



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

1. El accidente

2. La contaminación

3. La recuperación



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

los lodos arrasan la vegetación



4/5/98



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

al mes no hay signos de recuperac.



20/5/98



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

los 45 días ya hay vegetación



4/6/98



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- la hierba atraviesa los lodos**





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

los plantas aprovechan las grietas





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- las raíces están en el suelo**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- la vida en el suelo sigue





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- la vida animal se adapta**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- los lodos se retiran**

14/7/98





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

los lodos se almacenan en la corta



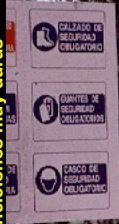


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- en concisiones muy duras





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
en concisiones muy duras





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Contaminación aérea "natural"

Contaminación eólica





1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

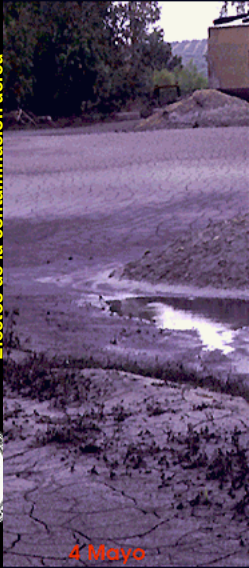
Contaminación aérea por maquinaria





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Efectos de la contaminación aérea



4 Mayo



20 Mayo

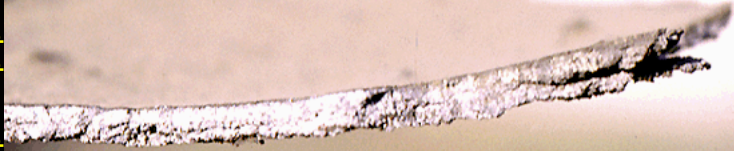


22 Julio



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Espesor capa porcontam. aérea





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- superficie rebajada al limpiar**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- cauce río Guadiama, antes





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- cauce río Guadamar, después





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- suelo limpiado, ¿sin lodo?





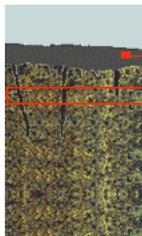
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

los suelos limpiados no están limpios

8/9/98

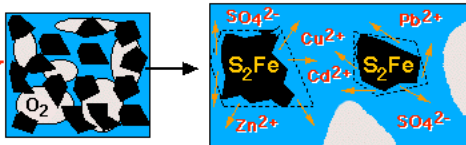


17/7/98

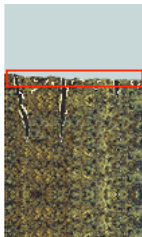


Contaminación secundaria

1ª Etapa. Deseccación parcial, oxidación y disolución.



2ª Etapa. Contaminación. Lluvias.



Contaminación terciaria

Retirada de la capa de lodos

1ª Etapa

Los lodos del interior del suelo afloran en superficie
Oxidación y movilización dentro del suelo

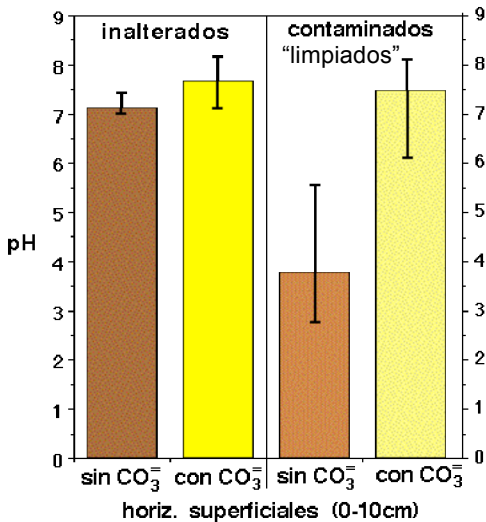


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

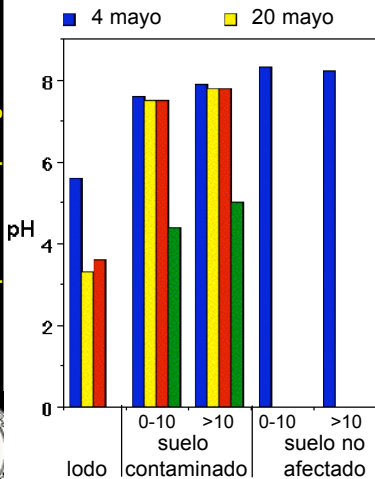
el ph indicador de la contaminación



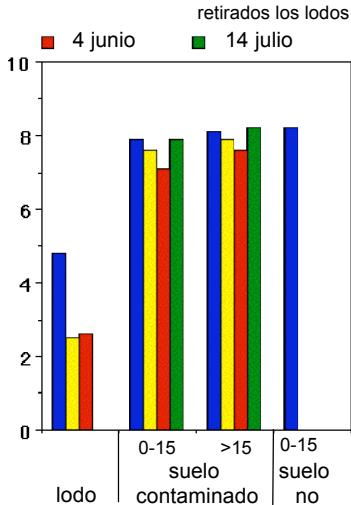


1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

La capa de lodos "protegió" al suelo



Mina (sin CO₃)



Quema (con CO₃)



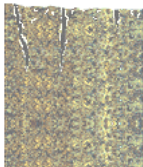
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 3 encalado y pH





Contaminación terciaria



Retirada de la capa de lodos

1ª Etapa

Los lodos del interior del suelo afloran en superficie.
Oxidación y movilización dentro del suelo.

2ª Etapa

Llegada de las lluvias



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

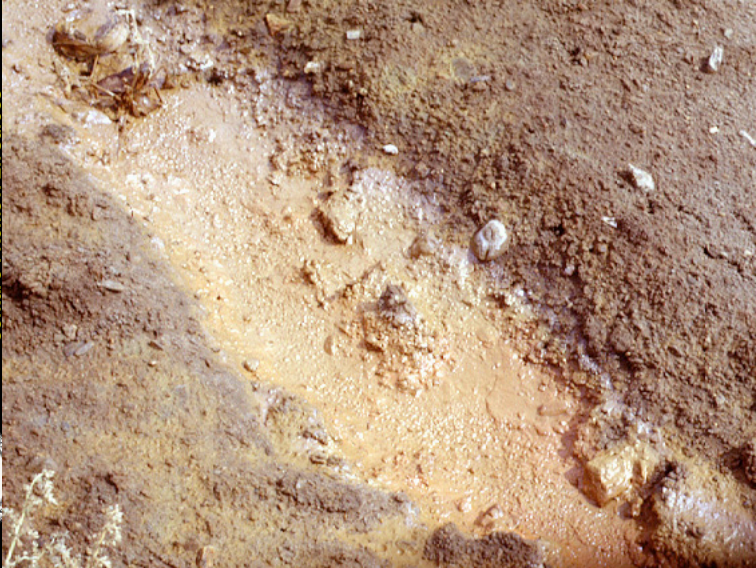
Conta. 3ª. Removilizaciones





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Remov. En surcos



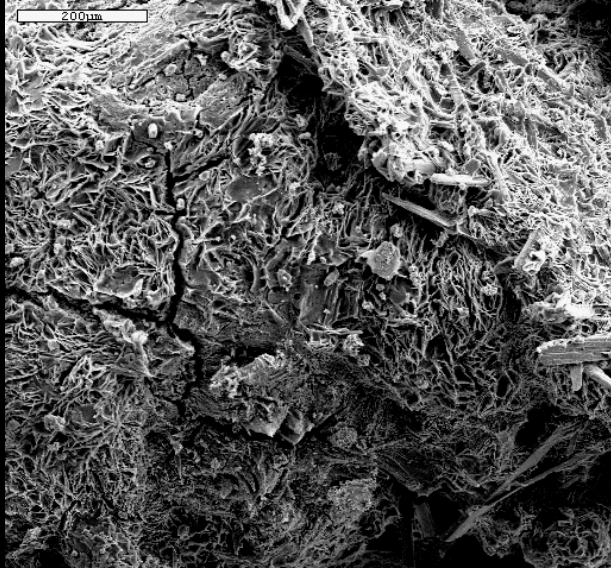


1. EL ACCIDENTE

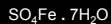
2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

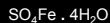
Conta. 3ª. Remov. En surcos



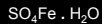
Melanterita



Rozenita

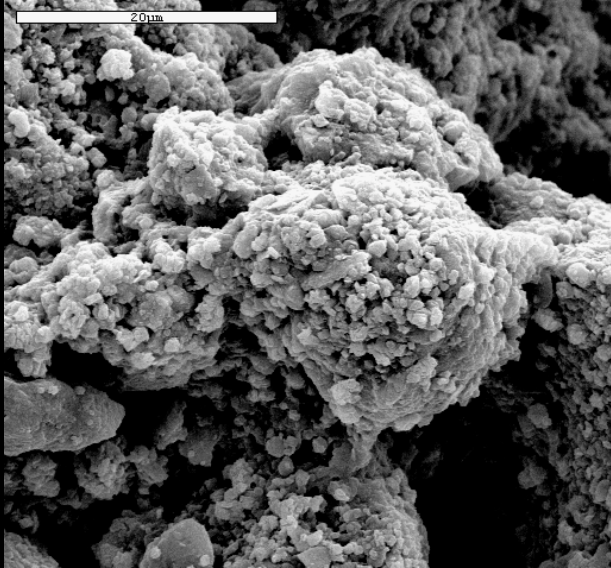


Szomolnokita





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos**



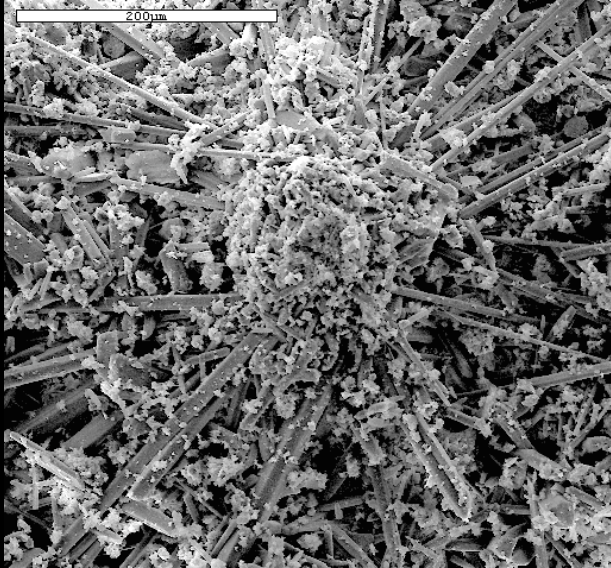


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos



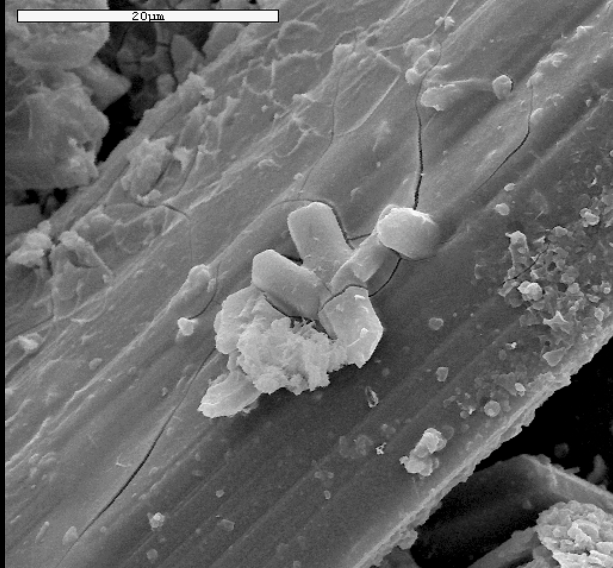


1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos**





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos**





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Remov. En surcos



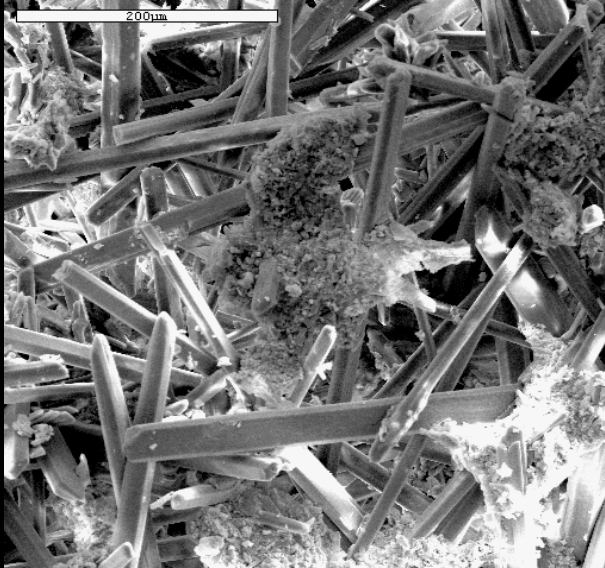


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Remov. En surcos



Yeso en
cristales
tabulares

y

óxidos
de Fe
formando
masas
(goethita y
hematites)



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Remov. En surcos



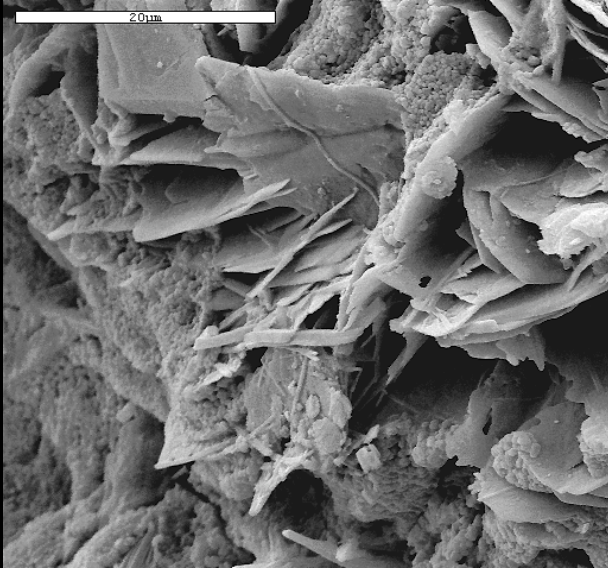


1. EL ACCIDENTE

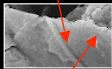
2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

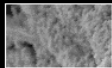
Conta. 3ª. Remov. En surcos



Nervios de
óxidos de Fe



Laminillas
de S y Al



Masas de
S, Fe, Mn
y Zn



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos**



agujas
de S y Fe

(rozenita)

Masas de
S, Al, Mn,
y Zn

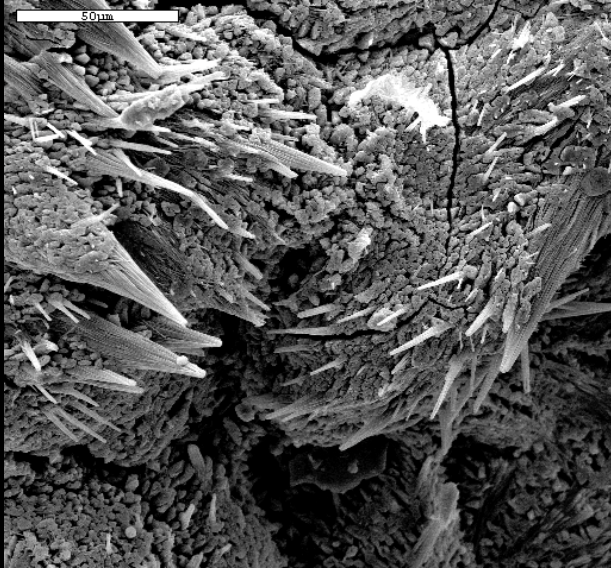


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Remov. En surcos

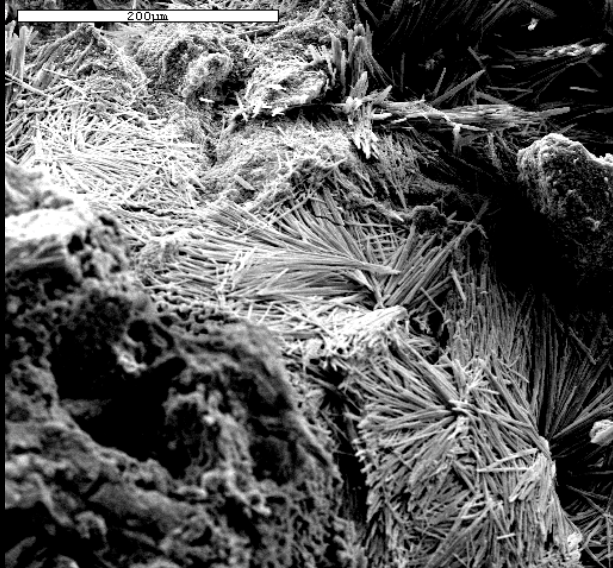


Agujas de
 SO_4 de Fe
(rozenita)

Masas de
S, Al, Mn,
y Zn



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Conta. 3ª. Remov. En surcos**



Agujas de
 SO_4 de Fe
(rozenita)



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Removil. Acumulaciones





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3. Costra de Fe





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3. Espesor costra de Fe





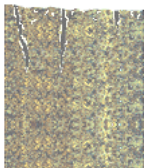
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3. Encostramiento suelo





Contaminación terciaria



Retirada de la capa de lodos

1ª Etapa

Los lodos del interior del suelo afloran en superficie.
Oxidación y movilización dentro del suelo.

2ª Etapa

Llegada de las lluvias

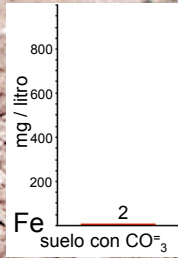
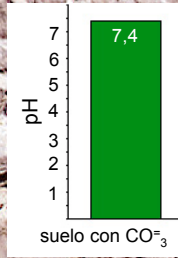
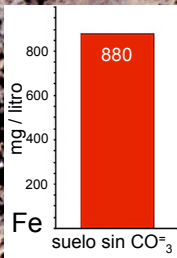
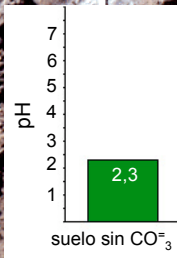
Contaminación en el suelo

Redistribución superficial



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Conta. 3ª. Acidos frente a básicos





Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl

solubles: Zn, Cu y Cd
parcialmente soluble: Pb
muy poco solubles: Tl y As
insolubles; Bi y Sb



1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación

Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl

tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3



1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación

Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos

movilización
acidificación



1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

Las etapas de la contaminación

Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos
lluvias; contaminación del suelo por infiltración

solubles
adsorbidos
retenidos
precipitados



Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos
lluvias; contaminación del suelo por infiltración

3. Contaminación terciaria

retirada capa superficial de lodos
similar a la etapa anterior pero ahora en el interior del suelo
removilizaciones superficiales



Las etapas de esta contaminación

1. Contaminación inicial

llegada del vertido; penetración en los suelos muy desigual
contaminantes: Zn, Pb, Cu, As, Sb, Bi, Cd y Tl
tendencia a la acidificación pero neutralizada por los CO_3

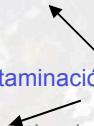
2. Contaminación secundaria

secado lodos; oxidación; sulfuros --> sulfatos
lluvias; contaminación del suelo por infiltración

3. Contaminación terciaria

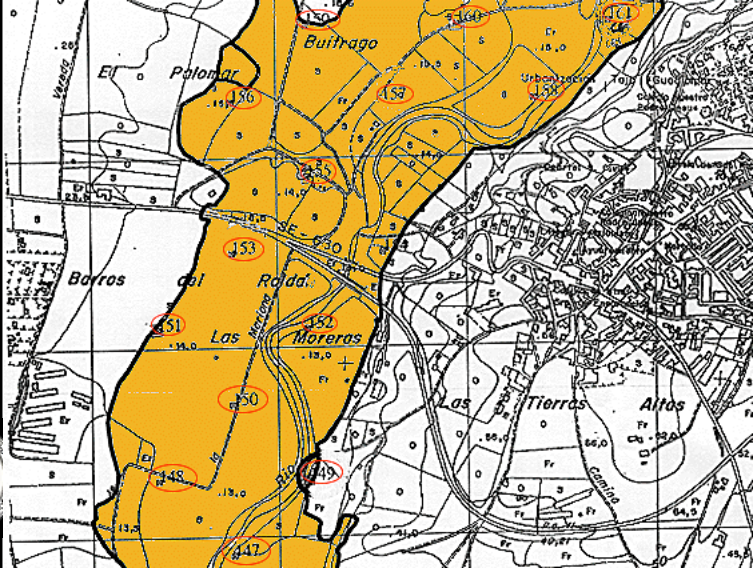
retirada capa superficial de lodos
similar a la etapa anterior pero ahora en el interior del suelo
removilizaciones superficiales

Contaminación eólica





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Red de muestreo**





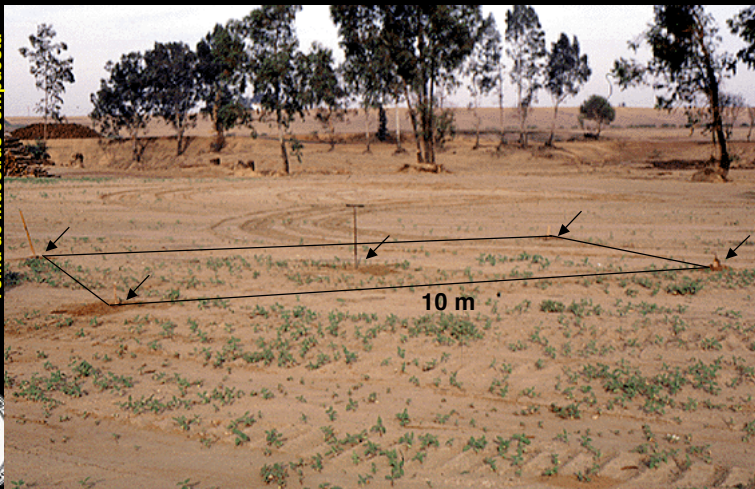
1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- Densidad de muestreo**





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

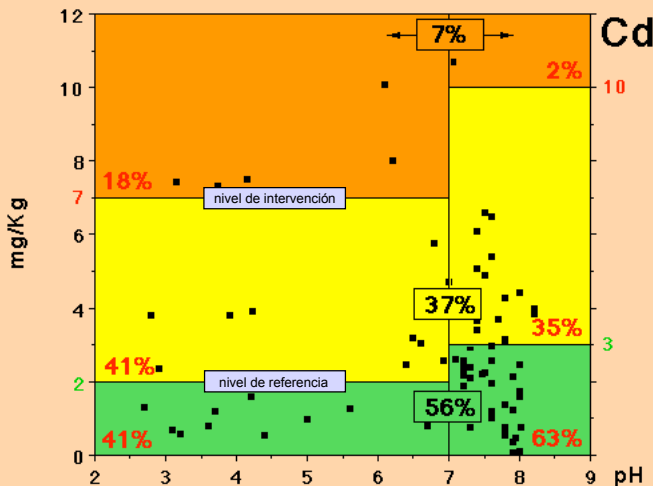
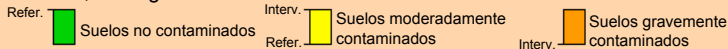
Toma de muestras compuesta





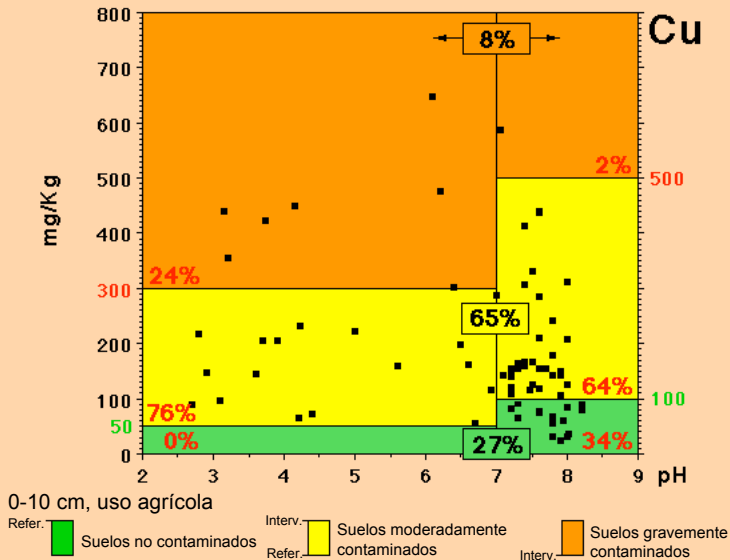
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el Cd en los suelos limpiados

0-10 cm, uso agrícola





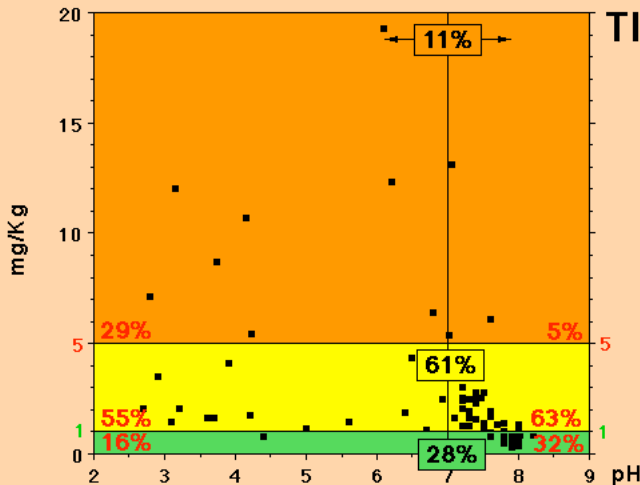
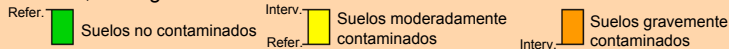
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el Cu en los suelos limpiados





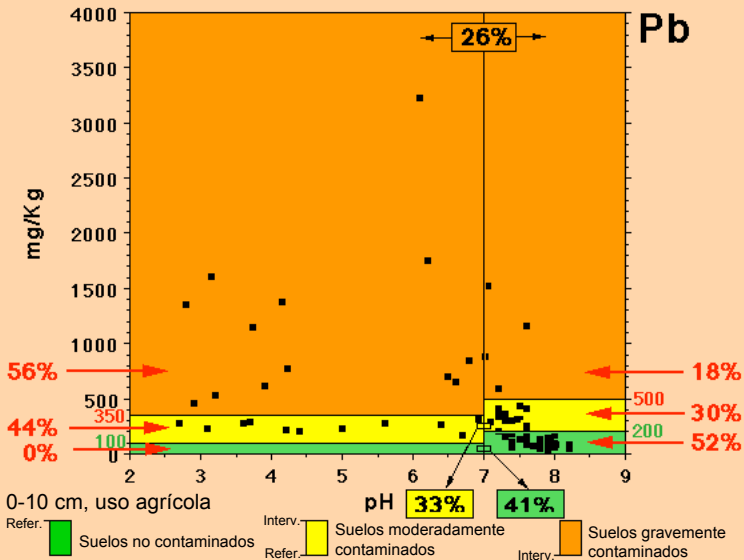
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el TI en los suelos limpiados

0-10 cm, uso agrícola

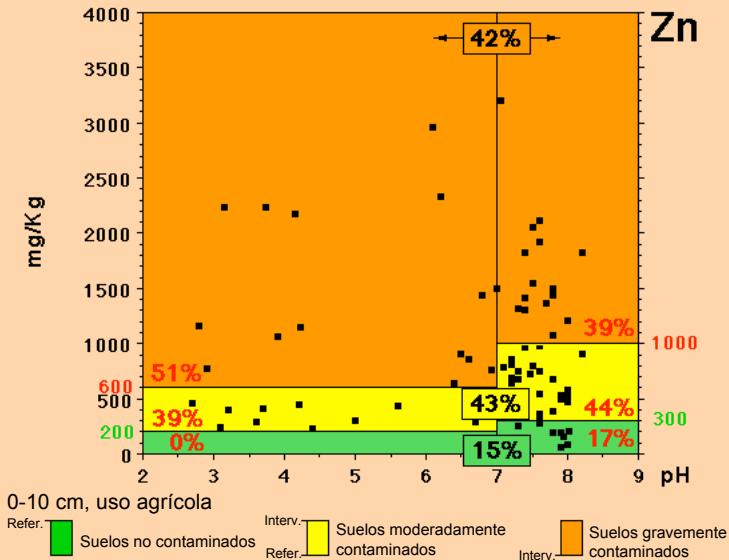




1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el Pb en los suelos limpiados

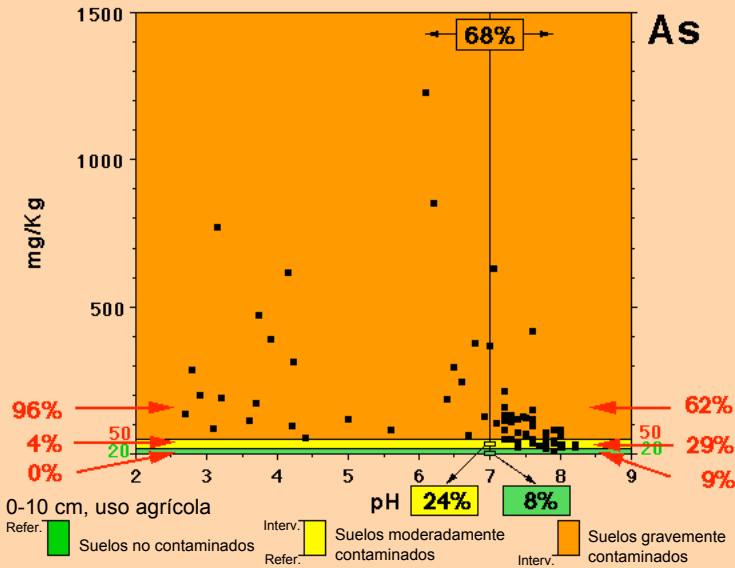


- 





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el As en los suelos limpiados



As

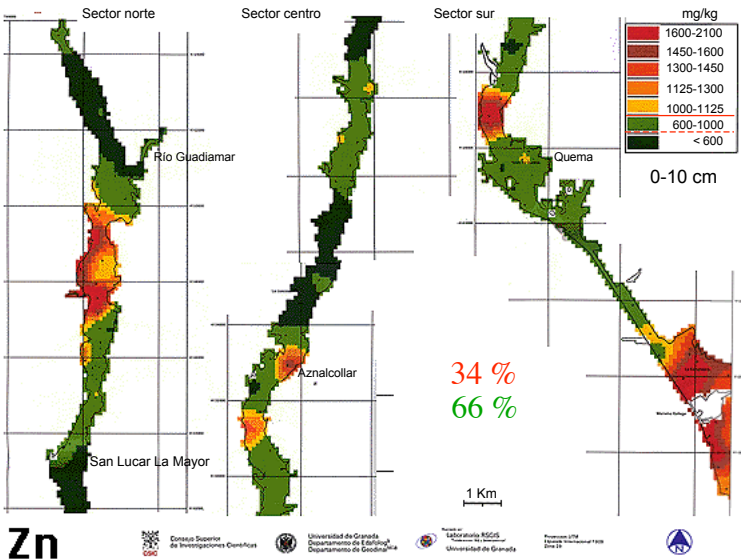


1 Km



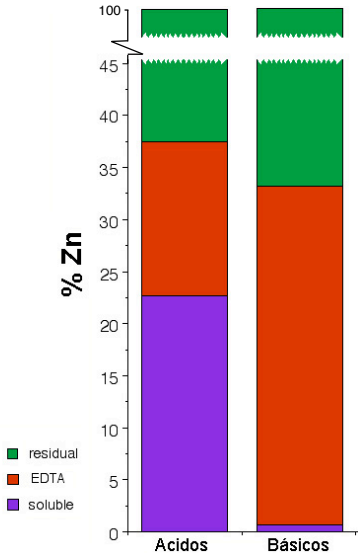
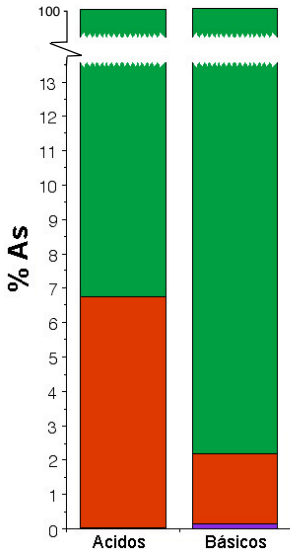
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

mapa del Zn en los suelos limp.





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
especiación del As y del Zn





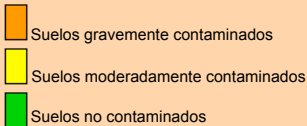
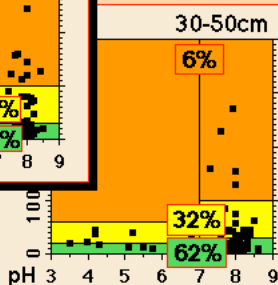
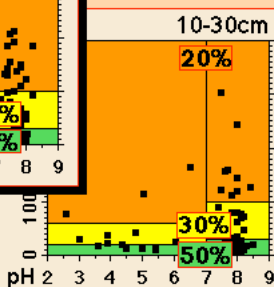
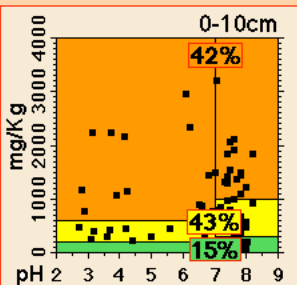
1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 3 encalado**

Recomendaciones

1 Laboreo profundo



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- el Zn en los suelos limpiados

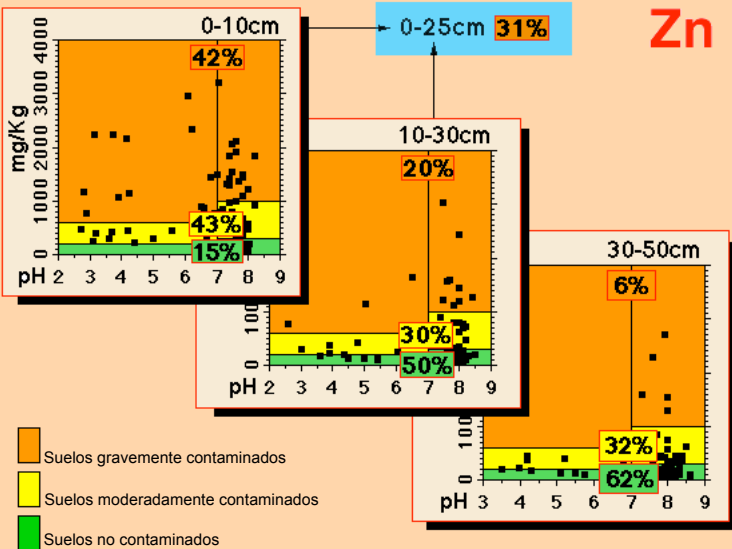


Zn



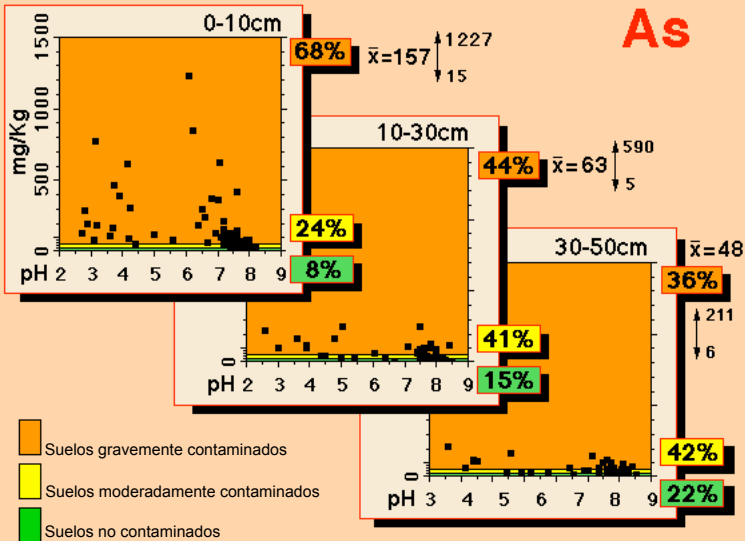
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 1 laboreo; Zn





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
el As en los suelos limpiados

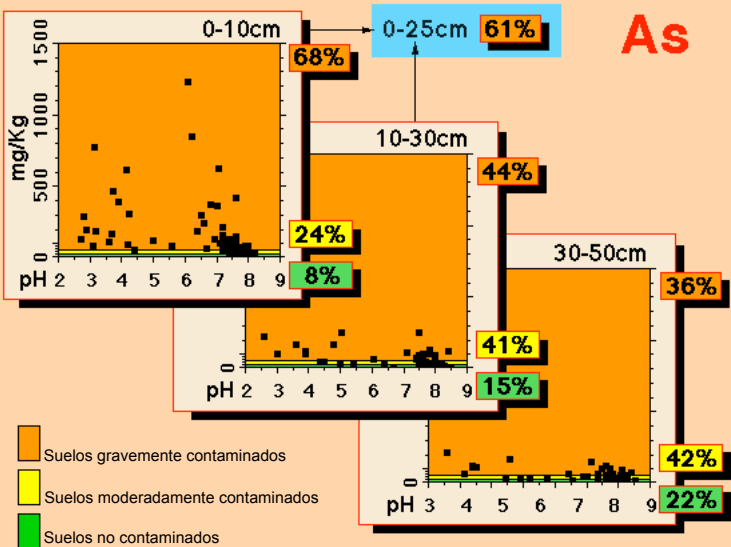


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 1 laboreo; As





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
recomendaciones: 3 encalado

Recomendaciones

- 1 Laboreo profundo
- 2 Revisar la limpieza



1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- suelo limpiado, con manchas**





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 2 relimpieza





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

los suelos limpiados no están limpios

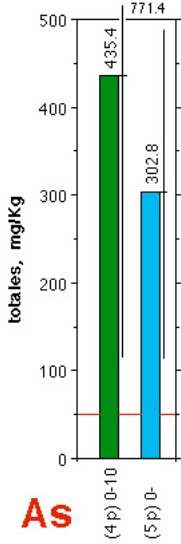
8/9/98





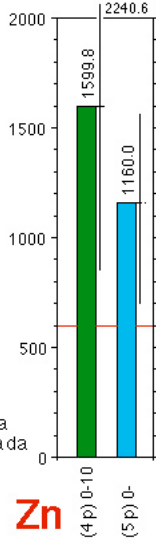
1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 2 relimpieza



Soberbina

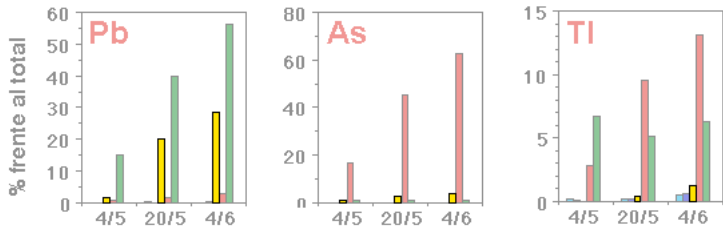
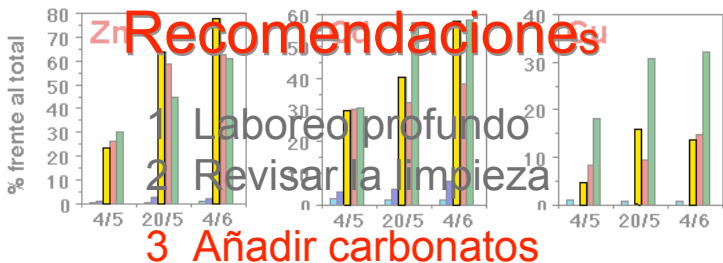
- zona limpiada
- zona relimpiada





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- suelo limpiado, grietas con lodo**



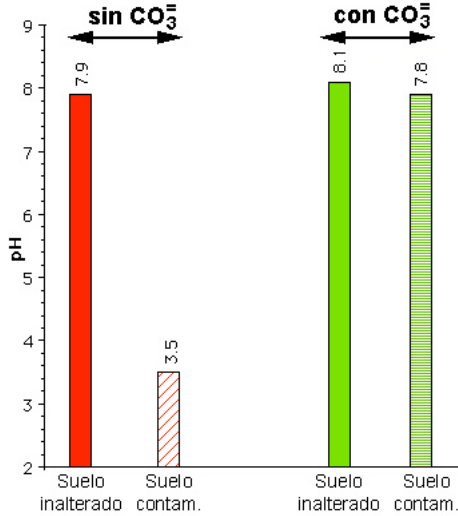


■ agua
 ■ CaCl₂
 ■ A. acético
 ■ Oxálico/oxalato
 ■ EDTA



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 3 encalado y pH



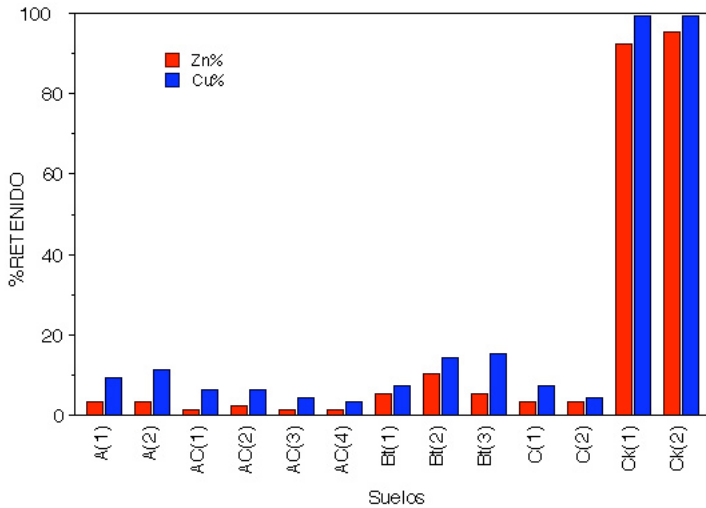


1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

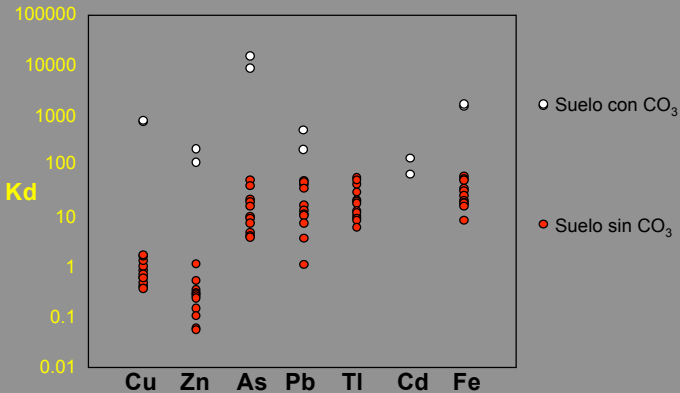
3. LA RECUPERACION

pruebas experim. Retención Zn y Cu



Coeficiente de distribución

$$K_d = \frac{\text{Cantidad precipitada}}{\text{Cantidad en disolución}}$$

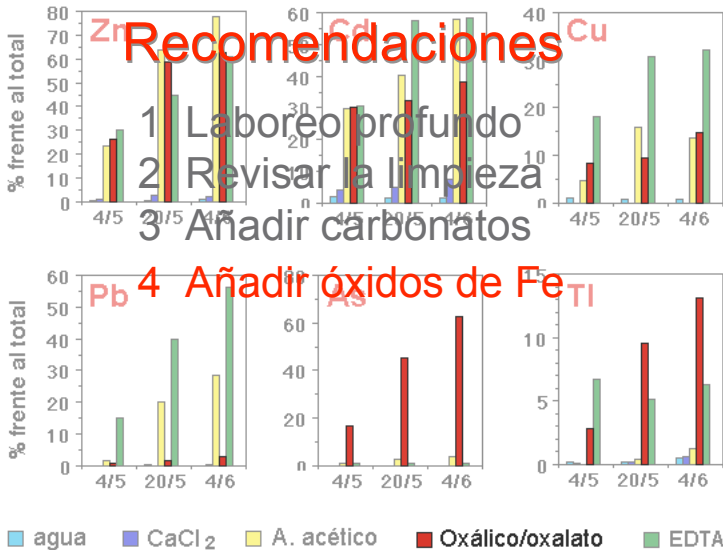




1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

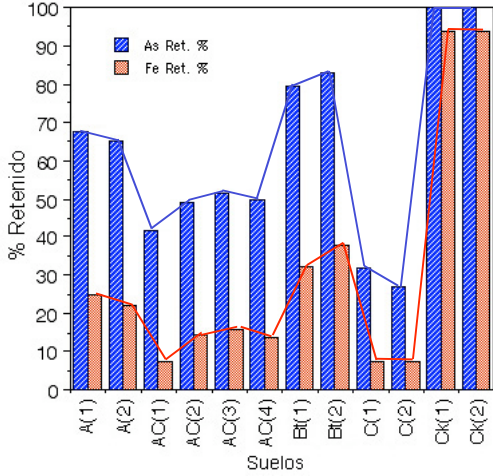
recomendaciones: 3 encalado

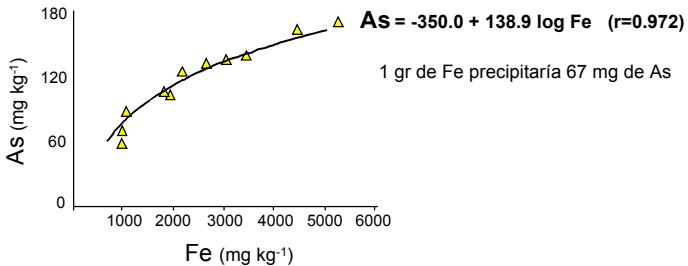






1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendaciones: 4 añadir Fe**







1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 4 añadiendo Fe





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION
recomendaciones: 4 añadir Fe







1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendac.: 5 añadir adsorbentes

	CIC	Arcilla
Cu	0,93	0,77
Zn	0,66	0,84
As	0,96	0,78
TI	0,88	0,87

Corelaciones del Cu, Zn, As y TI con la capacidad de intercambio catiónico y la arcilla de suelos experimentales



1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 5 años. zeolitas





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

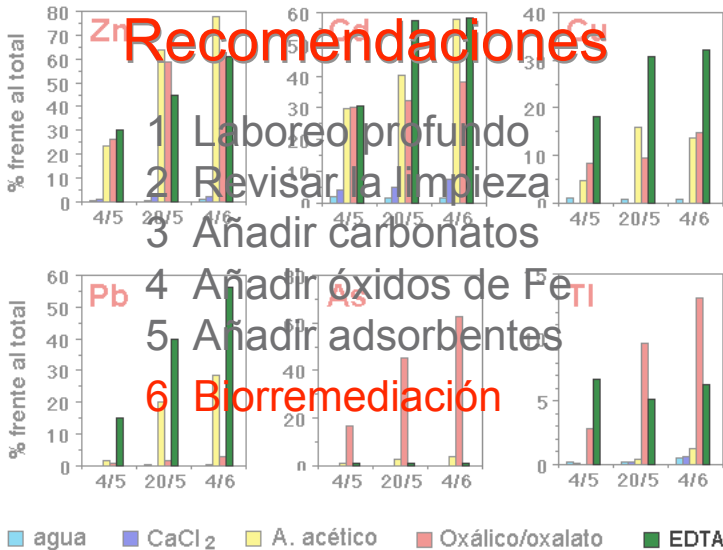
recomendaciones: parcelas experiment.





1. EL ACCIDENTE
 2. LA CONTAMINACION
 3. LA RECUPERACION
- recomendac.: 5 añadir mat. org.





1. EL ACCIDENTE

2. LA CONTAMINACION

3. LA RECUPERACION

recomendaciones: 6 sembrando



Recomendaciones

- 1 Laboreo profundo
- 2 Revisar la limpieza
- 3 Añadir carbonatos
- 4 Añadir óxidos de Fe
- 5 Añadir adsorbentes
- 6 Biorremediación





1. EL ACCIDENTE
2. LA CONTAMINACION
3. LA RECUPERACION

Objetivos de las recomendaciones

Recomendaciones Objetivos

- | | | |
|-----------------------|---|-------------|
| 1 Laboreo profundo | = | Dilución |
| 2 Revisar la limpieza | = | Eliminación |
| 3 Añadir carbonatos | = | Bloqueo |
| 4 Añadir óxidos de Fe | = | Bloqueo |
| 5 Añadir adsorbentes | = | Bloqueo |
| 6 Biorremediación | = | Eliminación |



<http://edafologia.ugr.es>

