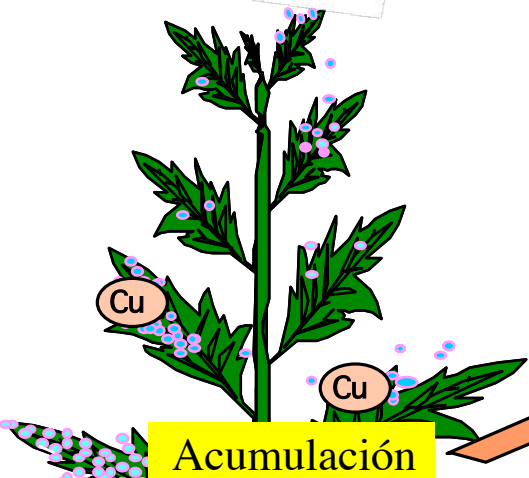
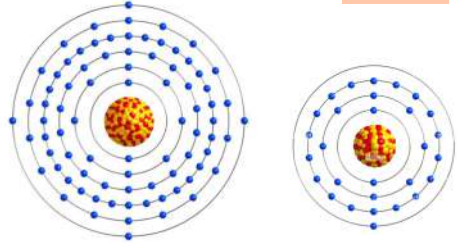


RIZODEGRADACION

FITOEXTRACCIÓN

INORGÁNICOS

Pb **Cu**

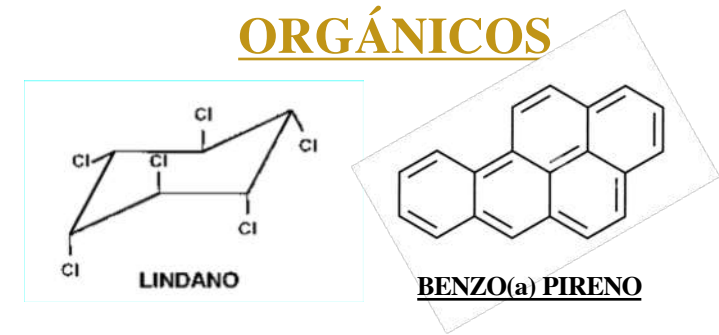
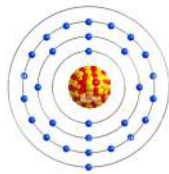
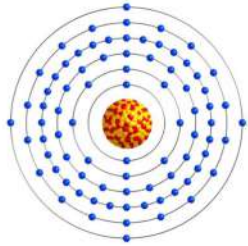


FITOESTABILIZACION

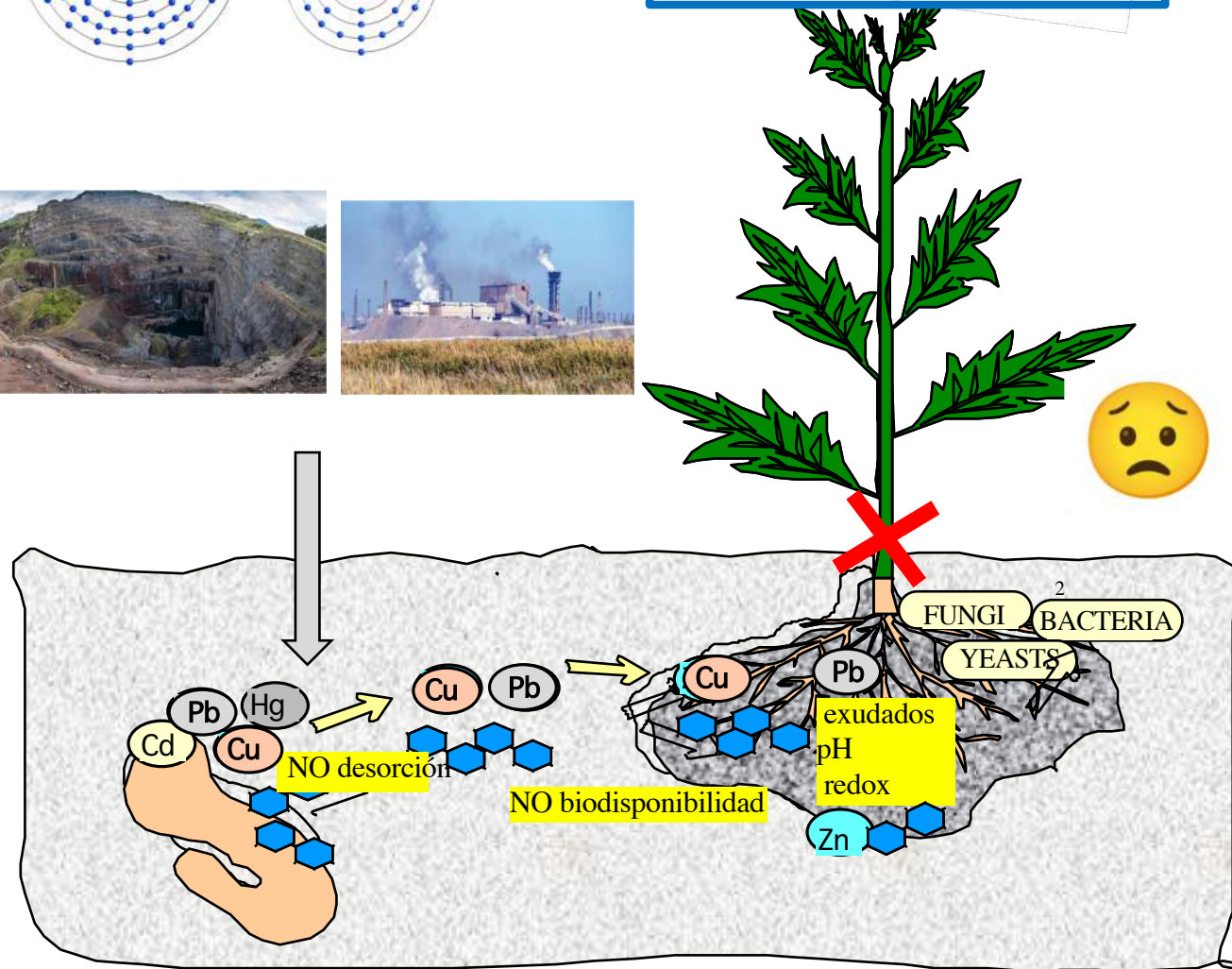
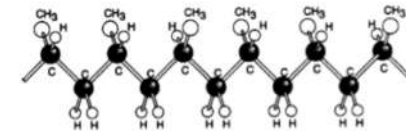
INORGÁNICOS

Pb

Cu



POLIPROPILENO



LOS SUELOS MINEROS

¿EL MILAGRO DE SOBREVIVIR EN UN SUELO MINERO?

¿Un problema?

¿Un recurso ecológico?

¿Una lección de co-cultivo?

Festuca rubra

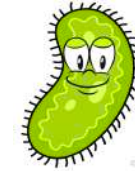
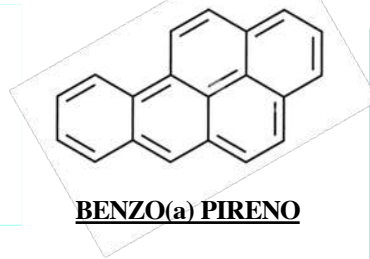
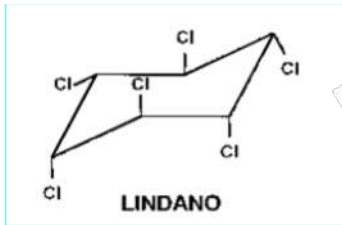
Rumex acetosa

Noccaea caerulescens



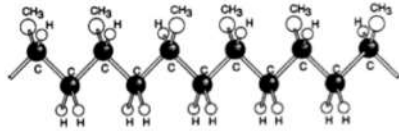
RHIZODEGRADACIÓN

ORGÁNICOS

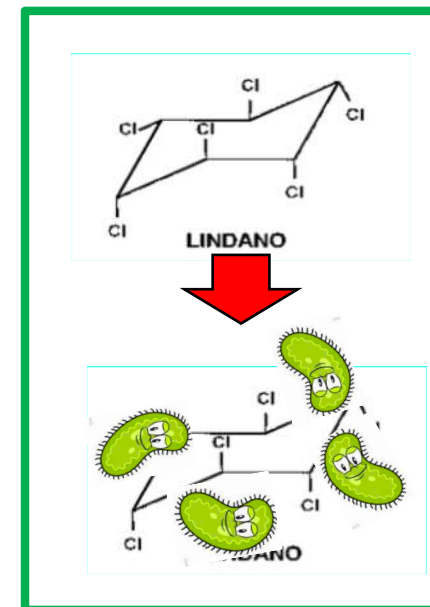
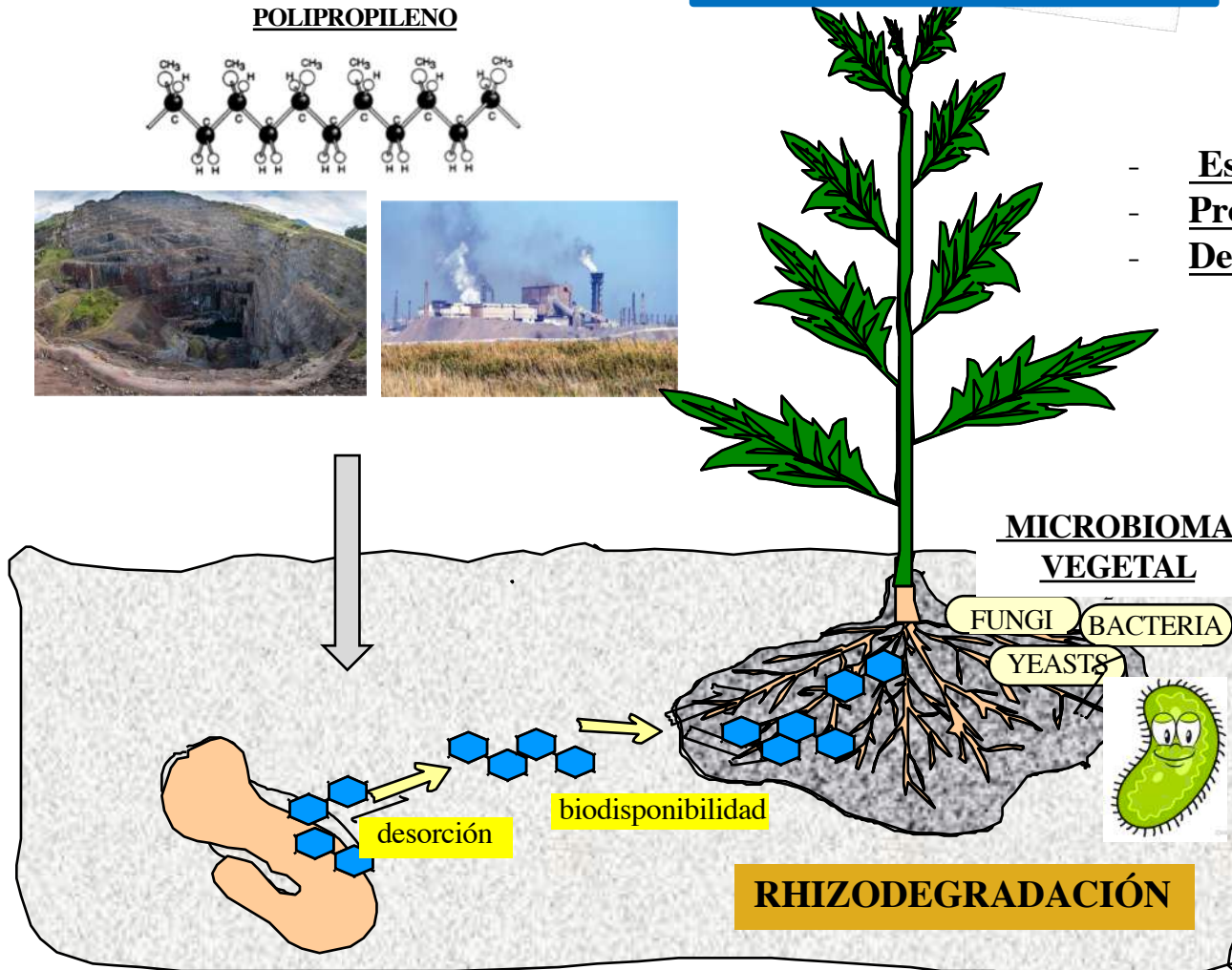


MICROBIOMA VEGETAL
la "joya de la corona" de una planta

POLIPROPILENO



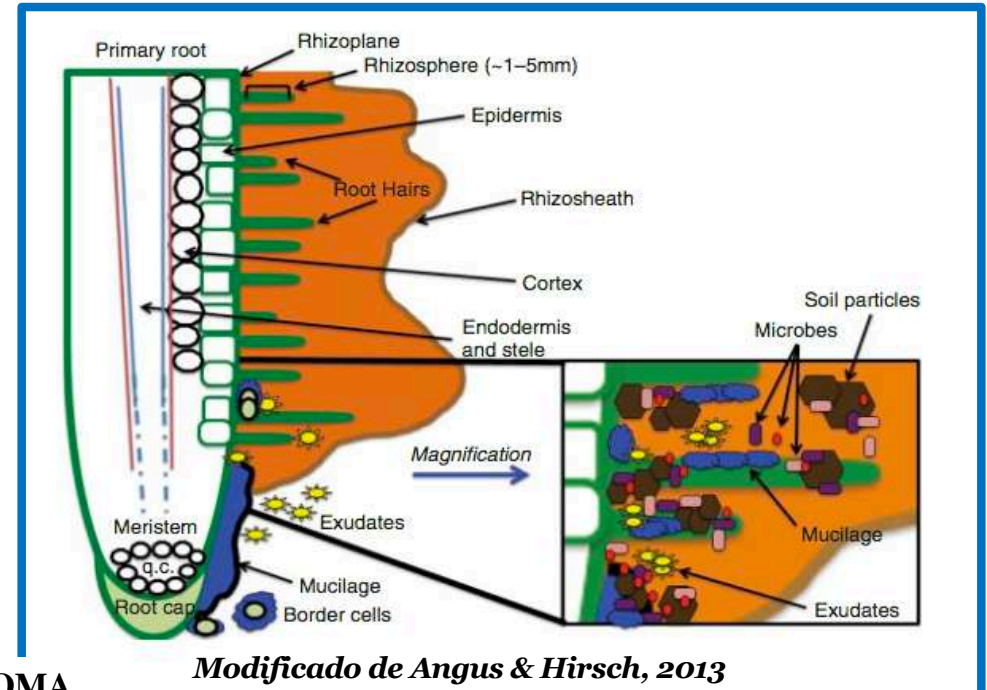
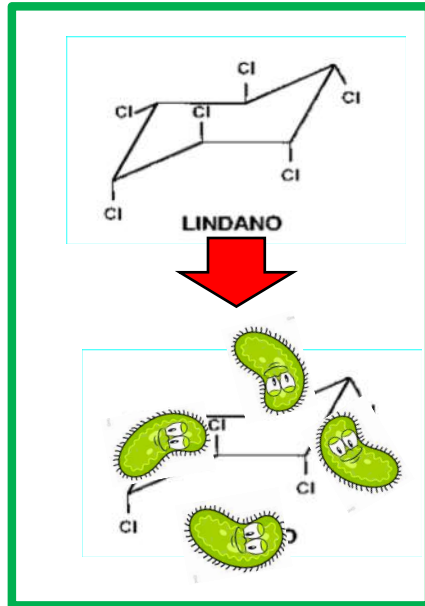
- Estimulan el crecimiento y salud de plantas
- Protegen a las plantas de enfermedades
- Degradan los contaminantes orgánicos



“COUCHING” PLANTAS Y MICROORGANISMOS BENEFICIOSOS

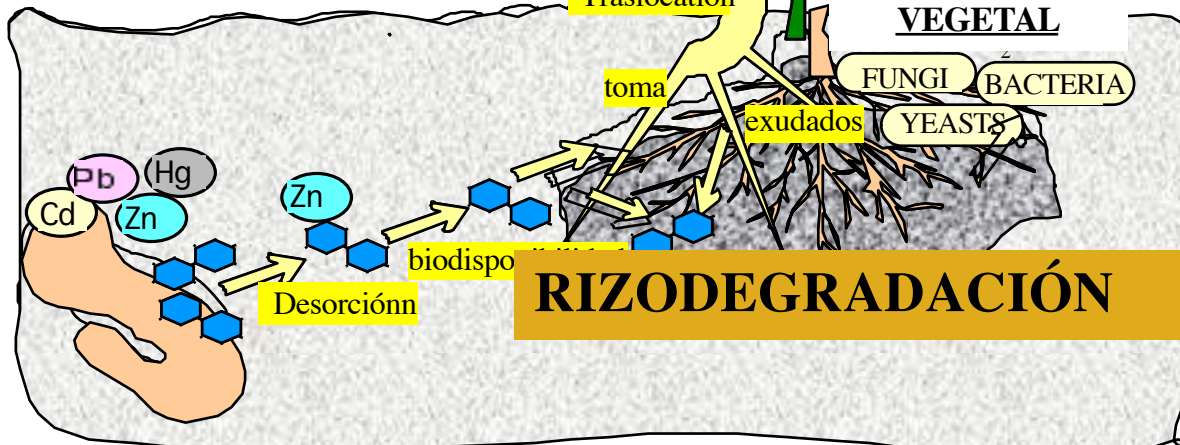


Las plantas seducen a los microorganismos químicamente



MICROBIOMA VEGETAL

FUNGI BACTERIA YEASTS

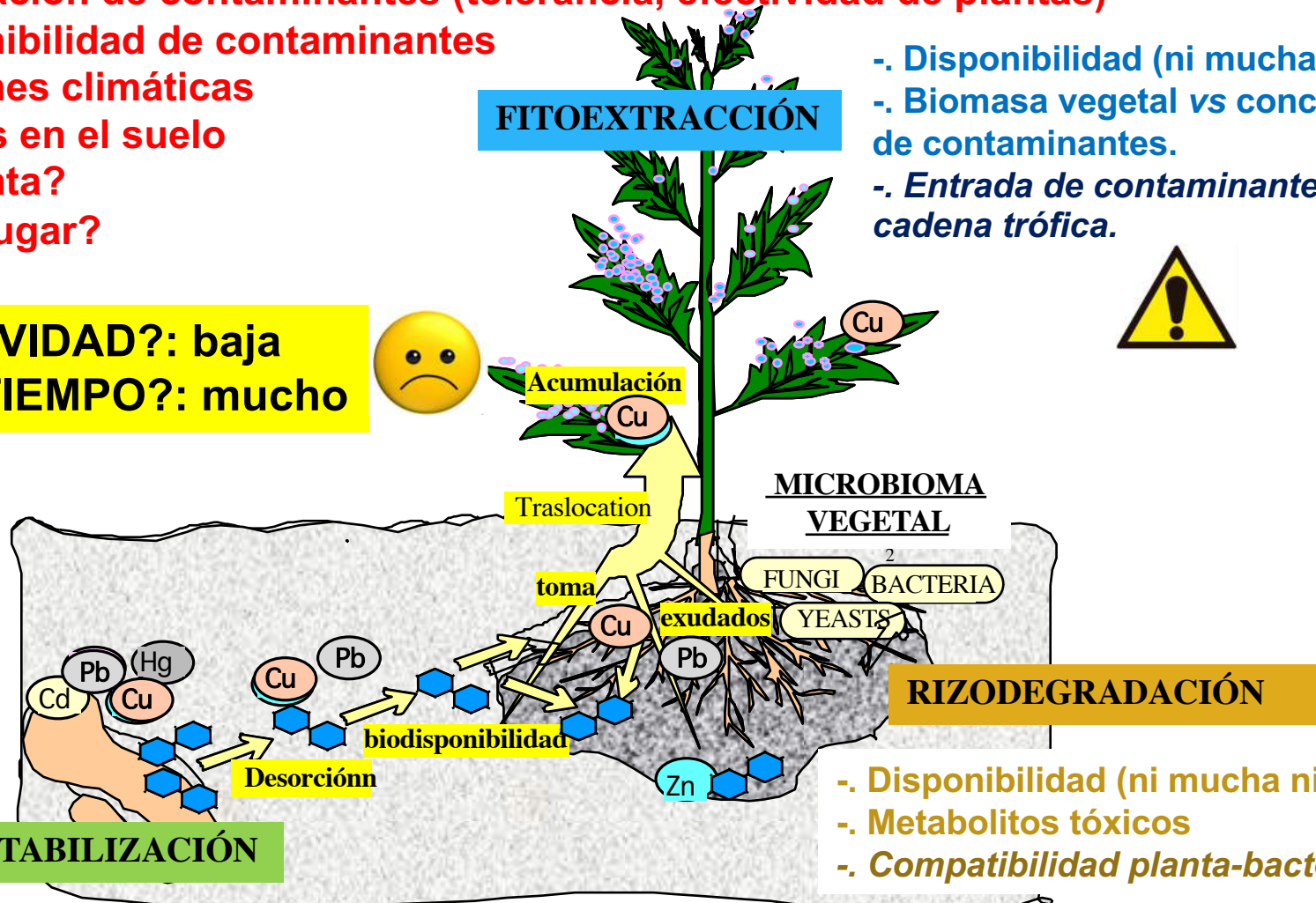


Lo anterior puede ser cierto pero seamos realistas... tiene muchas dificultades

- Concentración de contaminantes (tolerancia, efectividad de plantas)
- Biodisponibilidad de contaminantes
- Condiciones climáticas
- Nutrientes en el suelo
- ¿Qué planta?
- ¿En qué lugar?

- Disponibilidad (ni mucha ni poca)
- Biomasa vegetal vs concentración de contaminantes.
- Entrada de contaminantes en la cadena trófica.

¿EFECTIVIDAD?: baja
¿CUANTO TIEMPO?: mucho



- No elimina los contaminantes
- Los contaminantes siempre podrán volver a ser disponibles v causar toxicidad
- Fitotecnología NO alineada con la legislación actual



De la FITORREMEDIACIÓN a la FITOGESTION

Empleo de plantas, microorganismos y otras estrategias para disminuir el impacto de los contaminantes en el ambiente maximizando los beneficios **ECOLOGICOS**, **ECONÓMICOS** Y **SOCIALES** minimizando los riesgos para la salud humana y la de los ecosistemas

Jundiz (Vitoria-Gasteiz)



Jundiz (Vitoria-Gasteiz)



AREA AMBIENTAL
FITORREMEDIACIÓN

FITOGESTION

AREA
ECONÓMICA

AREA
SOCIAL



Espacios/suelos degradados

Suelo sano vs suelo enfermo

Suelos contaminados: ¿Cómo?, ¿Cuándo?

Fitotecnologías de recuperación de suelos contaminados

Fitorremediación/Fitogestión

Caso de estudio: Recuperación de un suelo industrial en el cinturón verde de Vitoria-Gasteiz

Un caso real: ¿Podemos sanar un suelo
contaminado?... REALIDADES



The solution

“in situ” technologies

environmentally friendly

Looking for

Remove / Immobilize



Recover soil health

PHYTOREMEDIATION

The challenge

“reduction or elimination of pollutants and recovery of soil health”

Pollution
Poor soil
Heterogeneity

REALIDADES



REALIDADES

Niveles de contaminantes orgánicos que superan el VIE-B:

Hidrocarburos de Petroleo
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
Bifenilos Policlorados



Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	10	44
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	110

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	0,07
PCB Totales (7)	µg/kgms	10	27

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	0,03
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	130

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	0,06
PCB Totales (7)	µg/kgms	10	14

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	0,06

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	90

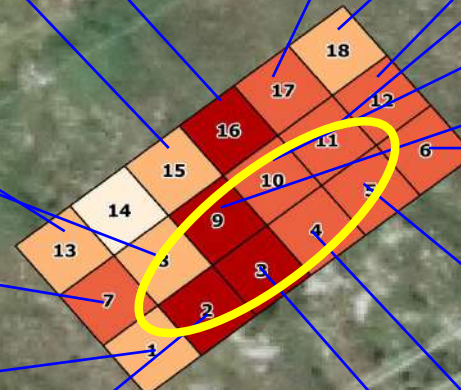
Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	3
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	110

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	80

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	9
PCB Totales (7)	µg/kgms	10	22
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	70

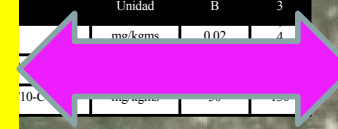
Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	3
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	100

Parámetro	Unidad	VIE-B	P-I
benzo(a)pireno	mg/kgms	0,02	5
hidrocarburos totales C10-C40	mg/kgms	50	85



TRATAMIENTO
Estrategias de fitogestión

¿QUE MONITORIZAMOS?
SALUD DE SUELO
 (nivel de contaminantes, biensayos con plantas, invertebrados y microorganismos)



REALIDADES

2016- Acondicionamiento y perfilado del suelo

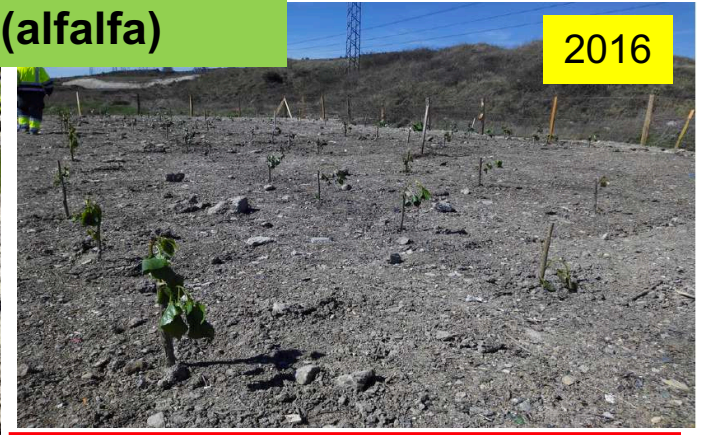
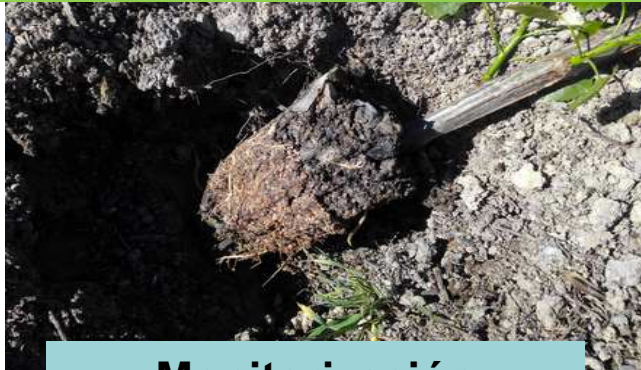


2016- Enmienda orgánica



2016

Trasplante (chopos) y siembra (alfalfa)



Monitorización 2017, 2018, - 2022



REALIDADES

TRATAMIENTO Estrategias de fitogestión

Suelo pobre

Biodiversidad vegetal

Abonado

Biofertilización



ENMIENDA

INOCULO
MICORRIZAS



CO-CULTIVO

poplar
alfalfa

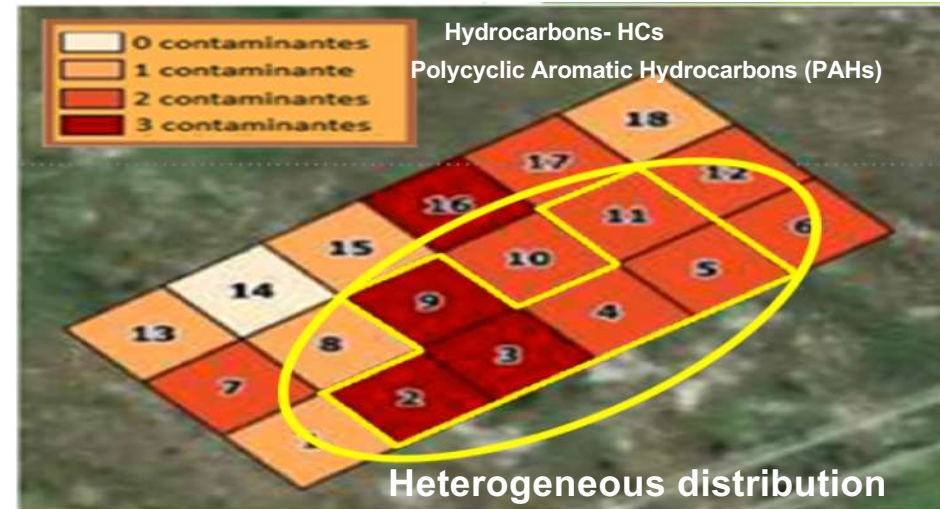


6 Estrategias

- ▶ v: NO INTERVENCIÓN
- ▶ a: ALFALFA
- ▶ P: CHOPO
- ▶ Pa: CHOPO + ALFALFA
- ▶ Pi: CHOPO + INOCULUM
- ▶ Pia: CHOPO + ALFALFA + INOCULUM



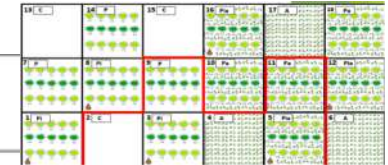
ARIÑEZ



Mycorrhizal-Assisted Phytoremediation and Intercropping Strategies Improved the Health of Contaminated Soil in a Peri-Urban Area

María Teresa Gómez-Sagasti^{1*}, Carlos García², Julián Urra³, Patricia Miguero⁴, Unai Arizón⁵, Antonio Hernández⁶, Juan Weiss⁷, Izar Alkorta⁸ and José M. Becerra⁹

OPEN ACCESS



ARIÑEZ SITE 2017-2018

TABLE 2 | Concentration of soil organic contaminants.





Contaminant (mg kg ⁻¹)	Treatment	Sampling time	a	Pa	Pia	Pv	Piv	v	
TPH (C10–C40)	50 mg/Kg	t ₀	220.0	130.0	85.0	70.0	130.0	90.0	2017
		t _f	108.3	173.3	83.3	146.7	118.3	105.0	2018
Total PCBs	0.01 mg/Kg	t ₀	17.0	8.4	9.0	22.0	15.0	9.0	2017
		t _f	16.7	8.9	18.7	15.0	13.7	7.4	2018
Benzo[a]pyrene	0.02 mg/Kg	t ₀	0.06	0.03	0.05	0.09	0.04	0.02	2017
		t _f	0.04	0.04	0.06	0.05	0.04	0.04	2018
Benzo[b]fluoranthene	0.2 mg/Kg	t ₀	0.09	0.05	0.08	0.14	0.06	0.03	2017
		t _f	0.07	0.06	0.1	0.08	0.07	0.07	2018

REALIDADES

ARIÑEZ SITE 2017-2023-



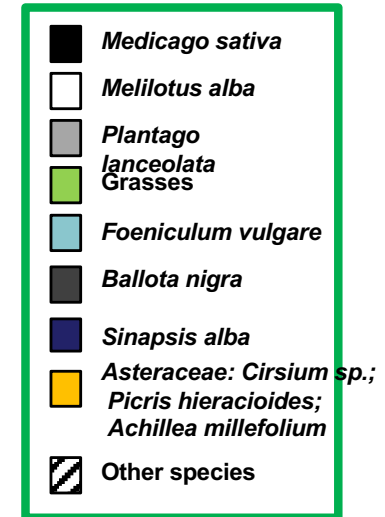
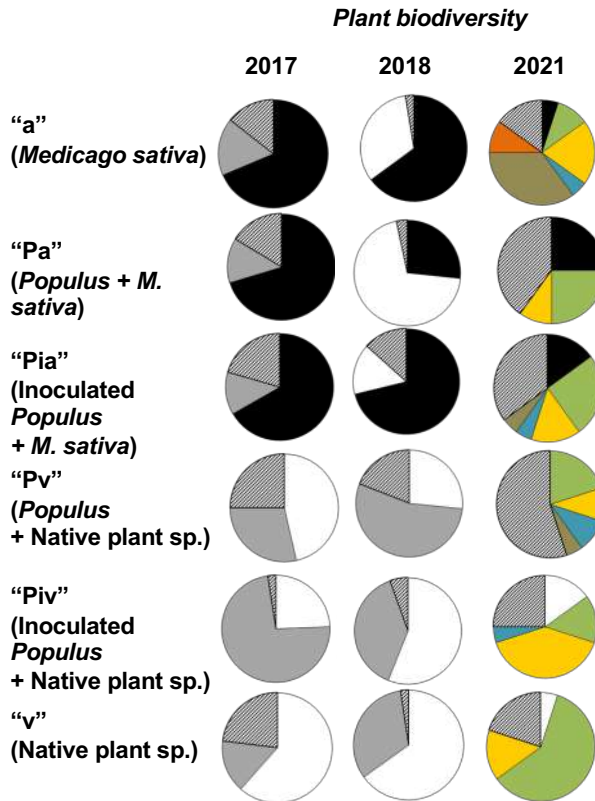
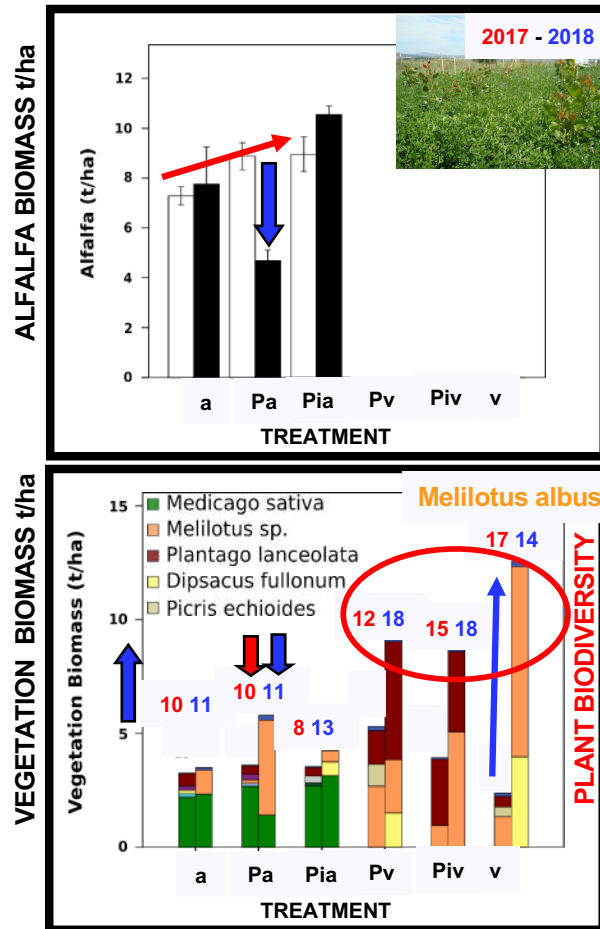
TABLE 2 | Concentration of soil organic contaminants.

Contaminant (mg kg ⁻¹)	LIMITS	Treatment	Sampling time							
			a	Pa	Pia	Pv	Piv	v		
TPH (C10–C40)	50 mg/Kg		t ₀	220.0	130.0	85.0	70.0	130.0	90.0	2017
			t _f	71	42	27	27	25	25	2023
Total PCBs	0.01 mg/Kg		t ₀	17.0	8.4	9.0	22.0	15.0	9.0	2017
			t _f	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2023
Benzo[a]pyrene	0.02 mg/Kg		t ₀	0.06	0.03	0.05	0.09	0.04	0.02	2017
			t _f	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	2023
Benzo[b]fluoranthene	0.2 mg/Kg		t ₀	0.09	0.05	0.08	0.14	0.06	0.03	2017
			t _f	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2023

FREE of organic pollutants 6 years after intervention!

REALIDADES

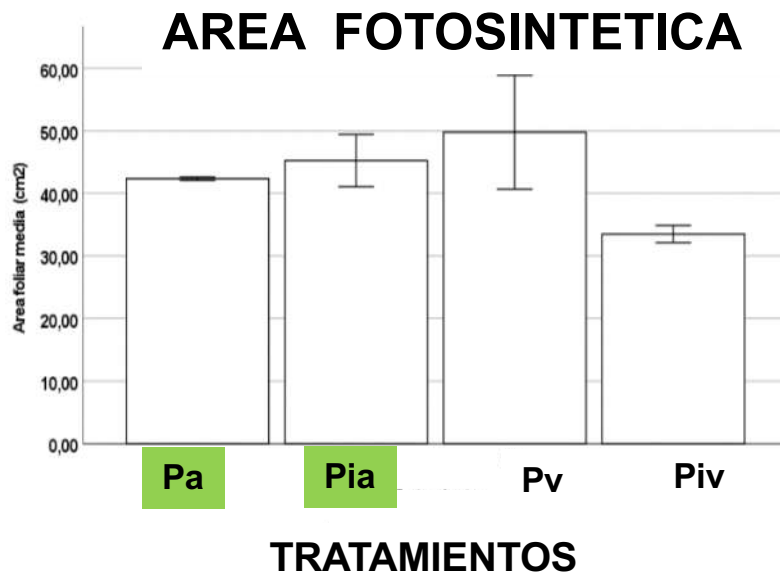
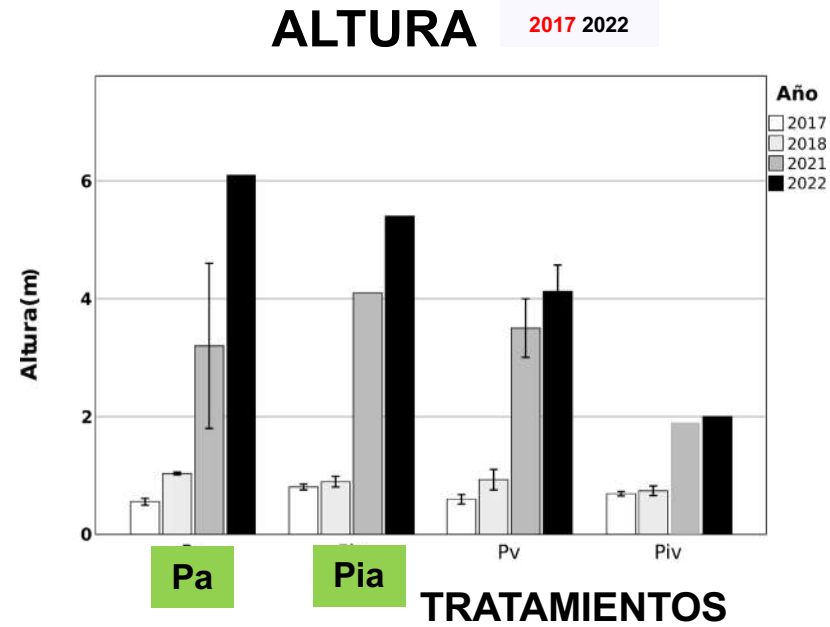
BIOMASA DE LA VEGETACIÓN Y BIODIVERSIDAD



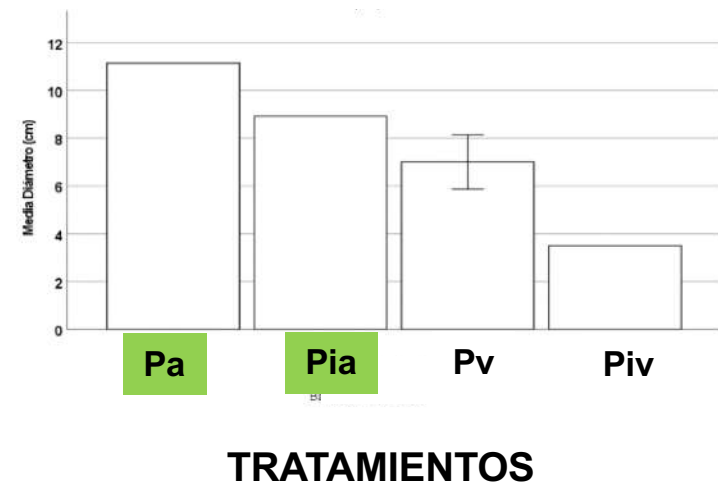
La **BIODIVERSIDAD VEGETAL** se incrementa con el tiempo... colonizado por especies espontáneas (gramíneas y llantén)

REALIDADES

PARAMETROS BIOMETRICOS DE CHOPOS 2017, 2018, 2021, 2022

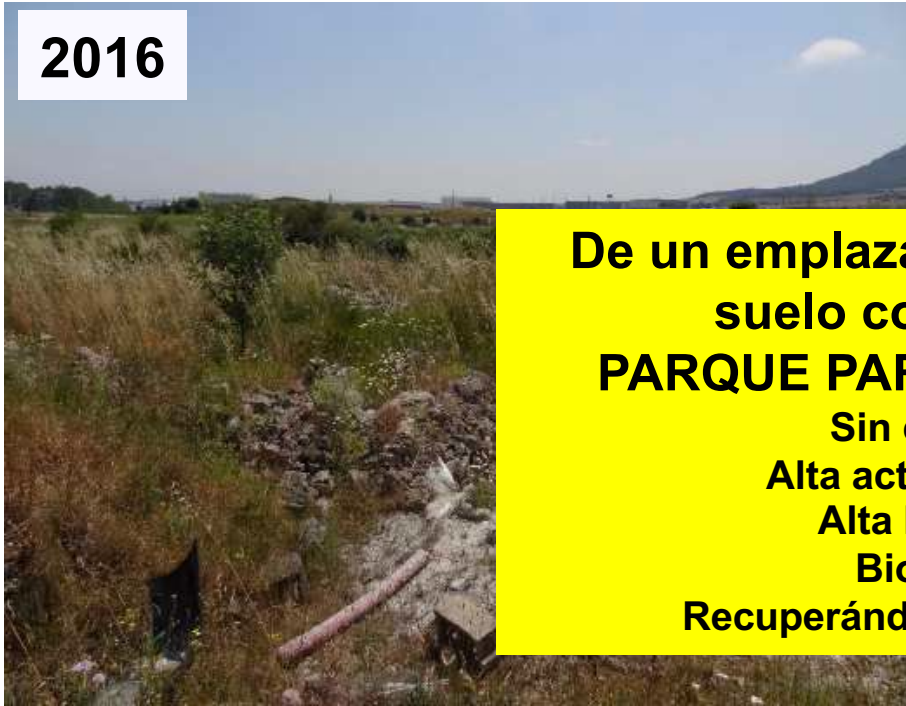


DIAMETRO DEL TRONCO



REALIDADES

2016



**De un emplazamiento industrial con
suelo contaminado a un
PARQUE PARA USO CIUDADANO**

**Sin contaminantes
Alta actividad microbiana
Alta biodiversidad y
Biomasa vegetal
Recuperándose la salud del suelo**

2022



2018



**El co-cultivo de alfalfa-chopo beneficia el
establecimiento de los árboles a largo plazo**

Mirando al futuro...

Crear alianzas de colaboración entre instituciones y expertos

Combinar estrategias físico-químicas y biológicas

Superar el problema del tiempo y/o baja eficiencia con tecnologías de

FITOGESTION

FITOGESTION:

Combina los
beneficios

AMBIENTALES de la
fitorremediación con
los beneficios

ECONÓMICOS y los
beneficios

SOCIALES

asociados a la
recuperación de las
áreas contaminadas



BENEFICIOS AMBIENTALES:

descontaminación del suelos y
del agua, menor erosión, ciclos
de nutrientes, secuestro de C,
mitigación de cambio climático,
etc

BENEFICIOS ECONÓMICOS:

Biodiesel, fibras, cosméticos,
bienes industriales, catálisis
verde, etc.

BENEFICIOS SOCIALES:

Recuperación del paisaje,
nuevos usos, regeneración
social, etc.

Tenemos que poner a trabajar (PRODUCIR) a nuestros suelos contaminados....



Mensaje para casa...

Las soluciones basadas en la naturaleza como la fitorremediación/fitogestión deben convertirse en herramientas sostenibles comunes para sanar nuestros suelos contaminados.

Puede que el proceso de eliminación de contaminantes sea lento, pero mejorará de forma sostenible la salud del suelo y servicios de los ecosistemas.

Mensaje para casa...

ESKERRIK ASKO!

GRACIAS!

Rosas en el camino, 1904 Sorolla