

# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

**Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada**

con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortiz, A. Roca, M. Simón



# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

**Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada**

con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortiz, A. Roca, M. Simón

# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada

con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortiz, A. Roca, M. Simón

### 1. El accidente

# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada

con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortiz, A. Roca, M. Simón

## 2. La contaminación de los suelos

# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada

con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortiz, A. Roca, M. Simón

### 3. Las medidas de rehabilitación

# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada

con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortiz, A. Roca, M. Simón

### 4. La evolución sin intervención

# Aznalcóllar, hoy.

## La contaminación de los suelos a los doce años del vertido

**Carlos Dorronsoro. Departamento de Edafología y Q. A. Universidad de Granada**

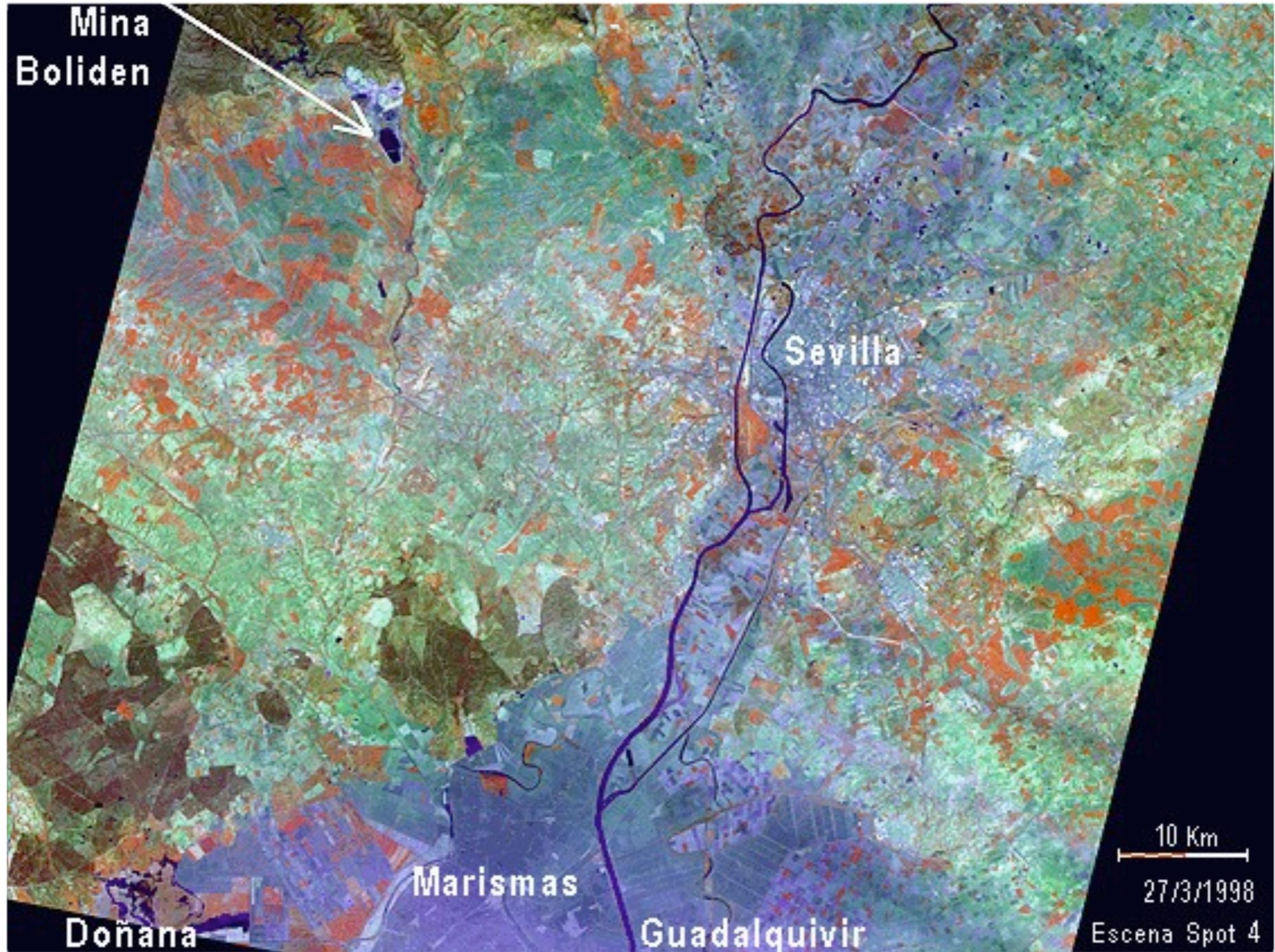
con la colaboración de: J. Aguilar, M. Díez, E. Fernández, J. Fernández, I. García,  
A. Iriarte, F. Martín, F. J. Martínez, I. Ortíz, A. Roca, M. Simón

## 5. Una mirada al futuro

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

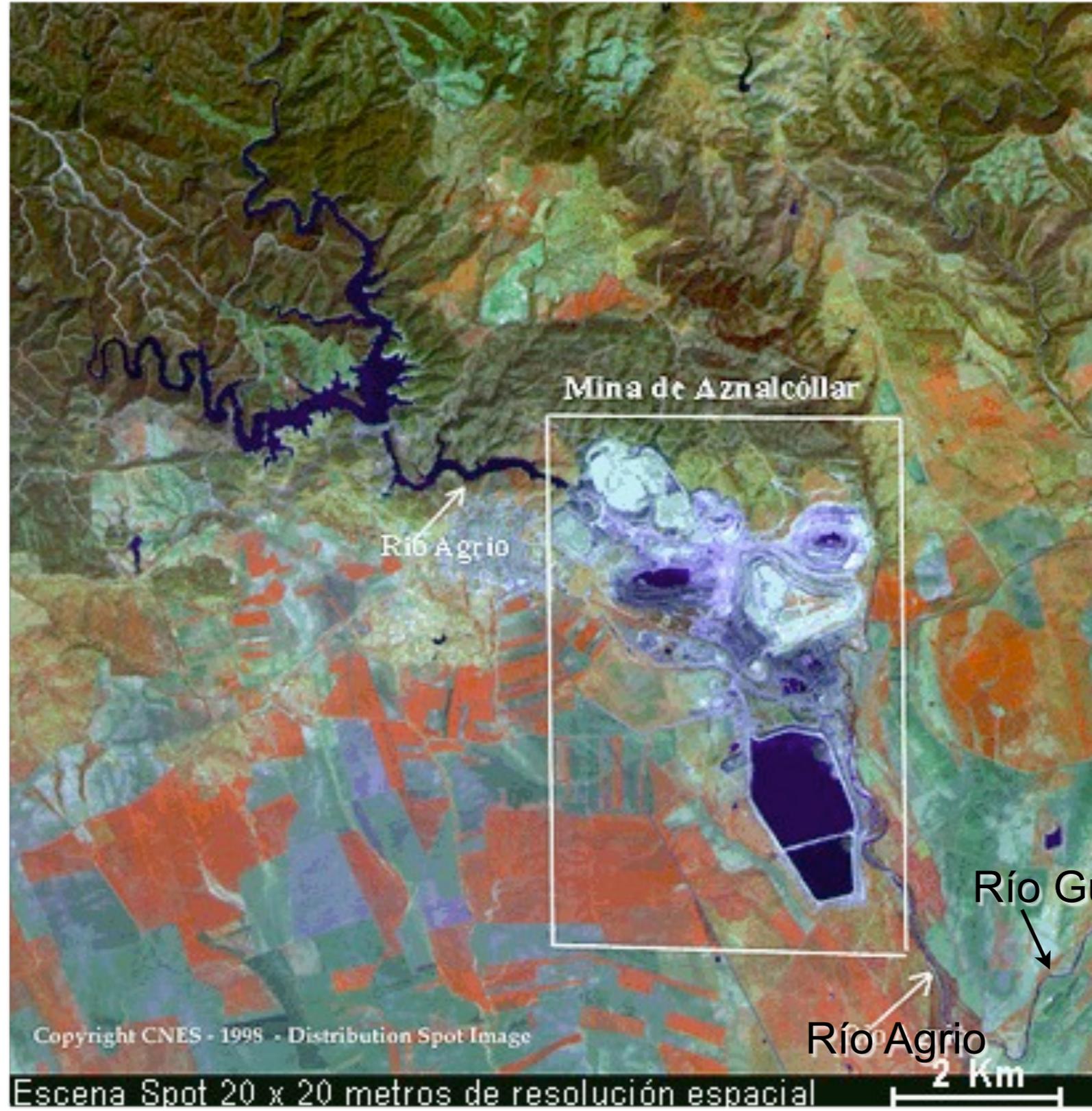
### • 1 El accidente





### Aznalcóllar, hoy.

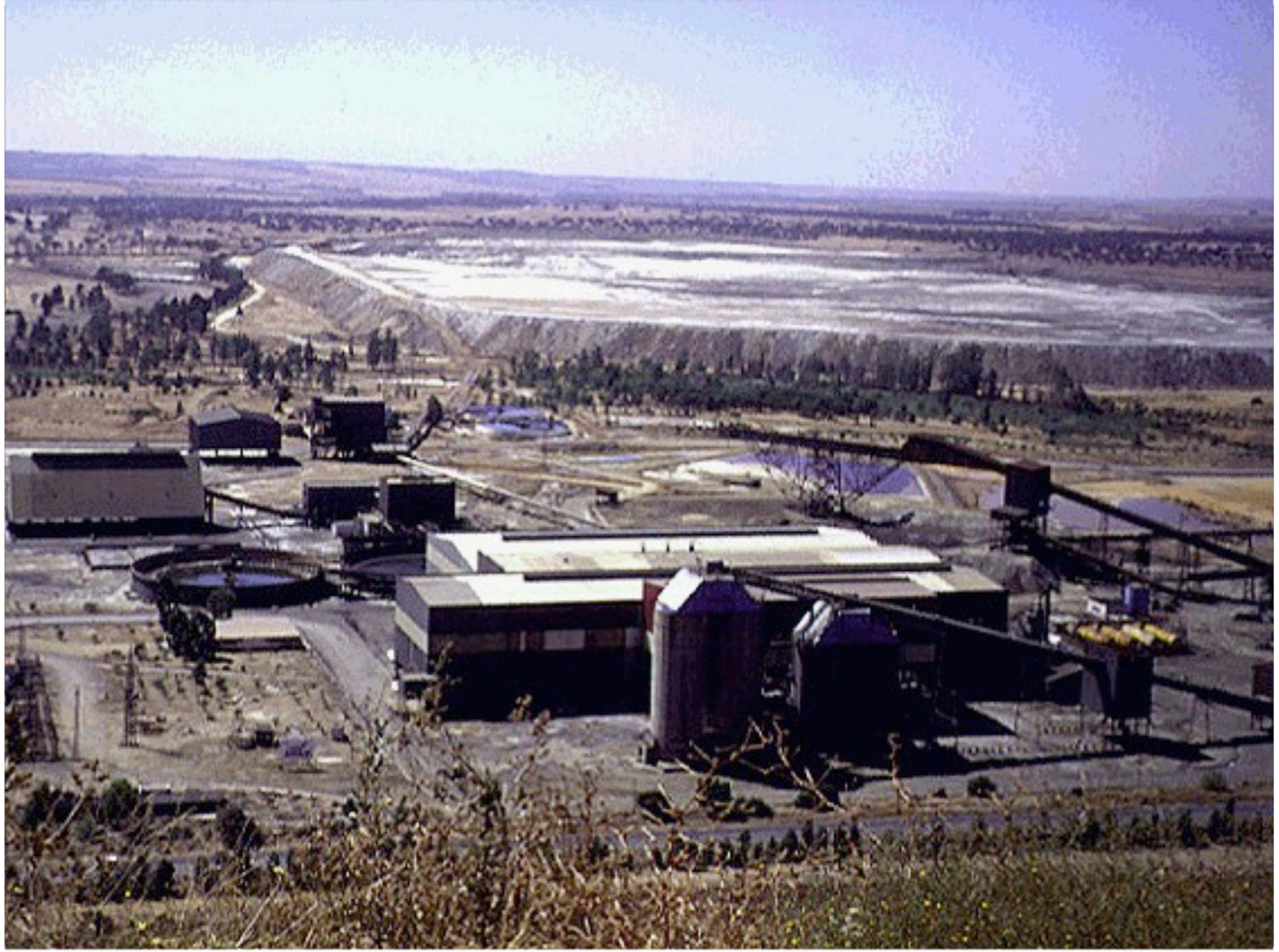
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





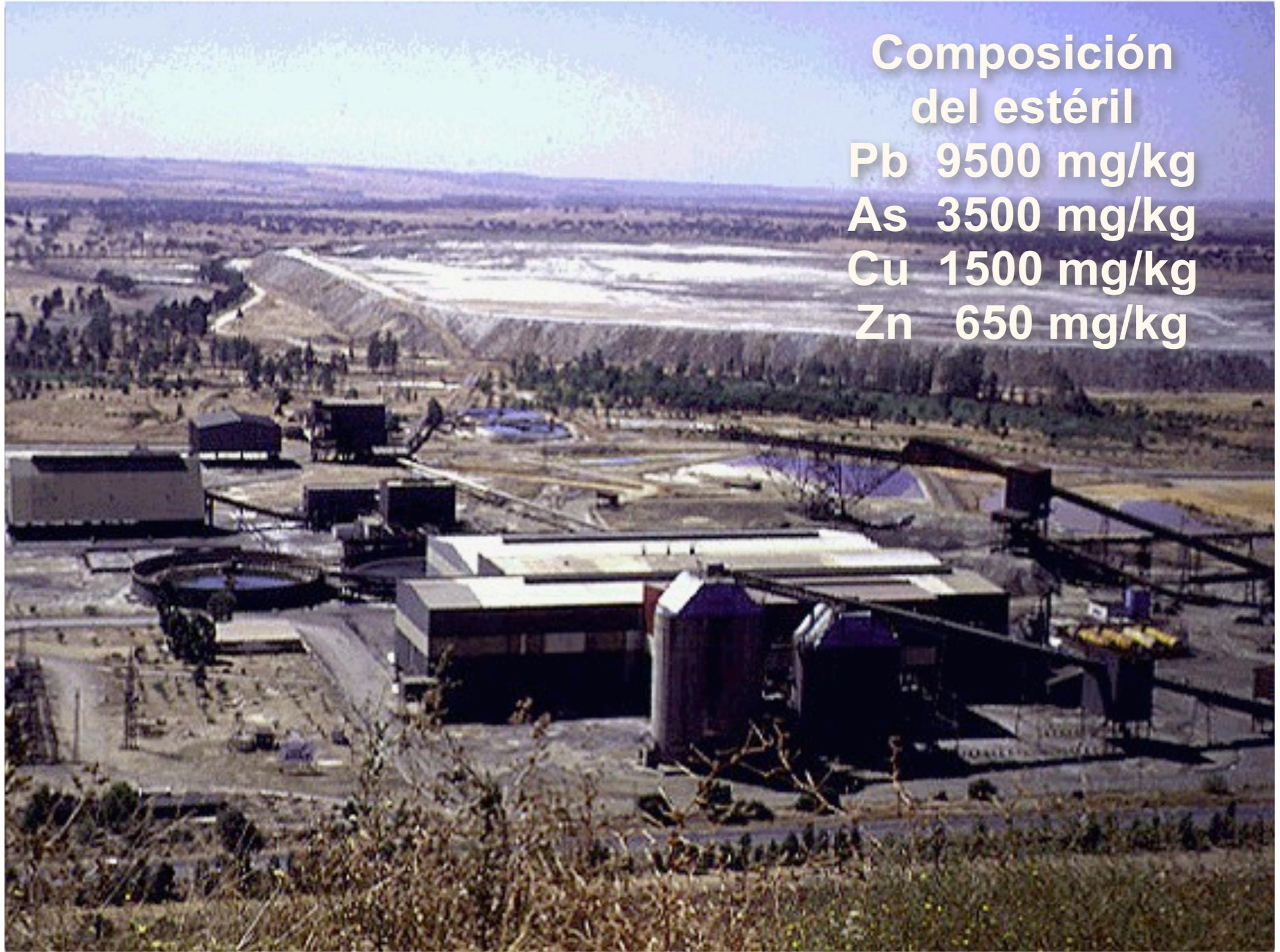
### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

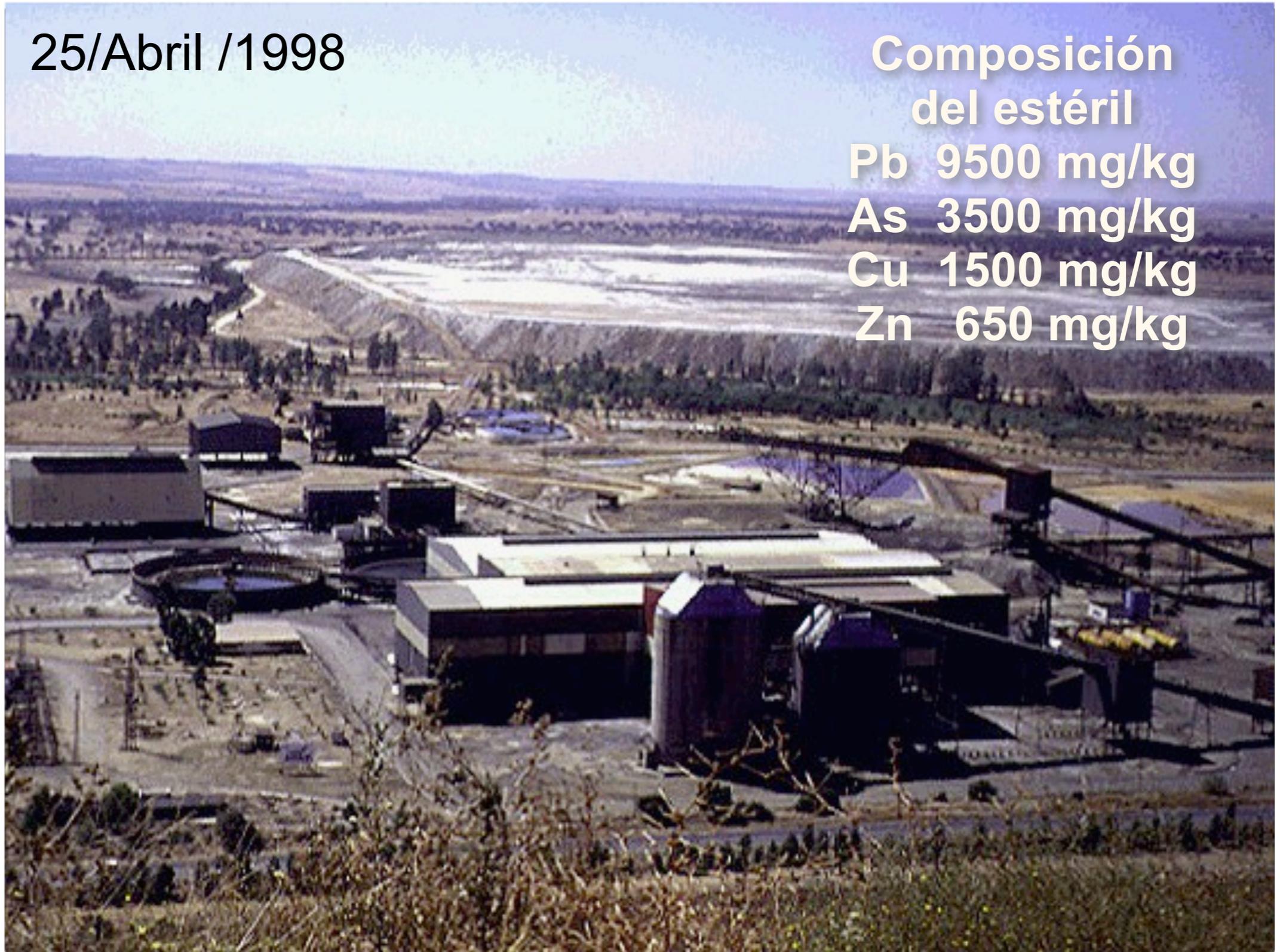
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Composición del estéril

Pb 9500 mg/kg  
As 3500 mg/kg  
Cu 1500 mg/kg  
Zn 650 mg/kg

25/Abril /1998



Composición  
del estéril

Pb 9500 mg/kg

As 3500 mg/kg

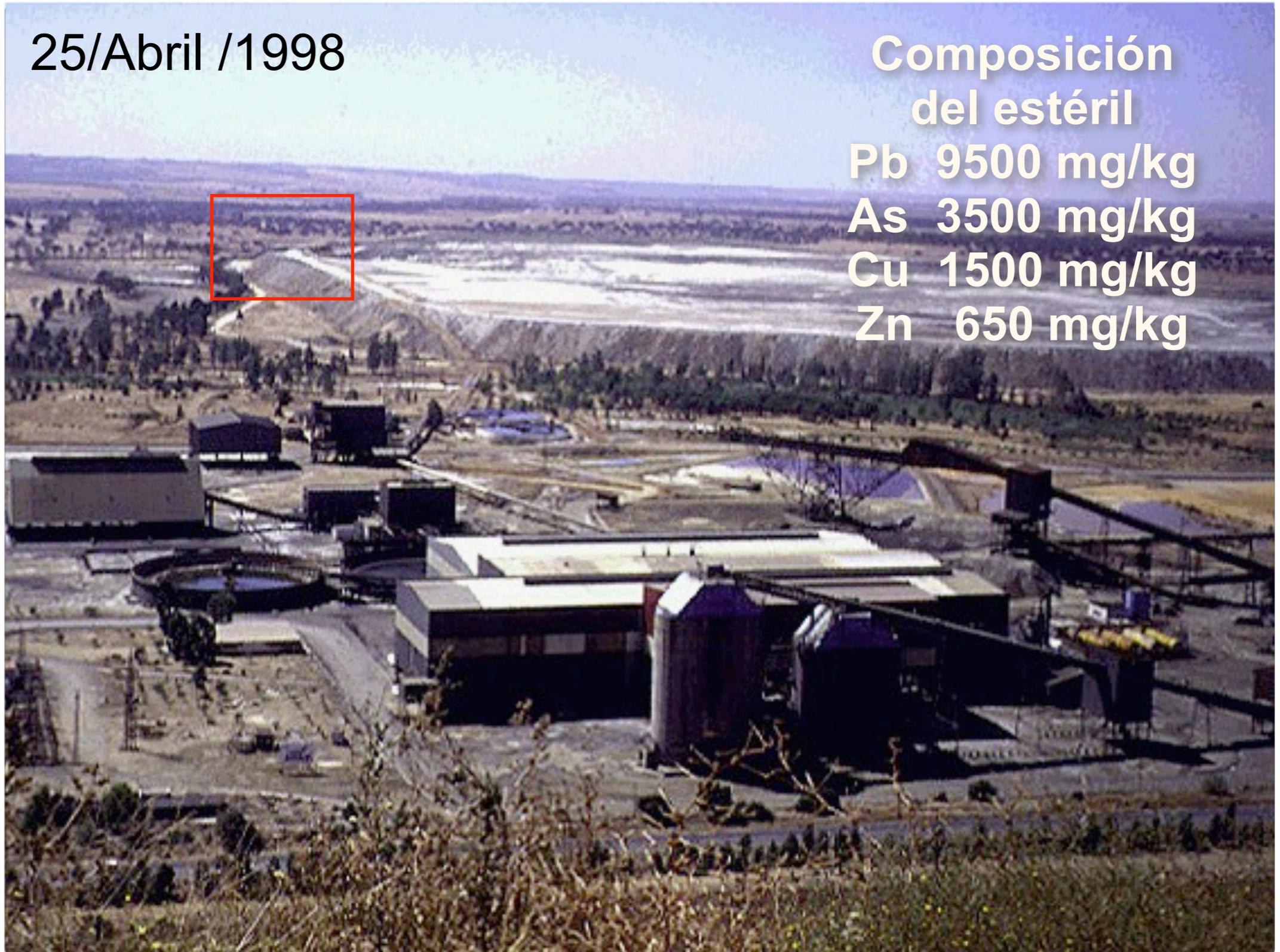
Cu 1500 mg/kg

Zn 650 mg/kg

### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

25/Abril /1998



Composición  
del estéril

Pb 9500 mg/kg

As 3500 mg/kg

Cu 1500 mg/kg

Zn 650 mg/kg



### Aznalcóllar, hoy.

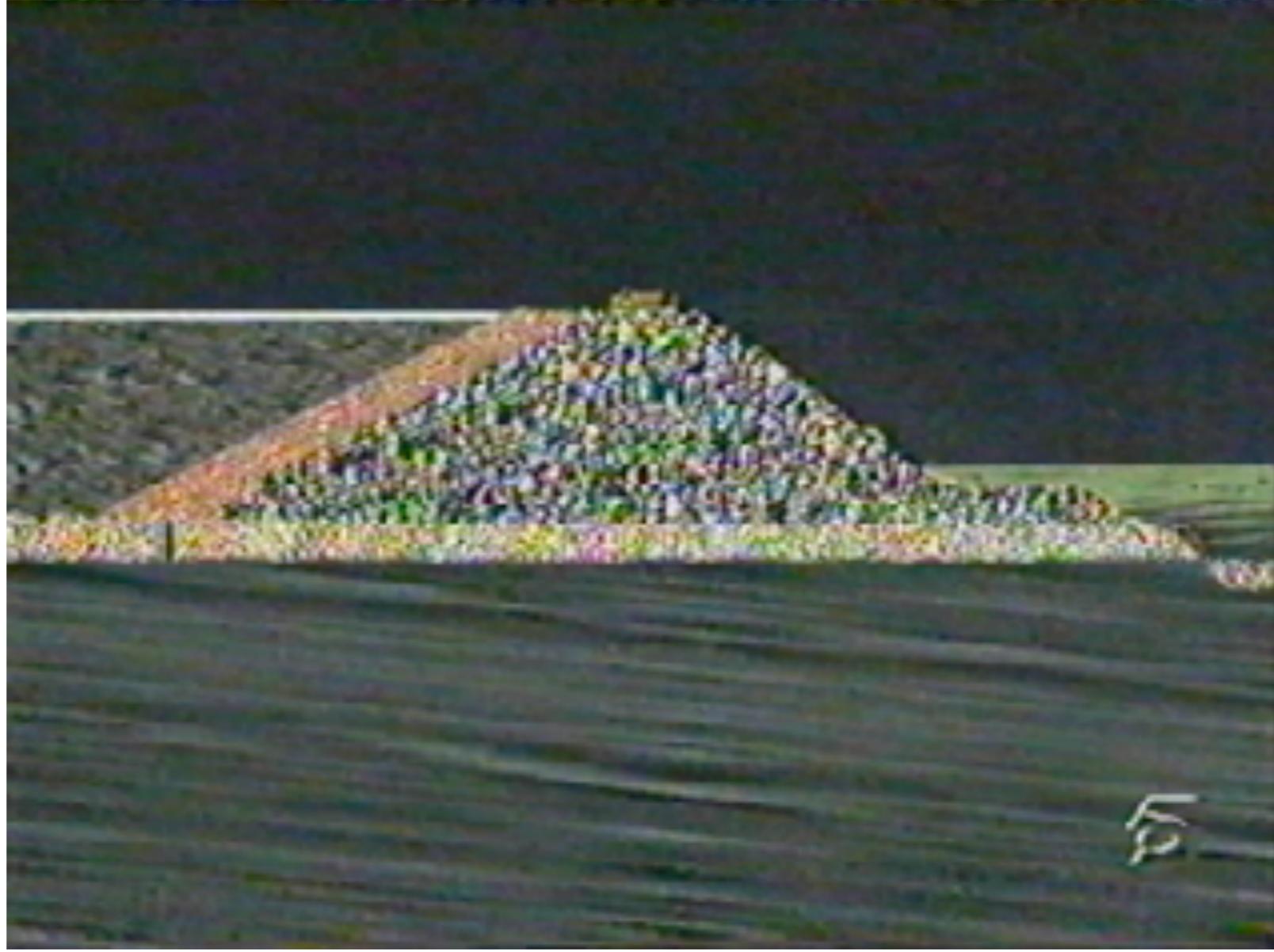
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



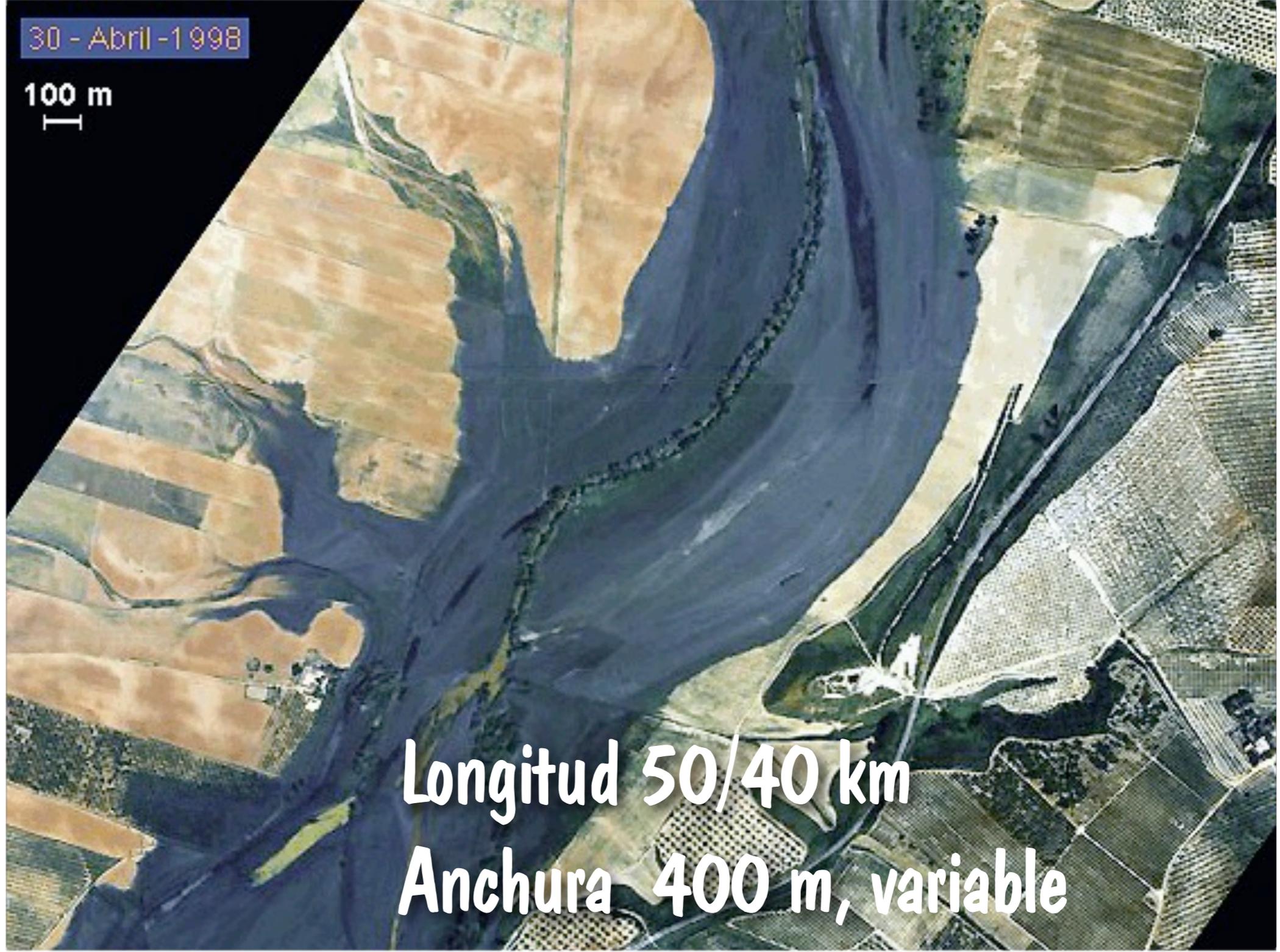
### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

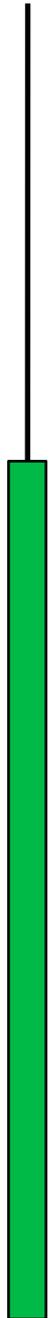
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





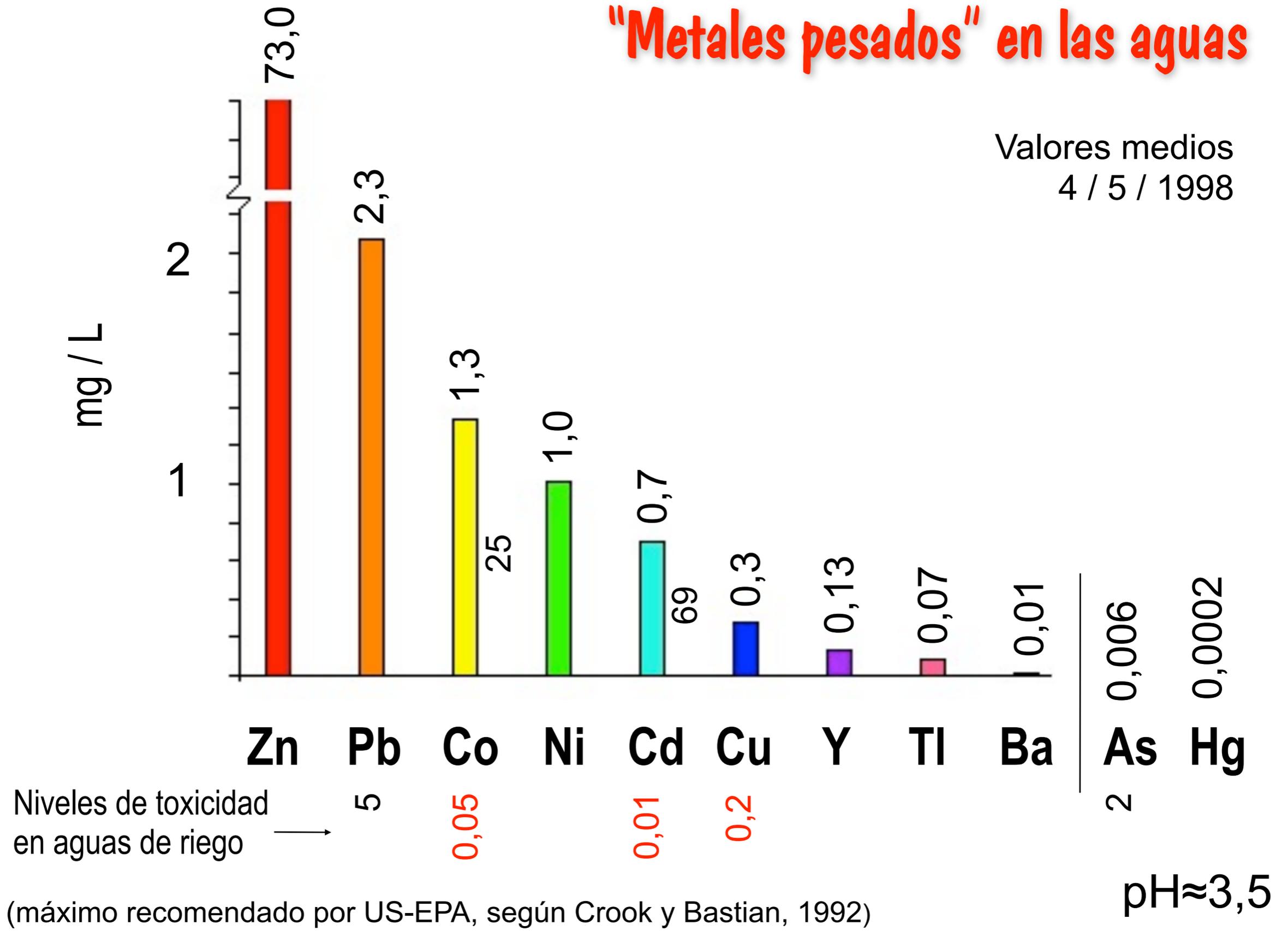
Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



# "Metales pesados" en las aguas

Valores medios  
4 / 5 / 1998





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

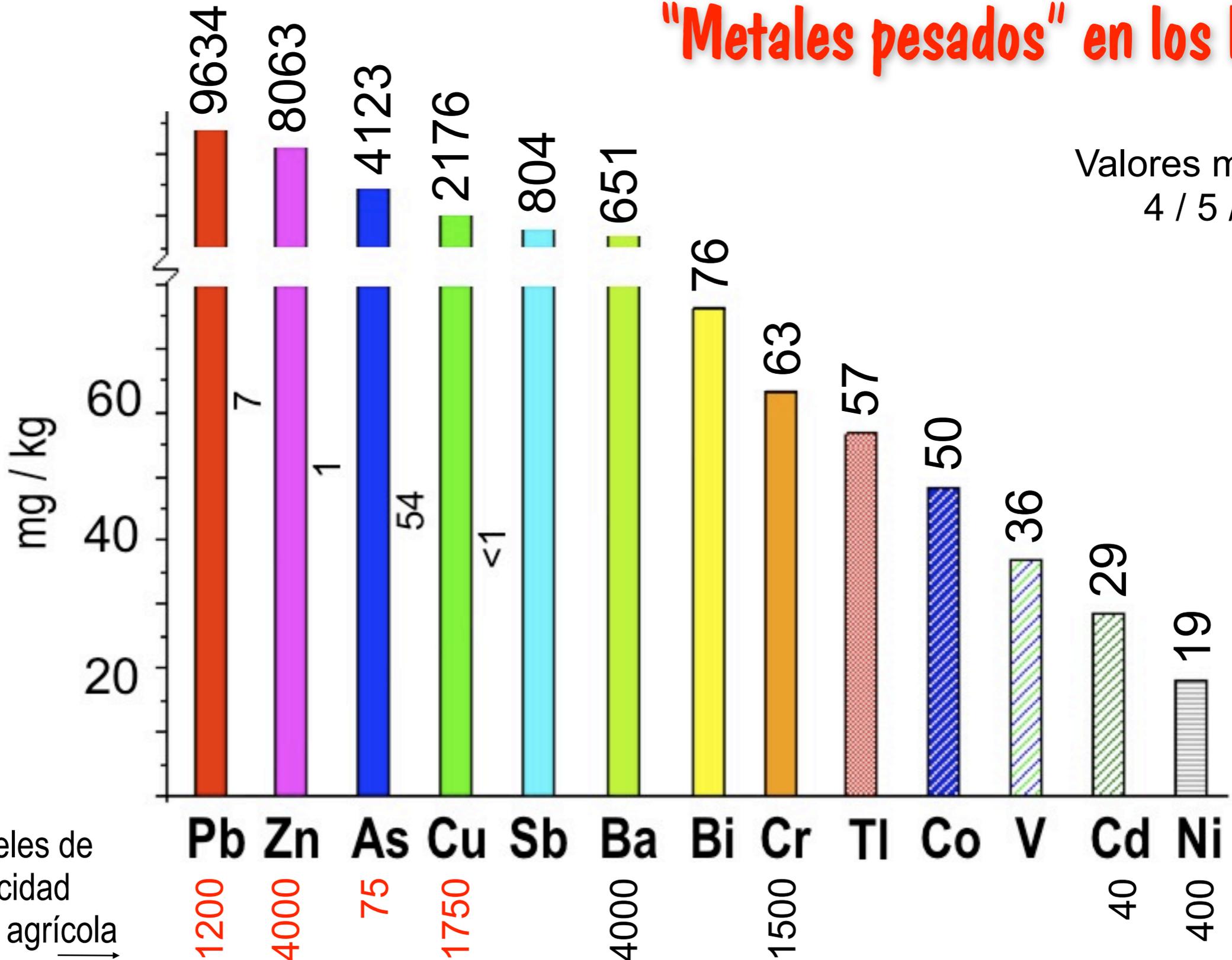


Niveles de toxicidad uso agrícola

(BOE 1/10/90, suelos de pH≥7; excepto para el As que se ha tomado el umbral de USA y Canadá)

### "Metales pesados" en los lodos

Valores medios 4 / 5 / 1998



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

- **2 Contaminación del suelo**



## • 2 Contaminación del suelo

fechas de muestreo:  
7 perfiles: a los 10, 25 y 40 días



## • 2 Contaminación del suelo

fechas de muestreo:

7 perfiles: a los 10, 25 y 40 días

100 puntos: 1998, 1999, 2001, 2004, 2009 y 2010

a tres prof.: 0-10, 10-30, 30-50 cm



## • 2 Contaminación del suelo

fechas de muestreo:  
7 perfiles: a los 10, 25 y 40 días  
100 puntos: 1998, 1999, 2001, 2004, 2009 y 2010  
a tres prof.: 0-10, 10-30, 30-50 cm

**Contaminación inicial**



## • 2 Contaminación del suelo

fechas de muestreo:  
7 perfiles: a los 10, 25 y 40 días  
100 puntos: 1998, 1999, 2001, 2004, 2009 y 2010  
a tres prof.: 0-10, 10-30, 30-50 cm

**Contaminación inicial**  
**Llegada de las aguas y de los lodos**





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

## Contaminación inicial

### Vías de contaminación

aguas y lodos

## Contaminación inicial

### Vías de contaminación

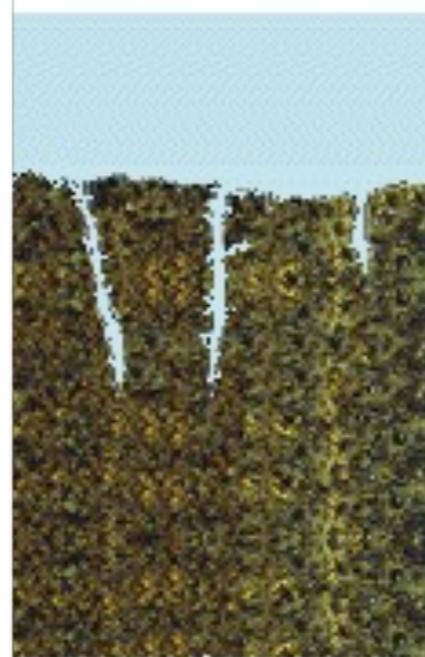
aguas y lodos



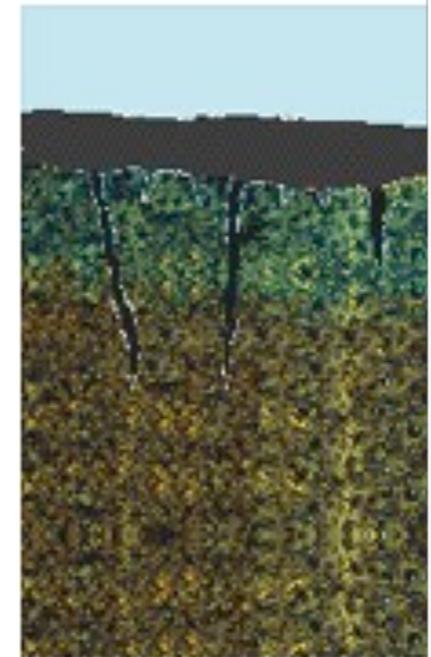
# Contaminación inicial

## Vías de contaminación

aguas y lodos



riada tóxica



# Características de los suelos

**Textura**, variable: de francoarenosa a arcillolimososa

**Estructura**, muy variable: de fuerte (bloques) a masiva

**Materia orgánica**: 0,9 - 2,9%

**Gravas**, muy variable: 0 - 43%

**pH**: 7,2 - 8,1

**CaCO<sub>3</sub>**: 0 - 20 %

**Capacidad cambio cationes**: 8-31 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>

**Fe**: 3-6%

Fluvisoles y Regosoles, calcáricos y eútricos (FAO,2006)

Xerofluvents y Xerorthents, típicos (Soil Taxonomy, 2007)

### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



Suelos sin carbonatos, arenosos

Suelos con carbonatos, arenosos

Suelos con carbonatos, acillosos-limosos

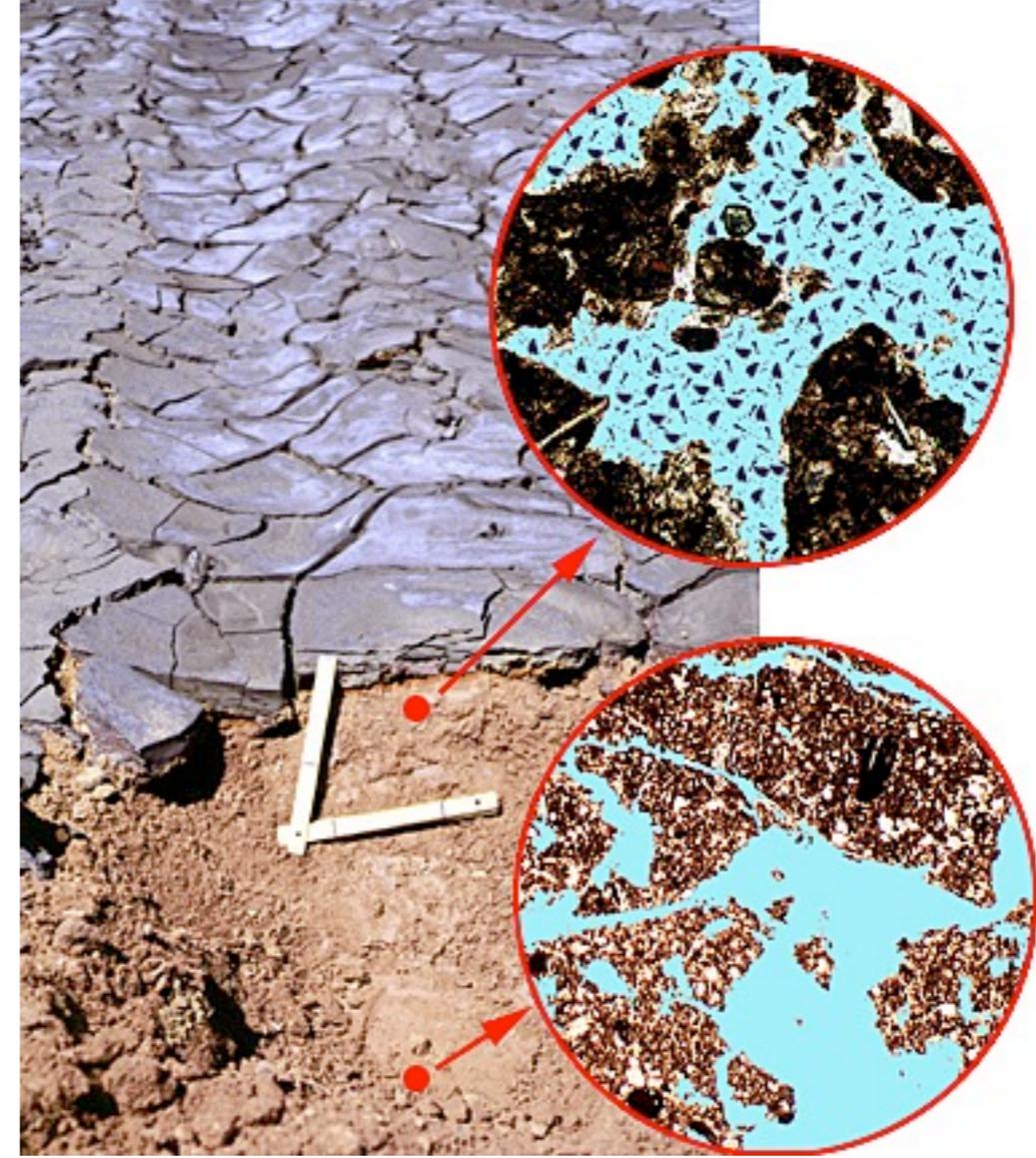


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Efecto filtrante de los suelos





# Aznalcóllar, hoy.

- 1. El accidente
- 2. La contaminación
- 3. La rehabilitación
- 4. La no intervención
- 5. El futuro

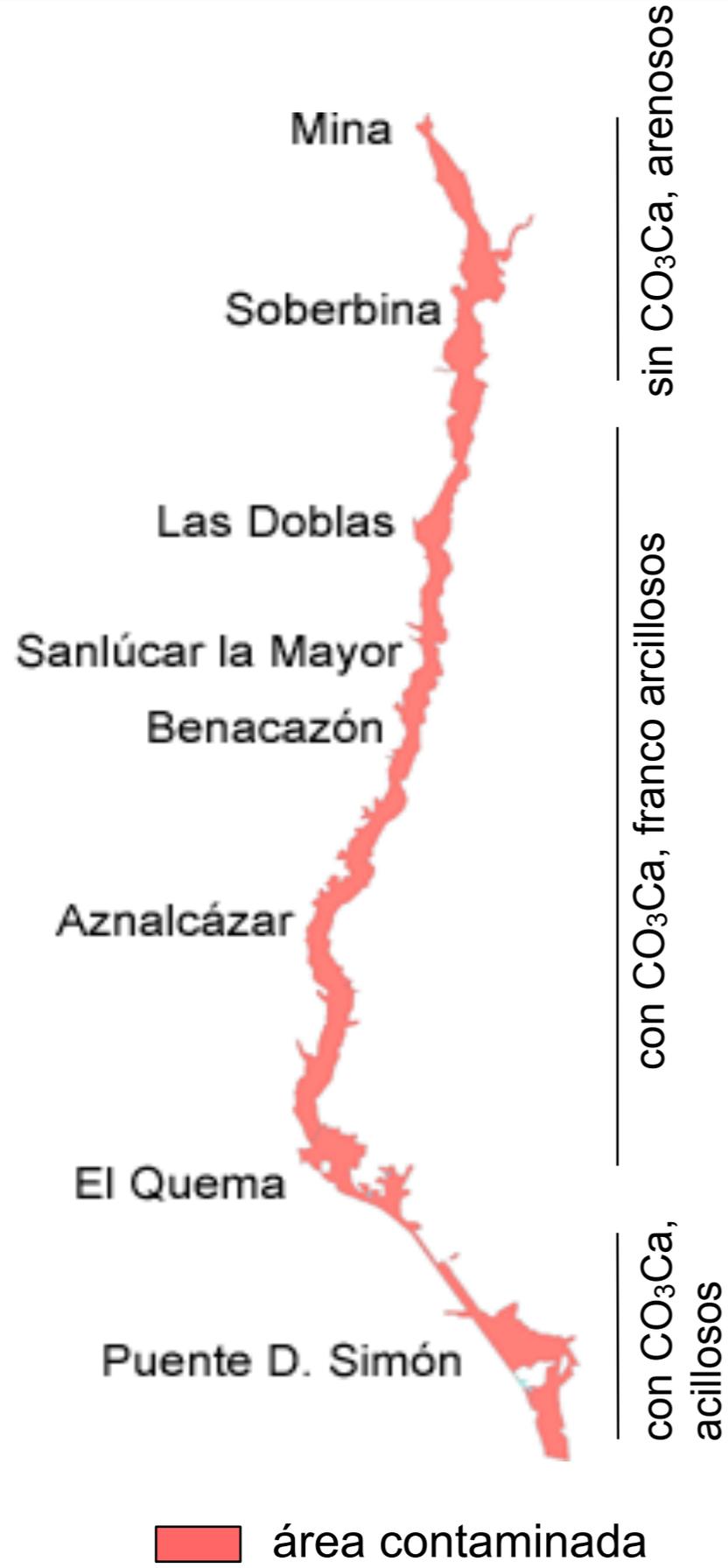


## Efecto filtrante de los suelos

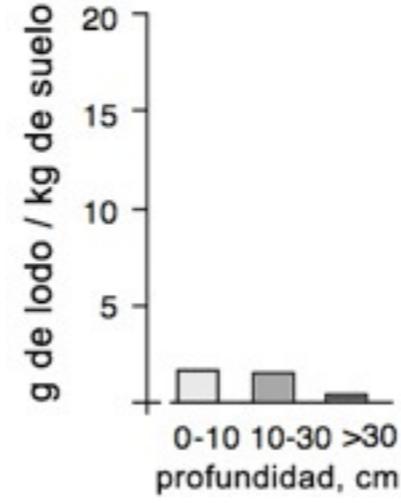


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Efecto filtrante de los suelos



TEXTURA  
 arena 68,0 %  
 arcilla 12,7 %

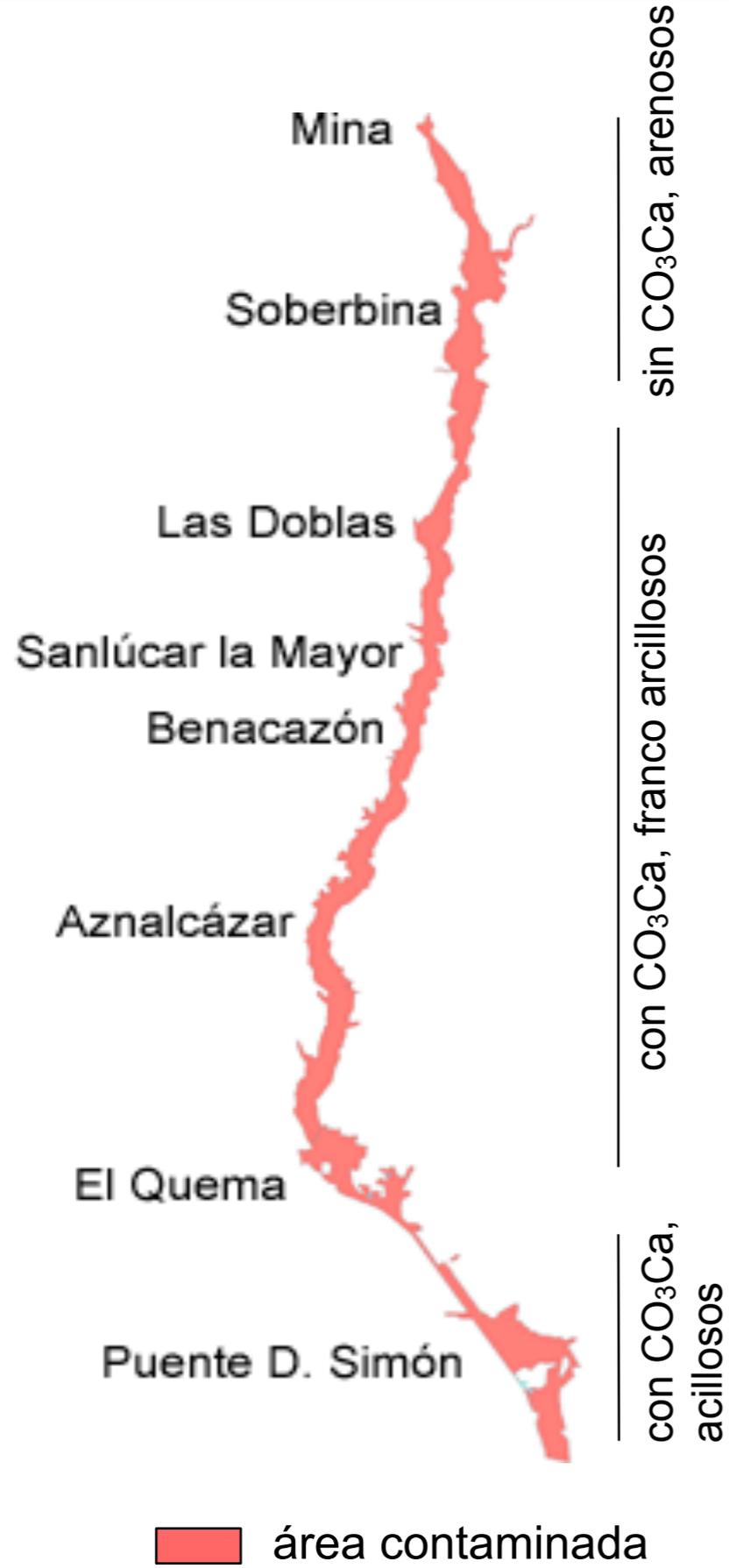
ESTRUCTURA  
 granos sueltos  
 sin tamaño  
 sin desarrollo



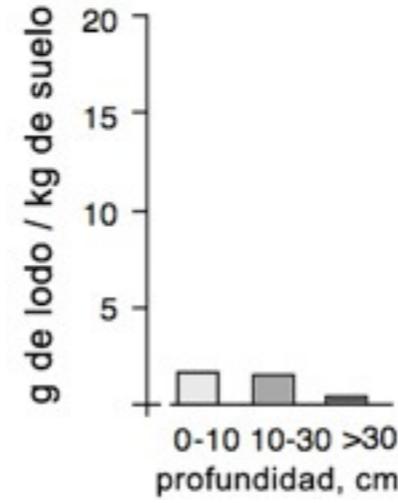


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

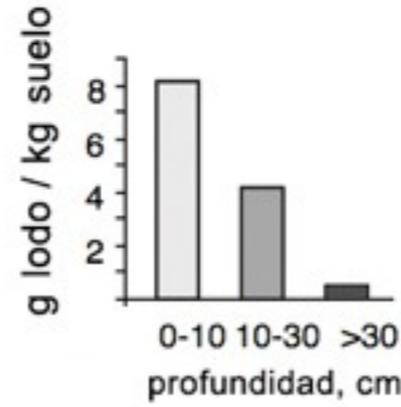


### Efecto filtrante de los suelos



TEXTURA  
 arena 68,0 %  
 arcilla 12,7 %

ESTRUCTURA  
 granos sueltos  
 sin tamaño  
 sin desarrollo



TEXTURA  
 arena 21,9 %  
 arcilla 40,4 %

ESTRUCTURA  
 bloques  
 tamaño medio  
 grado moderado





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



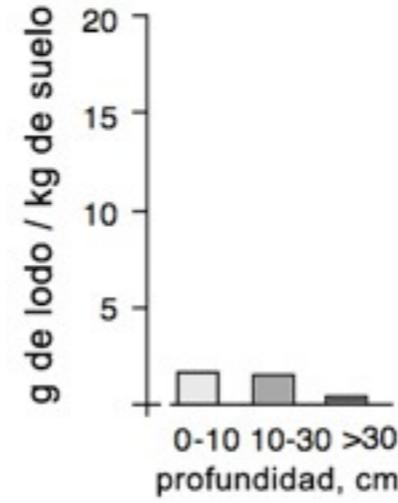
área contaminada

sin CO<sub>3</sub>Ca, arenosos

con CO<sub>3</sub>Ca, franco arcillosos

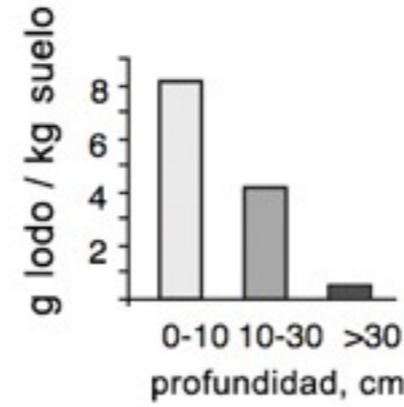
con CO<sub>3</sub>Ca, acillosos

### Efecto filtrante de los suelos



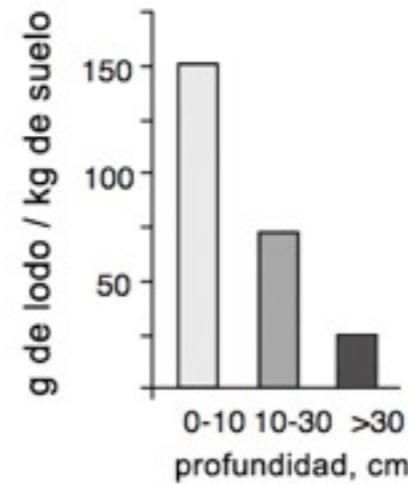
TEXTURA  
arena 68,0 %  
arcilla 12,7 %

ESTRUCTURA  
granos sueltos  
sin tamaño  
sin desarrollo



TEXTURA  
arena 21,9 %  
arcilla 40,4 %

ESTRUCTURA  
bloques  
tamaño medio  
grado moderado



TEXTURA  
arena 7,7 %  
arcilla 63,1 %

ESTRUCTURA  
bloques  
tamaño fino  
grado fuerte



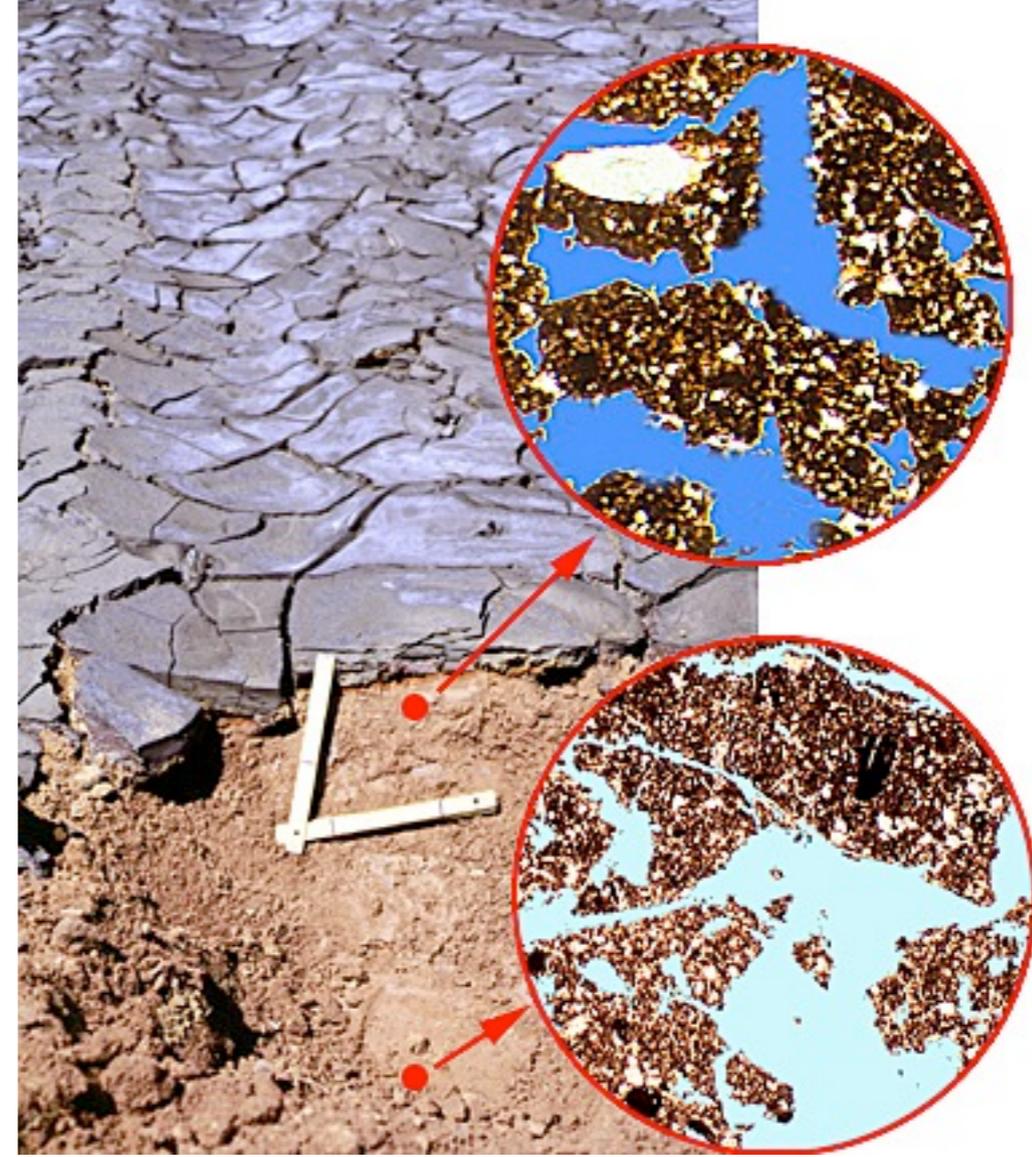


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Efecto depurador de los suelos



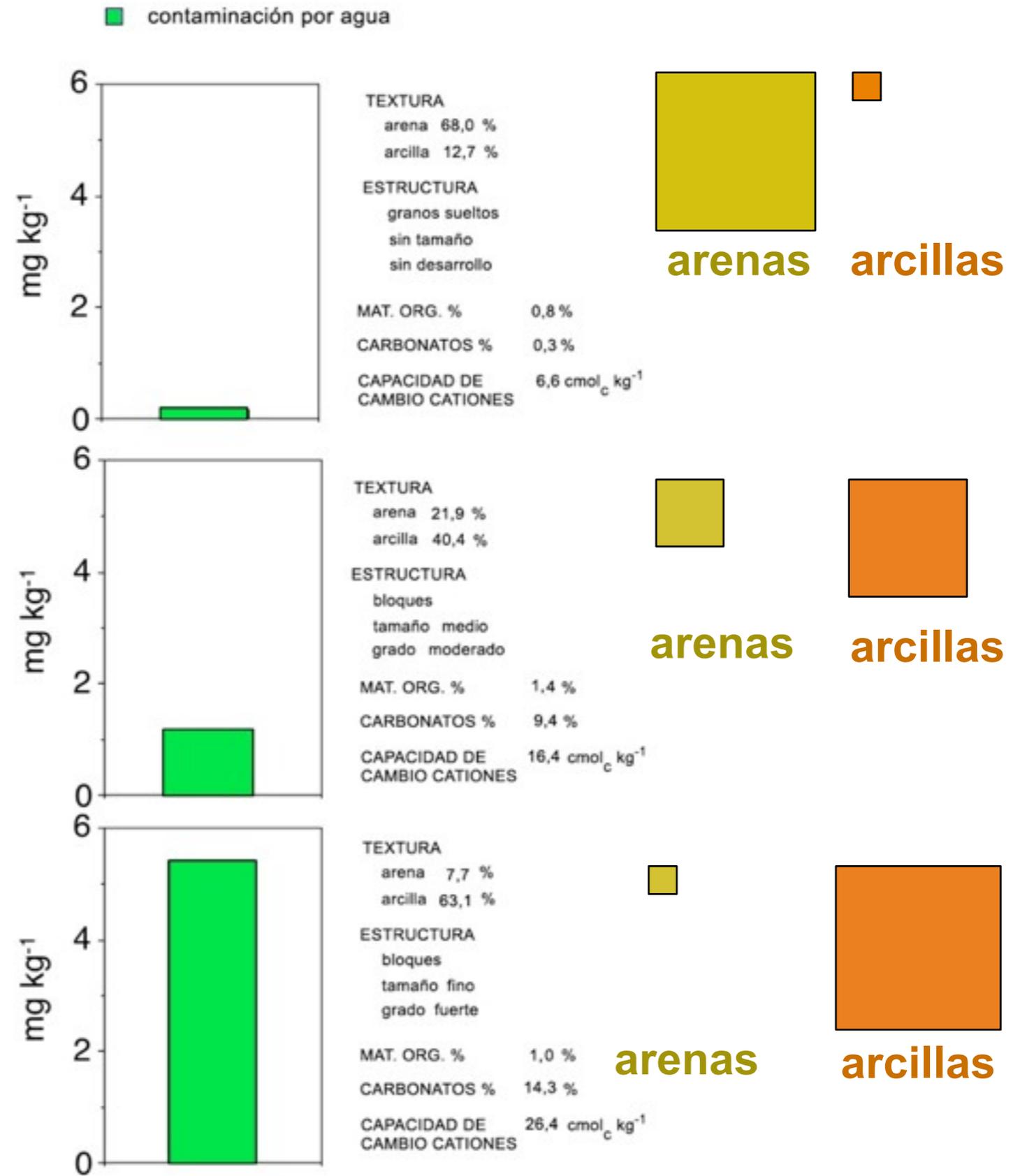


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Efecto depurador de los suelos





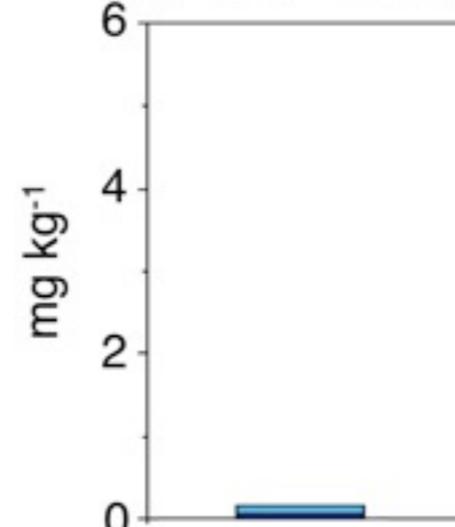
### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



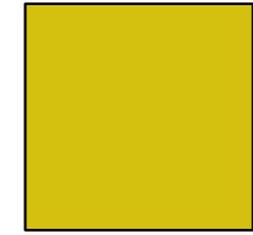
### Efecto depurador de los suelos

■ contaminación por agua de gravedad  
 ■ contaminación por agua de retención



TEXTURA  
 arena 21,9 %  
 arcilla 40,4 %

ESTRUCTURA  
 bloques  
 tamaño medio  
 grado moderado

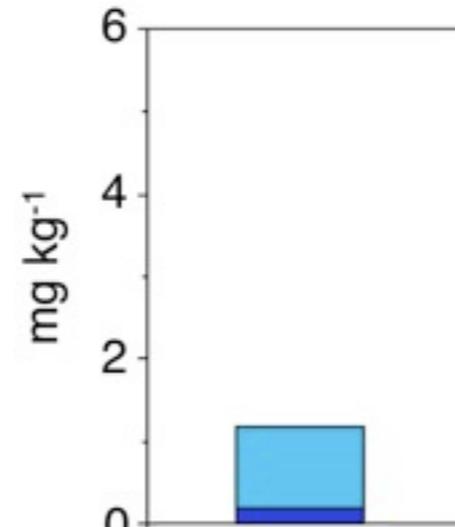


arenas



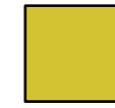
arcillas

MAT. ORG. % 0,8 %  
 CARBONATOS % 0,3 %  
 CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 6,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>

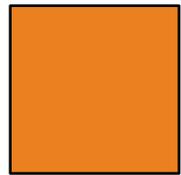


TEXTURA  
 arena 68,0 %  
 arcilla 12,7 %

ESTRUCTURA  
 granos sueltos  
 sin tamaño  
 sin desarrollo

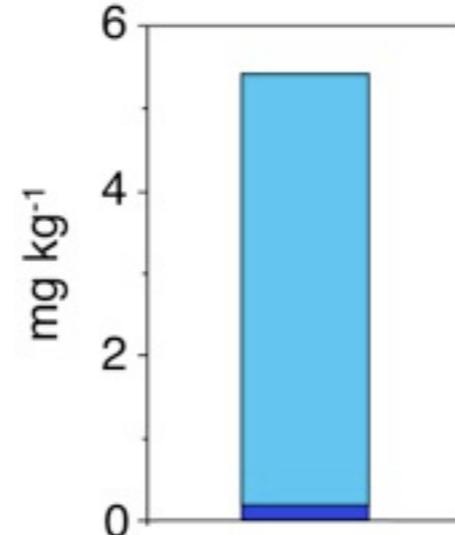


arenas



arcillas

MAT. ORG. % 1,4 %  
 CARBONATOS % 9,4 %  
 CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 16,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>

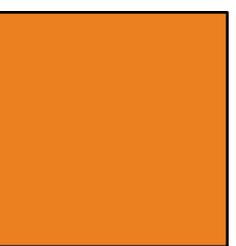


TEXTURA  
 arena 7,7 %  
 arcilla 63,1 %

ESTRUCTURA  
 bloques  
 tamaño fino  
 grado fuerte



arenas



arcillas

MAT. ORG. % 1,0 %  
 CARBONATOS % 14,3 %  
 CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 26,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>

### Cd



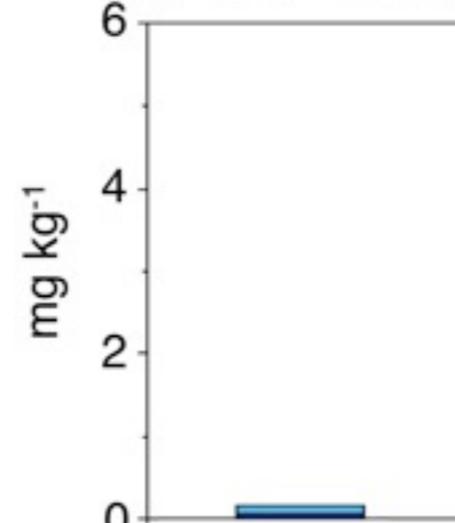
### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



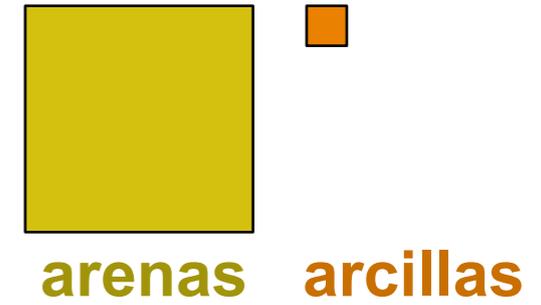
### Efecto depurador de los suelos

contaminación por agua de gravedad  
contaminación por agua de retención

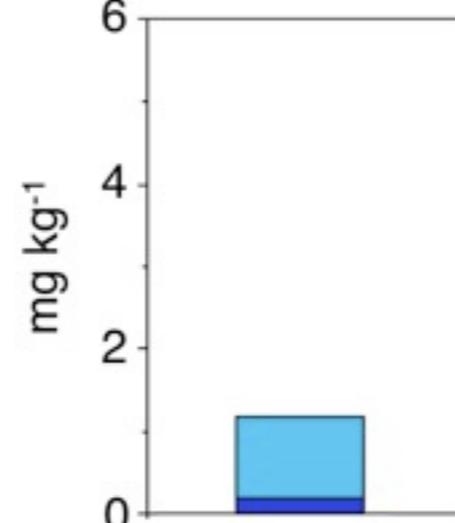


TEXTURA  
arena 21,9 %  
arcilla 40,4 %

ESTRUCTURA  
bloques  
tamaño medio  
grado moderado

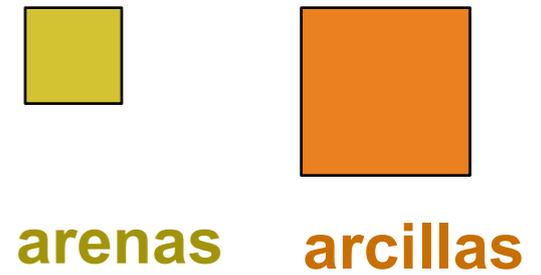


MAT. ORG. % 0,8 %  
CARBONATOS % 0,3 %  
CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 6,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>

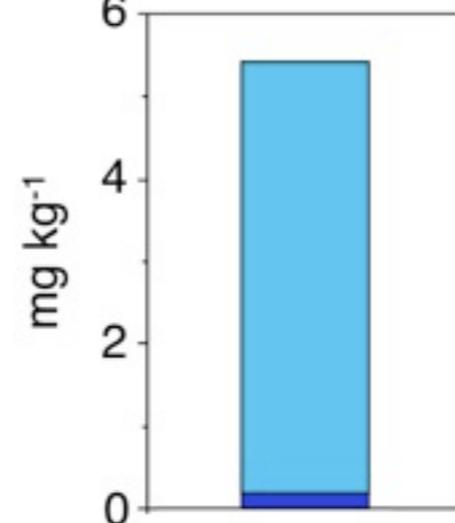


TEXTURA  
arena 68,0 %  
arcilla 12,7 %

ESTRUCTURA  
granos sueltos  
sin tamaño  
sin desarrollo

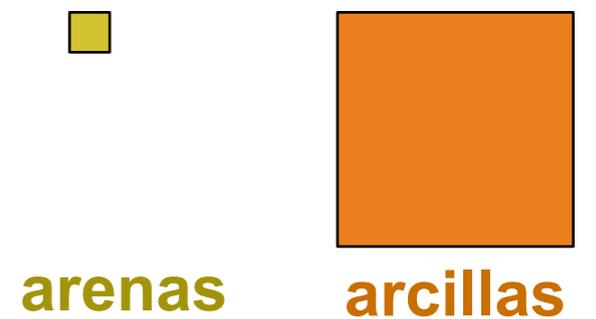


MAT. ORG. % 1,4 %  
CARBONATOS % 9,4 %  
CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 16,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>



TEXTURA  
arena 7,7 %  
arcilla 63,1 %

ESTRUCTURA  
bloques  
tamaño fino  
grado fuerte



MAT. ORG. % 1,0 %  
CARBONATOS % 14,3 %  
CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 26,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>



### Cd



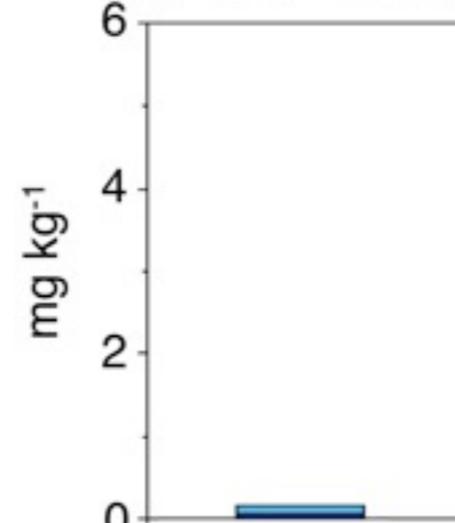
### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Efecto depurador de los suelos

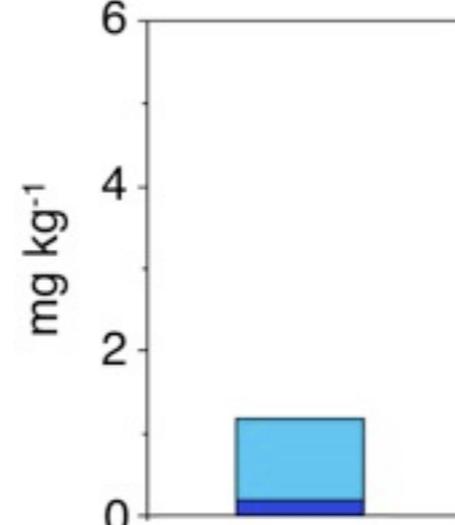
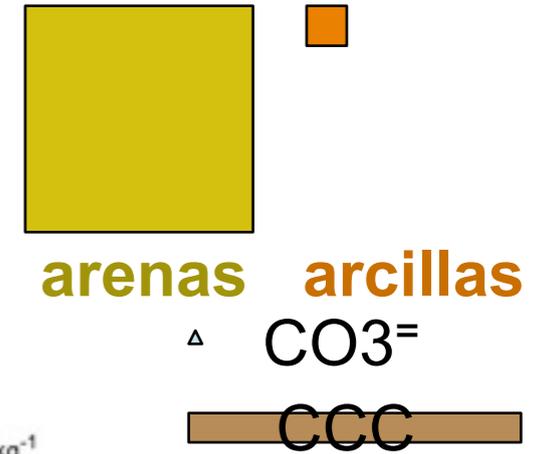
■ contaminación por agua de gravedad  
 ■ contaminación por agua de retención



TEXTURA  
 arena 21,9 %  
 arcilla 40,4 %

ESTRUCTURA  
 bloques  
 tamaño medio  
 grado moderado

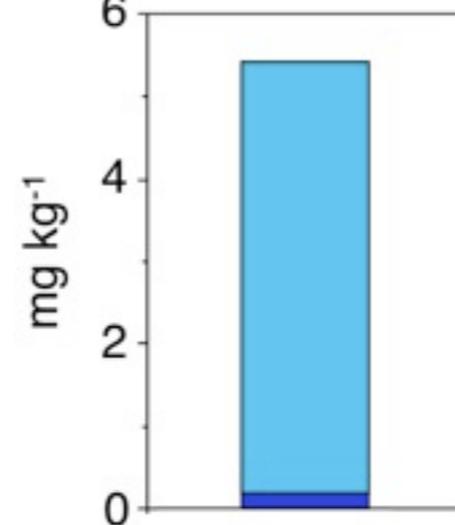
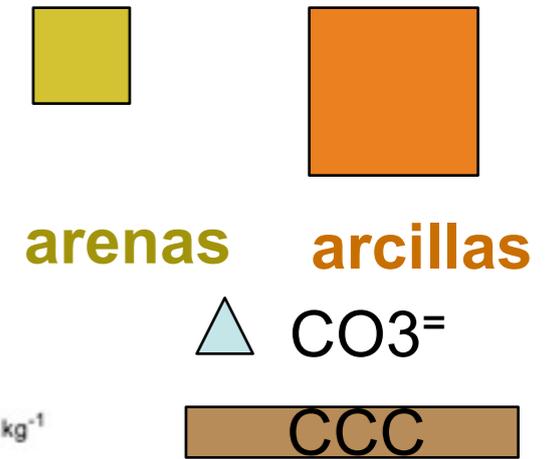
MAT. ORG. % 0,8 %  
 CARBONATOS % 0,3 %  
 CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 6,6 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>



TEXTURA  
 arena 68,0 %  
 arcilla 12,7 %

ESTRUCTURA  
 granos sueltos  
 sin tamaño  
 sin desarrollo

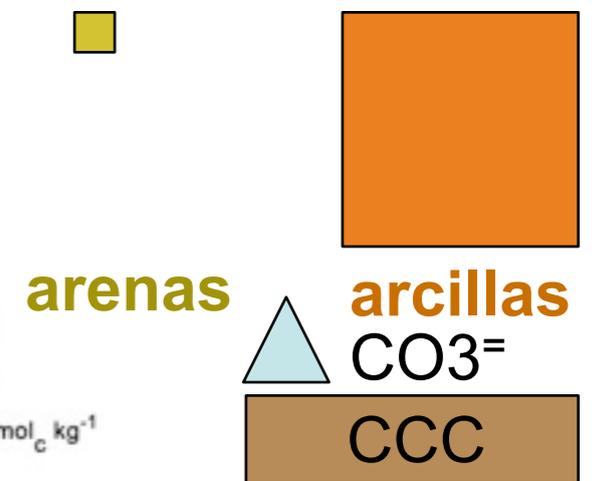
MAT. ORG. % 1,4 %  
 CARBONATOS % 9,4 %  
 CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 16,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>



TEXTURA  
 arena 7,7 %  
 arcilla 63,1 %

ESTRUCTURA  
 bloques  
 tamaño fino  
 grado fuerte

MAT. ORG. % 1,0 %  
 CARBONATOS % 14,3 %  
 CAPACIDAD DE CAMBIO CATIONES 26,4 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>



# Cd

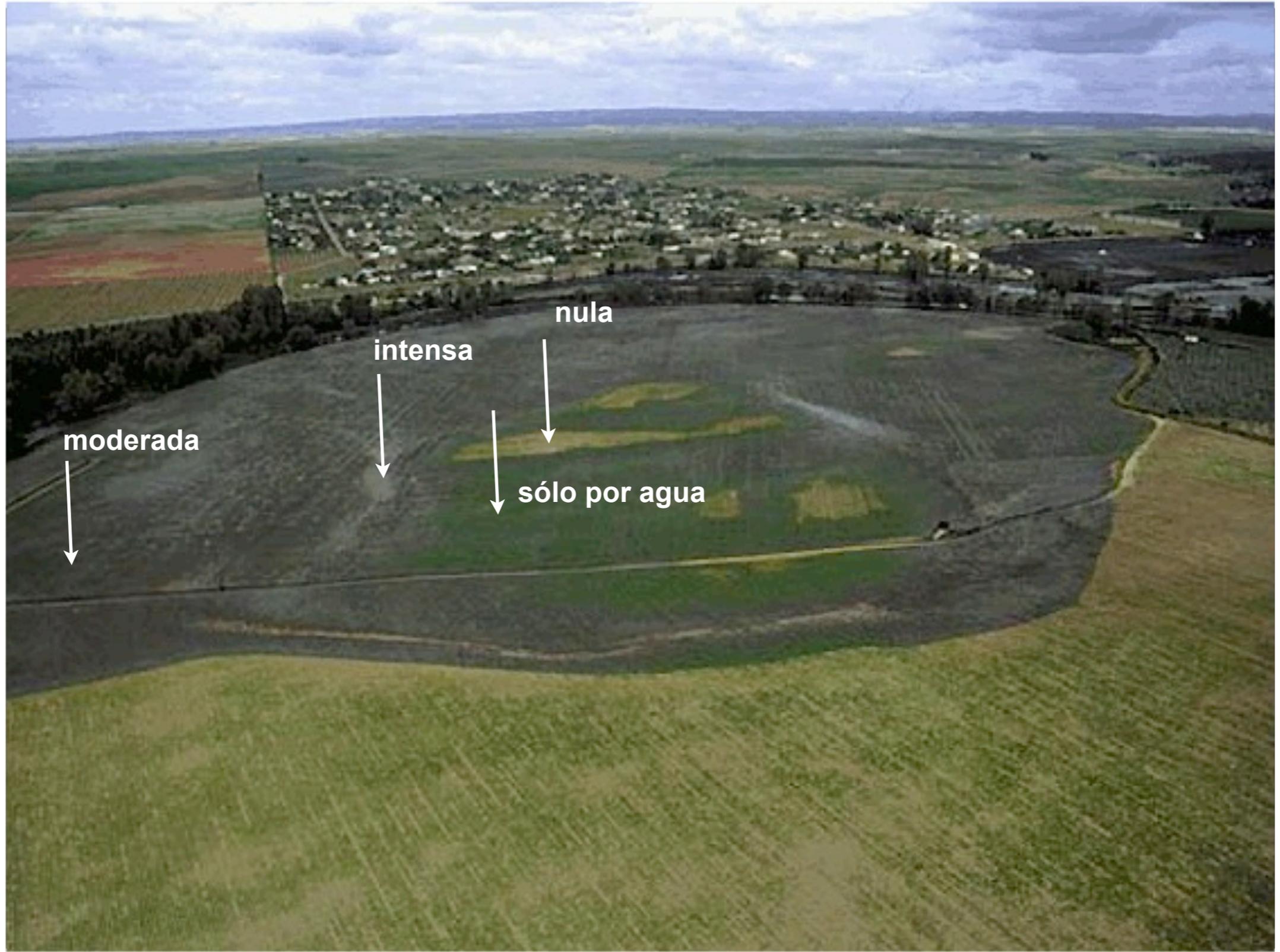
### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





	mg kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
	Máximo	Mínimo	Media	DE		Máximo	Mínimo	Media	DE
Mn	1030,0	470,6	681,9	172,8	Cd	5,7	0,4	2,2	1,8
Zn	2235,2	144,6	747,9	705,7	Ni	40,4	17,4	29,1	7,5
Pb	1785,5	60,0	370,4	627,6	Sn	4,8	0,0	1,0	1,8
Cu	400,8	33,8	132,8	124,2	Y	22,2	12,5	18,3	3,6
As	603,7	29,0	127,0	211,1	Be	2,7	1,0	1,8	0,6
Sb	145,6	4,0	27,7	52,1	U	2,2	1,1	1,7	0,4
Ba	378,3	216,6	292,1	55,4	Th	19,5	9,1	13,9	4,1
V	127,7	75,6	94,7	17,4	Sc	16,5	6,2	10,9	3,3
Tl	8,9	0,5	2,1	3,1	Hg	0,6	0,2	0,4	0,1
Cr	103,2	45,1	68,5	18,8	Mo	2,1	0,0	0,7	0,7
Co	22,7	10,2	15,9	3,8	In	0,6	0,1	0,2	0,2
Bi	12,6	0,5	2,6	4,4	Se	3,4	0,0	0,5	1,3

Tabla 6. Composición elemental de suelos afectados, entre 0-10 cm.  
DE es la desviación estandar.

suelos contaminados

	mg kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
	Máximo	Mínimo	Media	DE		Máximo	Mínimo	Media	DE
Mn	1250,0	365,9	845,5	275,6	Cd	0,9	0,0	0,5	0,4
Zn	376,1	45,8	230,8	123,1	Ni	47,7	14,0	32,1	12,3
Pb	74,6	22,0	41,8	16,4	Sn	3,4	0,0	0,8	1,3
Cu	66,9	17,0	42,2	18,8	Y	30,1	8,3	16,1	7,7
As	31,5	11,5	18,1	6,5	Be	2,8	0,9	1,9	0,7
Sb	3,0	1,5	2,2	0,7	U	3,1	1,1	1,8	0,7
Ba	363,7	196,9	292,9	58,2	Th	16,8	4,1	11,7	4,4
V	132,5	45,1	100,6	31,3	Sc	17,6	4,1	11,9	5,4
Tl	0,6	0,2	0,5	0,1	Hg	0,5	0,2	0,4	0,1
Cr	99,9	33,1	68,5	25,4	Mo	0,8	0,0	0,2	0,3
Co	20,0	6,9	14,4	4,2	In	0,1	0,1	0,1	0,0
Bi	0,8	0,2	0,4	0,2	Se	0,0	0,0	0,0	0,0

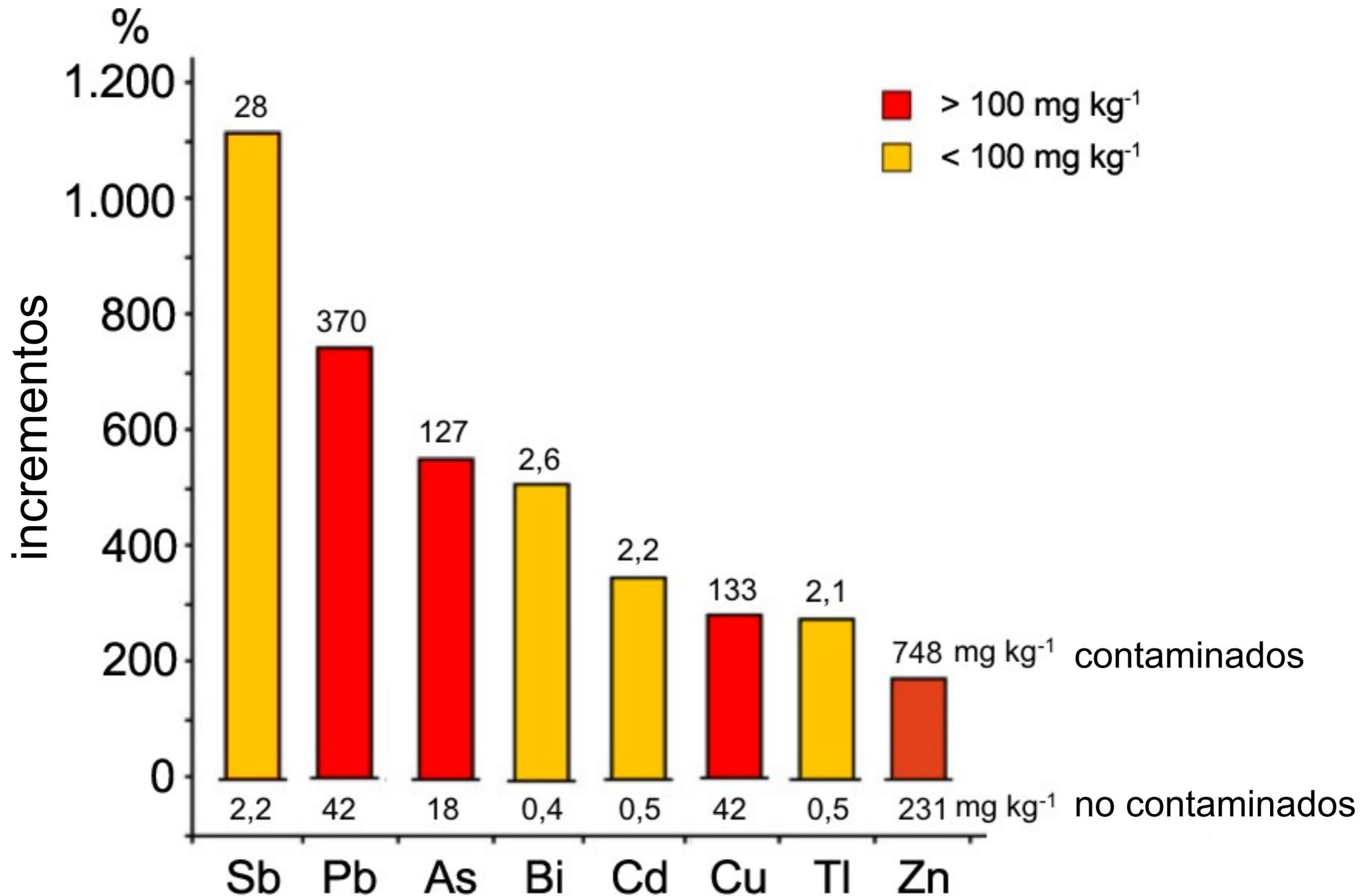
Tabla 5. Composición elemental de suelos no afectados, entre 0-10 cm.  
DE es la desviación estandar.

suelos no contaminados



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

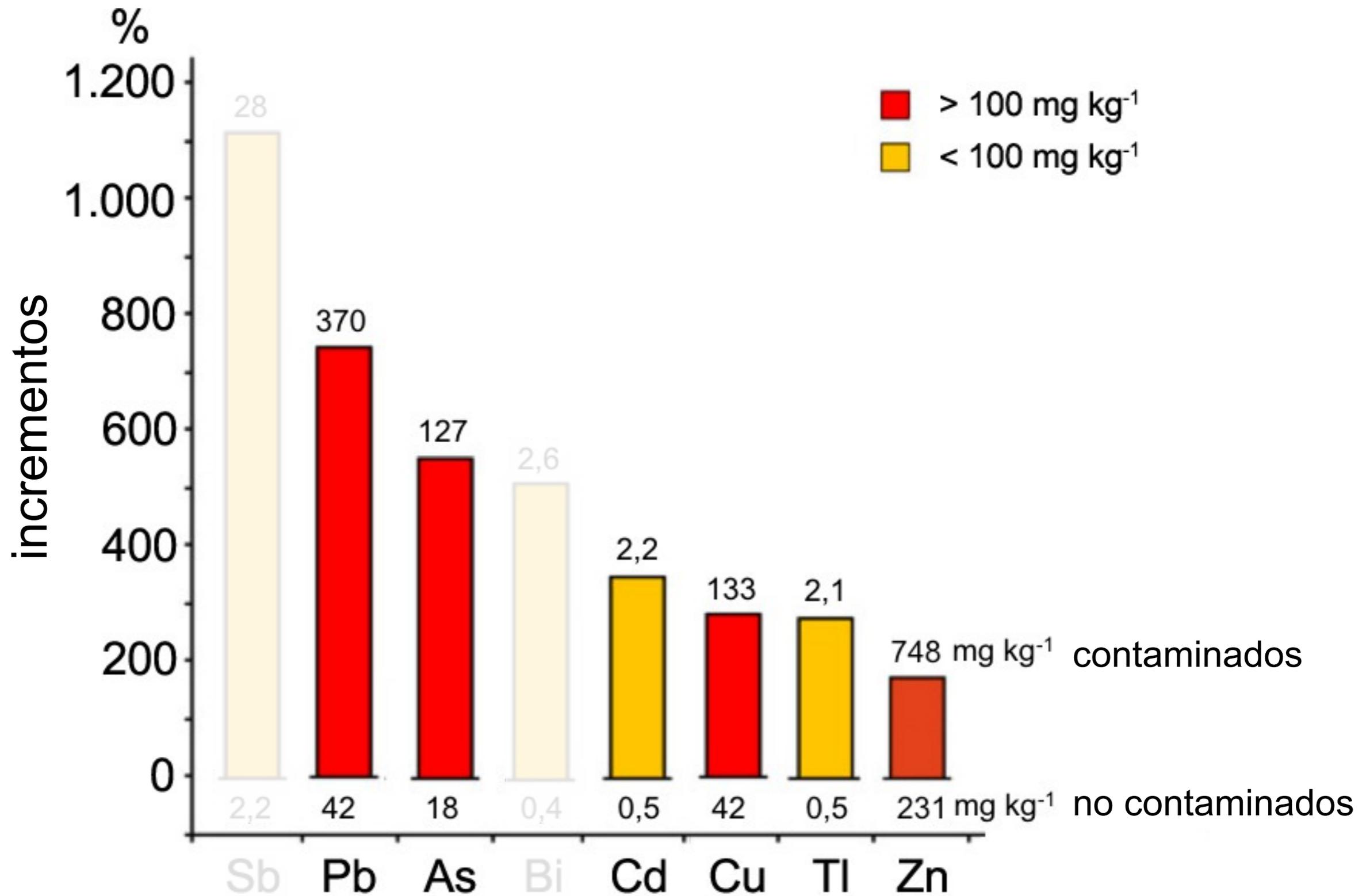


concentración media de suelos contaminados frente a los inalterados, 4 mayo 1998



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

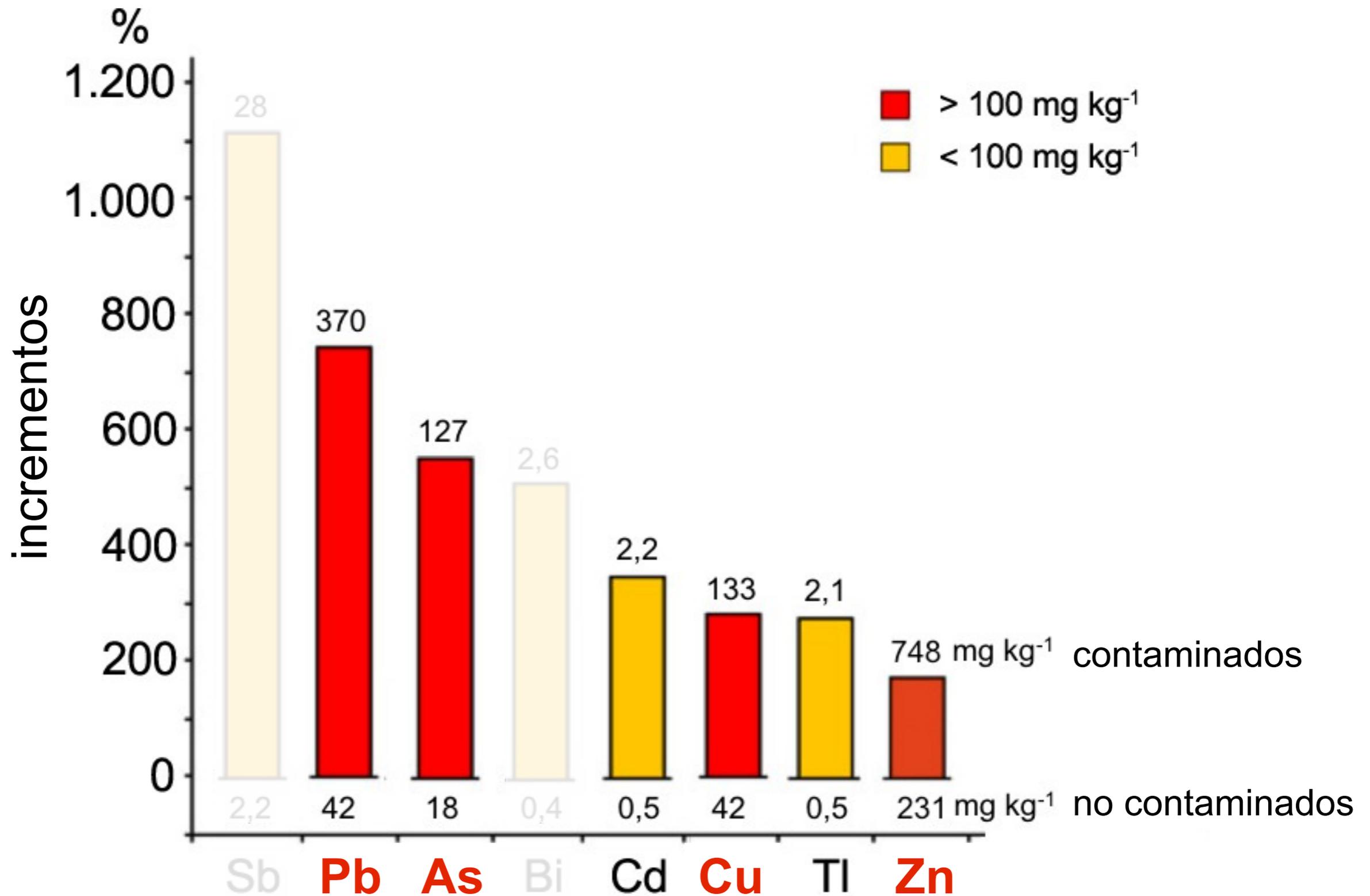


concentración media de suelos contaminados frente a los inalterados, 4 mayo 1998



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



concentración media de suelos contaminados frente a los inalterados, 4 mayo 1998



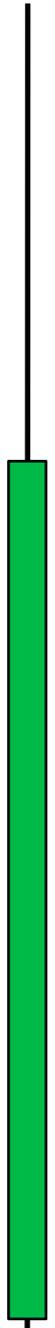
# Contaminación inicial por el lodo y el agua

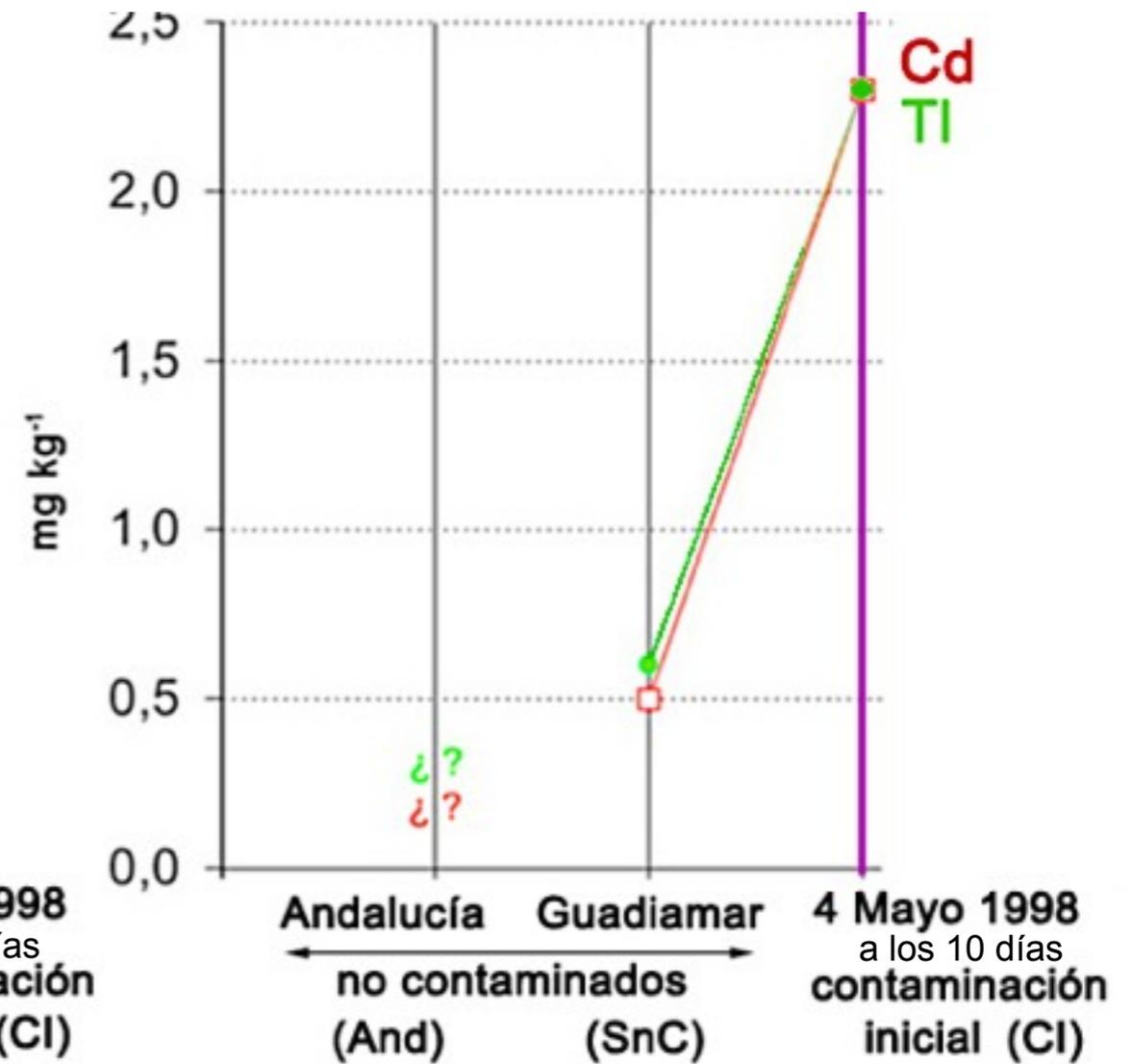
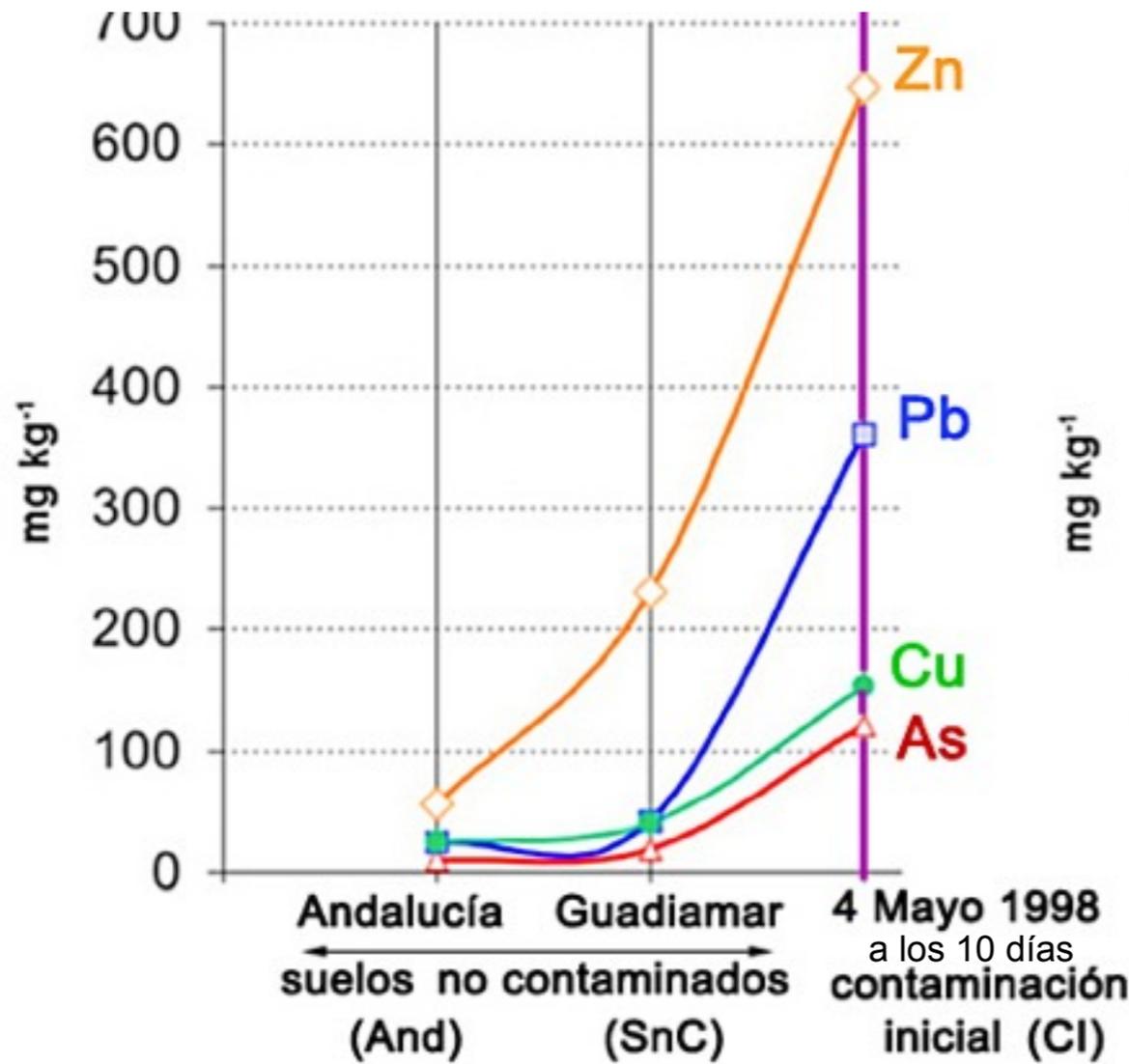
	Tl	As	Pb	Cu	Zn	Cd
<b>lodo %</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>63</b>	<b>38</b>	<b>27</b>	<b>26</b>
<b>agua %</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>37</b>	<b>62</b>	<b>73</b>	<b>74</b>

valores medios, 4 mayo 1998

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

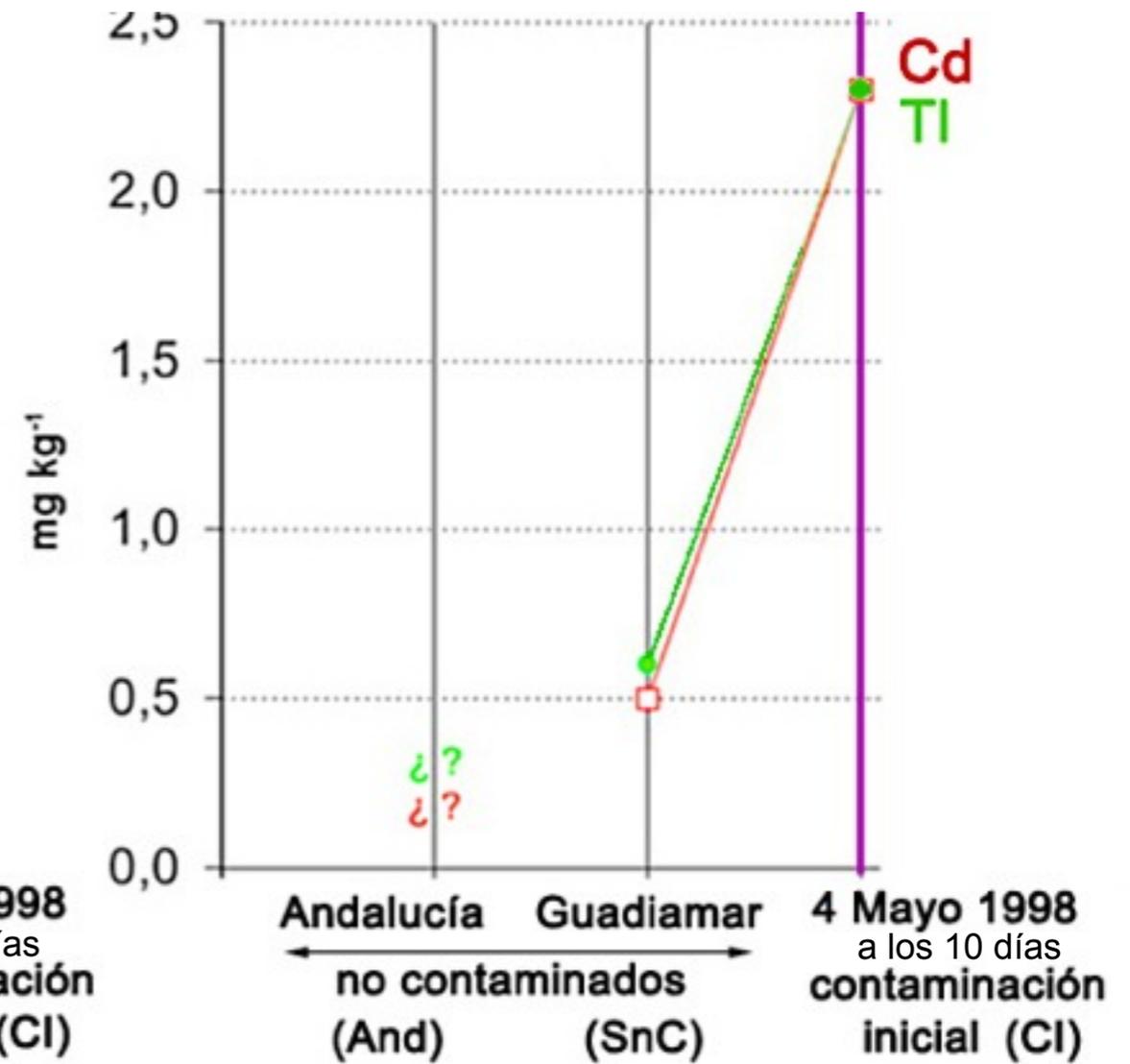
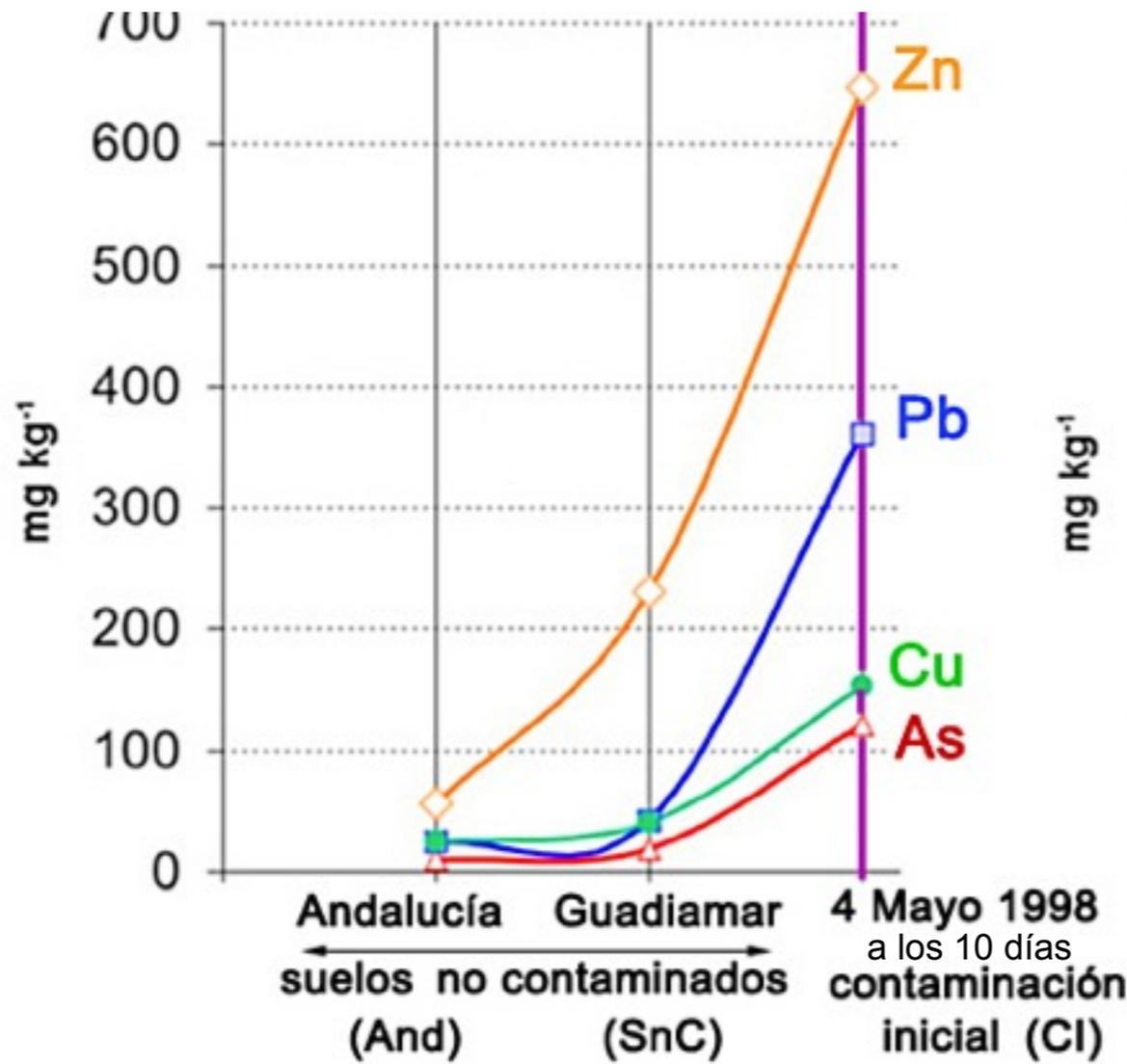




	And	SnC	CI	
◇ Zn	56	231	647	mg/kg
□ Pb	24	42	361	mg/kg
● Cu	24	40	153	mg/kg
△ As	10	18	122	mg/kg

	And	SnC	CI	
□ Cd	¿ ?	0,5	2,3	mg/kg
● Tl	¿ ?	0,6	2,3	mg/kg

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm

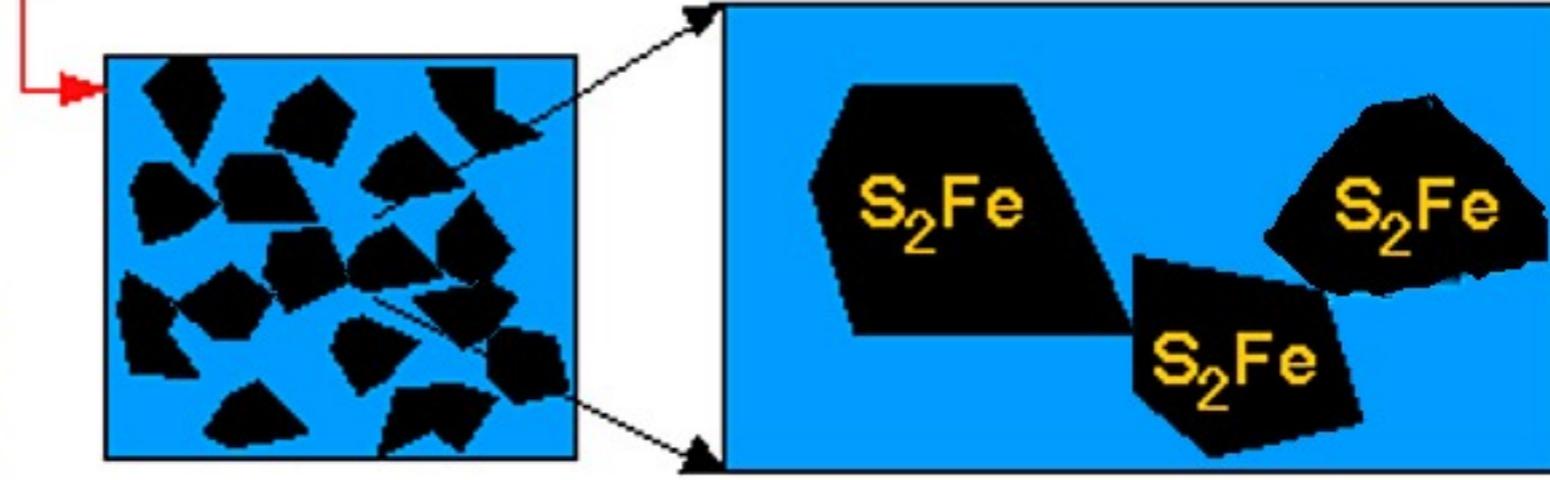
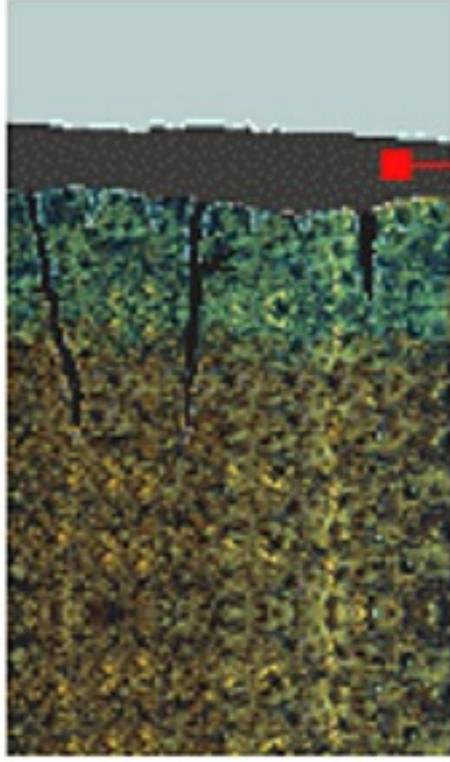


	And	SnC	CI	Incrementos
◇ Zn	56	231	647	180%
□ Pb	24	42	361	764%
● Cu	24	40	153	181%
△ As	10	18	122	572%

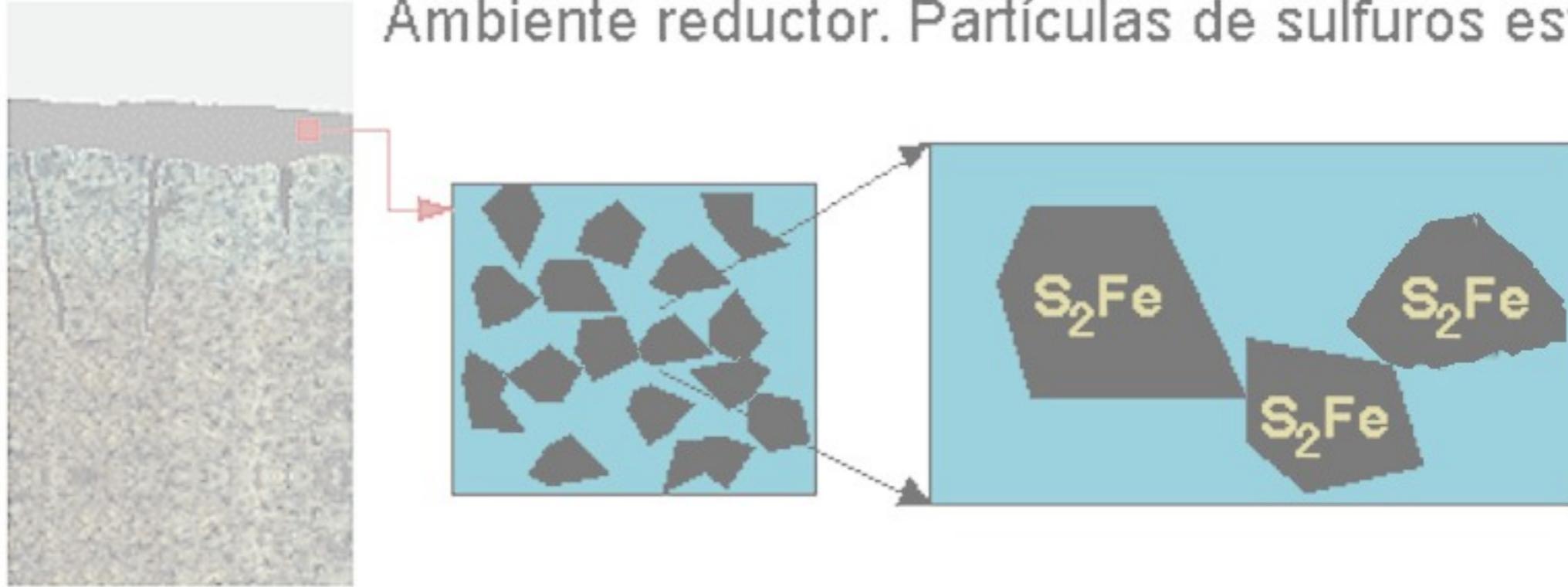
	And	SnC	CI	Incrementos
□ Cd	¿ ?	0,5	2,3	360%
● Tl	¿ ?	0,6	2,3	283%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm

Situación inicial. Lodos completamente saturados en agua.  
Ambiente reductor. Partículas de sulfuros estables.

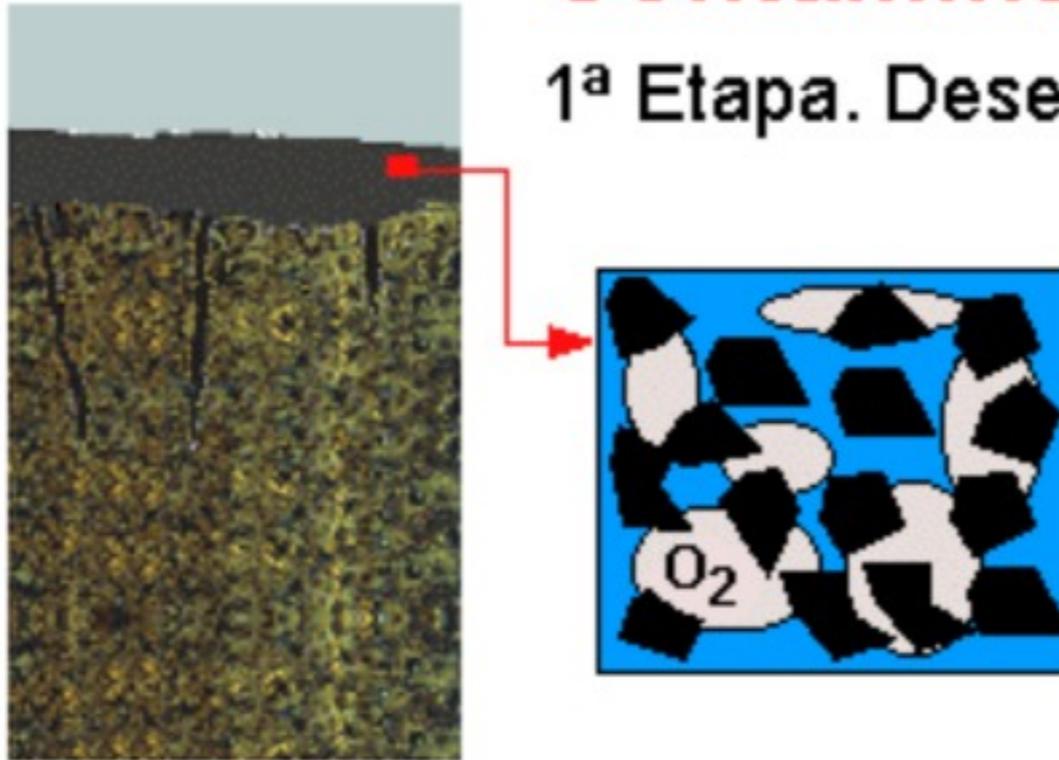


Situación inicial. Lodos completamente saturados en agua.  
Ambiente reductor. Partículas de sulfuros estables.



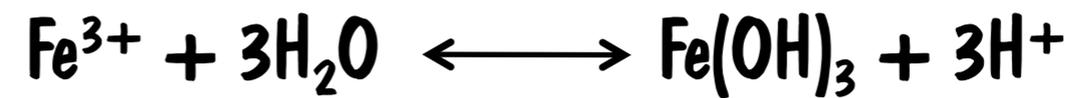
## Contaminación secundaria

1ª Etapa. Deseccación parcial

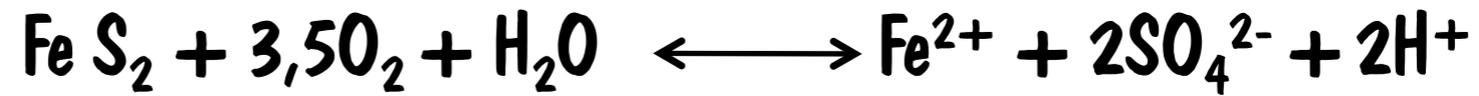




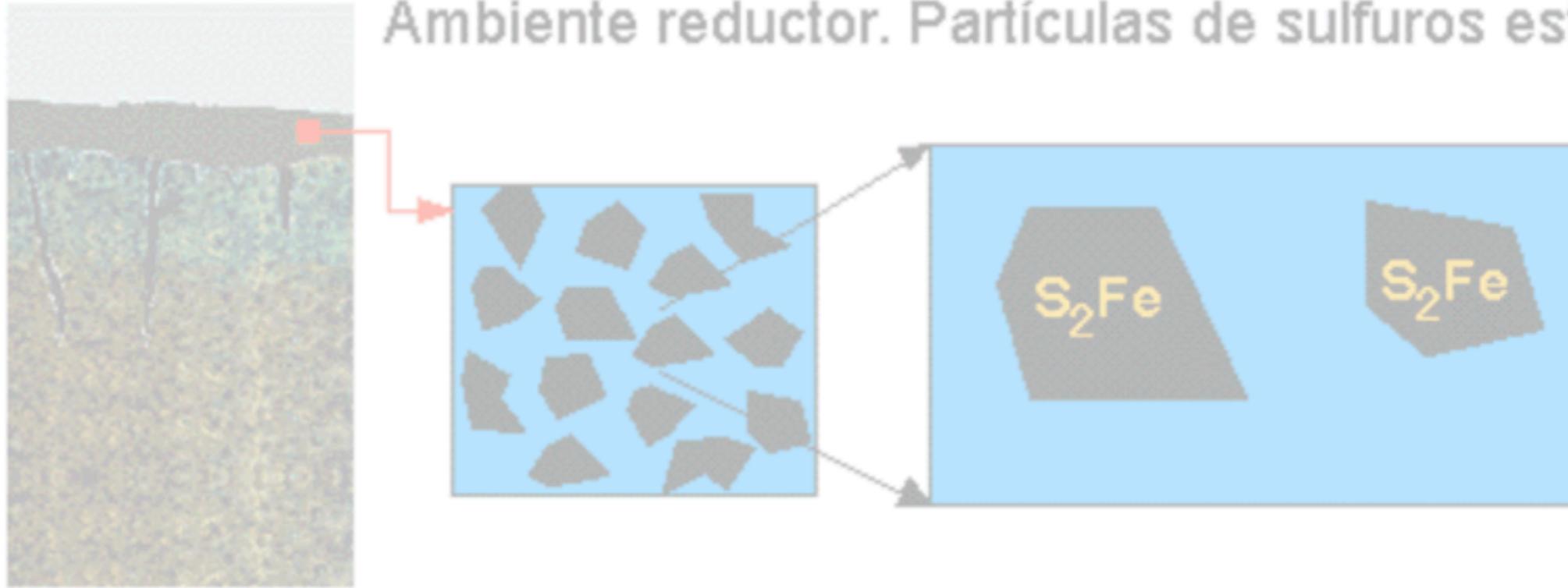
para pH > 4,5



para pH < 4,5

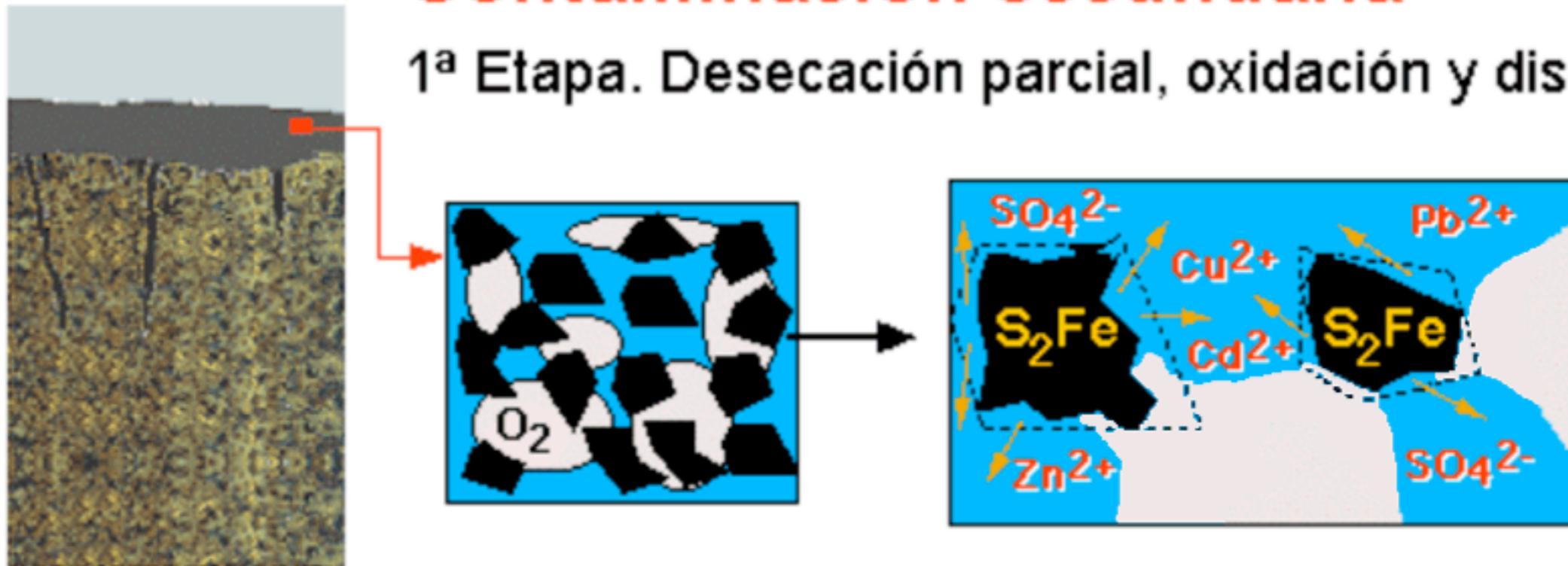


Situación inicial. Lodos completamente saturados en agua.  
Ambiente reductor. Partículas de sulfuros estables.



## Contaminación secundaria

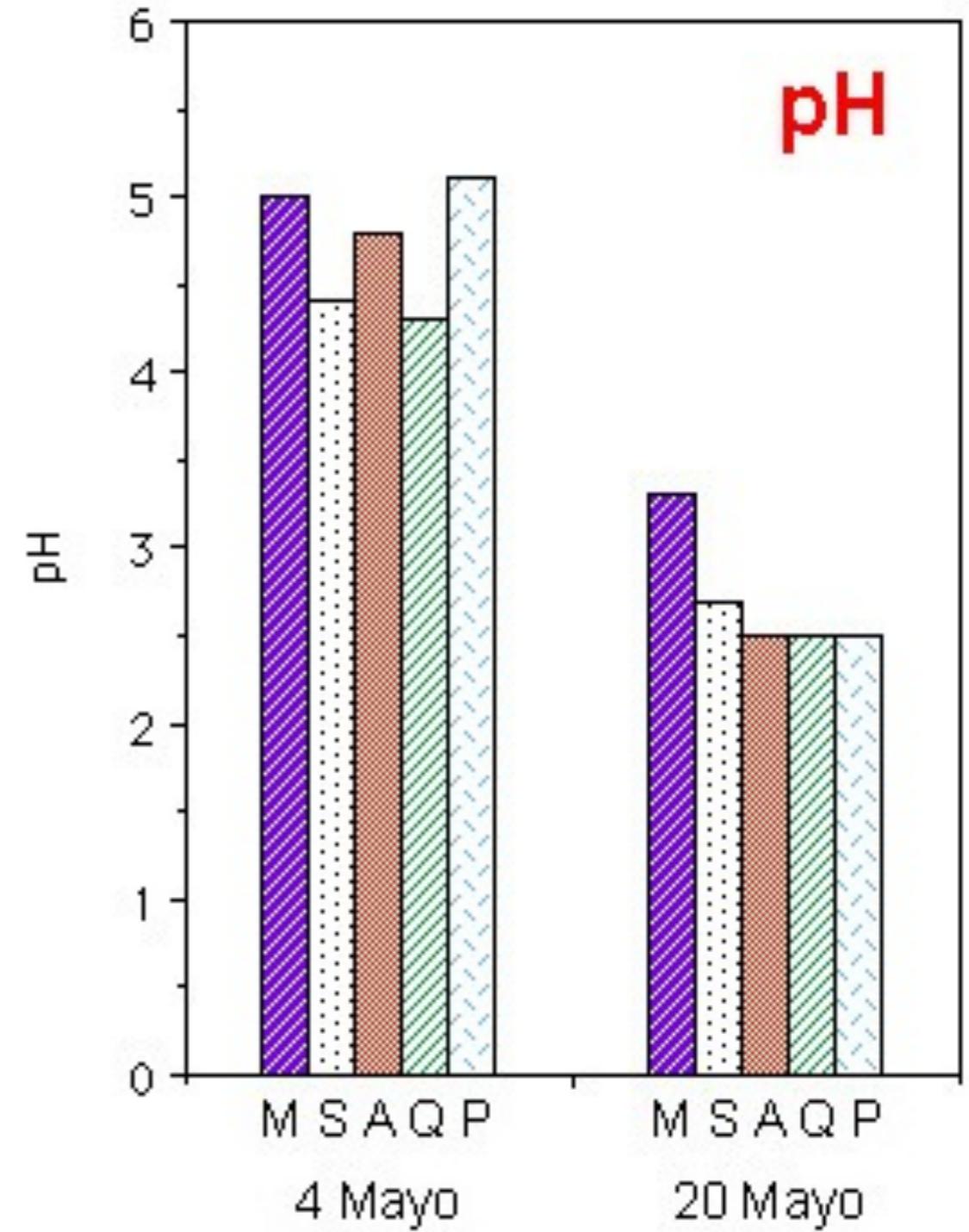
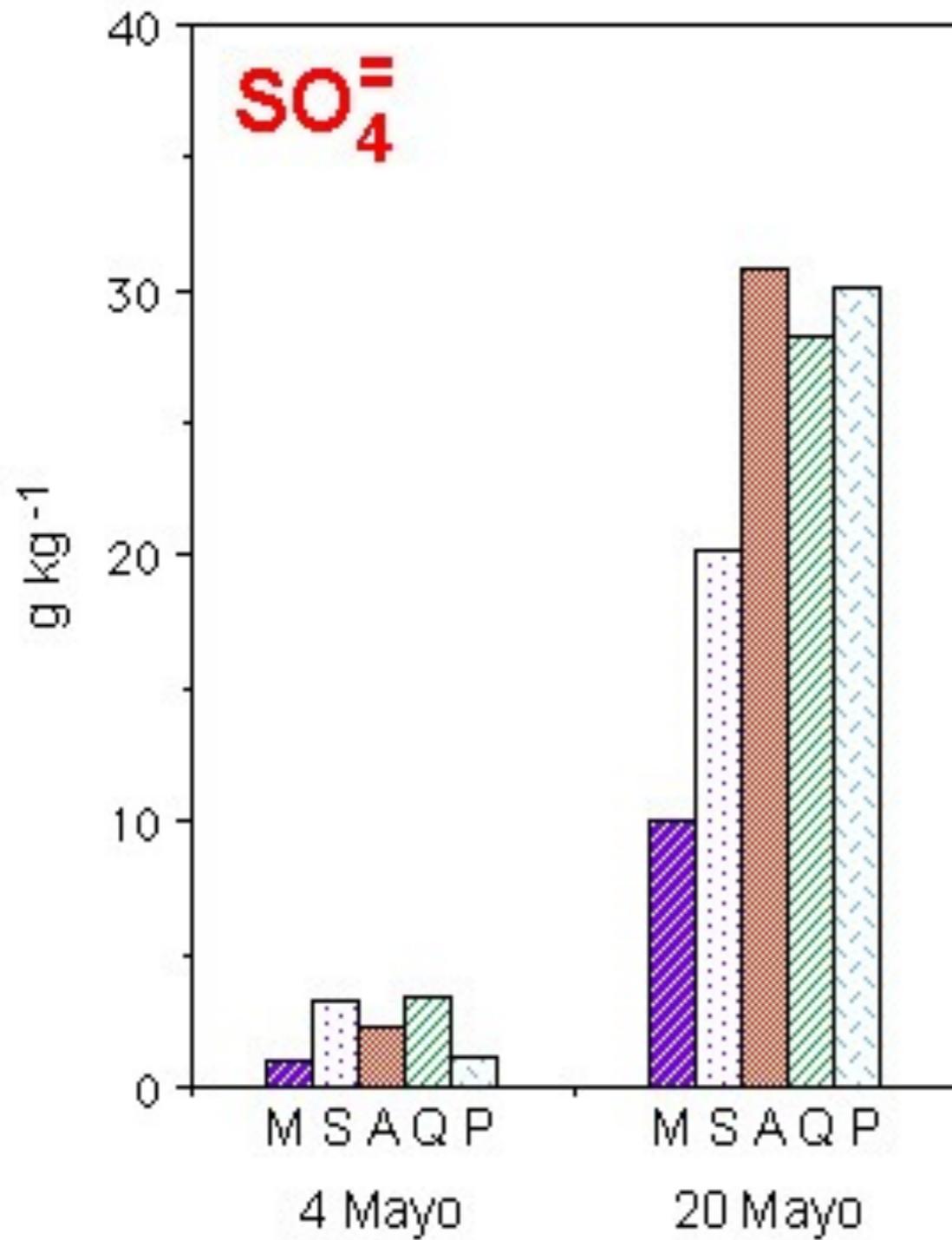
1ª Etapa. Deseccación parcial, oxidación y disolución.





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



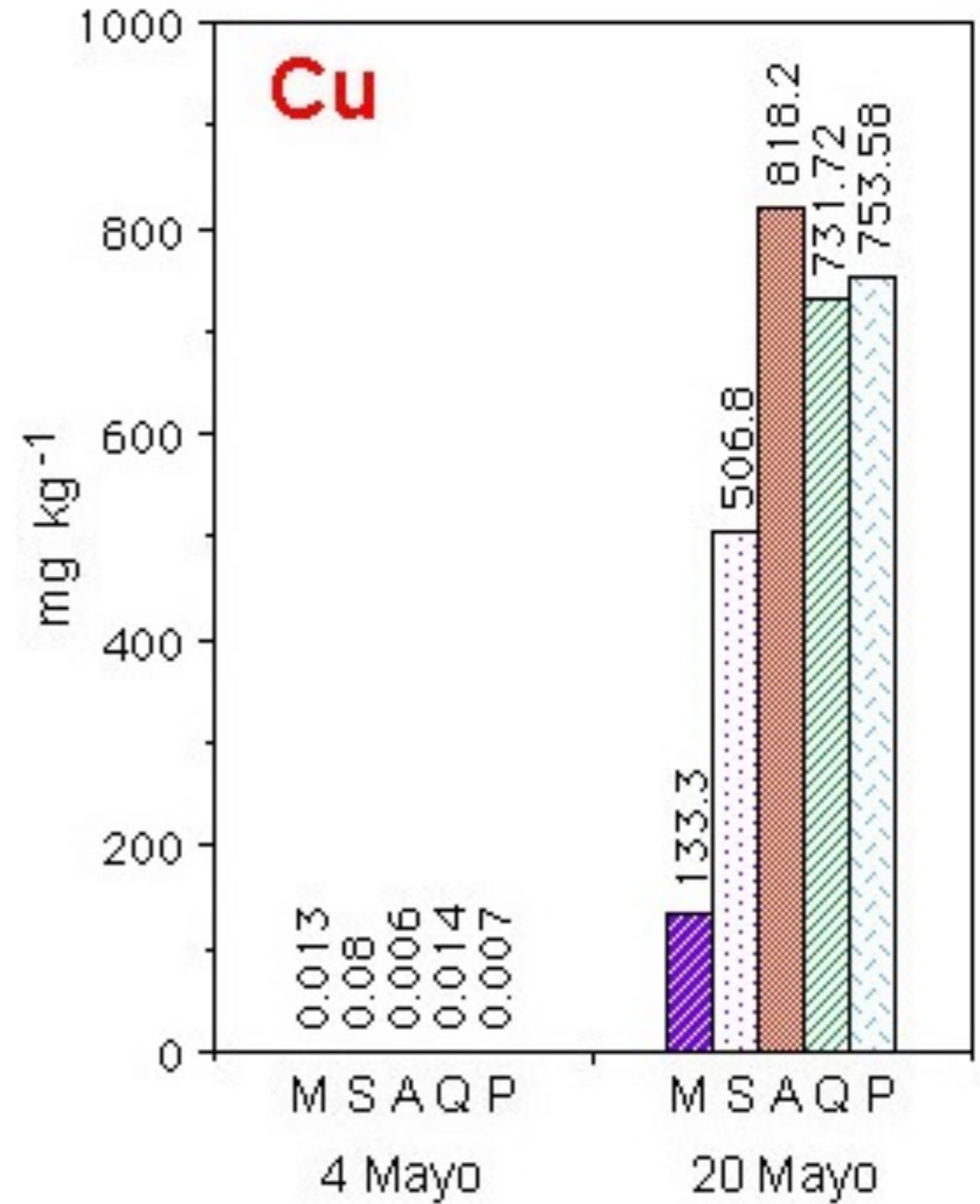
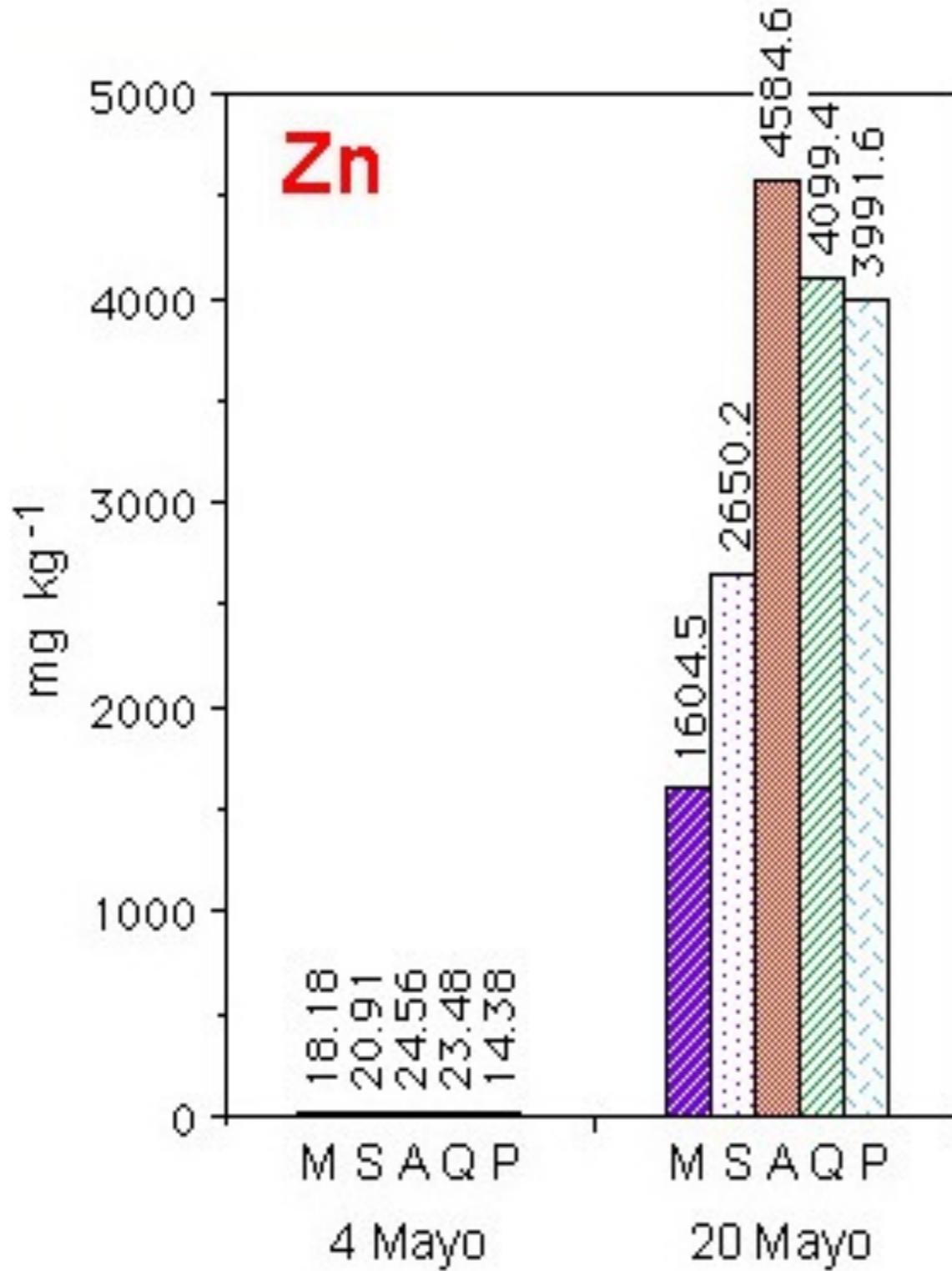
### Extractos solubles de los lodos

Puntos muestrales: M= Mina, S=Soberbina, A=Aznalcázar, Q=Vado del Quema, P=Pescante



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### Extractos solubles de los lodos

Puntos muestrales: M= Mina, S=Soberbina, A=Aznalcázar, Q=Vado del Quema, P=Pescante



### Aznalcóllar, hoy.

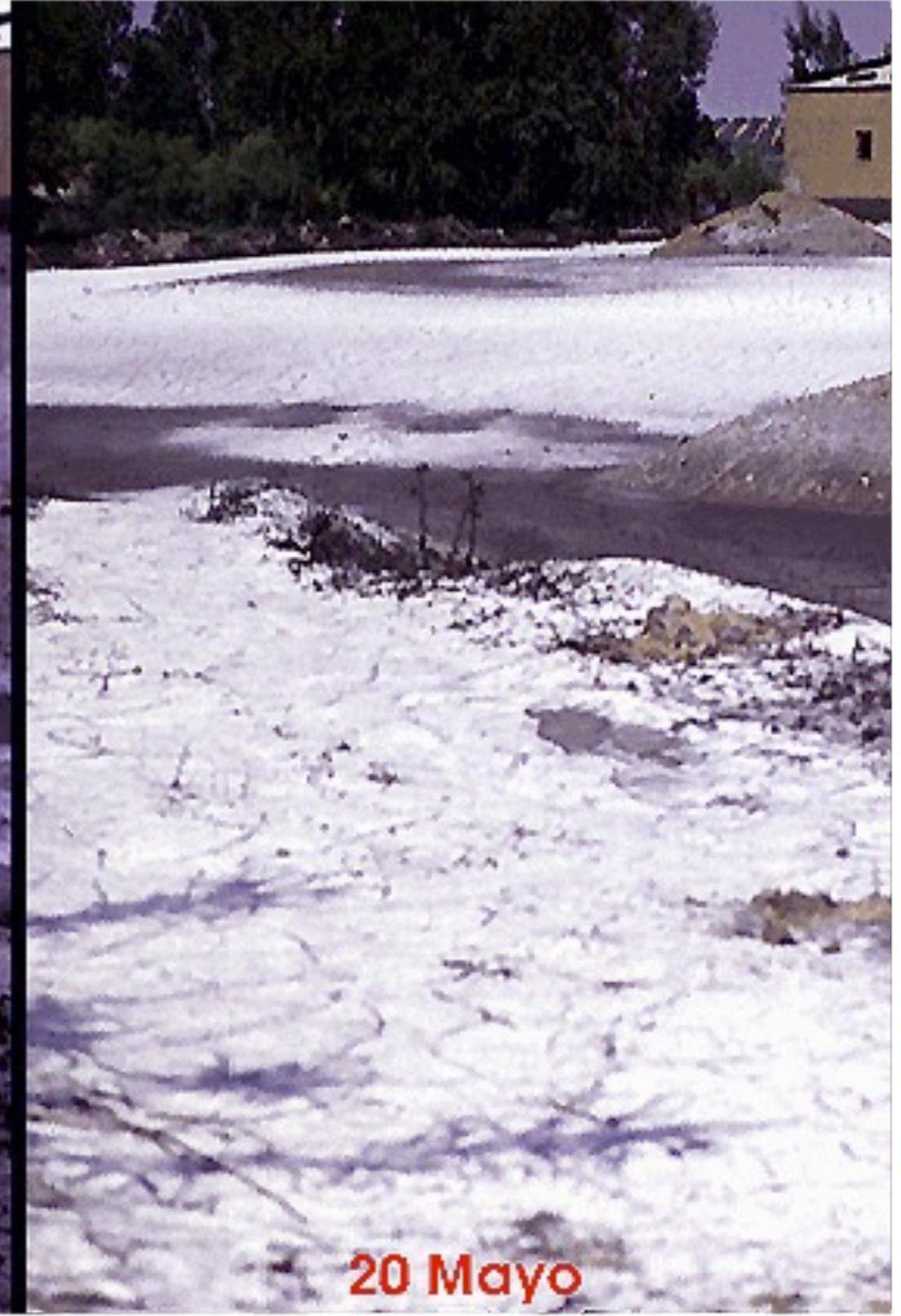
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

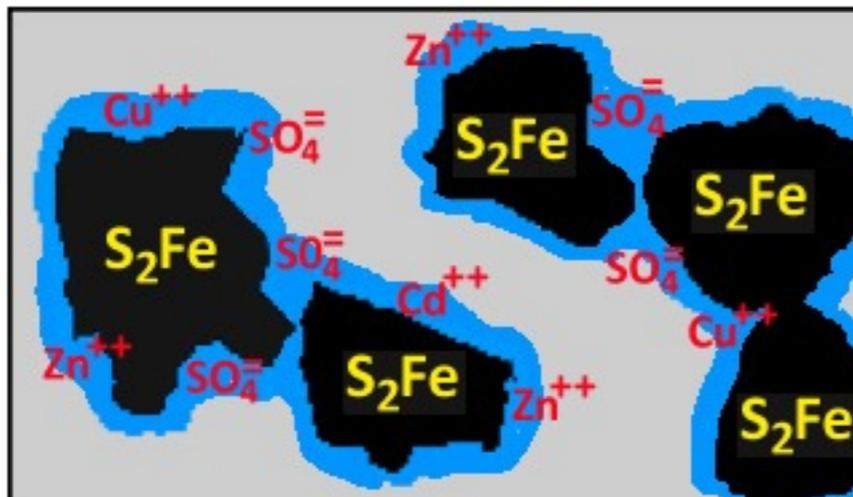


### Periodo seco

## Contaminación secundaria

1ª Etapa, desecación, oxidación, disolución

Las sales disueltas quedan retenidas en los microporos de los lodos



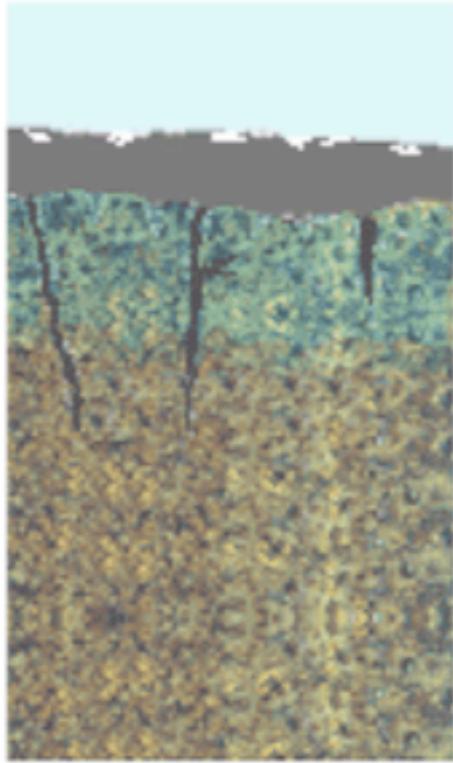


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



Periodo húmedo

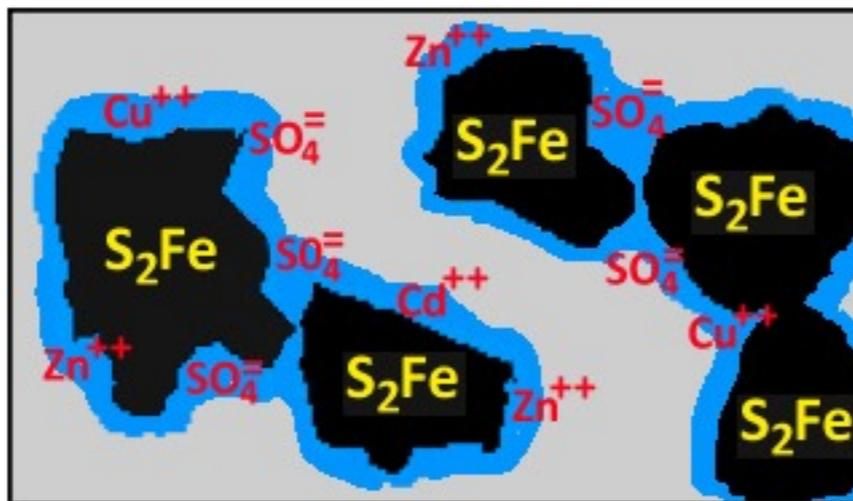


## Contaminación secundaria

2ª Etapa. Contaminación.

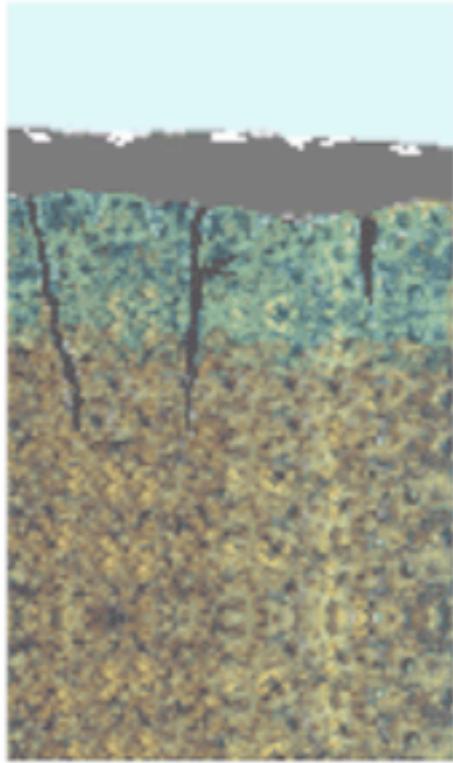
Al llegar las lluvias se produce la infiltración de los metales pesados procedentes de la oxidación de los lodos.

Las sales disueltas quedan retenidas en los microporos de los lodos





Periodo húmedo

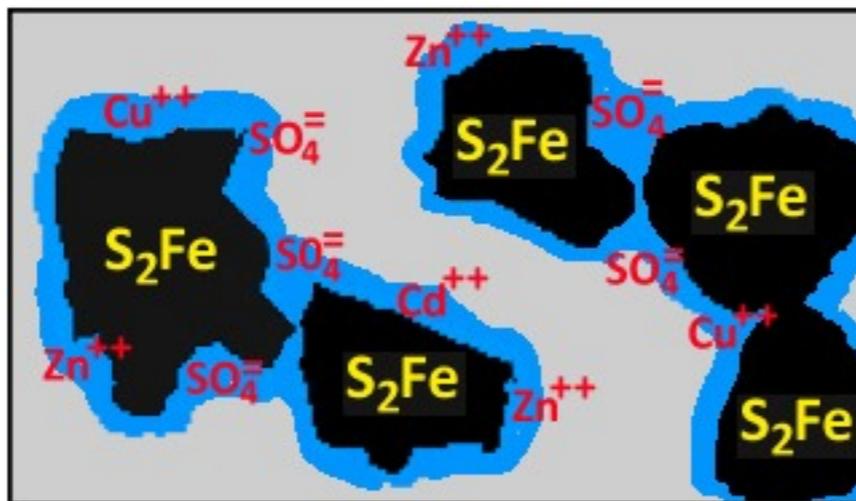


### Contaminación secundaria

2ª Etapa. Contaminación.

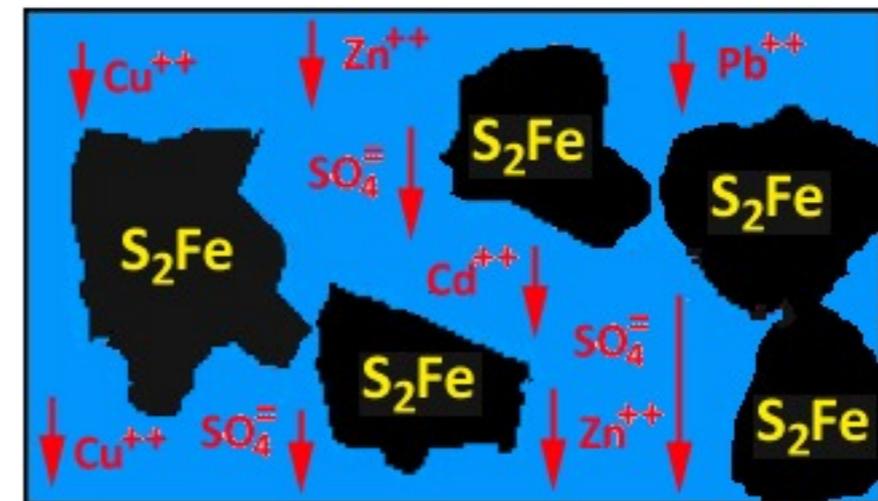
Al llegar las lluvias se produce la infiltración de los metales pesados procedentes de la oxidación de los lodos.

Las sales disueltas quedan retenidas en los microporos de los lodos



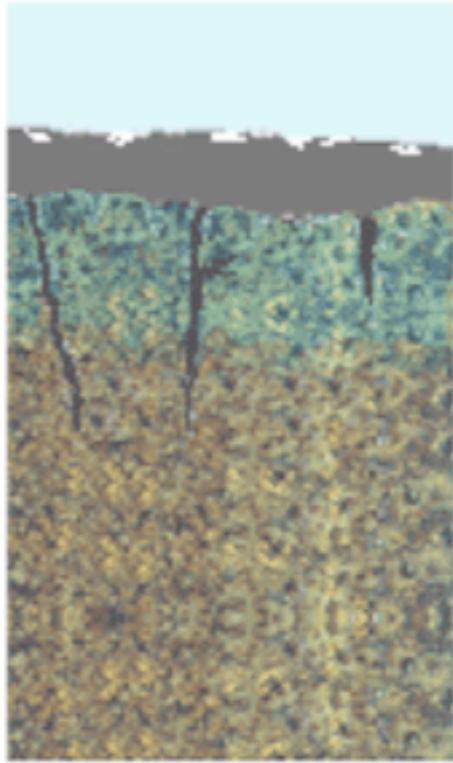
son arrastradas al interior del suelo

lluvias





Periodo húmedo



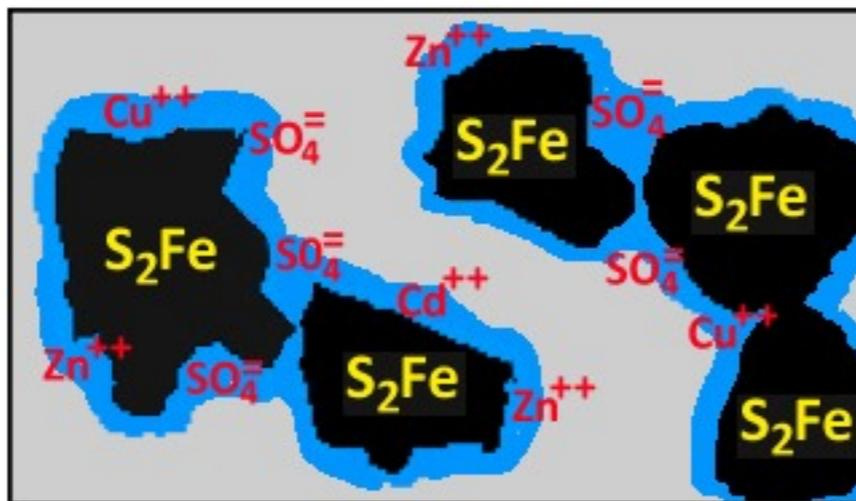
## Contaminación secundaria

2ª Etapa. Contaminación.

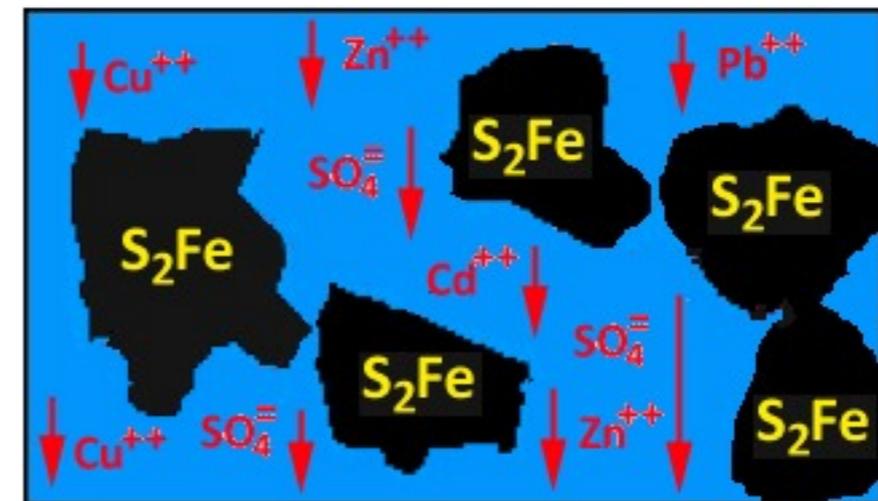
Al llegar las lluvias se produce la infiltración de los metales pesados procedentes de la oxidación de los lodos.

Las sales disueltas quedan retenidas en los microporos de los lodos

son arrastradas al interior del suelo



lluvias

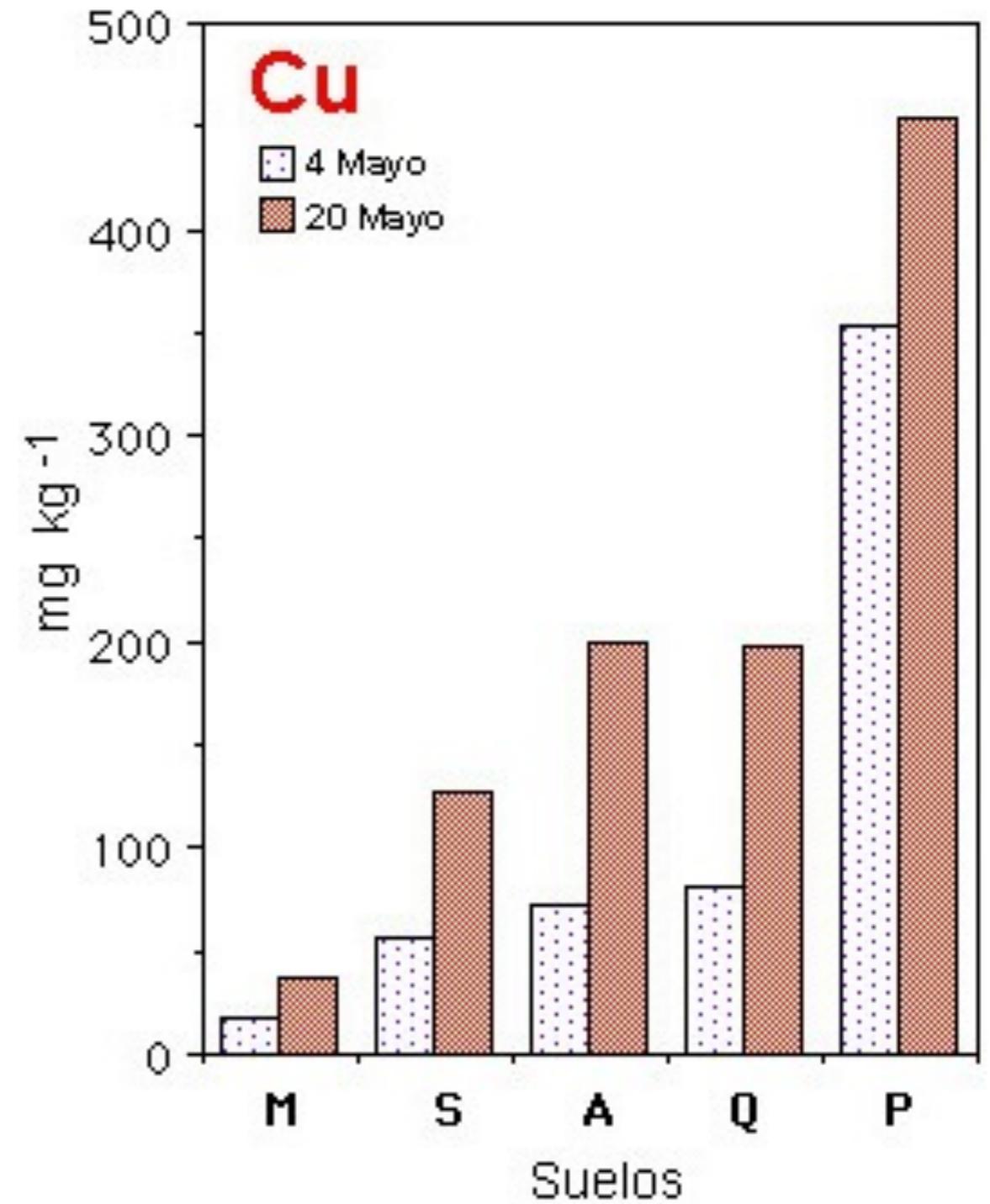
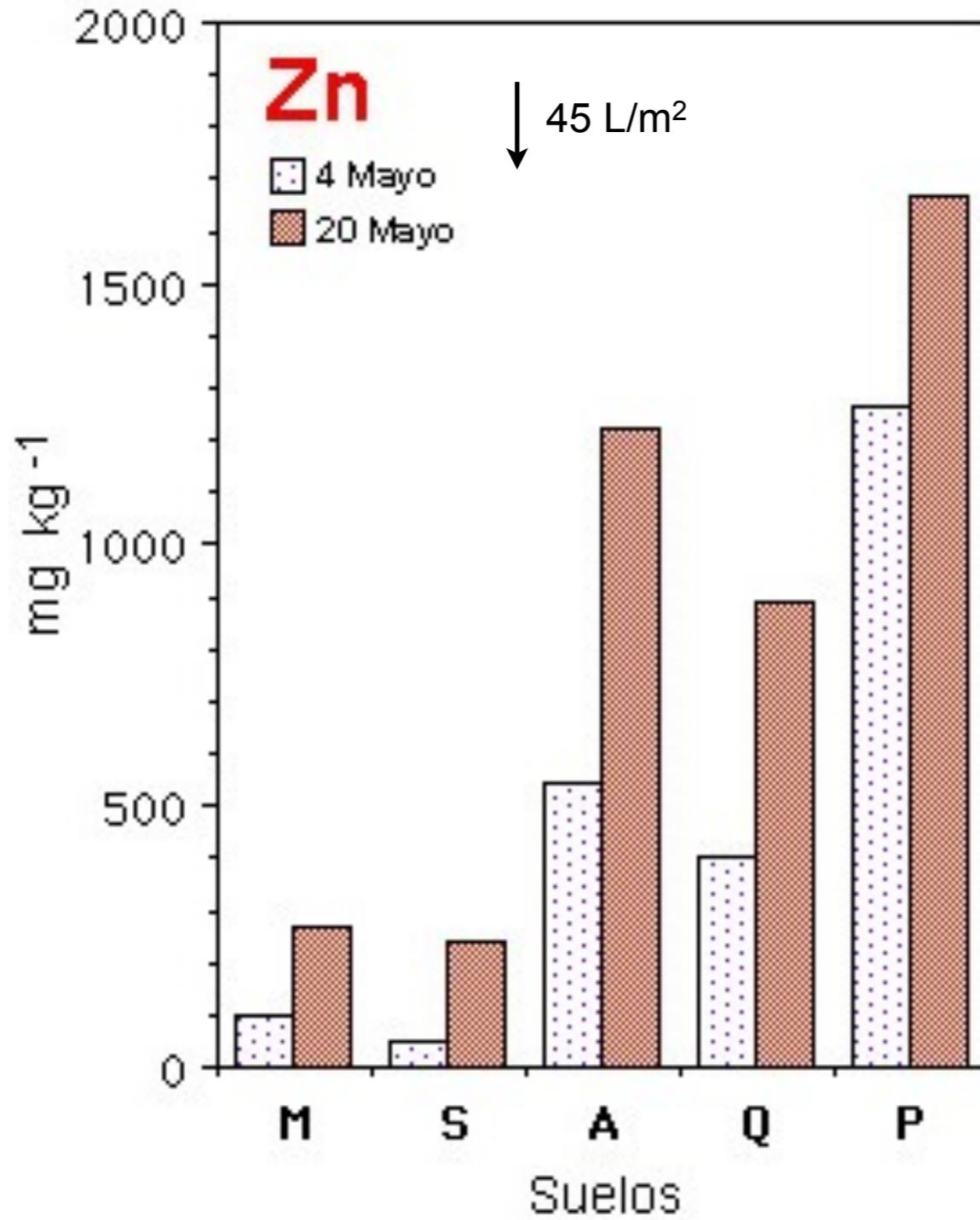


Necesidad de retirar los lodos de la superficie del suelo



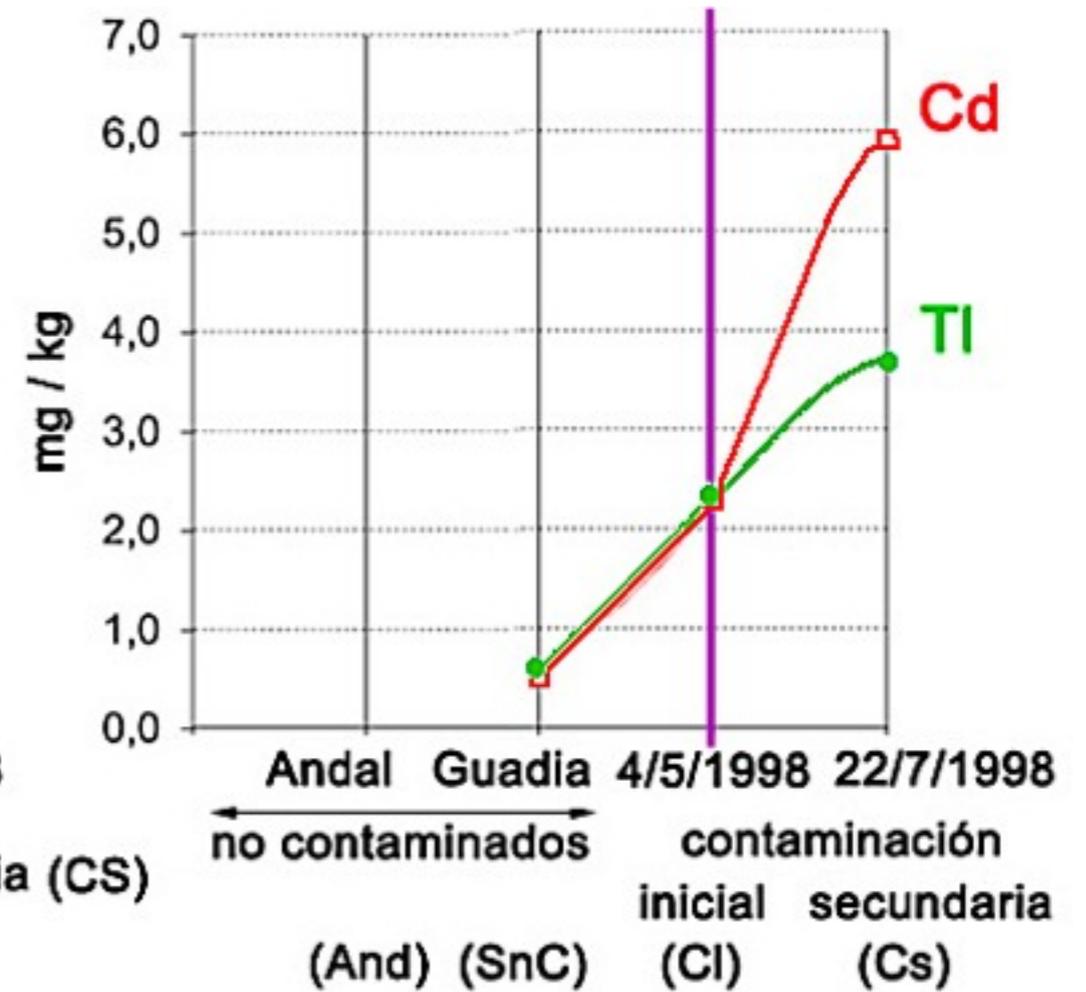
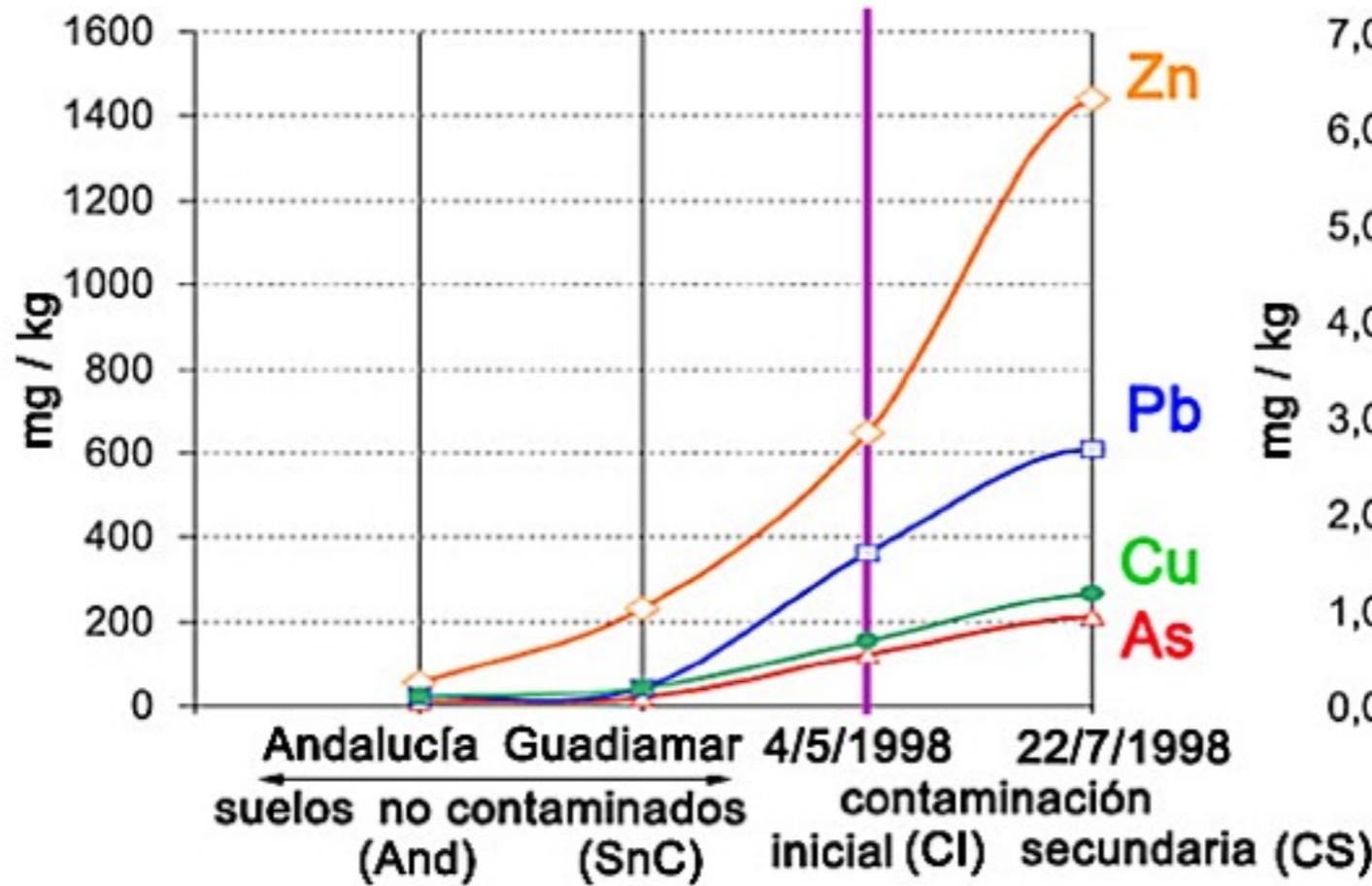
Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



Suelos horiz. 0-10cm

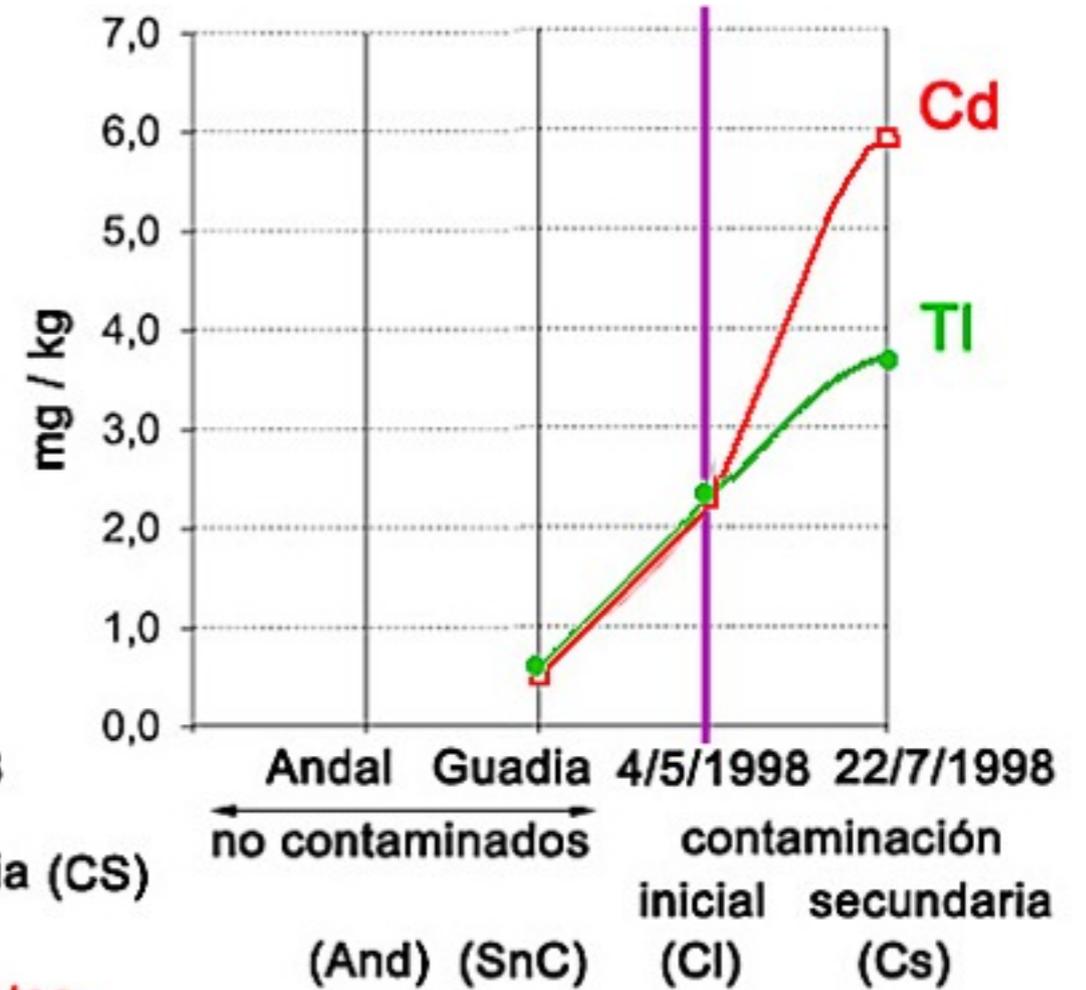
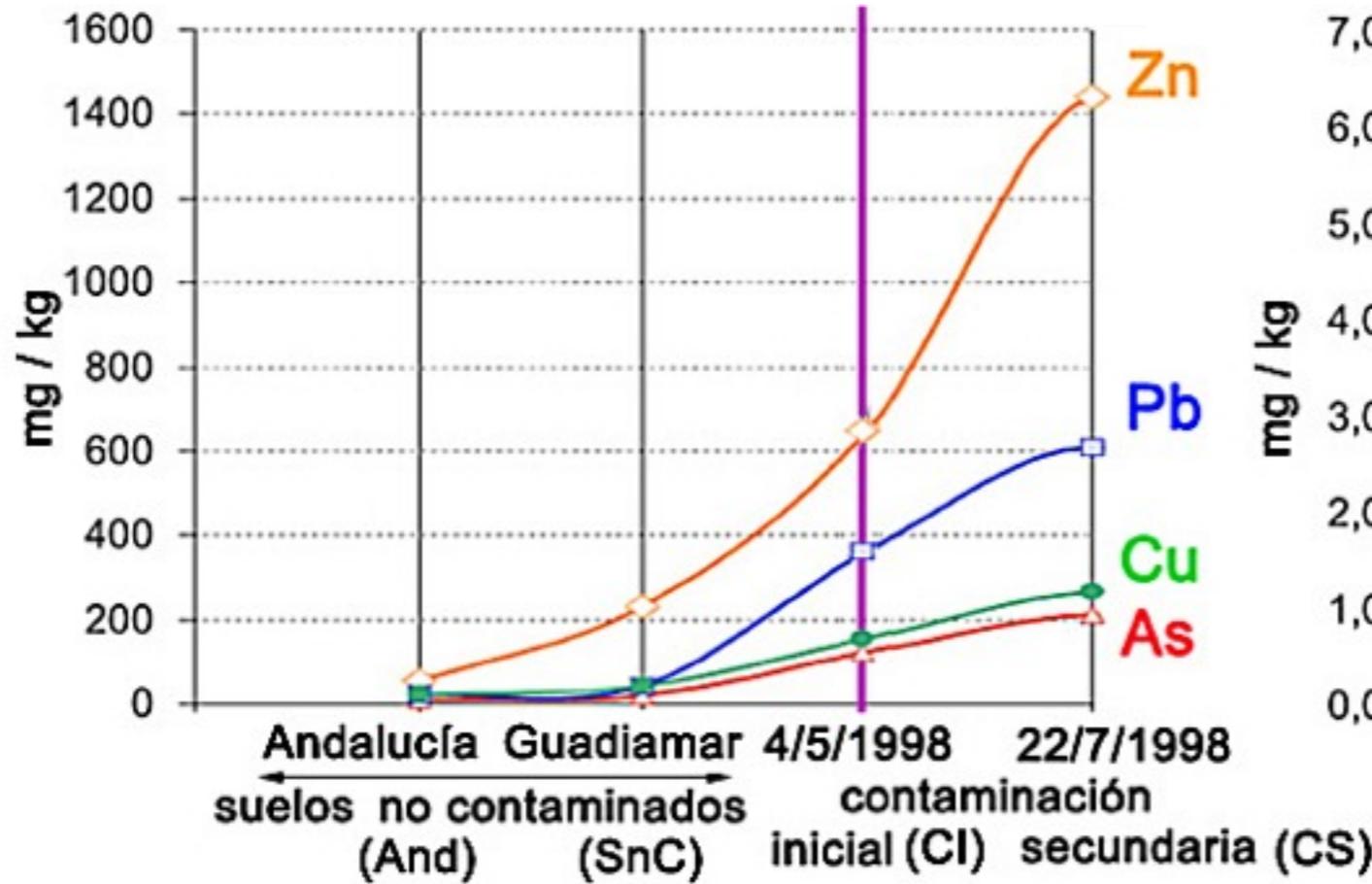
Puntos muestrales: M= Mina, S=Soberbina, A=Aznalcázar, Q=Vado del Quema, P=Pescante



	And	SnC	CI	CS
Zn	56	231	647	1.439
Pb	24	42	361	608
Cu	24	42	153	267
As	10	18	122	213

	SnC	CI	CS
Cd	0,5	2,3	5,9
Tl	0,6	2,3	3,7

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm

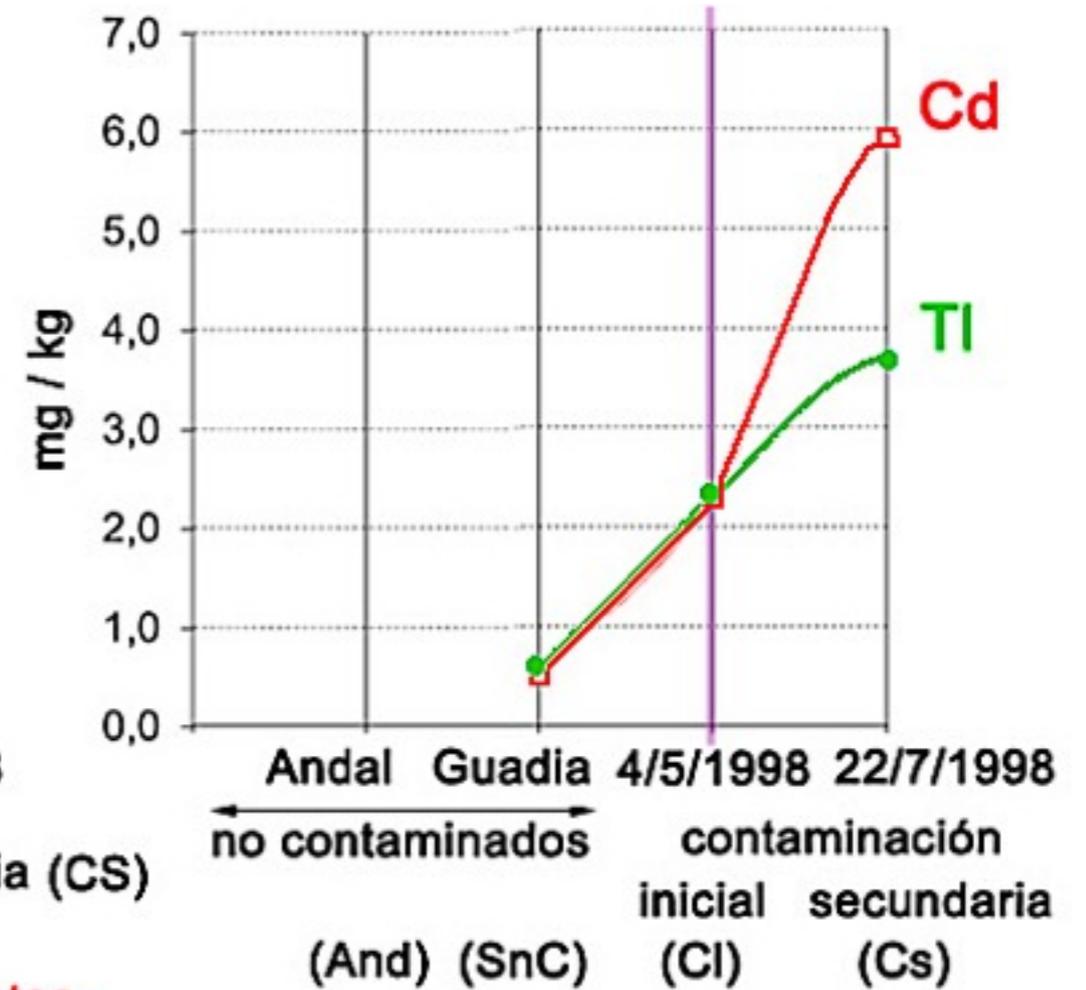
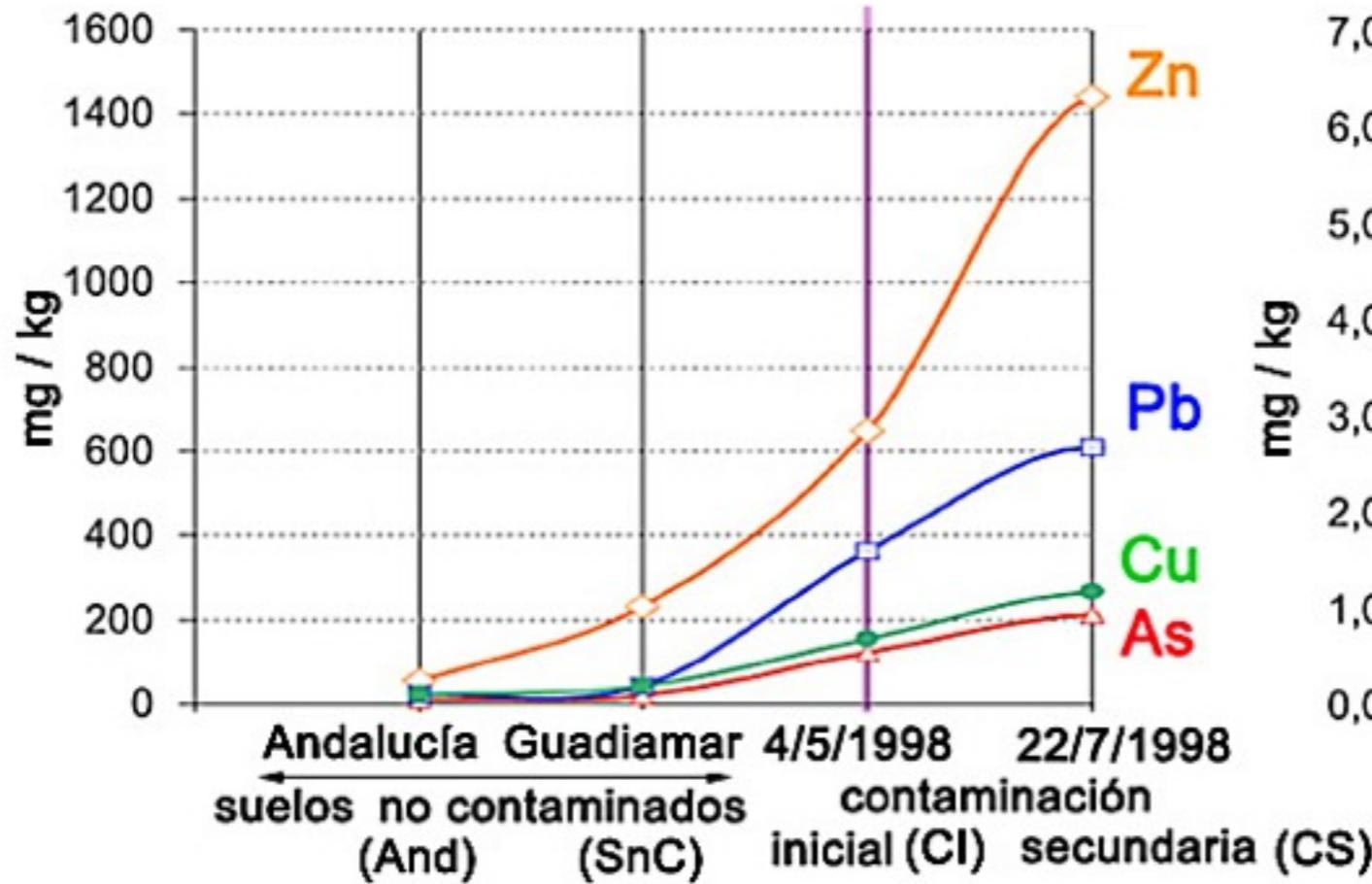


	And	SnC	CI	CS	Incrementos
Zn	56	231	647	1.439	122%
Pb	24	42	361	608	68%
Cu	24	42	153	267	75%
As	10	18	122	213	75%

	SnC	CI	CS	Incrementos
Cd	0,5	2,3	5,9	159%
Tl	0,6	2,3	3,7	61%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



	And	SnC	CI	CS	Incrementos
Zn	56	231	647	1.439	122% 524%
Pb	24	42	361	608	68% 1.355%
Cu	24	42	153	267	75% 566%
As	10	18	122	213	75% 1.778%

	SnC	CI	CS	Incrementos
Cd	0,5	2,3	5,9	159% 1.080%
TI	0,6	2,3	3,7	61% 517%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### • 3 La rehabilitación



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

## • 3 La rehabilitación

Primera medida: retirada de la capa de lodos, 1998



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





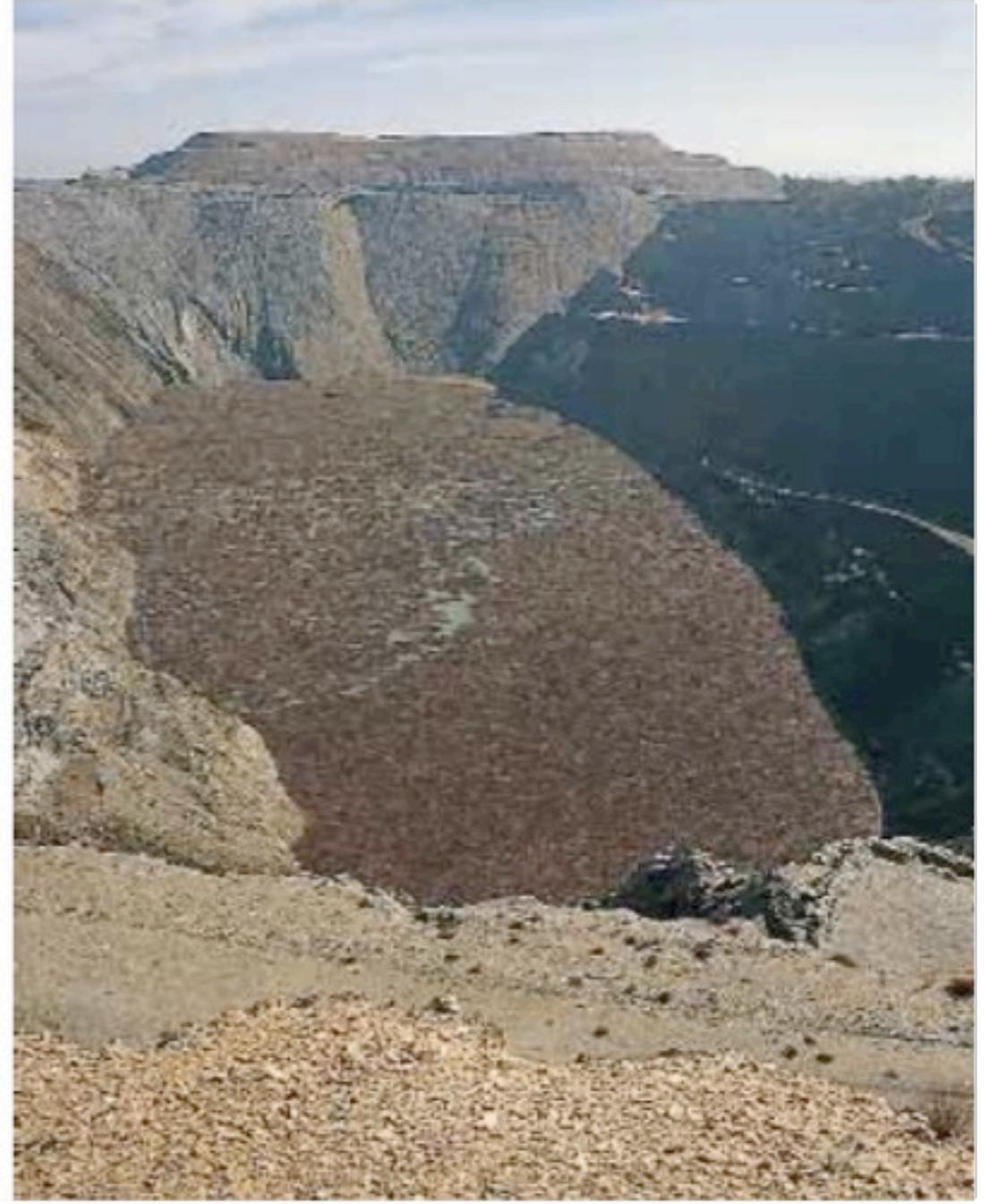
Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

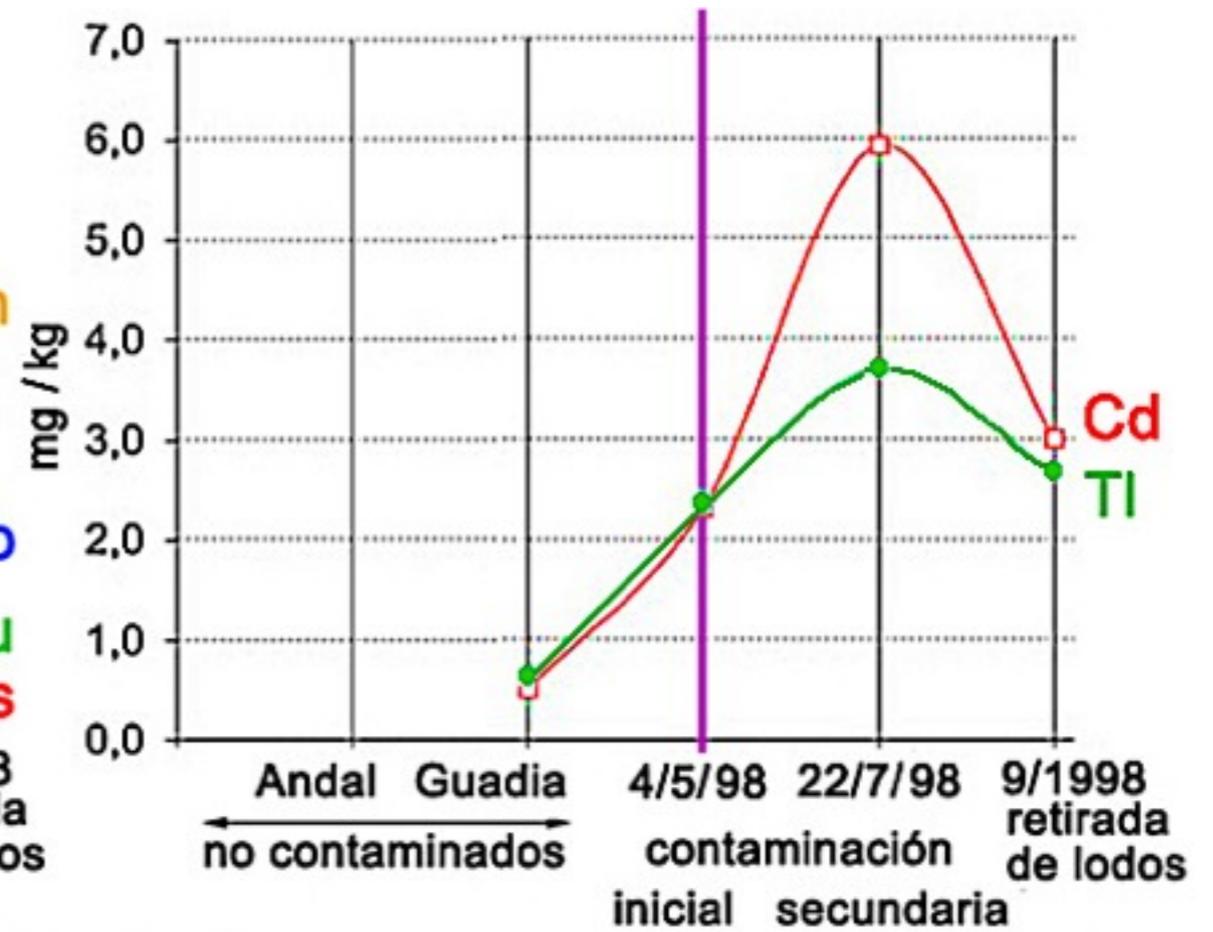
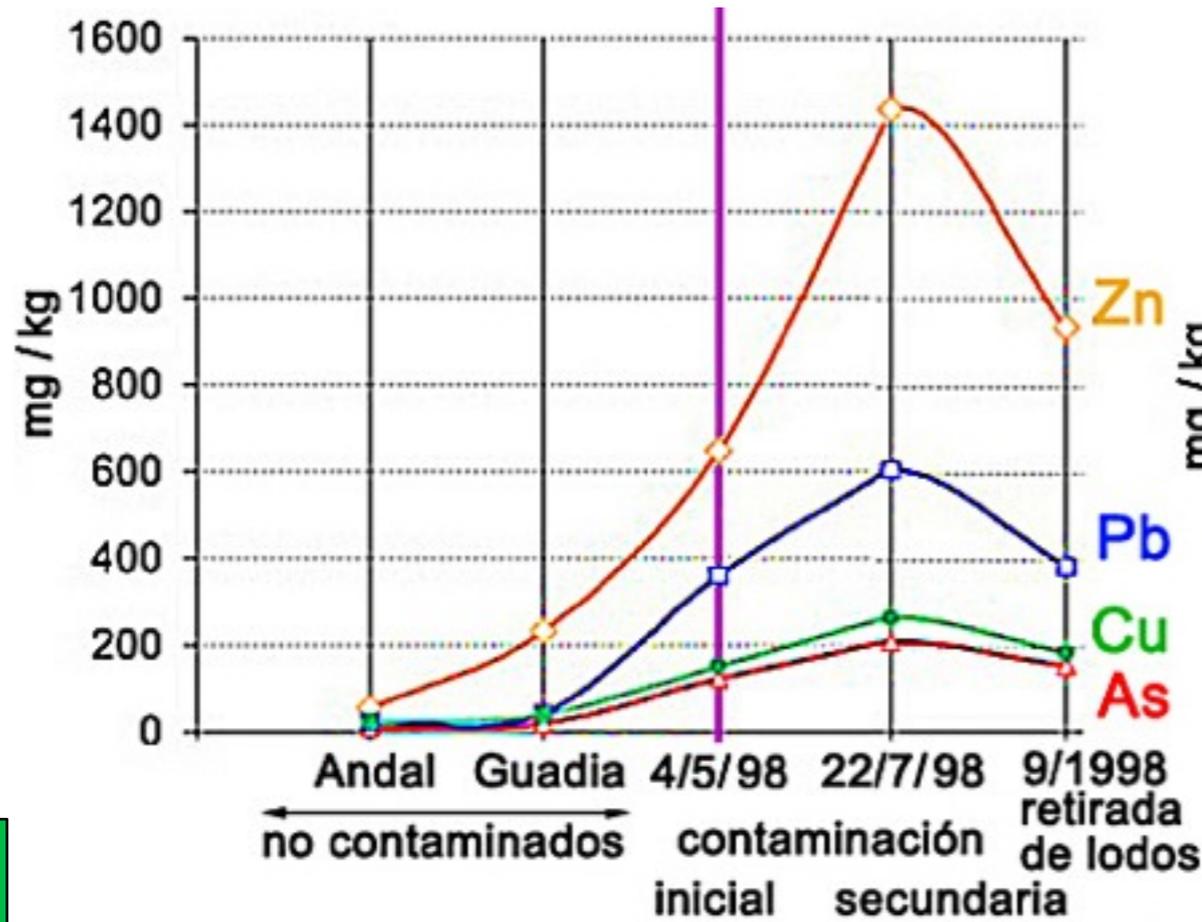


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Contaminación eólica

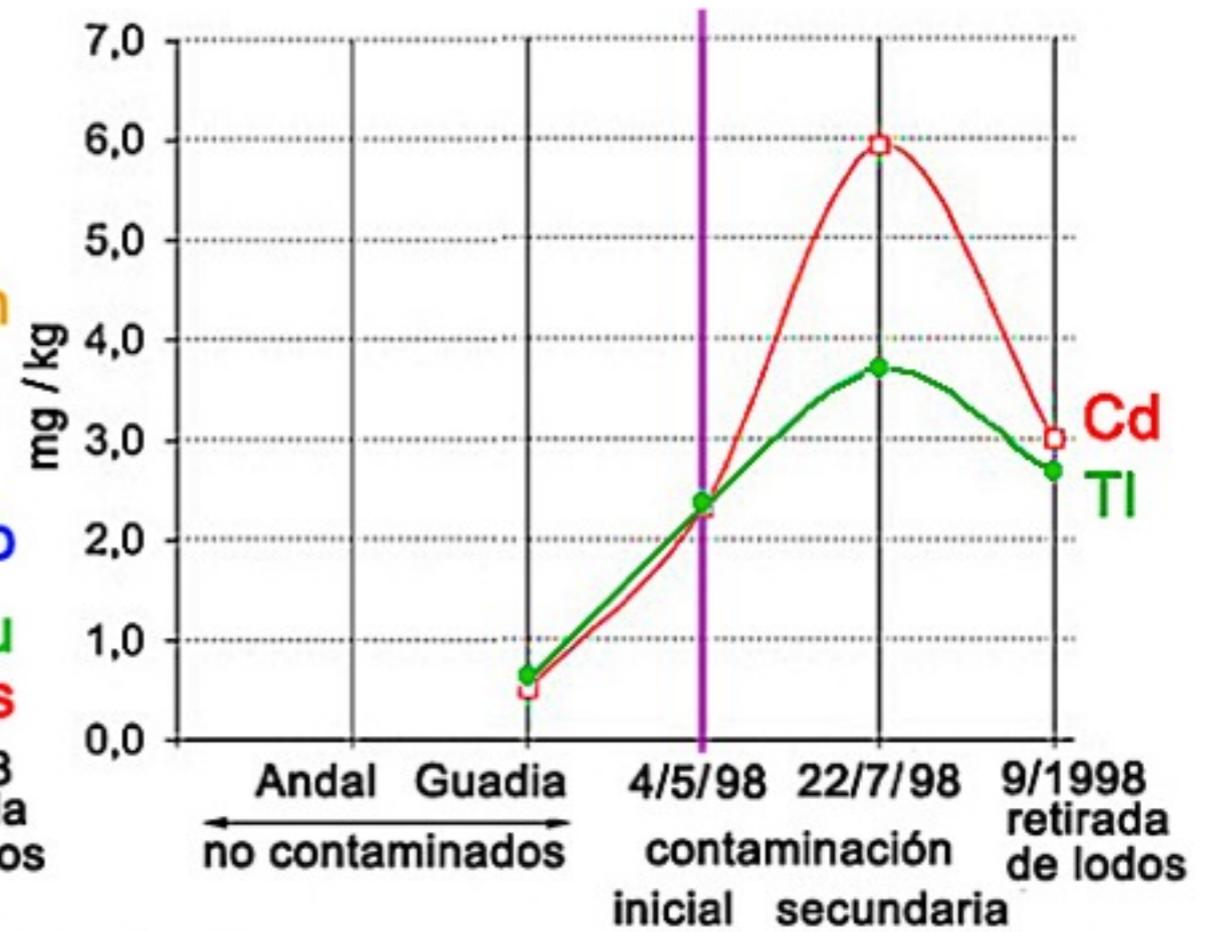
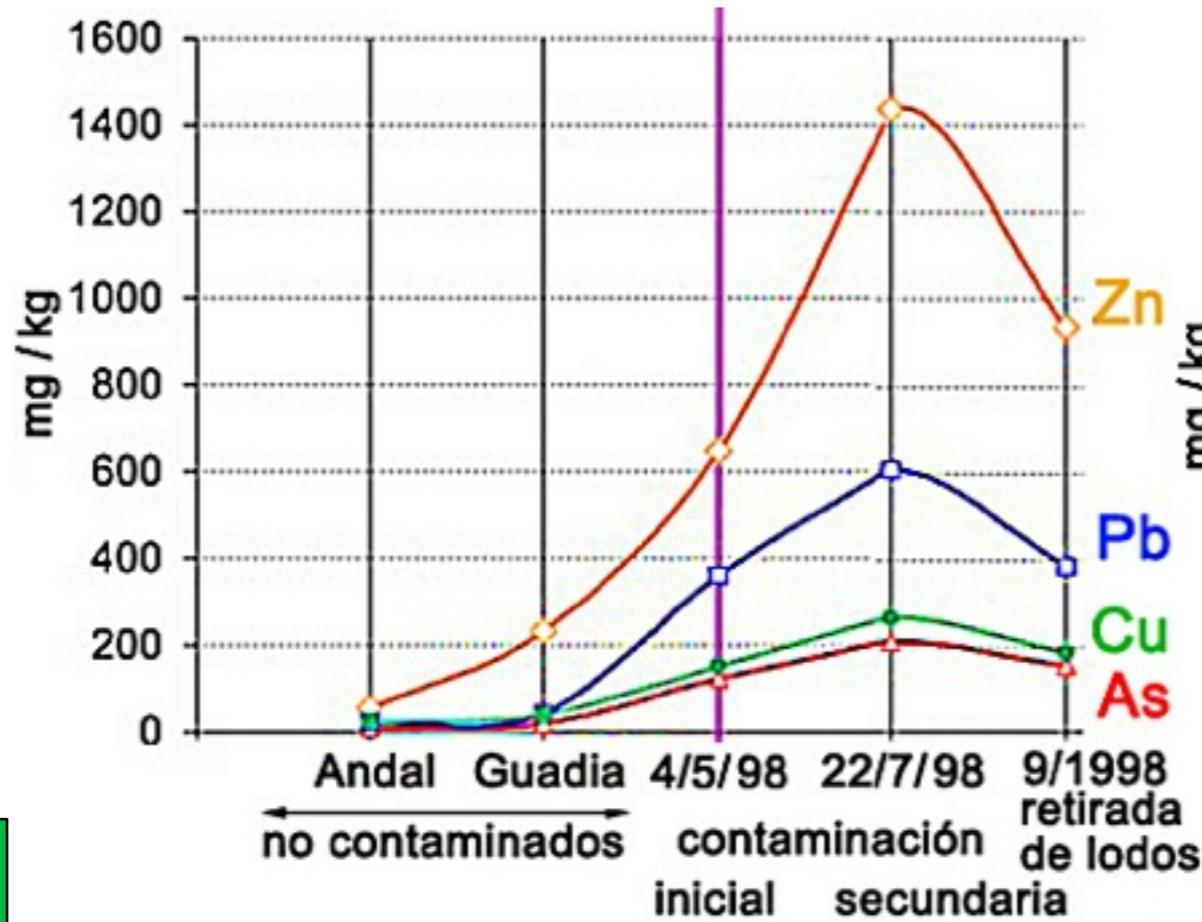




	And	SnC	CI	CS	RetL
Zn	56	231	647	1.439	938
Pb	24	42	361	608	386
Cu	24	42	153	267	188
As	10	18	122	213	157

	SnC	CI	CS	RetL
Cd	0,5	2,3	5,9	3,0
Tl	0,6	2,3	3,7	2,7

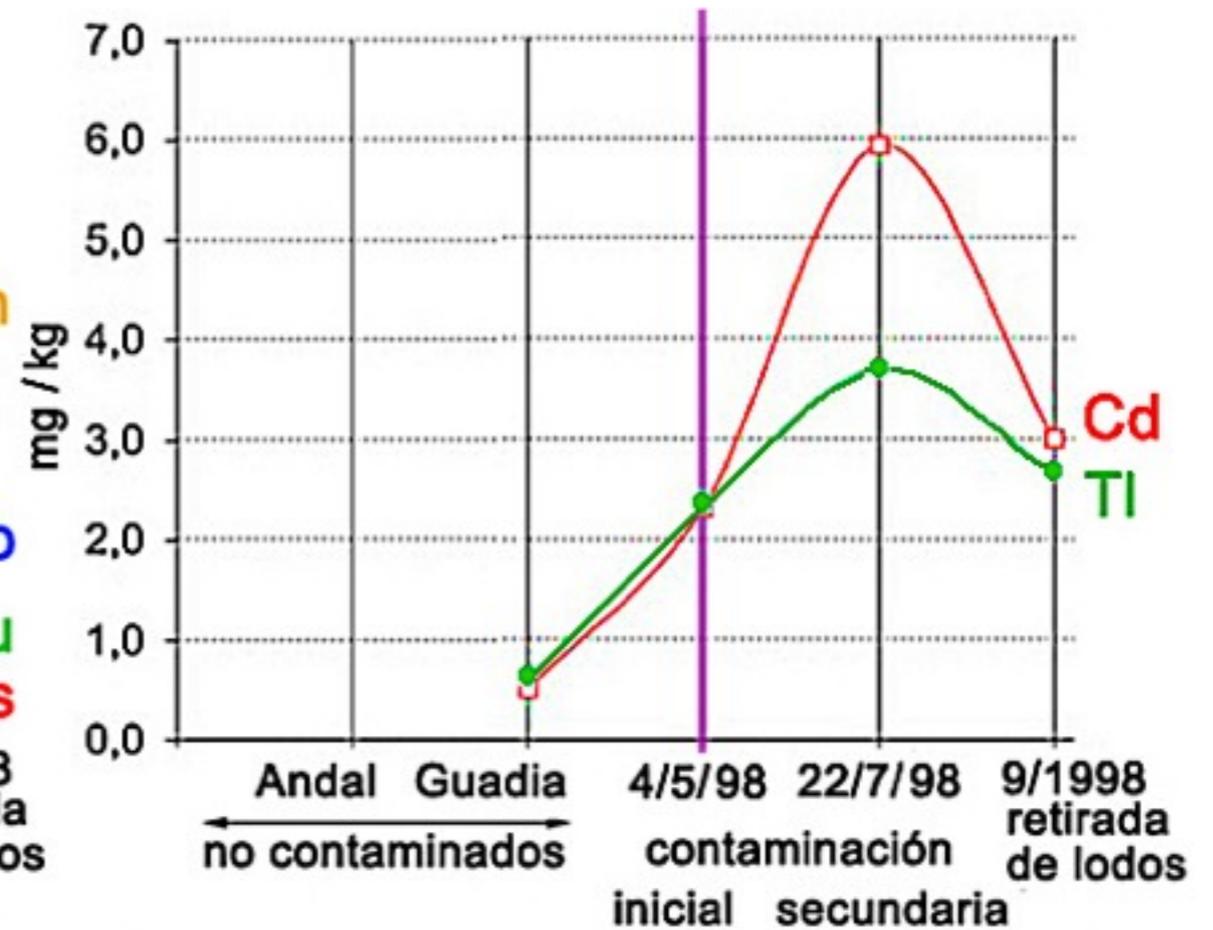
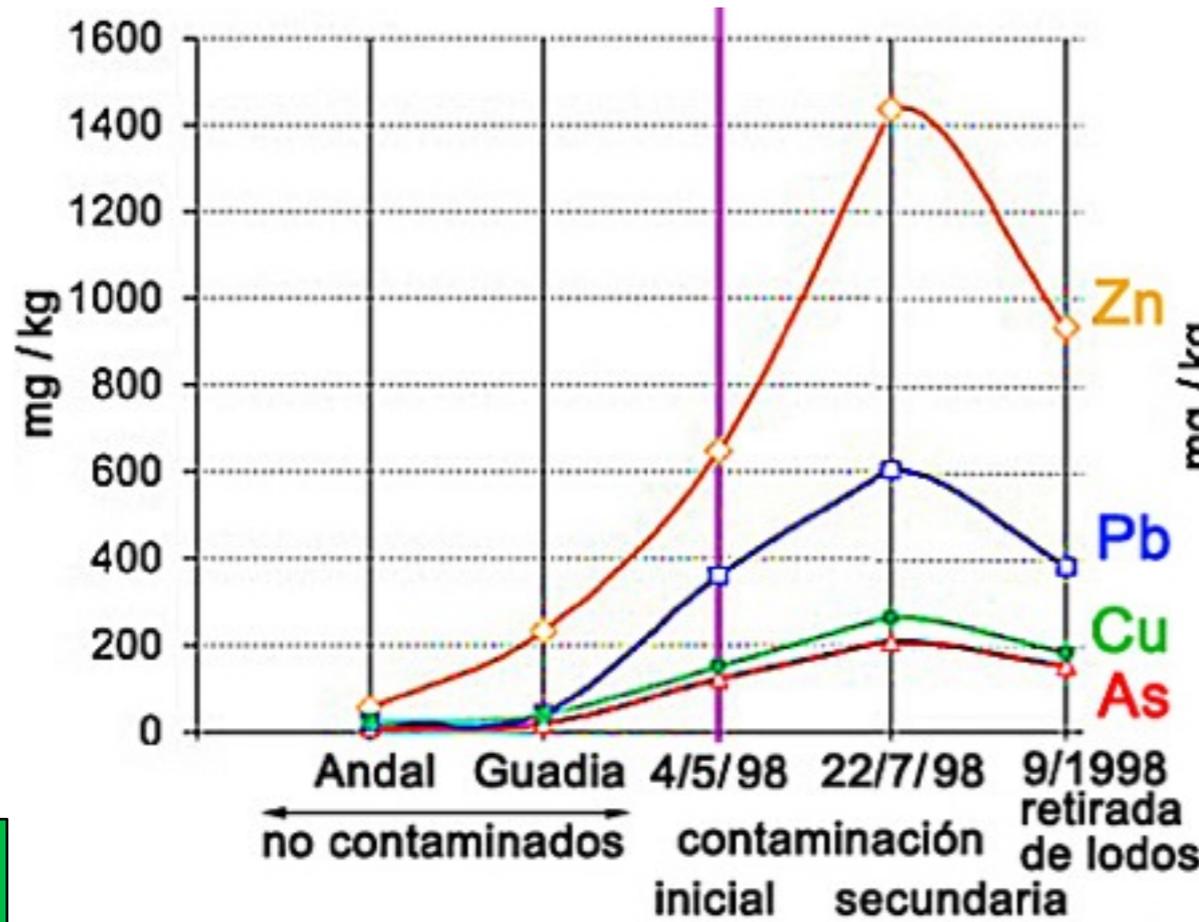
mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



	And	SnC	CI	CS	RetL	Disminución
Zn	56	231	647	1.439	938	35%
Pb	24	42	361	608	386	37%
Cu	24	42	153	267	188	30%
As	10	18	122	213	157	26%

	SnC	CI	CS	RetL	Disminución
Cd	0,5	2,3	5,9	3,0	49%
Tl	0,6	2,3	3,7	2,7	27%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



	And	SnC	CI	CS	RetL	Disminución	Incremento
Zn	56	231	647	1.439	938	35%	45%
Pb	24	42	361	608	386	37%	7%
Cu	24	42	153	267	188	30%	23%
As	10	18	122	213	157	26%	30%

	SnC	CI	CS	RetL	Disminución	Incremento
Cd	0,5	2,3	5,9	3,0	49%	30%
Tl	0,6	2,3	3,7	2,7	27%	17%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

## 3. La rehabilitación de la zona

Primera medida: retirada de la capa de lodos, 1998



## 3. La rehabilitación de la zona

Primera medida: retirada de la capa de lodos, 1998

Medidas complementarias, 1999-2000



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

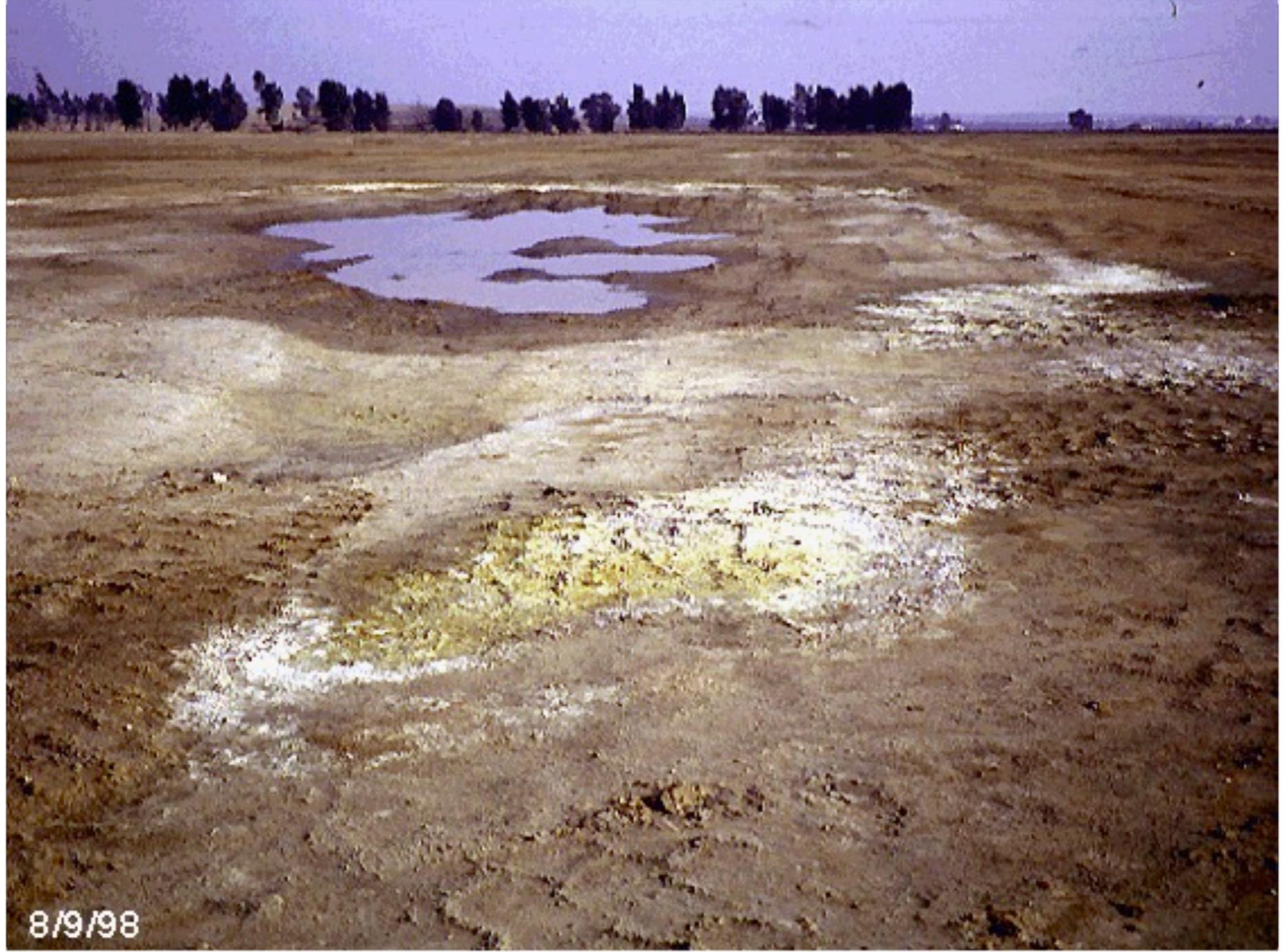


17/7/98



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

### 1 Revisar la limpieza

# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

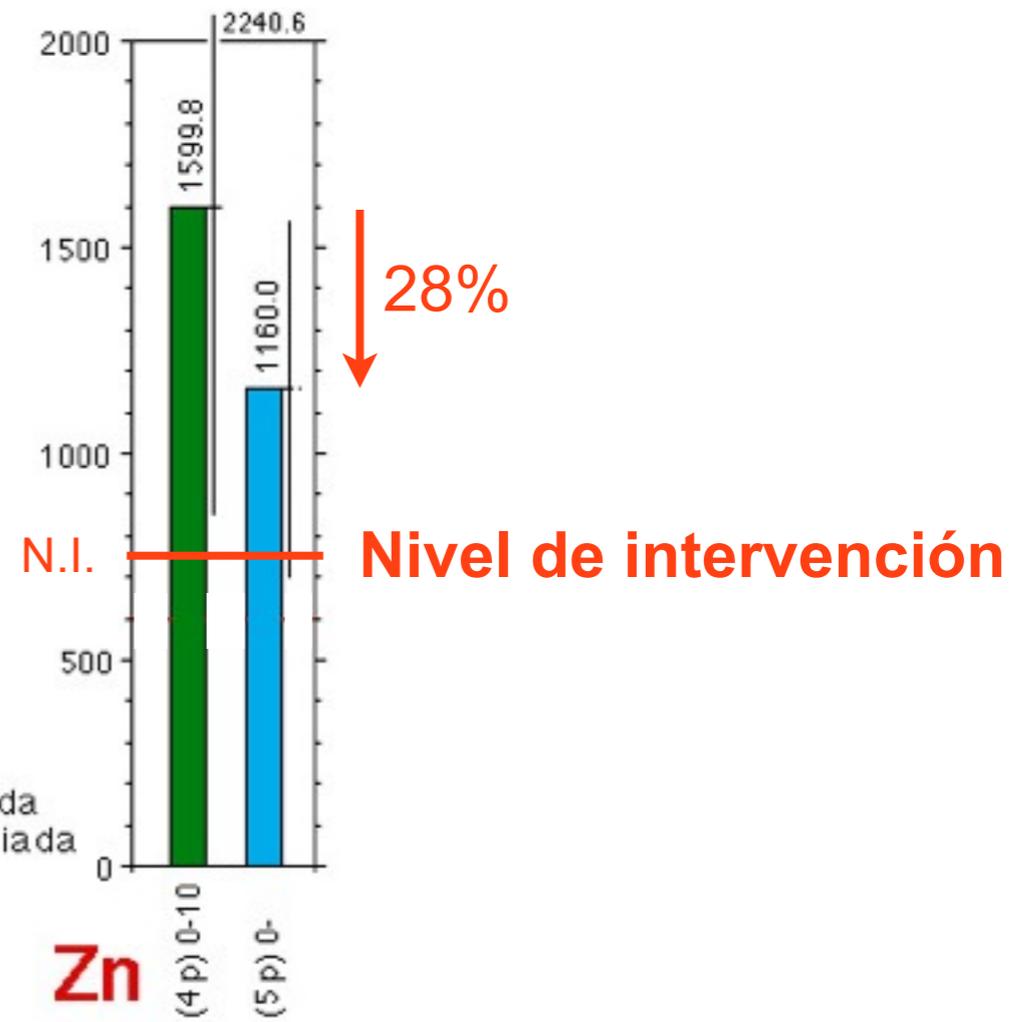
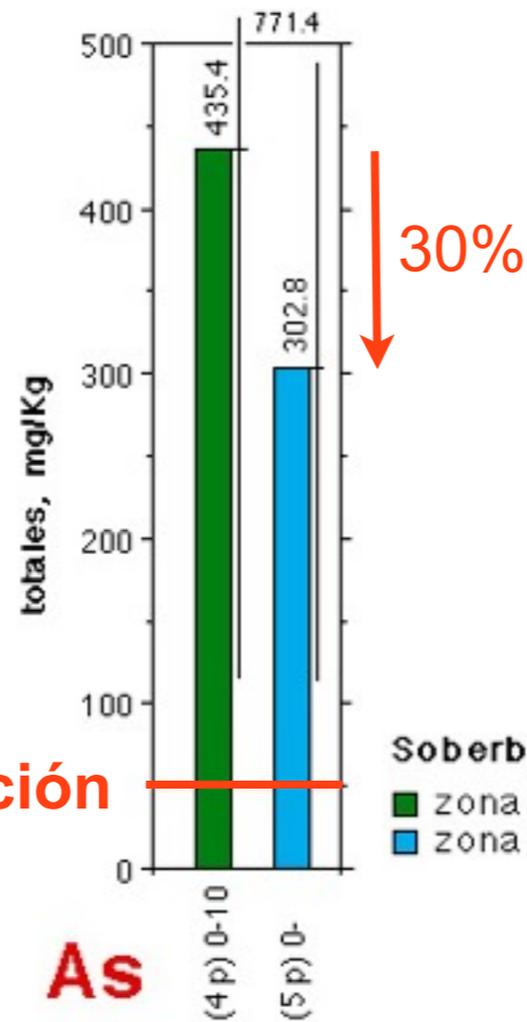
### 1 Revisar la limpieza

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



Nivel de intervención





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

### 1 Revisar la limpieza



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

1 Revisar la limpieza

2 Fitorremediación



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

# Medidas complementarias

## Objetivos

### A) Disminución de las concentraciones



# Medidas complementarias

## Objetivos

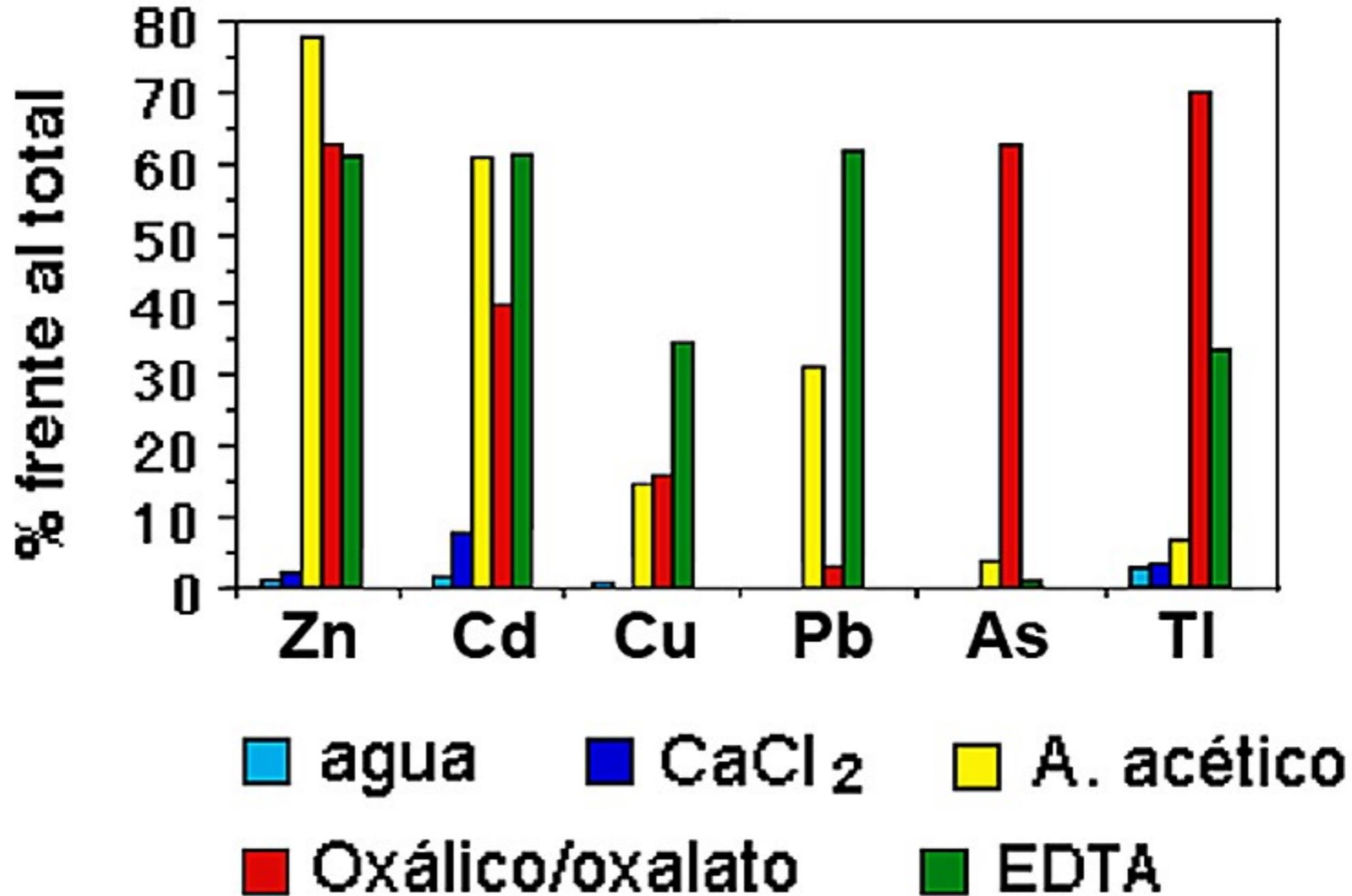
- A) Disminución de las concentraciones
- B) Inmovilización de los contaminantes



# Fraccionamiento de los metales pesados

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

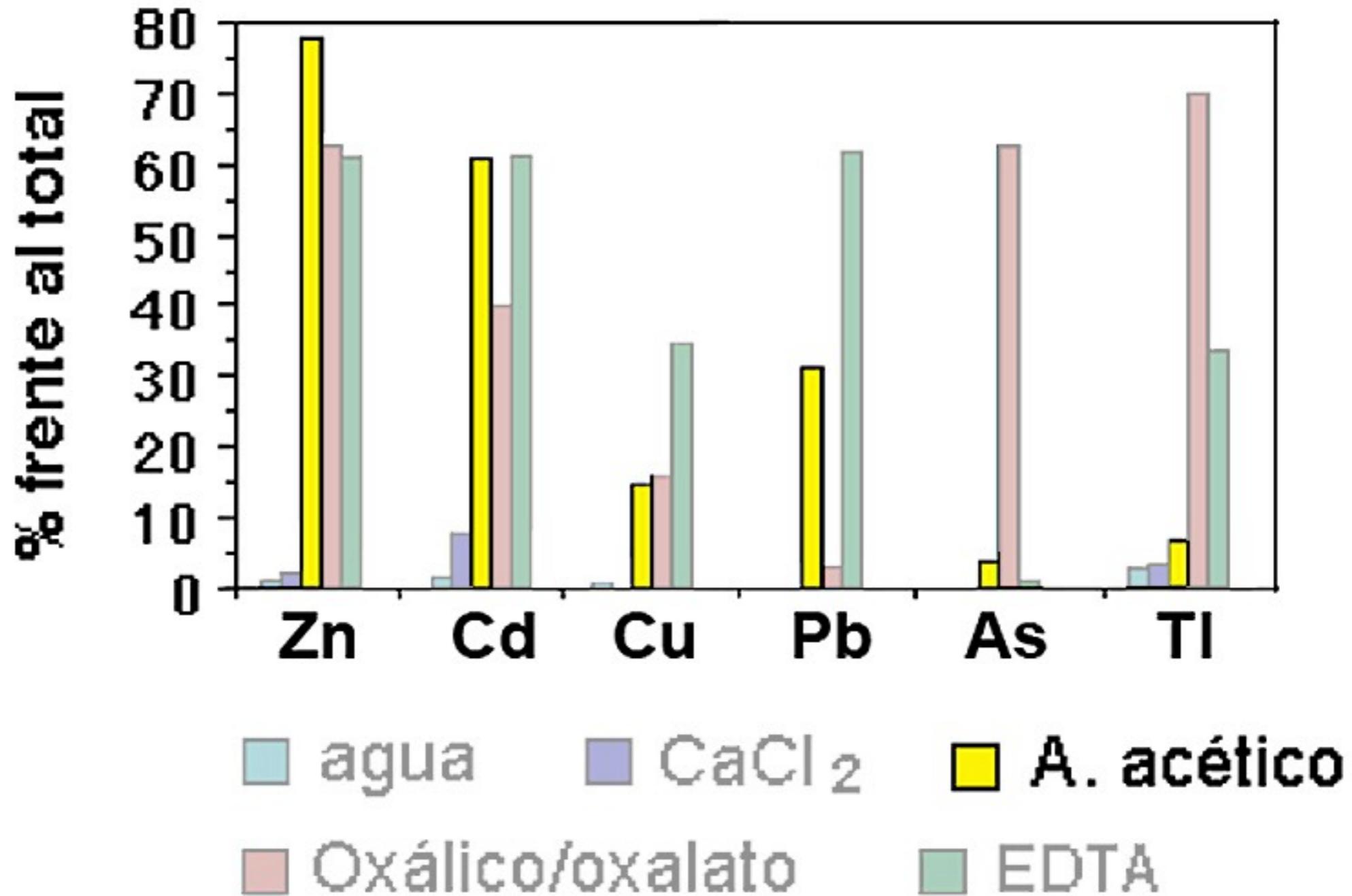




# Fraccionamiento de los metales pesados

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

1 Revisar la limpieza

2 Fitorremediación ¿?



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

1 Revisar la limpieza

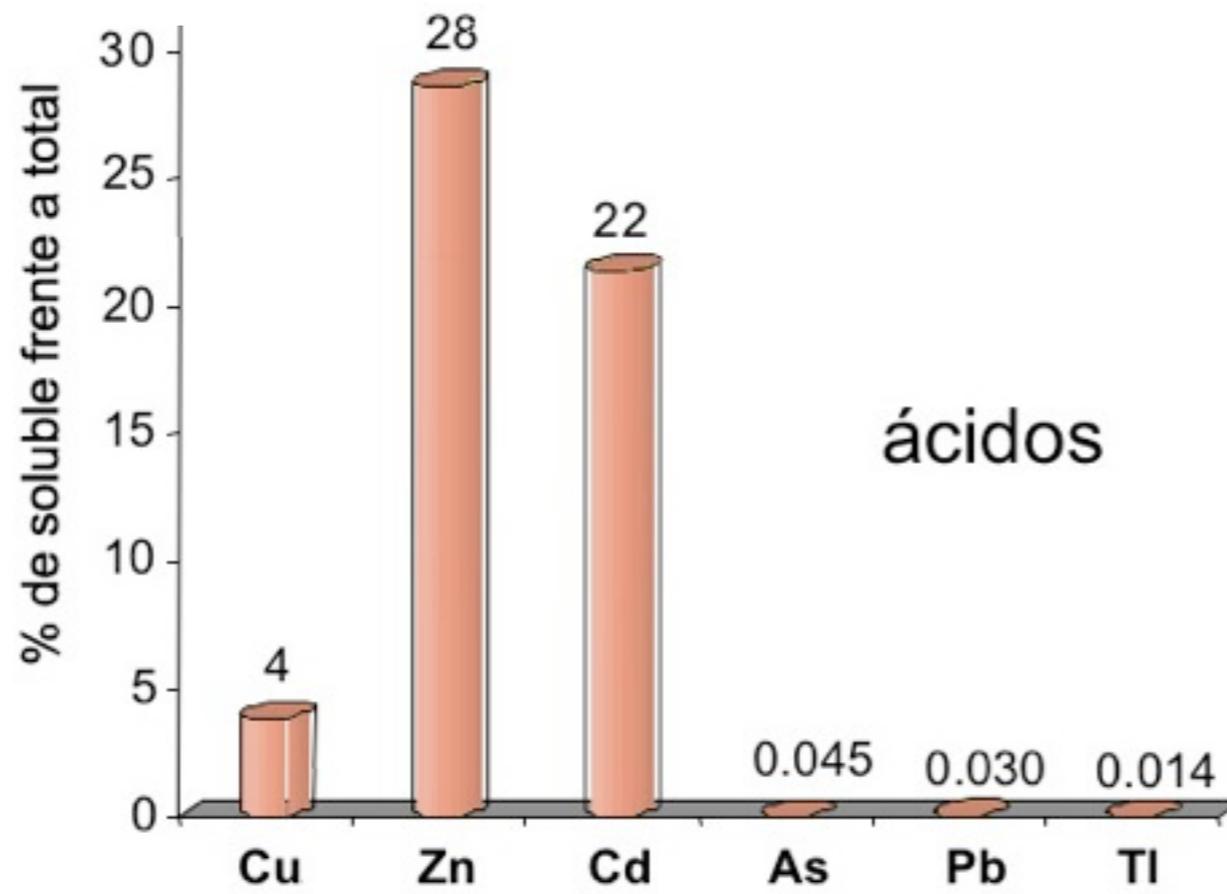
2 Fitorremediación ¿?

3 Adición de carbonatos

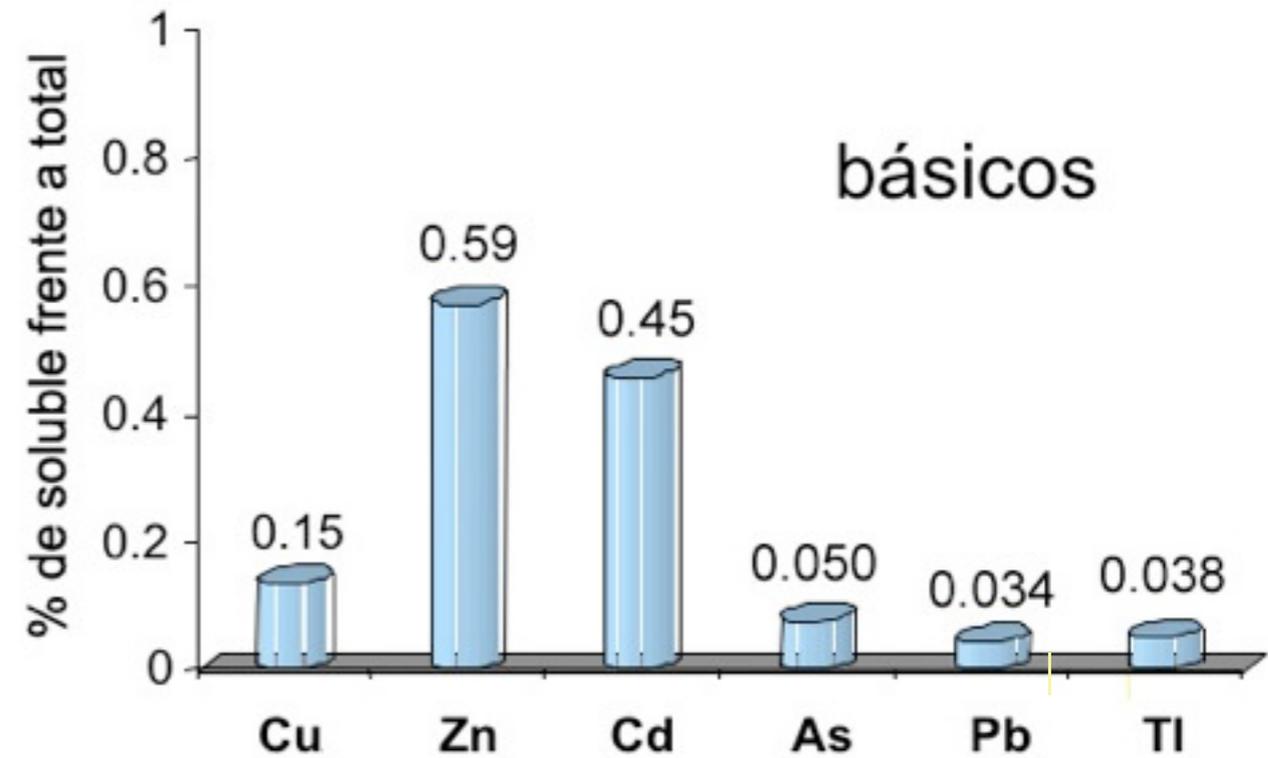


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



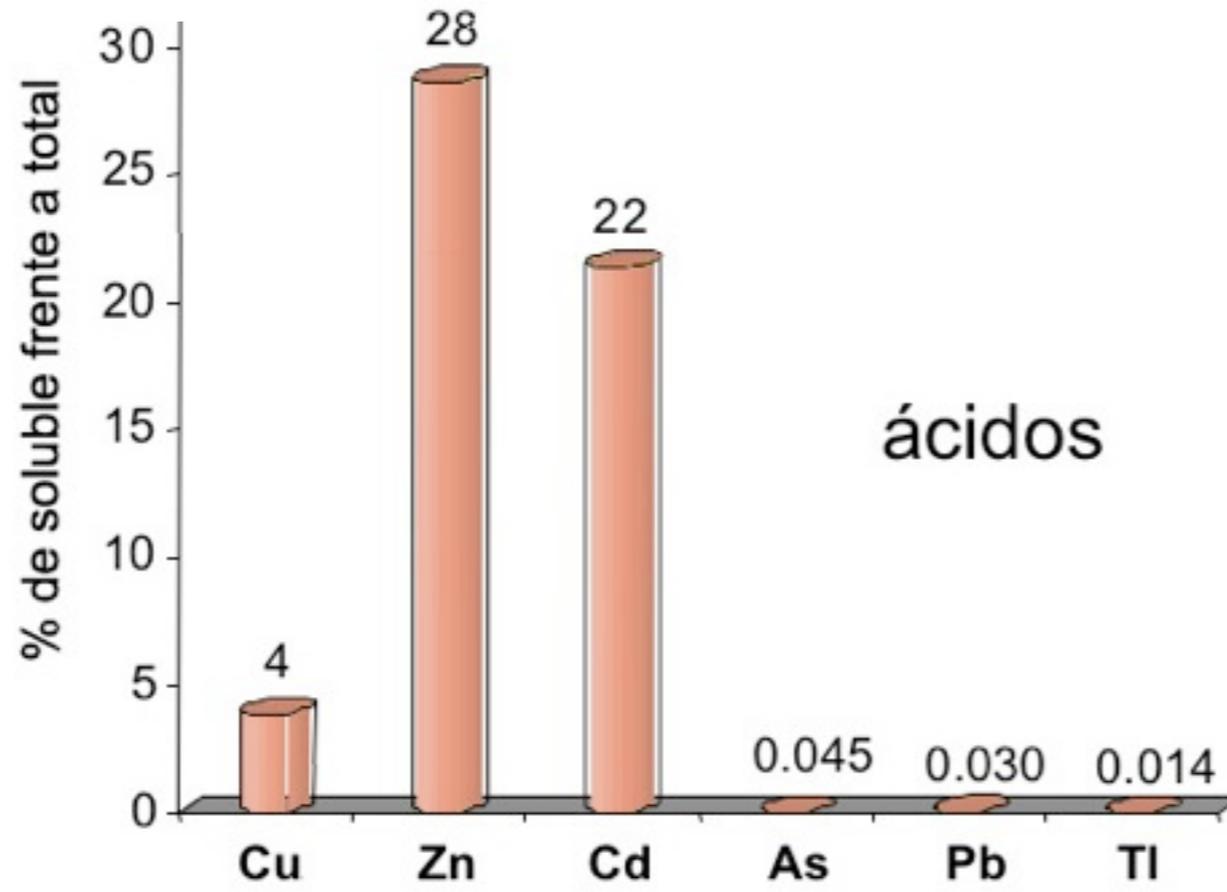
**Solubles  
frente a  
totales**





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

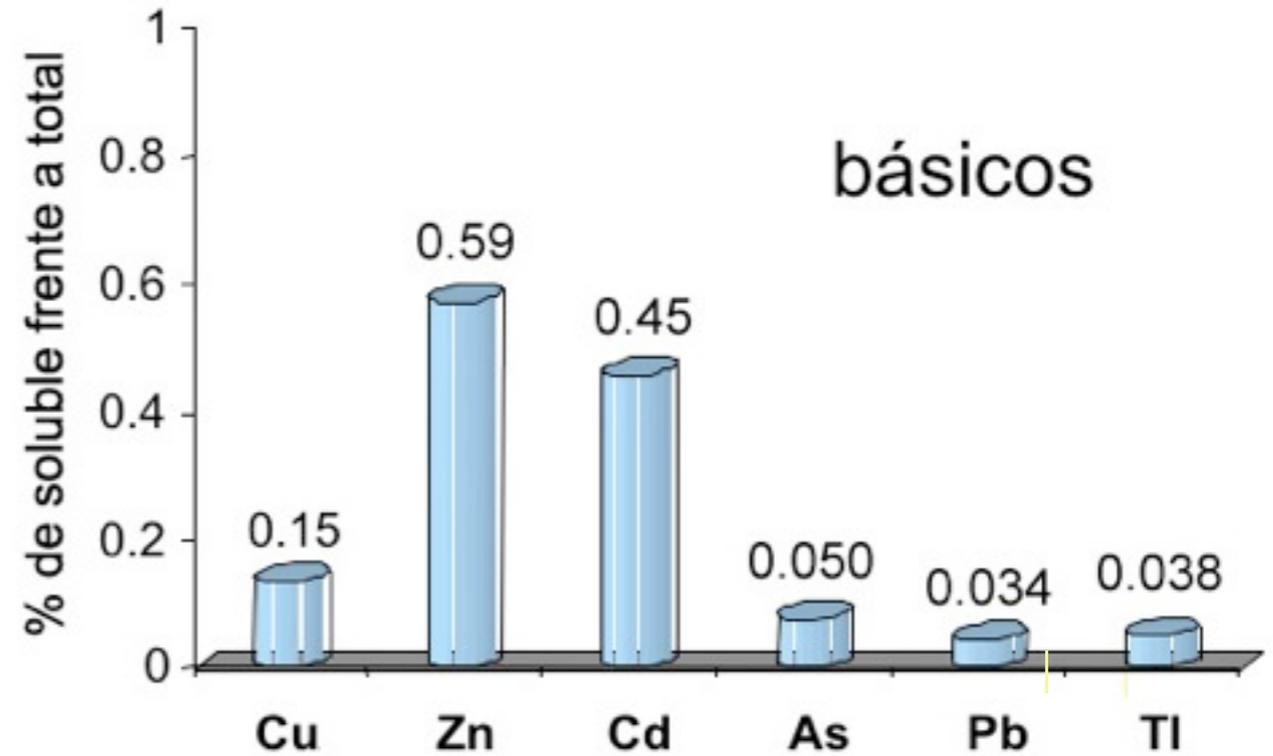


X27

x47

x49

ácidos



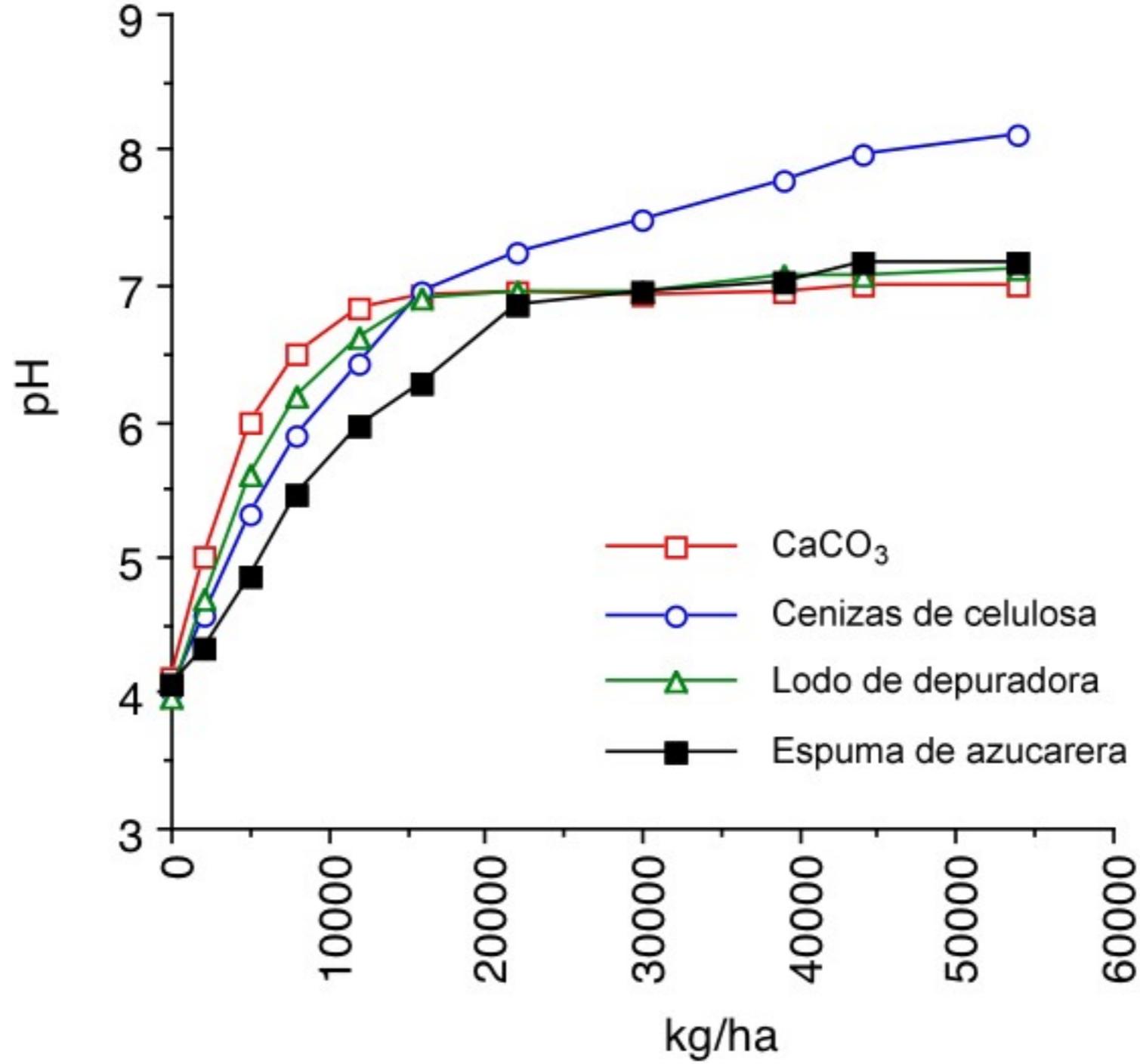
básicos

**Solubles  
frente a  
totales**



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

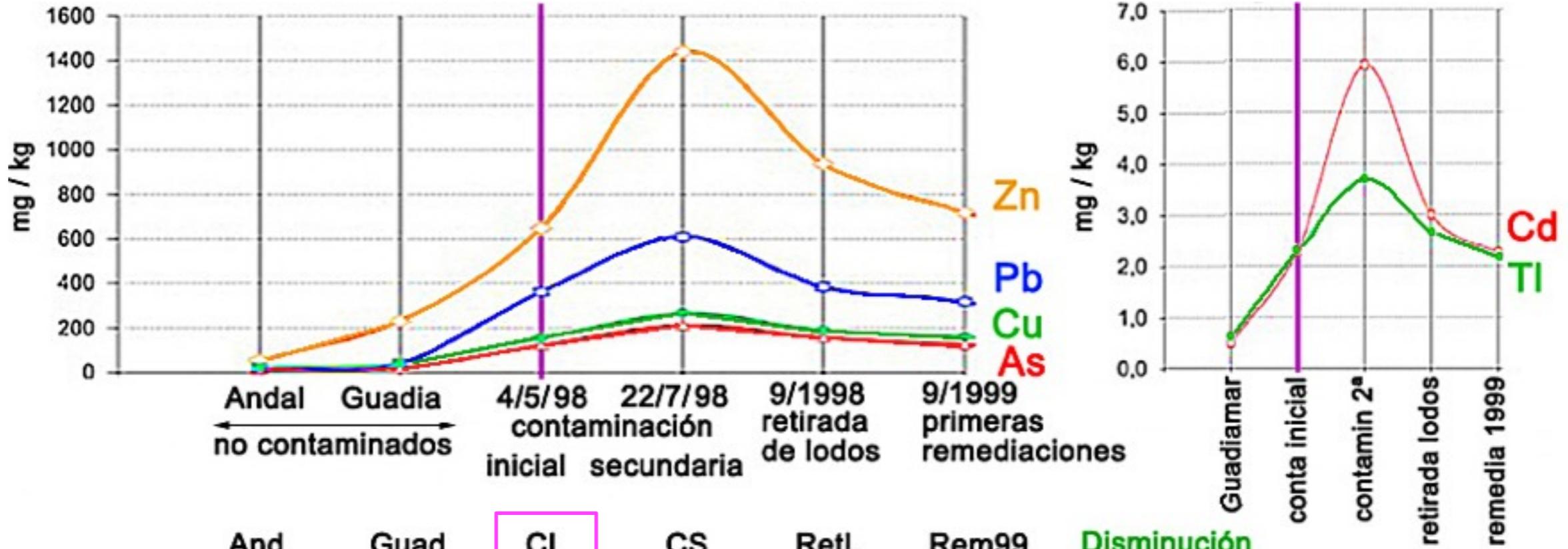




Aznalcóllar, hoy.

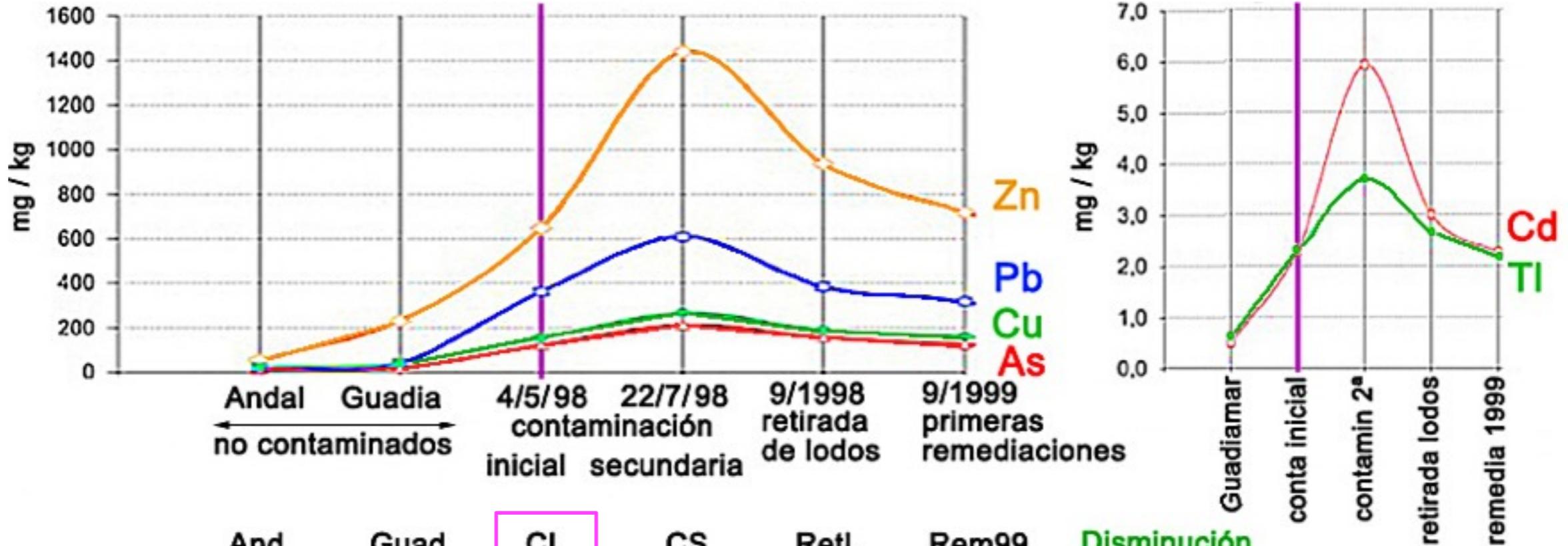
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro





	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Disminución
Zn	56	231	647	1.439	938	719	23%
Pb	24	42	361	608	386	316	18%
Cu	24	42	153	267	188	160	15%
As	10	18	122	213	157	124	21%
Cd		0,5	2,3	5,9	3,0	2,3	23%
TI		0,6	2,3	3,7	2,7	2,2	19%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Disminución	Incrementos
Zn	56	231	647	1.439	938	719	23%	11%
Pb	24	42	361	608	386	316	18%	12%
Cu	24	42	153	267	188	160	15%	5%
As	10	18	122	213	157	124	21%	2%
Cd		0,5	2,3	5,9	3,0	2,3	23%	0%
TI		0,6	2,3	3,7	2,7	2,2	19%	7%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

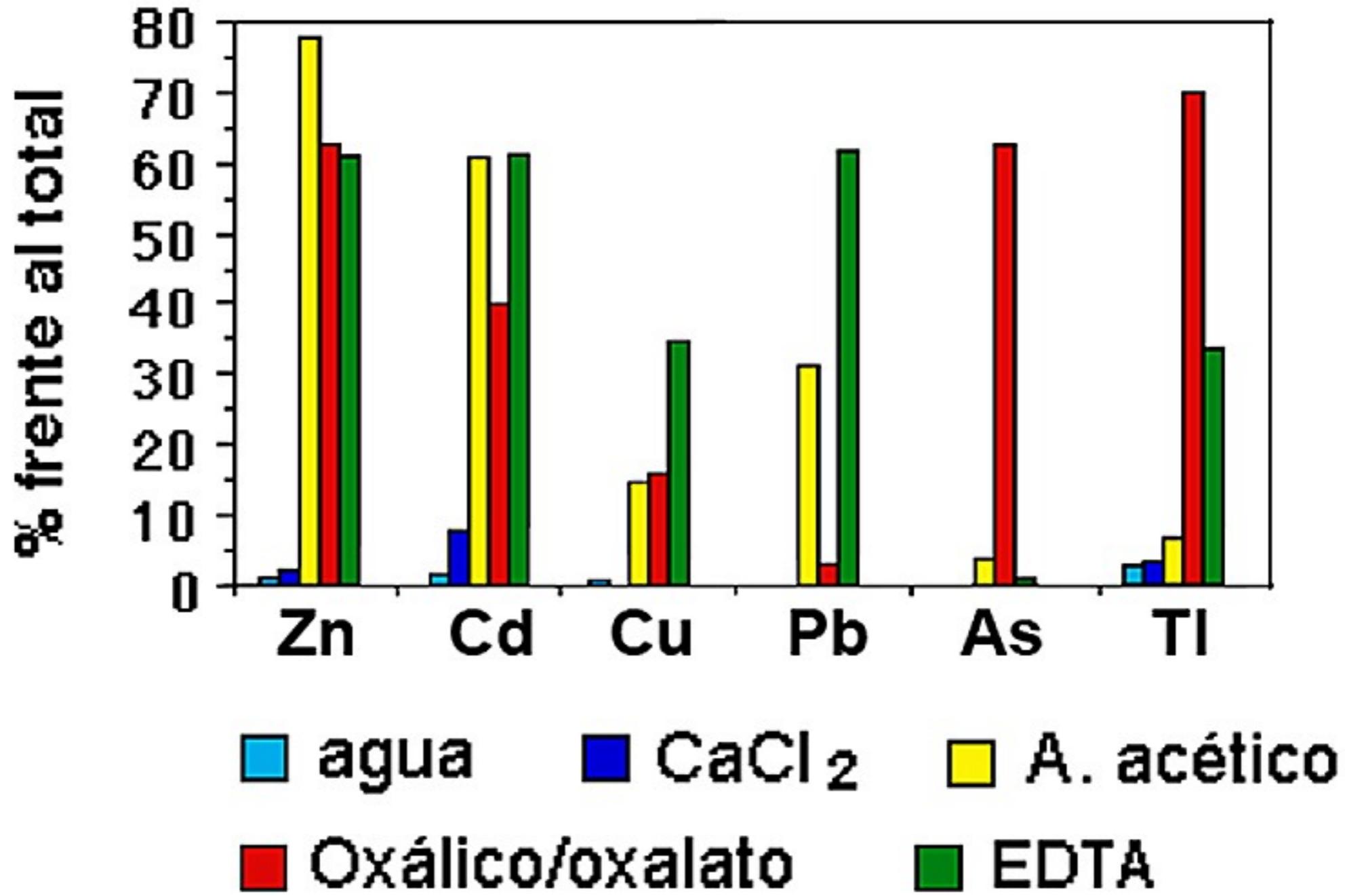
- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000



Aznalcóllar, hoy.

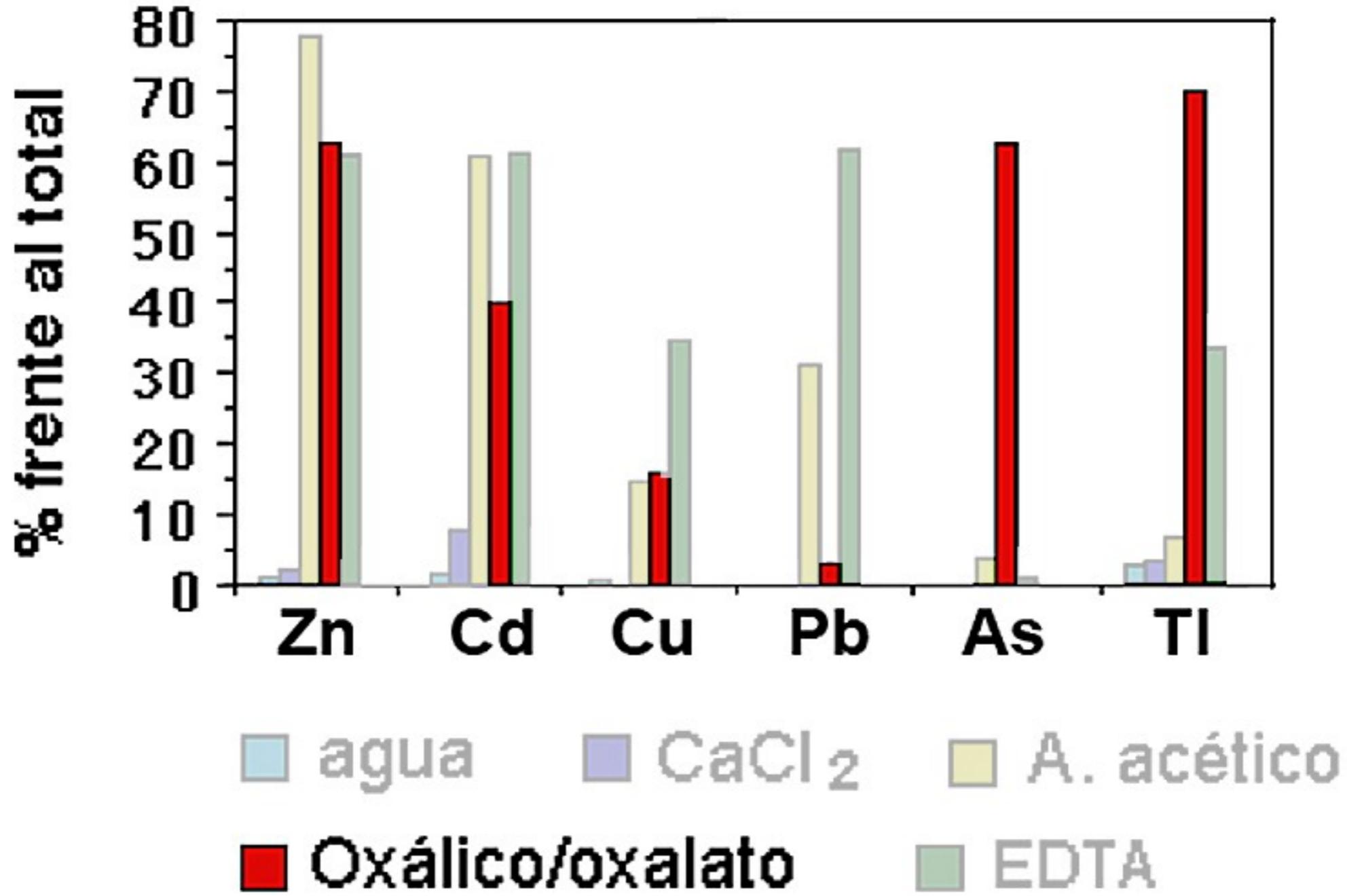
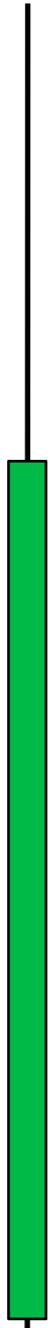
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000

### 1 Adición de bloqueantes:

- ↓ arcillas ricas en óxidos de Fe
- ↓ materia orgánica



# Medidas complementarias

## Objetivos

- A) Disminución de las concentraciones
- B) Inmovilización de los contaminantes



# Medidas complementarias

## Objetivos

- A) Disminución de las concentraciones
- B) Inmovilización de los contaminantes
- C) Dilución de la concentraciones**



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000

- 1 Adición de adsorbentes:
  - ↓ arcillas ricas en óxidos de Fe
  - ↓ materia orgánica



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000

- 1 Adición de adsorbentes:
  - ↓ arcillas ricas en óxidos de Fe
  - ↓ materia orgánica
- 2 Arado profundo



Medias, totales, mg/kg

<i>prof. cm</i>	<i>As</i>	<i>Zn</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Cd</i>	<i>Tl</i>
<b>0 a 10</b>	129,1	704,3	329,9	164,0	2,3	2,3
<b>10 a 30</b>	59,4	424,5	147,4	125,0	1,4	0,9
<b>30 a 50</b>	43,7	370,7	107,5	126,4	1,3	0,7
<b>0 a 25</b>	87,3	536,4	220,4	140,6	1,8	1,5

**Disminución, %**      **32**      **24**      **33**      **14**      **22**      **35**

nivel de intervención en suelos agrícolas      50      600      350      300      7      5



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





# Medidas complementarias

## Objetivos

- A) Disminución de las concentraciones
- B) Inmovilización de los contaminantes
- C) Dilución de la concentraciones



# Medidas complementarias

## Objetivos

- A) Disminución de las concentraciones
- B) Inmovilización de los contaminantes
- C) Dilución de la concentraciones
- D) Freno a la escorrentía y a la erosión



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000

- 1 Adición de adsorbentes:
  - ↓ arcillas ricas en óxidos de Fe
  - ↓ materia orgánica
- 2 Arado profundo



# Medidas complementarias

## Actuaciones, 1999

- 1 Revisar la limpieza
- 2 Fitorremediación ¿?
- 3 Adición de carbonatos

## Actuaciones, 2000

- 1 Adición de adsorbentes:
  - ↓ arcillas ricas en óxidos de Fe
  - ↓ materia orgánica
- 2 Arado profundo
- 3 Revegetación



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

eucaliptos



olmos



acebuches



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

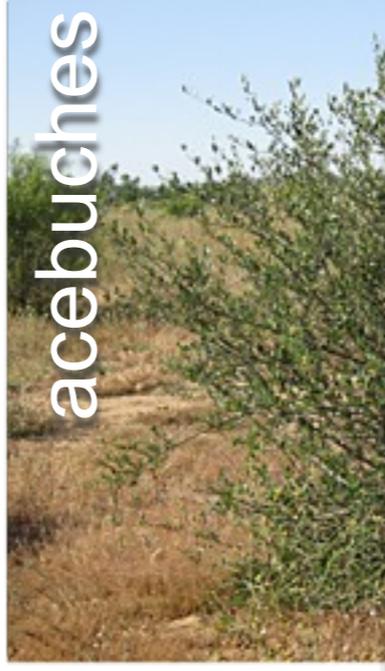
eucaliptos



olmos



acebuches

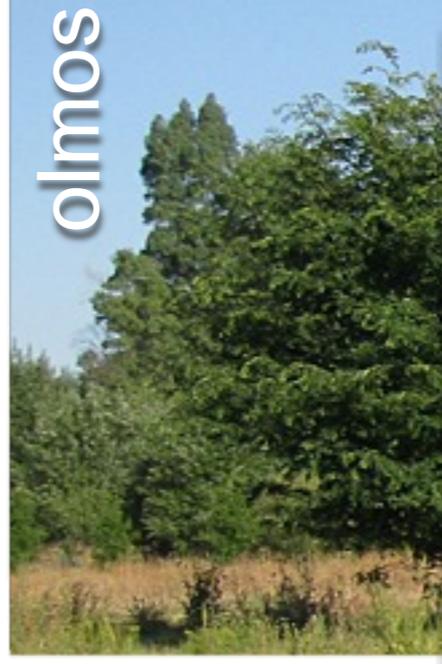


lentiscos



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

algarrobos



eucaliptos



pinos



olmos



acebuches



lentiscos



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

algarrobos



eucaliptos



pinos



olmos



sauces



acebuches



lentiscos



## Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

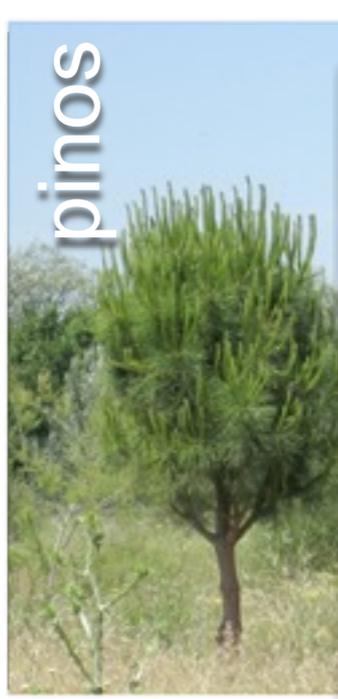
algarrobos



eucaliptos



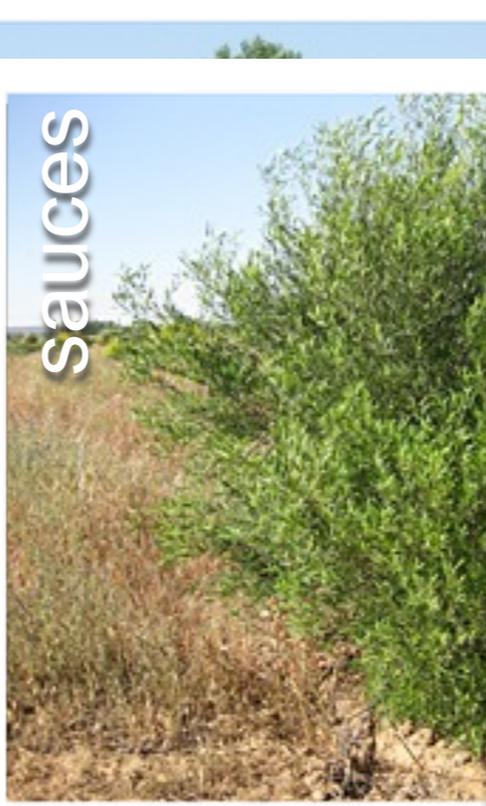
pinos



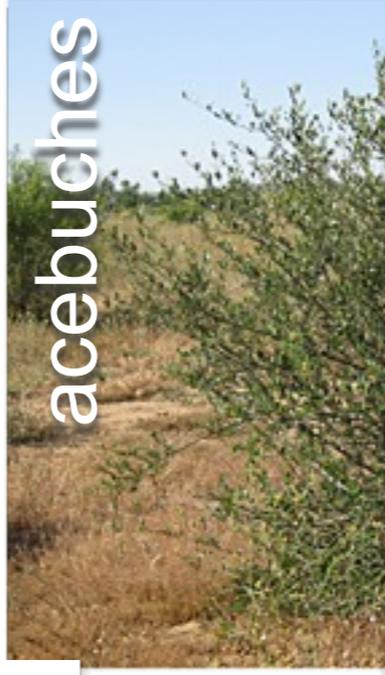
olmos



sauces



acebuches



tamarix



lentiscos





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



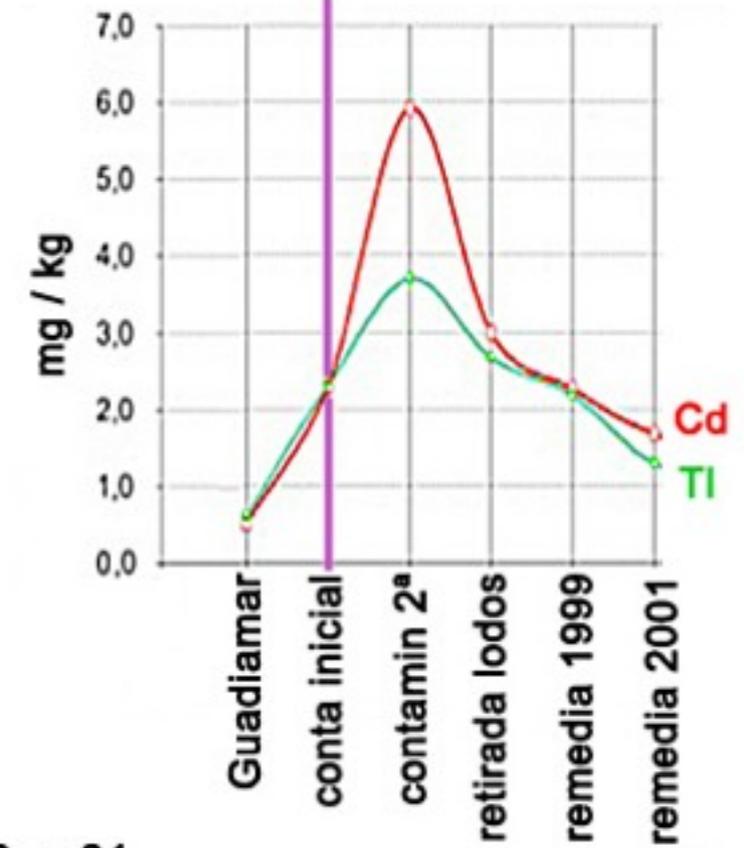
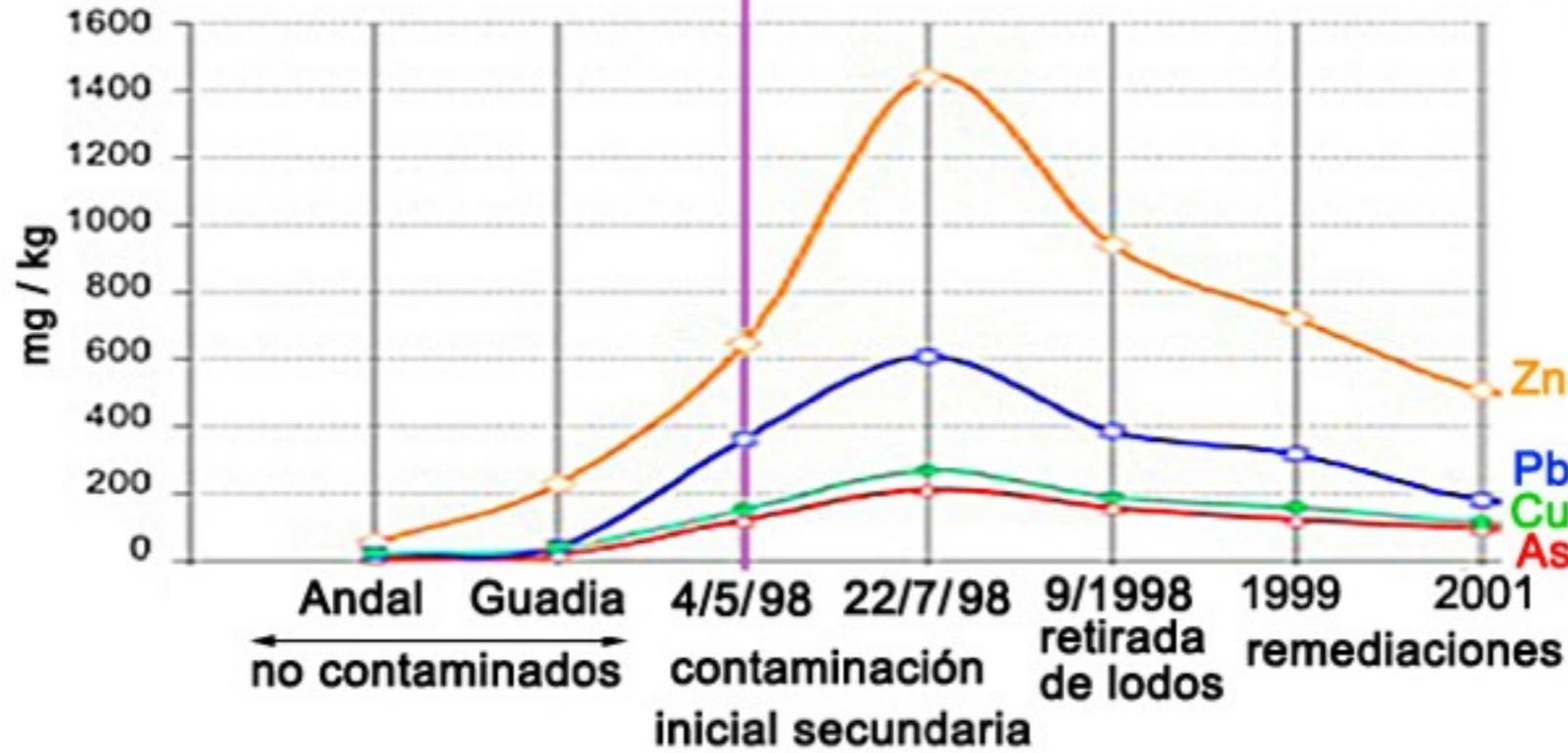




### Aznalcóllar, hoy.

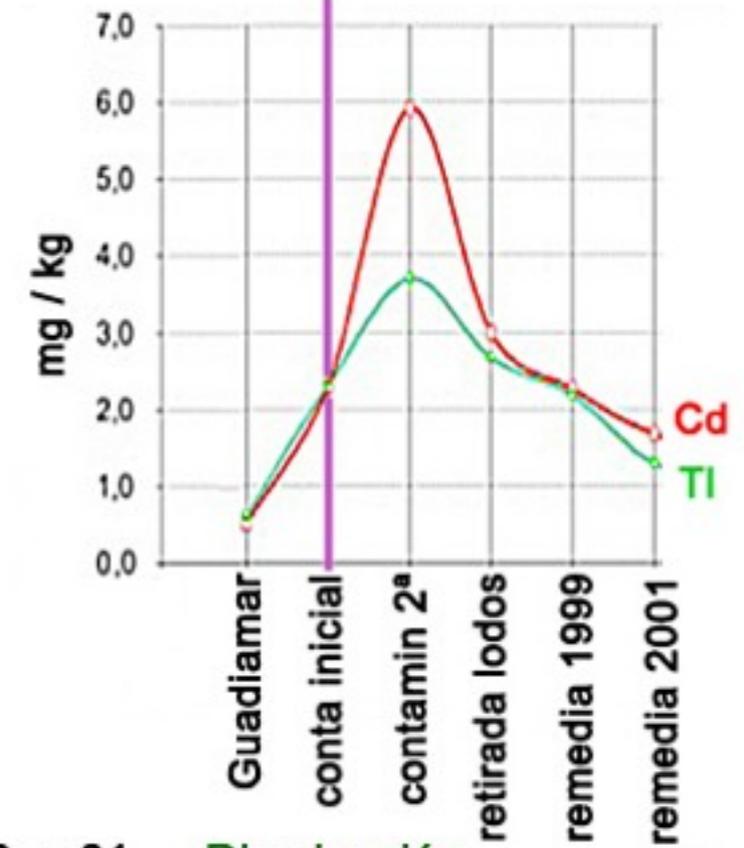
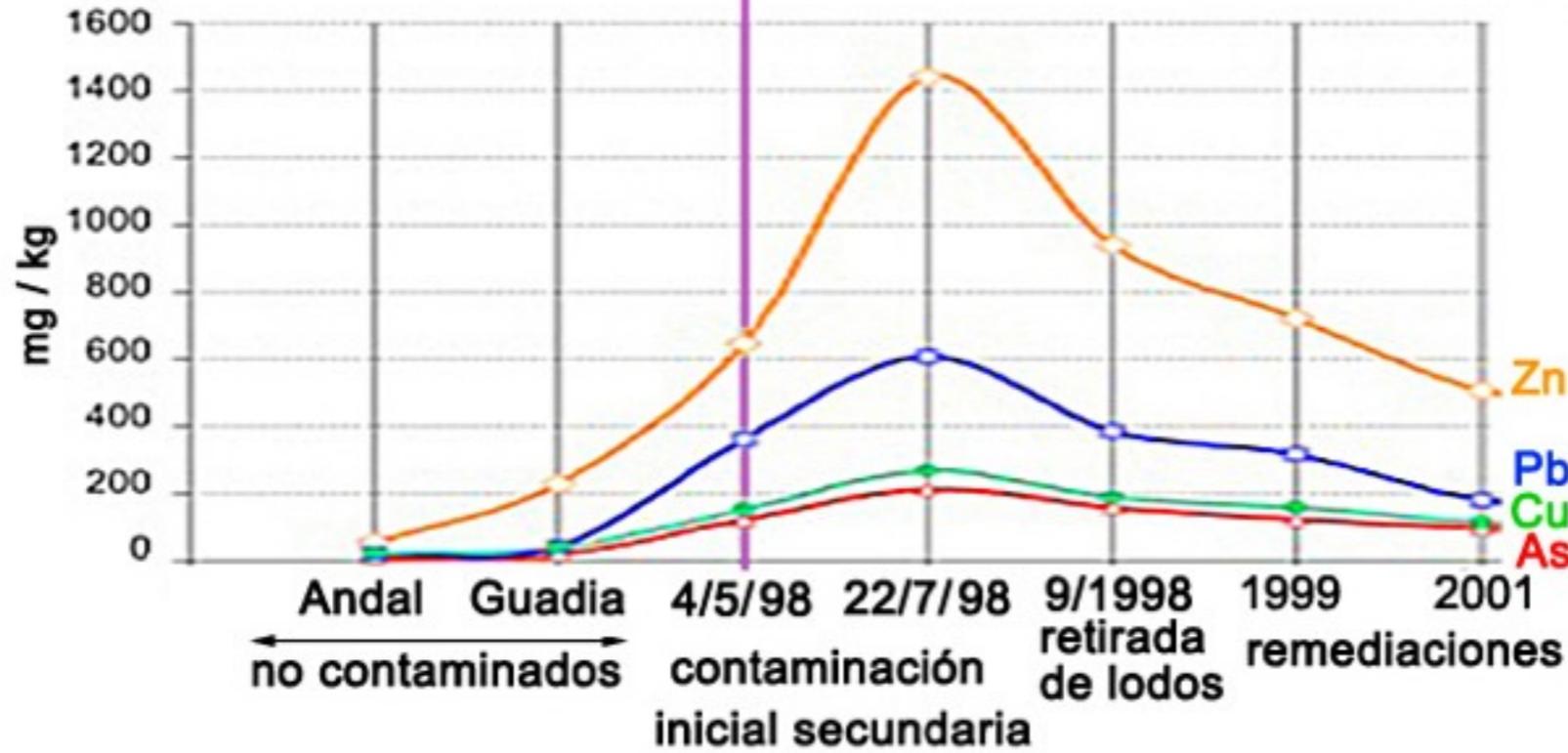
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





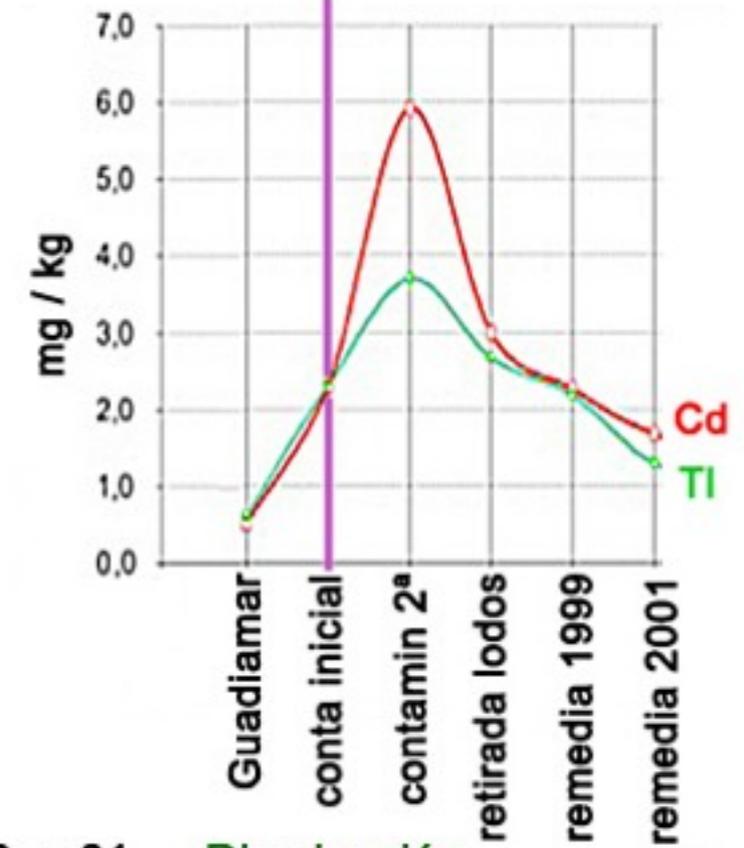
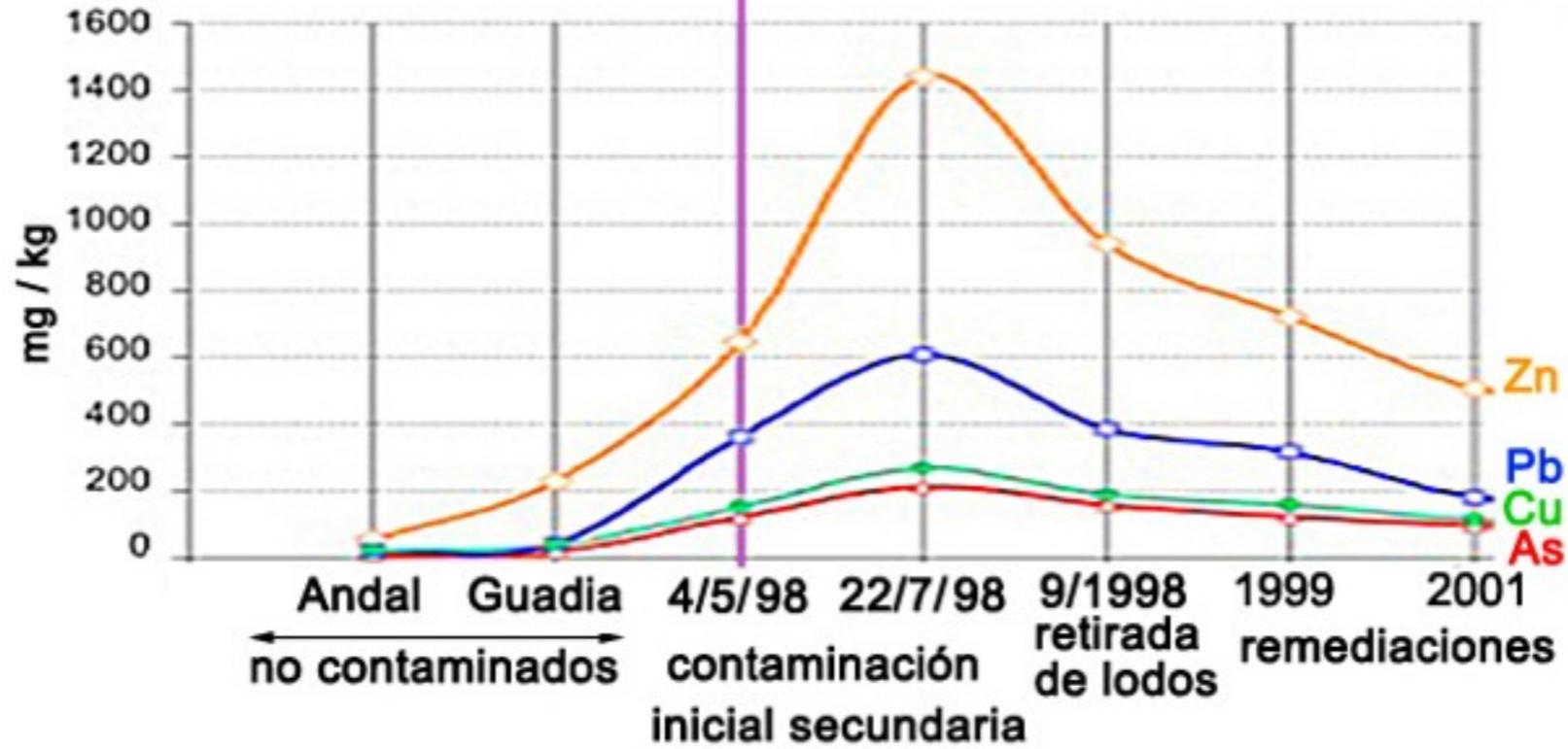
	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01
Zn	56	231	647	1.439	938	719	506
Pb	24	42	361	608	386	316	182
Cu	24	42	153	267	188	160	114
As	10	18	122	213	157	124	97
Cd		0,5	2,3	5,9	3,0	2,3	1,7
Tl		0,6	2,3	3,7	2,7	2,2	1,3

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



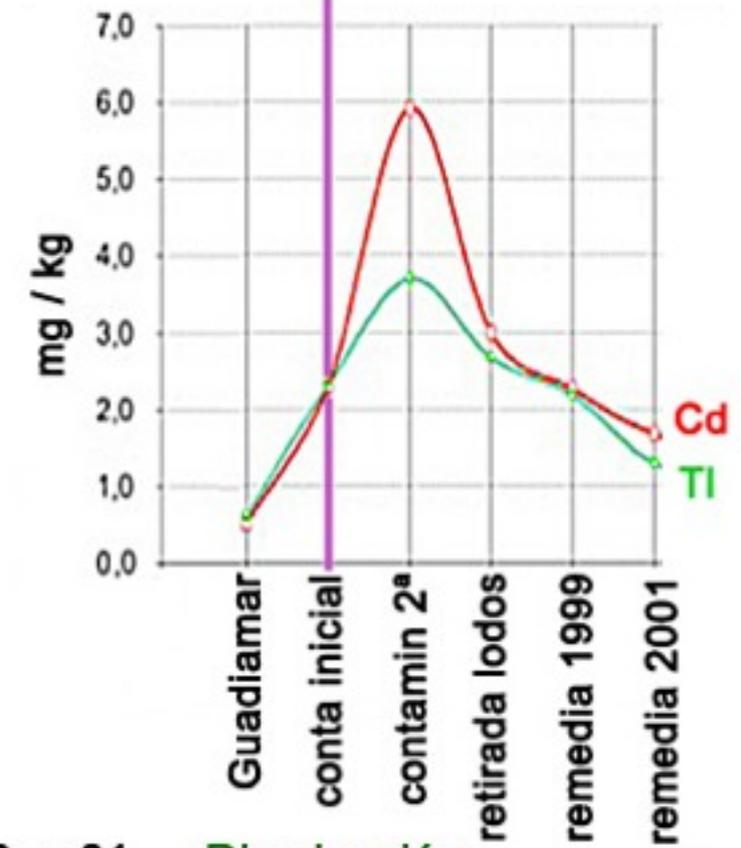
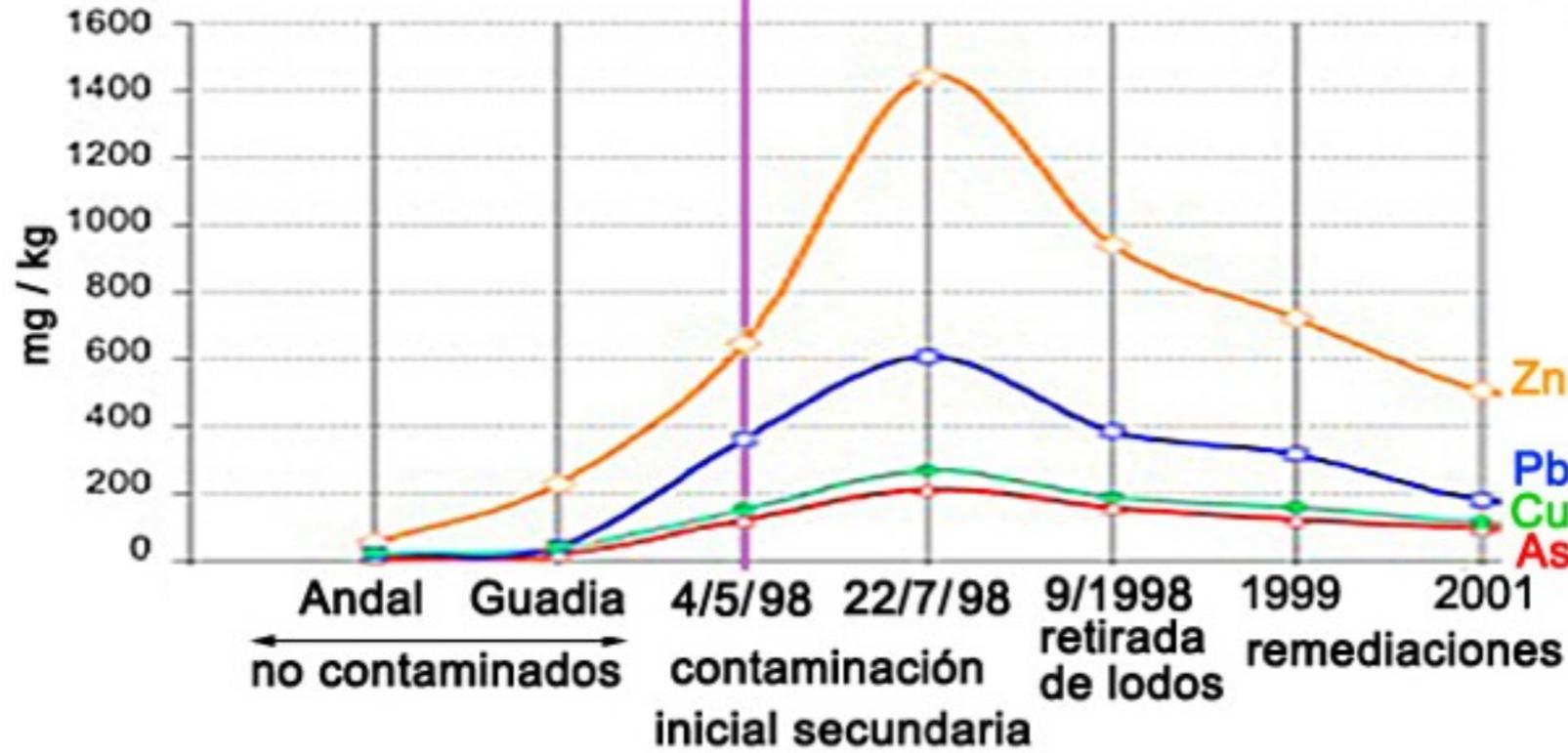
	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	Disminución
Zn	56	231	647	1.439	938	719	506	30%
Pb	24	42	361	608	386	316	182	42%
Cu	24	42	153	267	188	160	114	29%
As	10	18	122	213	157	124	97	22%
Cd		0,5	2,3	5,9	3,0	2,3	1,7	26%
Tl		0,6	2,3	3,7	2,7	2,2	1,3	41%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	Disminución
Zn	56	231	647	1.439	938	719	506	30% → 22%
Pb	24	42	361	608	386	316	182	42% → 50%
Cu	24	42	153	267	188	160	114	29% → 26%
As	10	18	122	213	157	124	97	22% → 32%
Cd		0,5	2,3	5,9	3,0	2,3	1,7	26% → 26%
Tl		0,6	2,3	3,7	2,7	2,2	1,3	41% → 43%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm

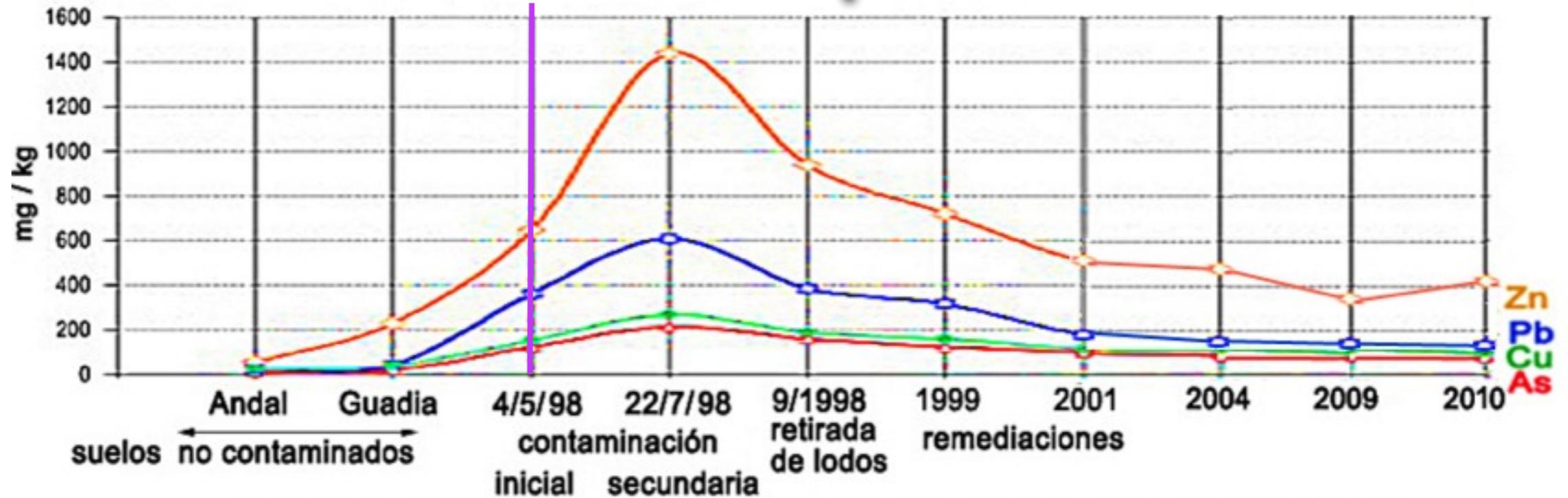


	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	Disminución	Incrementos	
Zn	56	231	647	1.439	938	719	506	30%	22%	119%
Pb	24	42	361	608	386	316	182	42%	50%	335%
Cu	24	42	153	267	188	160	114	29%	26%	183%
As	10	18	122	213	157	124	97	22%	32%	438%
Cd		0,5	2,3	5,9	3,0	2,3	1,7	26%	26%	240%
Tl		0,6	2,3	3,7	2,7	2,2	1,3	41%	43%	117%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



### Evolución posterior

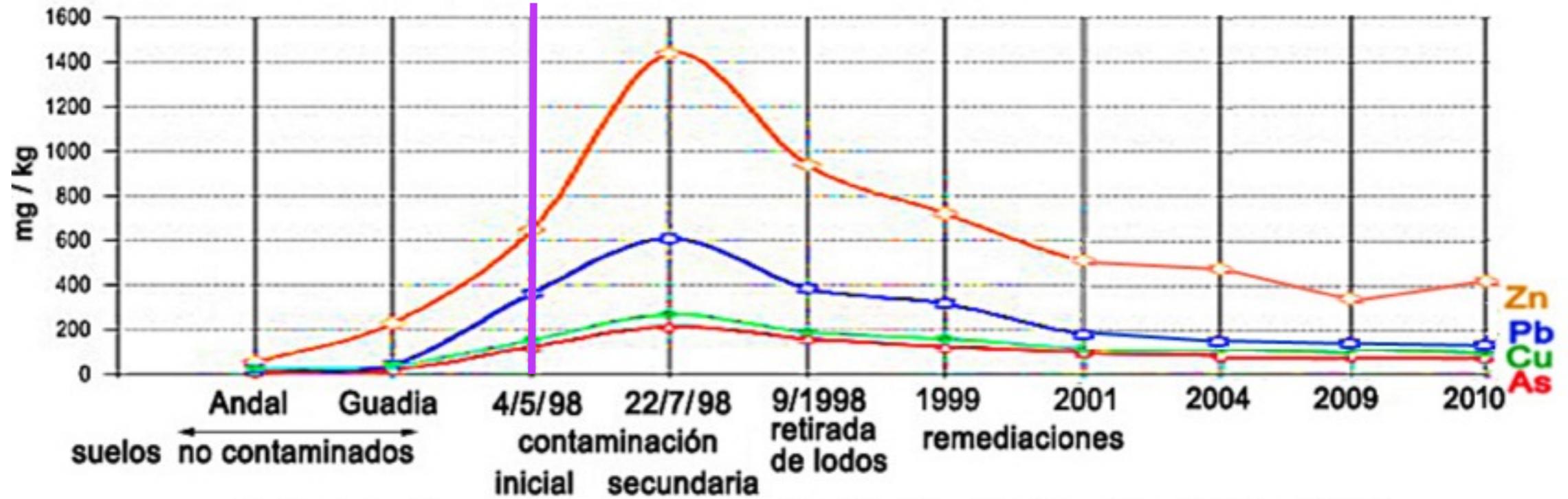


	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	2004	2009	2010
Zn	56	231	647	1439	938	719	506	462	332	418
Pb	24	42	361	608	386	316	182	169	154	152
Cu	24	41	153	267	188	160	114	109	96	104
As	10	18	122	213	157	124	97	83	72	77

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



### Evolución posterior

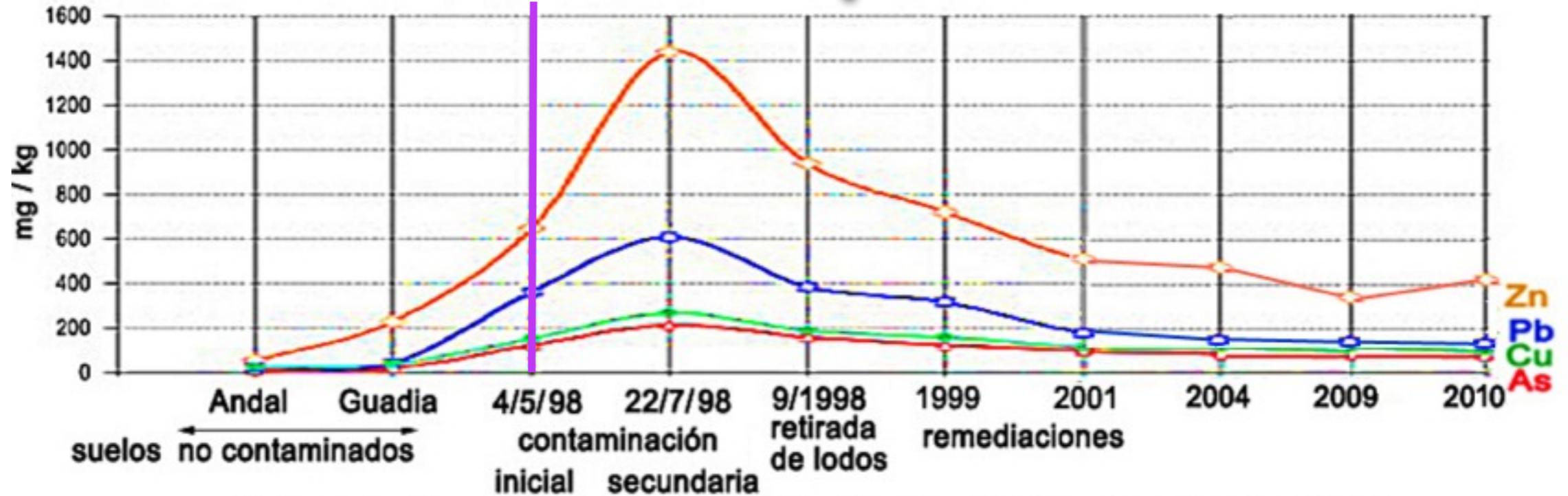


	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	2004	2009	2010	Disminución
Zn	56	231	647	1439	938	719	506	462	332	418	17%
Pb	24	42	361	608	386	316	182	169	154	152	16%
Cu	24	41	153	267	188	160	114	109	96	104	9%
As	10	18	122	213	157	124	97	83	72	77	21%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



### Evolución posterior

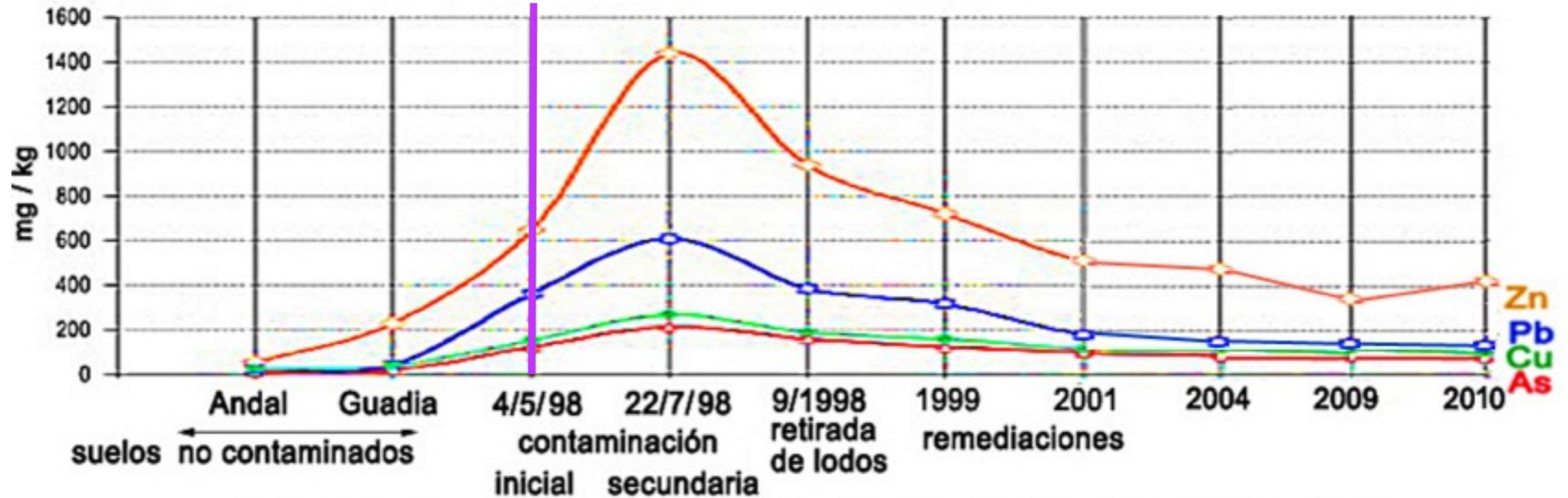


	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	2004	2010	Disminución
<b>Zn</b>	56	231	647	1439	938	719	506	462	332	418 → 17% → 35%
<b>Pb</b>	24	42	361	608	386	316	182	169	154	152 → 16% → 58%
<b>Cu</b>	24	41	153	267	188	160	114	109	96	104 → 9% → 32%
<b>As</b>	10	18	122	213	157	124	97	83	72	77 → 21% → 37%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



# Evolución posterior



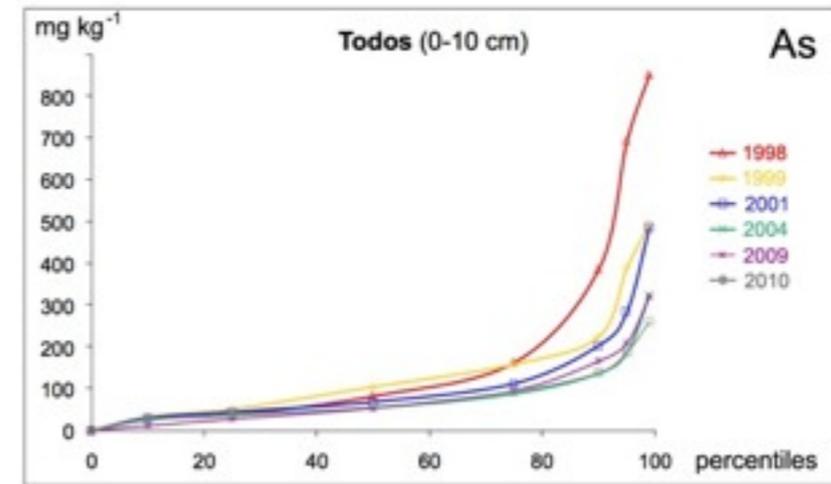
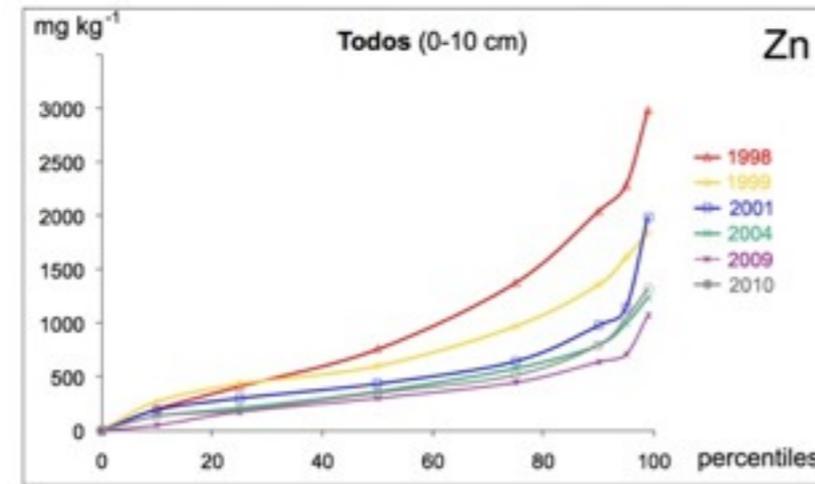
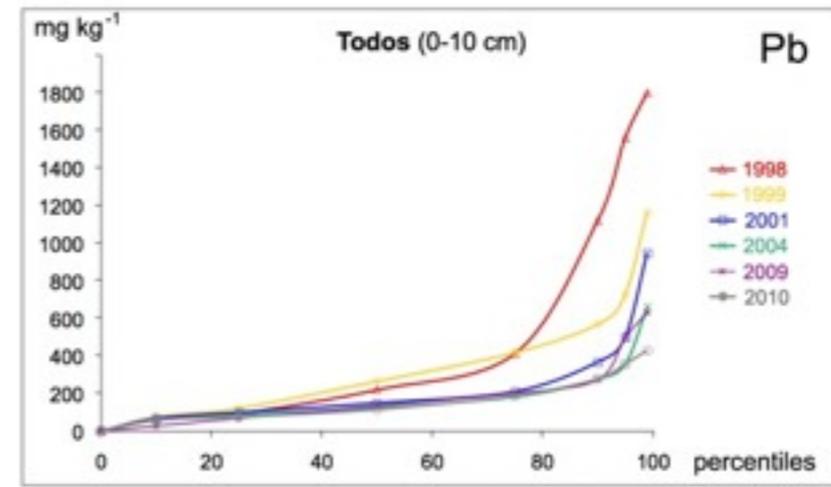
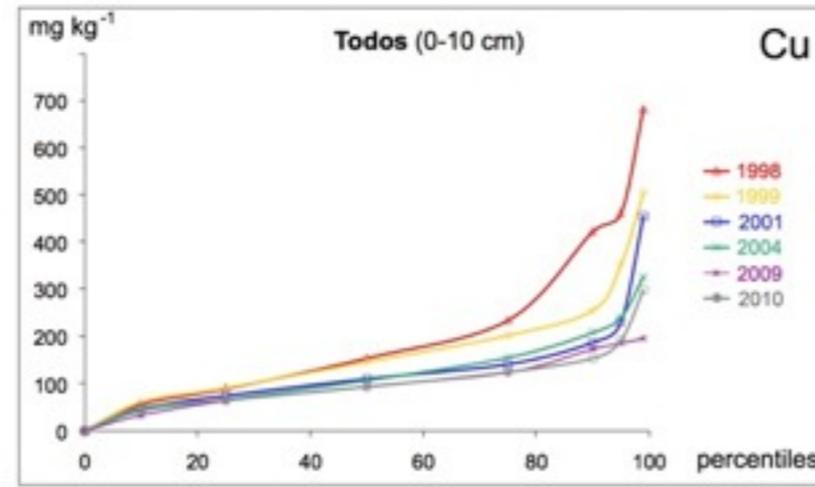
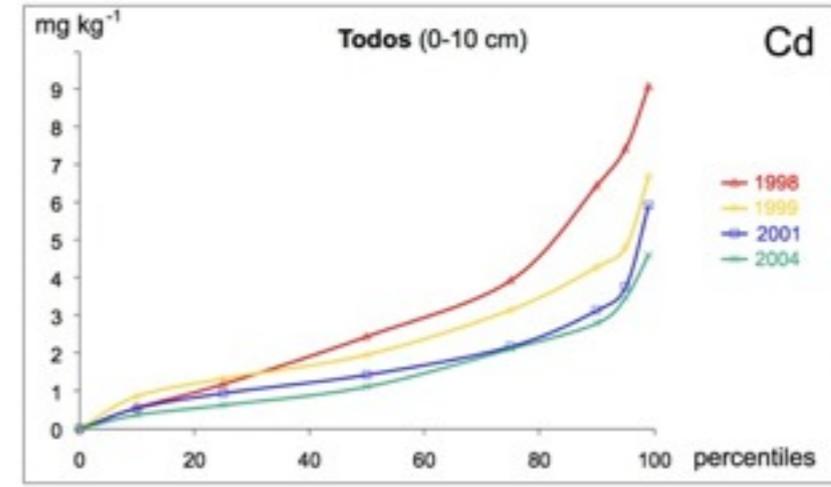
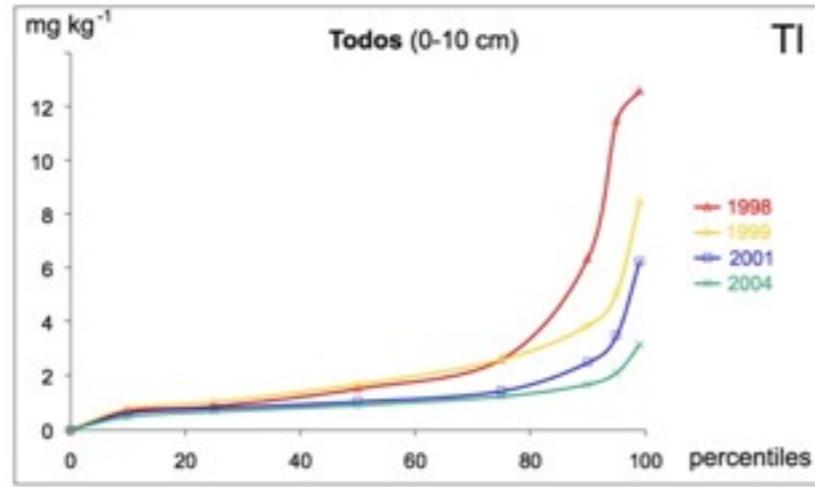
	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	2004	2009	2010	Disminución	Incremento
Zn	56	231	647	1439	938	719	506	462	332	418	17%	35%
Pb	24	42	361	608	386	316	182	169	154	152	16%	58%
Cu	24	41	153	267	188	160	114	109	96	104	9%	32%
As	10	18	122	213	157	124	97	83	72	77	21%	37%
												81%
												262%
												154%
												328%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

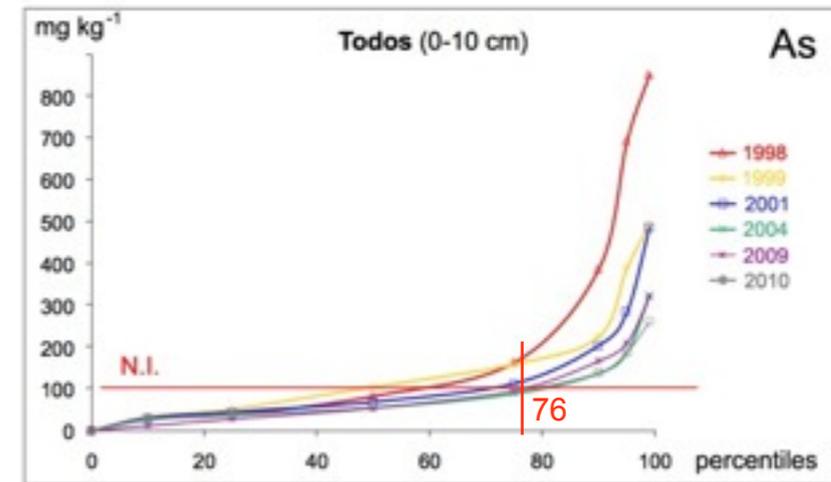
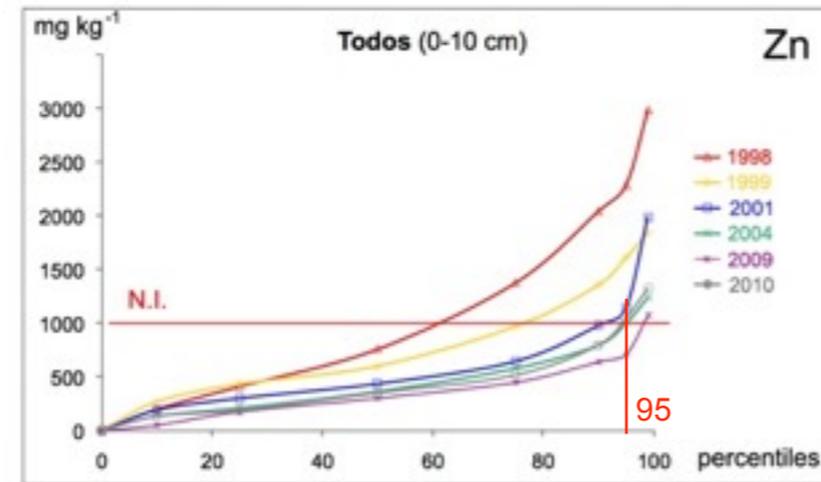
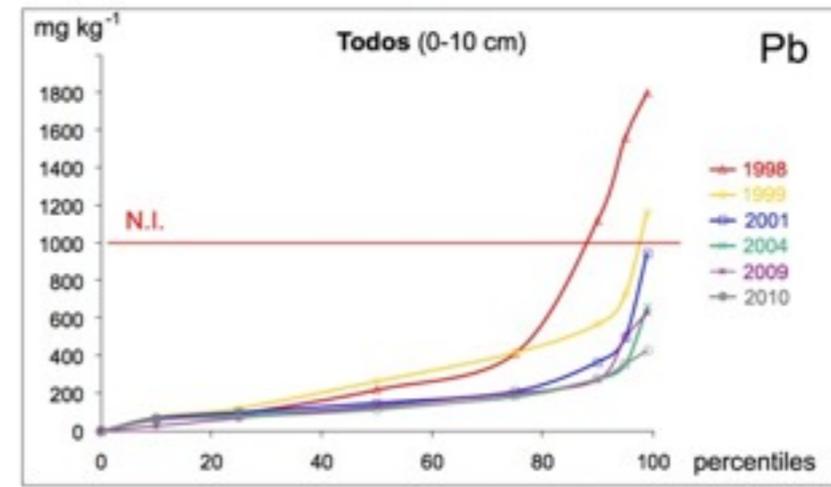
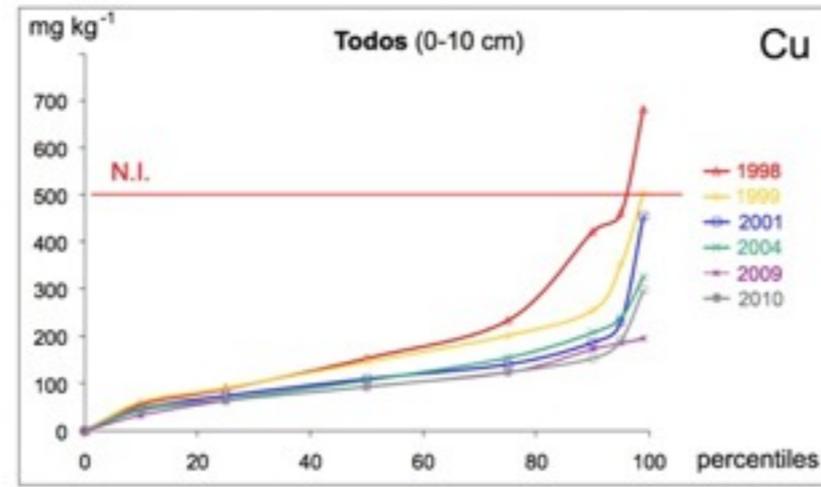
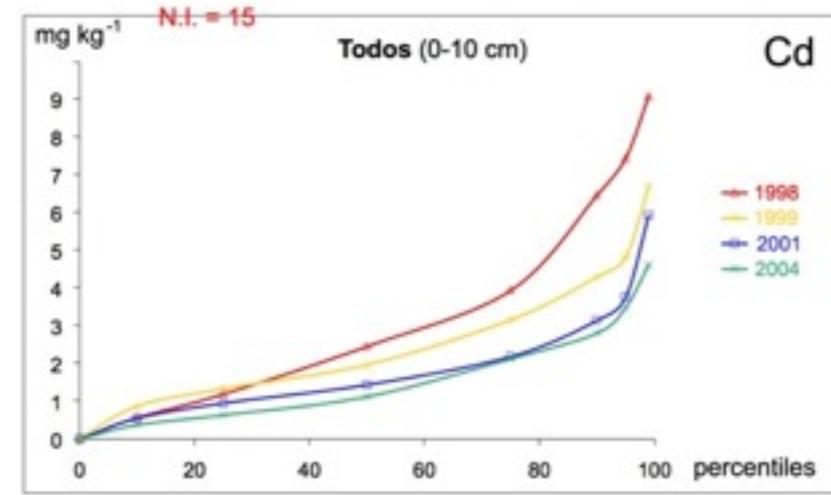
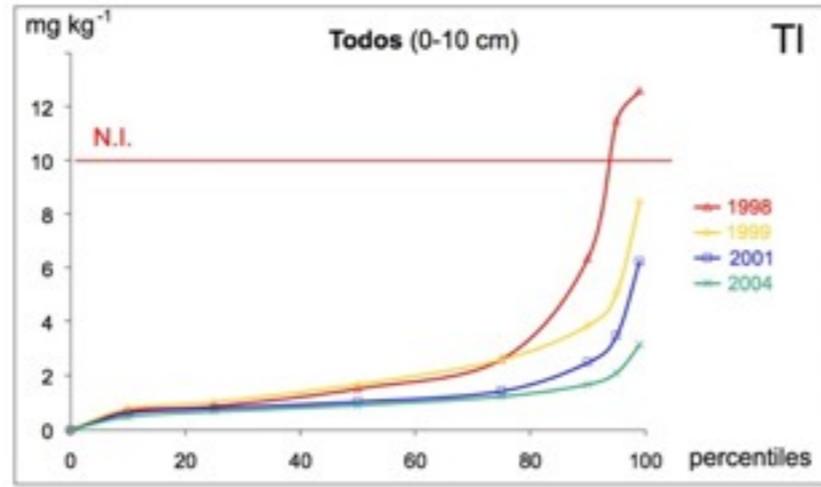


totales



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

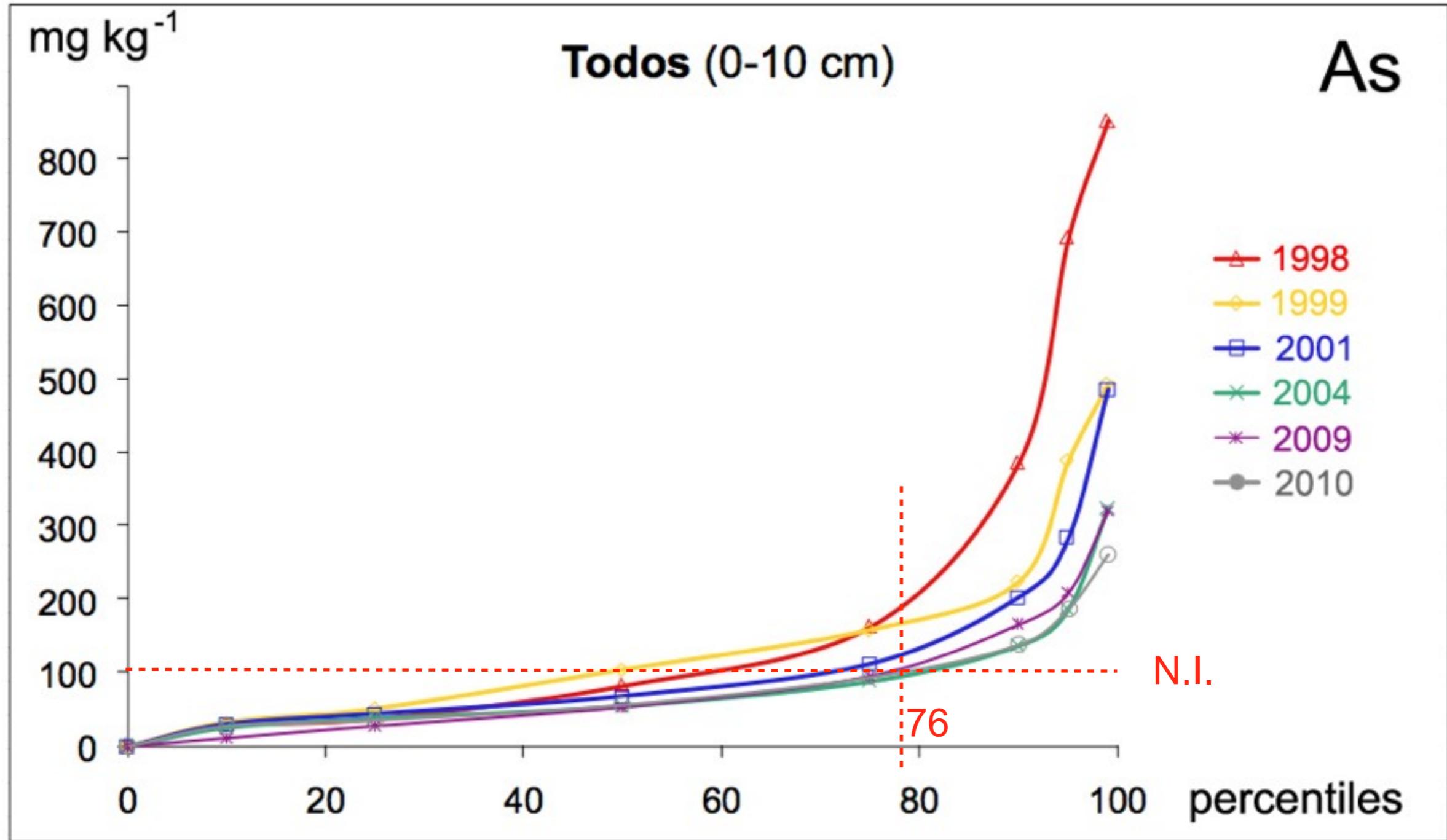


totales N.I. = niveles de intervención para suelos de parques naturales



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

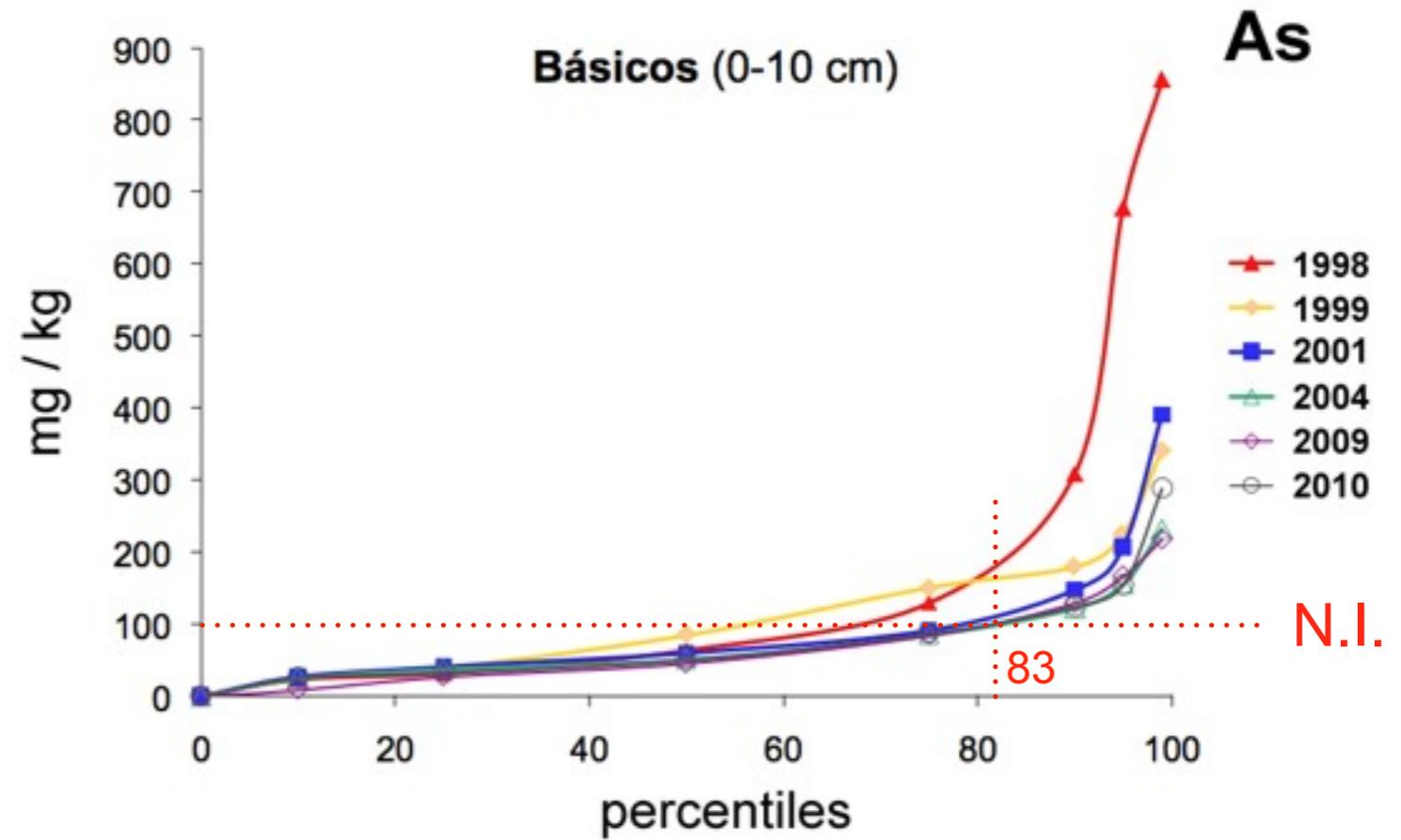
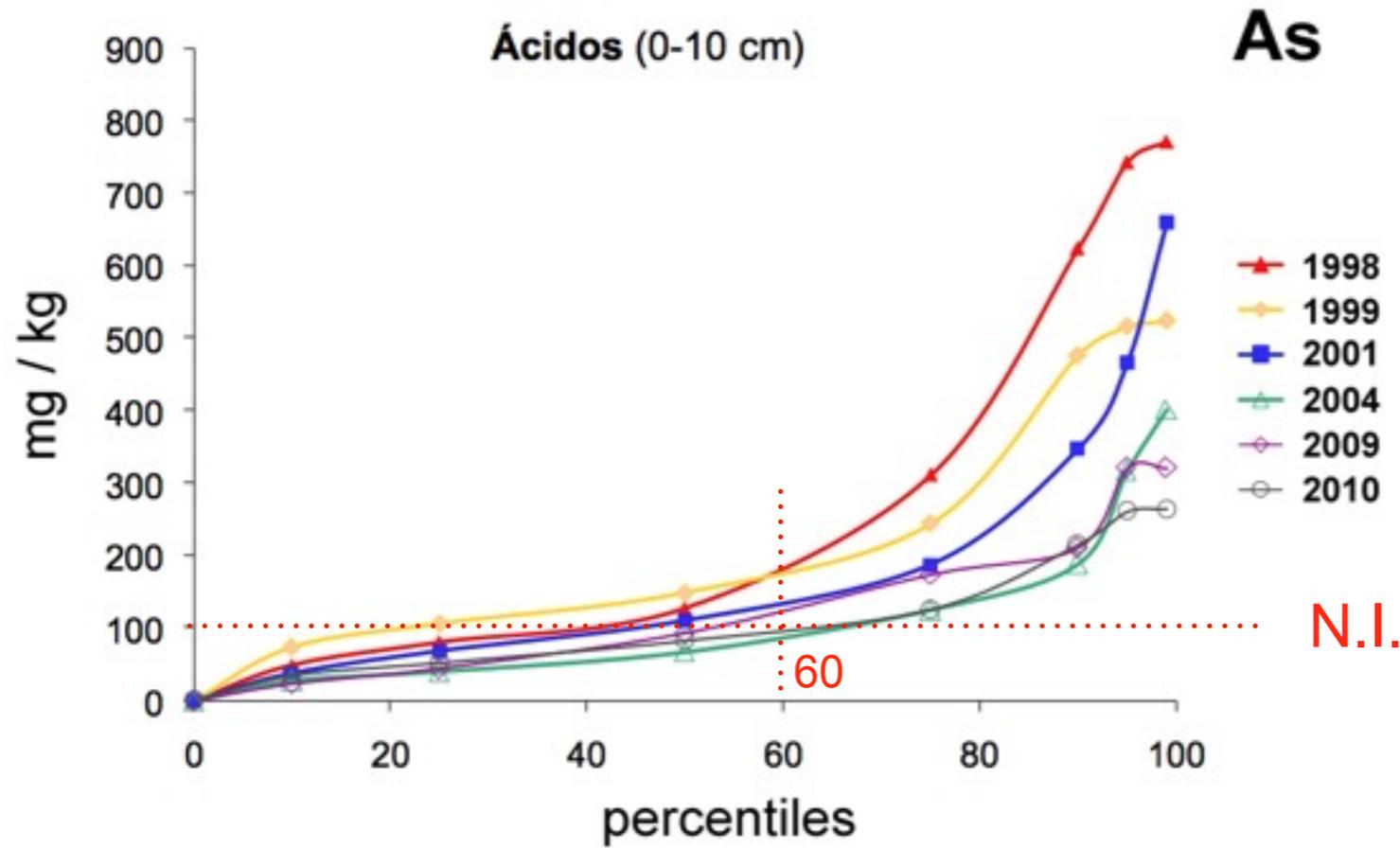


N.I. = niveles de intervención suelos de parques



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

# Estado actual

## 16 de julio de 2010

### (doce años después)



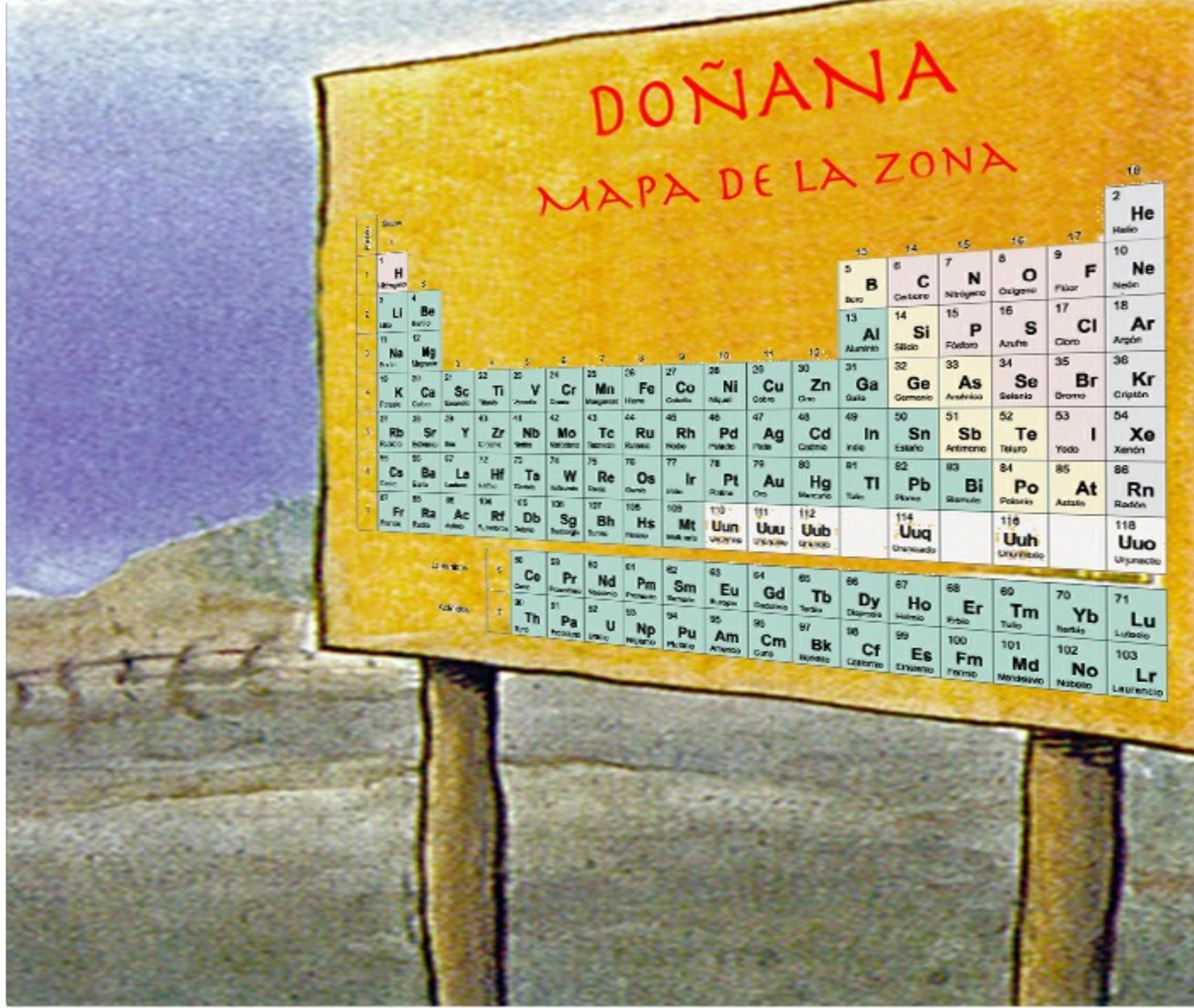
totales

Uso del suelo: agrícola		
	nivel interv. mg kg <sup>-1</sup>	suelos potencialmente contaminados
<b>1998</b>		
Cd	7/10	7%
Cu	300/500	8%
Tl	5	11%
Pb	350/500	26%
Zn	600/1000	42%
As	50	68%

Uso del suelo: Parques nacionales		
	nivel interv. mg kg <sup>-1</sup>	suelos potencialmente contaminados
<b>2010</b>		
Cd	15	0%
Cu	500	0%
Tl	10	0%
Pb	1000	0%
Zn	1000	5%
As	100	24%

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



Doñana. Sus trabajos, premiados este mes por la Sociedad Europea de Patología Veterinaria, apuntan a un posible origen congénito por consanguinidad, derivada, a su vez, del escaso número de ejemplares que quedan de este felino. La investigación se encuentra aún en sus primeras fases pero los hallazgos pueden ser más inquietantes. «Los resultados que nos hasta ahora muestran que la mayoría de los ejemplares estudiados tienen problemas en el sistema reproductivo, es decir, que tienen riesgo de padecer enfermedades infecciosas y tumores. Además, muchos tienen lesiones en los riñones -glomerulonefritis crónicas- aunque en algunos casos «de grado leve», asegura Laura Álvarez, patóloga veterinaria del equipo investigador. El reducido número de ejemplares, diseminados por el territorio -17- los convierte en una muestra «muy representativa» de la exigua población total de la fauna ibérica,

**FERNANDO HIRALDO** DIRECTOR DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA

IDEAL, 28/9/2004

## «Aznalcóllar es asunto cerrado»

L. ÁLVAREZ

El director de la Estación Biológica de Doñana nació en las tierras secas de Almería, pero el graznido de los ánseres junto a la marisma en un día de lluvia infame le cautivó para siempre. Han pasado 35 años desde entonces.

—¿Cuál es el estado de salud actual del Parque Nacional?

—El mejor que ha tenido en cuanto a grado de protección. Ocurre que han aumentado las presiones externas. Doñana está al fondo de un río y su grado de conservación depende de lo que le pasa a ese río. Además, depende también de un acuífero, una burbuja de agua de 40 kilómetros de radio sobre la que actúa la actividad agrícola de la zona.

—¿La explotación del acuífero podría acabar con Doñana?

—Es una sombra que se cierne sobre la reserva. Con la agricultura, las aguas vienen con mayor cantidad de nitratos. El acuífero es muy grande, pero en algunos lugares ya se está resistiendo debido a las extracciones para riego.

—¿Cómo afecta a la marisma?



**EXPERTO.** Fernando Hiraldo lleva 35 años en la reserva. / M. VÁZQUEZ

atropellados, lo que evita su posible unión con otras poblaciones.

—¿Cuánto aguantarán en Doñana?

—No se sabe.

—Si ustedes no pueden paliar este problema. ¿Quién puede hacerlo?

—Los políticos deben decidir.

—¿Cuál es el reto entonces?

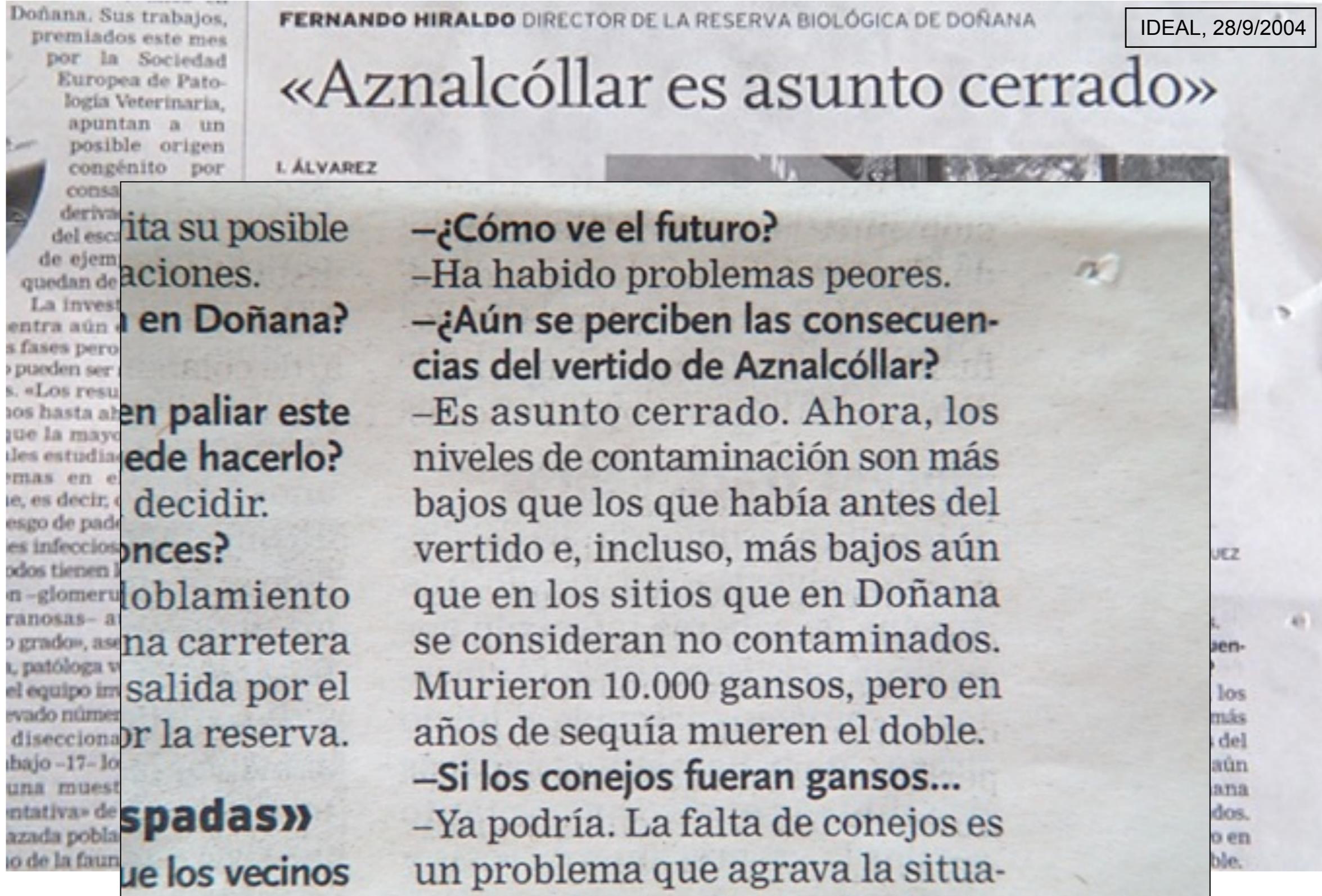
—A lo mejor el desdoblamiento puede consistir en una carretera de entrada y otra de salida por el norte, que no pase por la reserva.

—¿Cómo ve el futuro?

—Ha habido problemas peores.

—¿Aún se perciben las consecuencias del vertido de Aznalcóllar?

—Es asunto cerrado. Ahora, los niveles de contaminación son más bajos que los que había antes del vertido e, incluso, más bajos aún que en los sitios que en Doñana se consideran no contaminados. Murieron 10.000 gansos, pero en años de sequía mueren el doble.





### Uso del suelo: Parques nacionales

2010	nivel interv. mg kg <sup>-1</sup>	suelos potencialmente contaminados
Cd	15	0%
Cu	500	0%
Tl	10	0%
Pb	1000	0%
Zn	1000	5%
As	100	24%

CTOR DE LA RESERVA BIOLÓGICA DE DOÑANA

IDEAL, 28/9/2004

## «...lar es asunto cerrado»

### ...ve el futuro?

...do problemas peores.

...perciben las consecuen-

...vertido de Aznalcóllar?

–Es asunto cerrado. Ahora, los niveles de contaminación son más bajos que los que había antes del vertido e, incluso, más bajos aún que en los sitios que en Doñana se consideran no contaminados. Murieron 10.000 gansos, pero en años de sequía mueren el doble.

–Si los conejos fueran gansos...

–Ya podría. La falta de conejos es un problema que agrava la situa-

...s. «Los resu...  
...os hasta ab...  
...que la mayo...  
...les estudia...  
...emas en e...  
...e, es decir, e...  
...esgo de pad...  
...es infeccios...  
...odos tienen l...  
...n -glomeru...  
...ranosas- a...  
...o grado», ase...  
...a, patóloga v...  
...el equipo im...  
...evado núme...  
...diseciona...  
...bajo -17- lo...  
...una muestr...  
...ntativa» de...  
...azada pobla...  
...o de la faun...

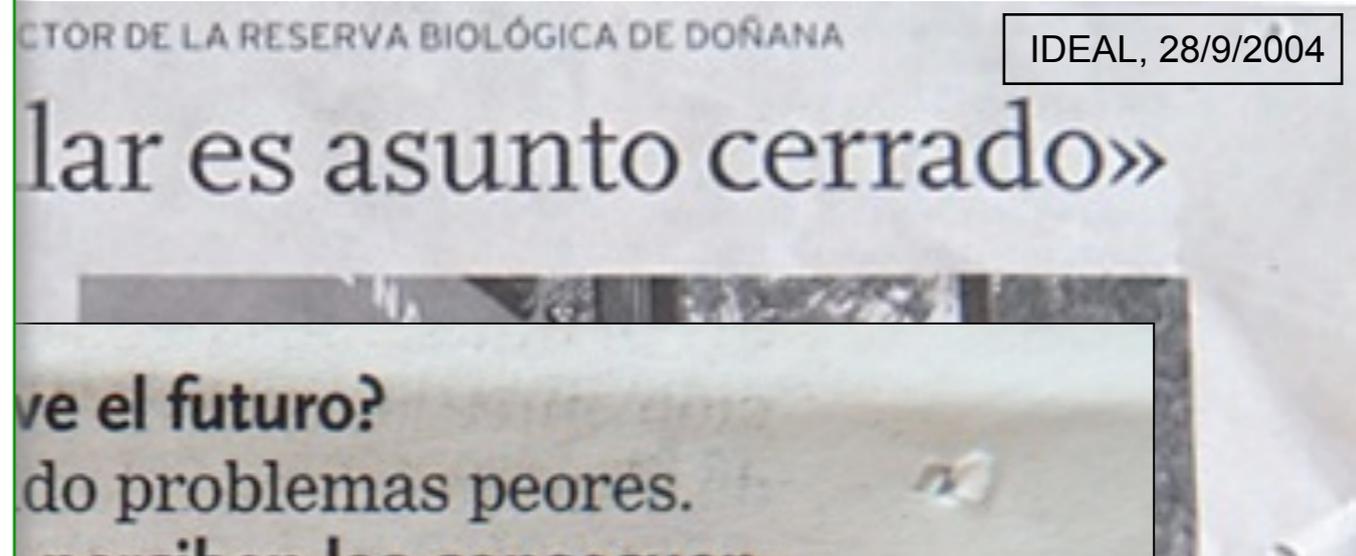
...en paliar este...  
...ede hacerlo?  
...decidir.  
...nces?  
...oblamiento  
...na carretera  
...salida por el  
...or la reserva.

...spadas»  
...ue los vecinos

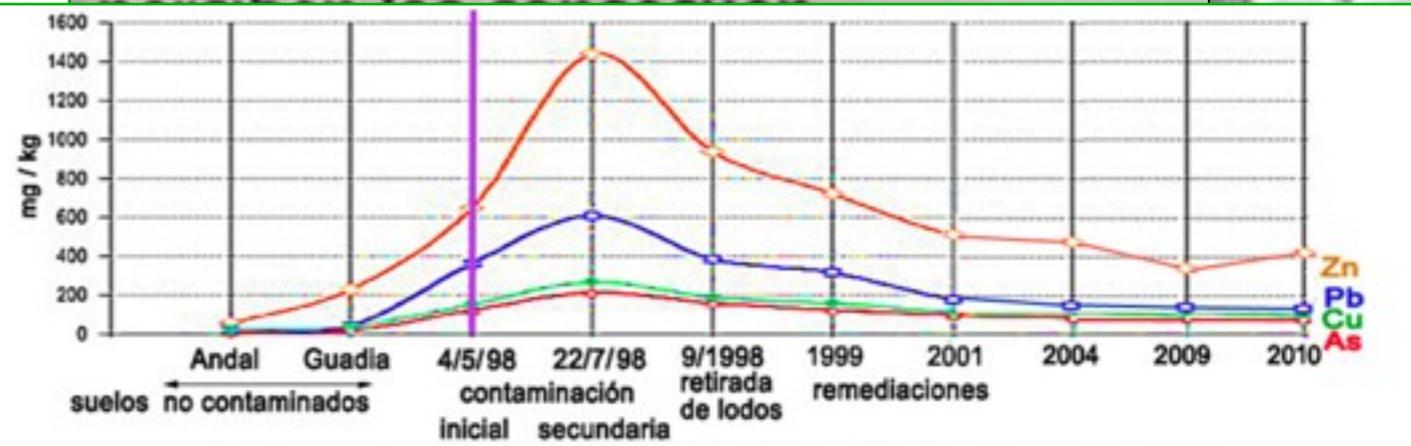


### Uso del suelo: Parques nacionales

2010	nivel interv. mg kg <sup>-1</sup>	suelos potencialmente contaminados
Cd	15	0%
Cu	500	0%
Tl	10	0%
Pb	1000	0%
Zn	1000	5%
As	100	24%



IDEAL, 28/9/2004



	And	Guad	CI	CS	RetL	Rem99	Rem01	2004	2009	2010	Disminución	Incremento
Zn	56	231	647	1439	938	719	506	462	332	418	17%	35%
Pb	24	42	361	608	386	316	182	169	154	152	16%	58%
Cu	24	41	153	267	188	160	114	109	96	104	9%	32%
As	10	18	122	213	157	124	97	83	72	77	21%	37%

mg/kg, metales totales, valores medios, muestras de 0-10 cm

«Los resu...  
nos hasta ab...  
que la mayo...  
les estudia...  
emas en e...  
e, es decir...  
esgo de pad...  
es infeccios...  
odos tienen l...  
n-glomeru...  
ranosas- a...  
o grado», ase...  
a, patóloga v...  
el equipo im...  
evado núme...  
disecciona...  
bajo -17- lo...  
una muest...  
ntativa» de...  
azada pobla...  
o de la faun...

en paliar este...  
ede hacerlo?  
decidir.  
onces?  
oblamiento...  
na carretera...  
salida por el...  
or la reserva.

«Espadas»

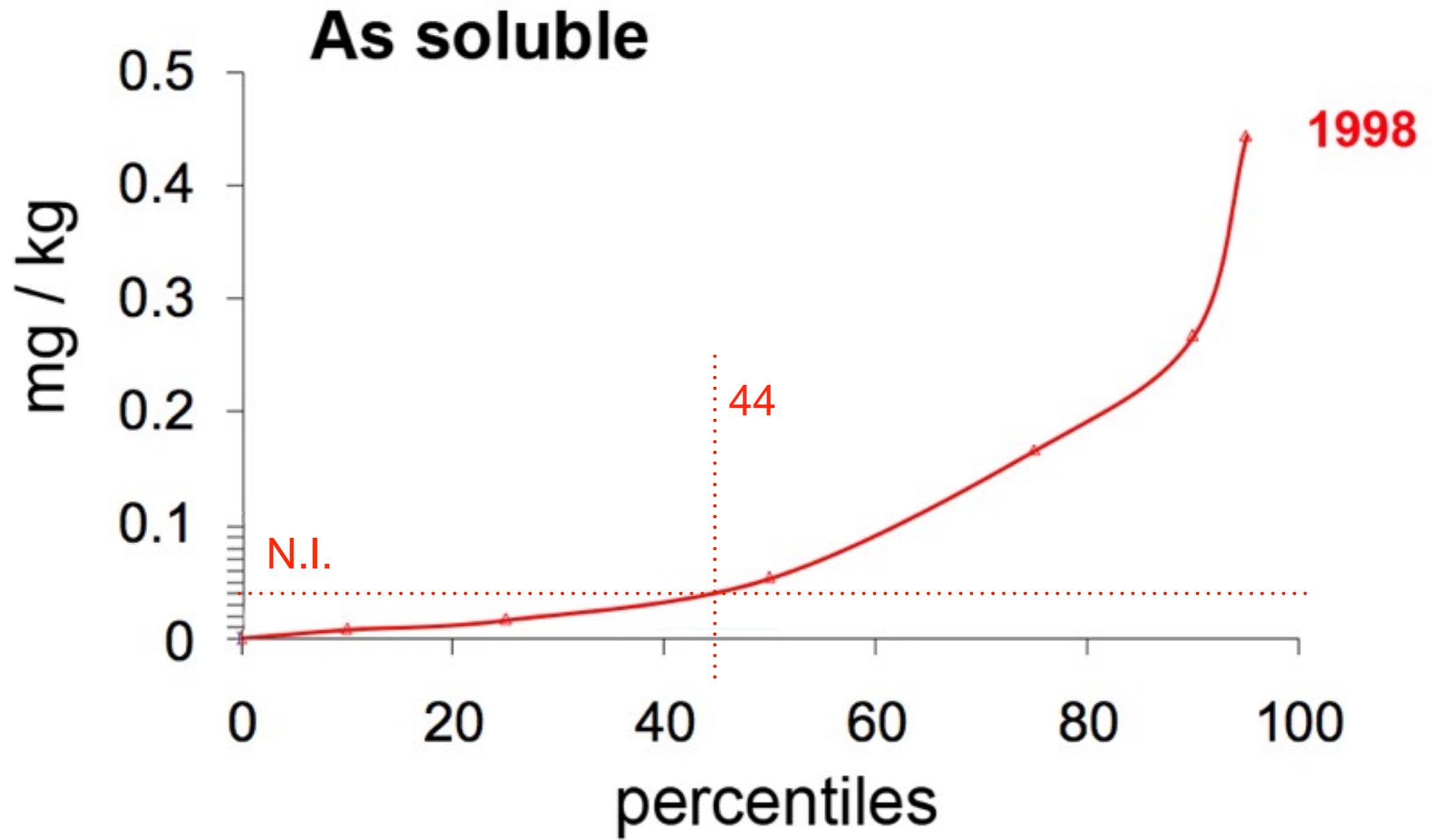
ue los vecinos

-Es as...  
niveles...  
bajos...  
vertid...  
que en...  
se con...  
Murie...  
años d...  
-Si los...  
-Ya po...  
un pro...



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

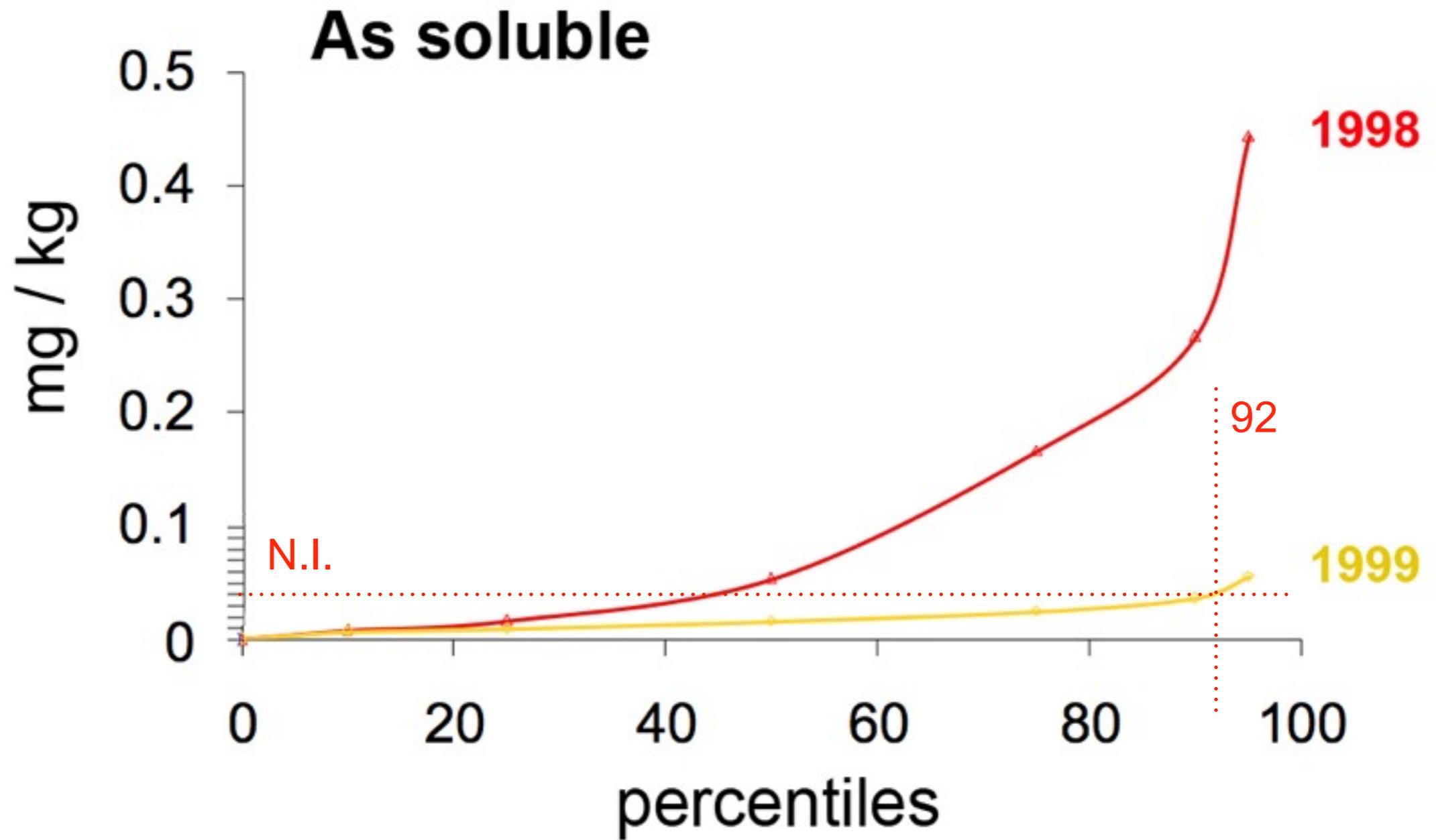


N.I. As soluble =  $0,04 \text{ mg kg}^{-1}$



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

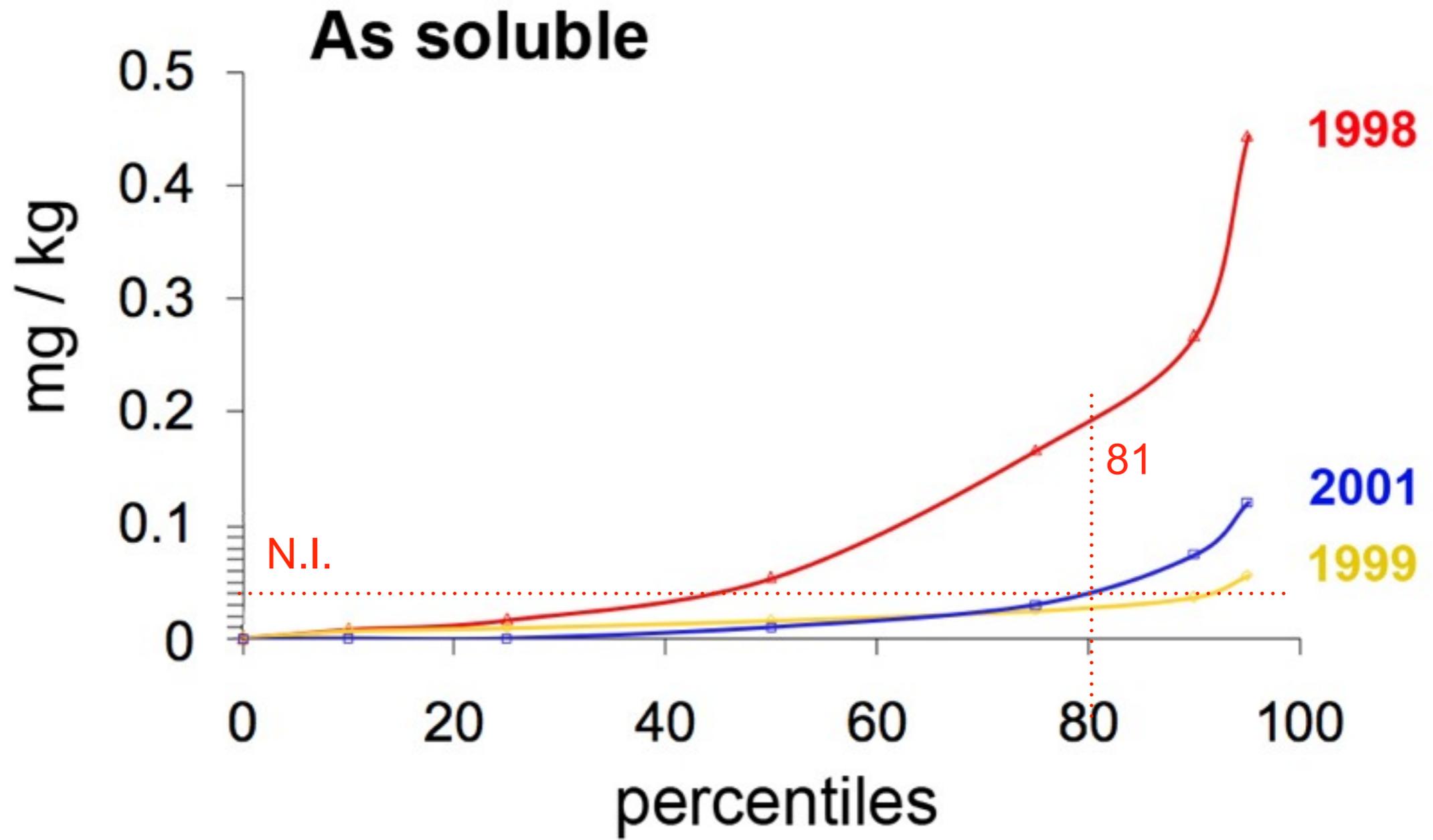


N.I. As soluble = 0,04 mg kg<sup>-1</sup>



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

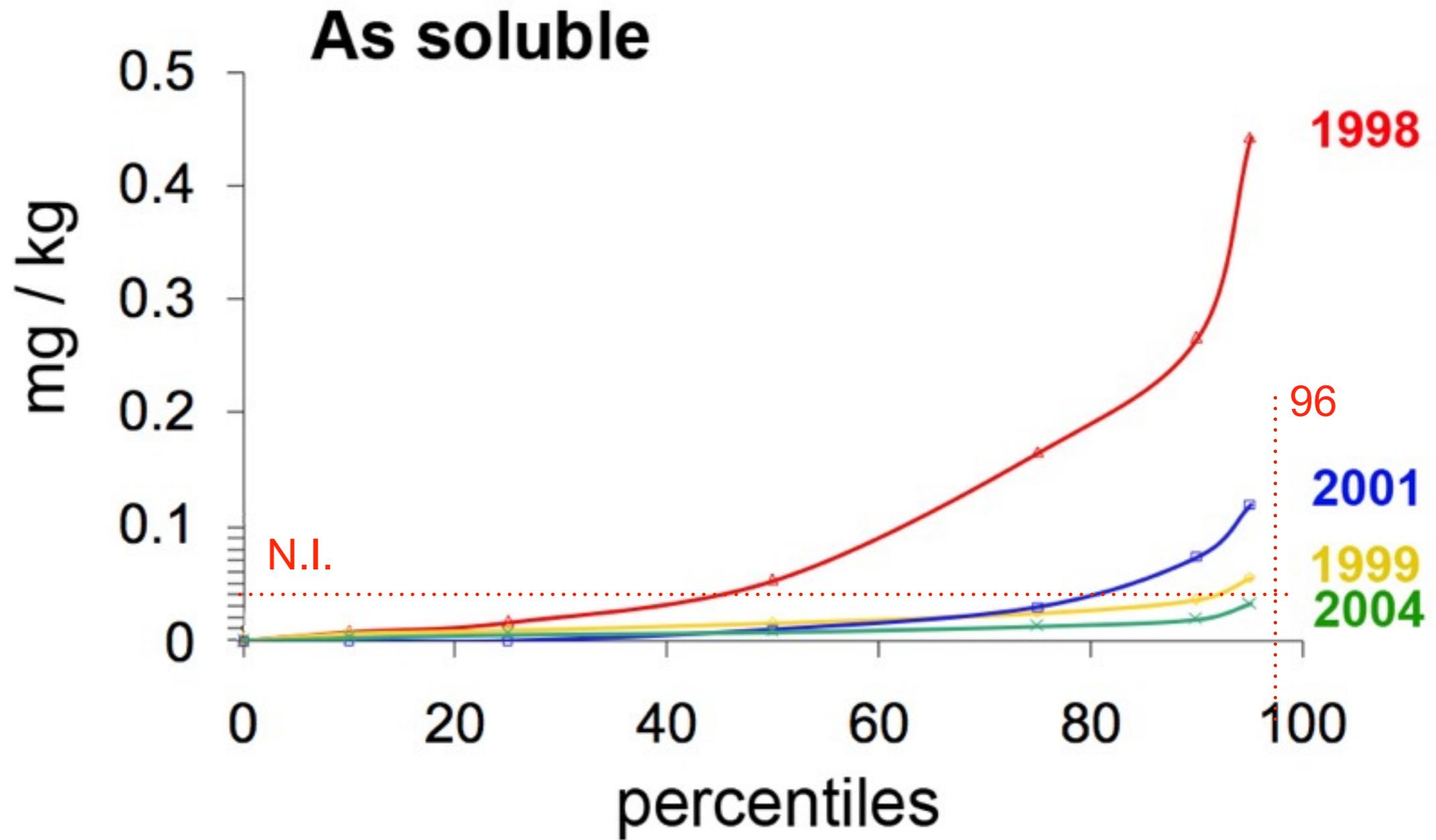


N.I. As soluble = 0,04 mg kg<sup>-1</sup>



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

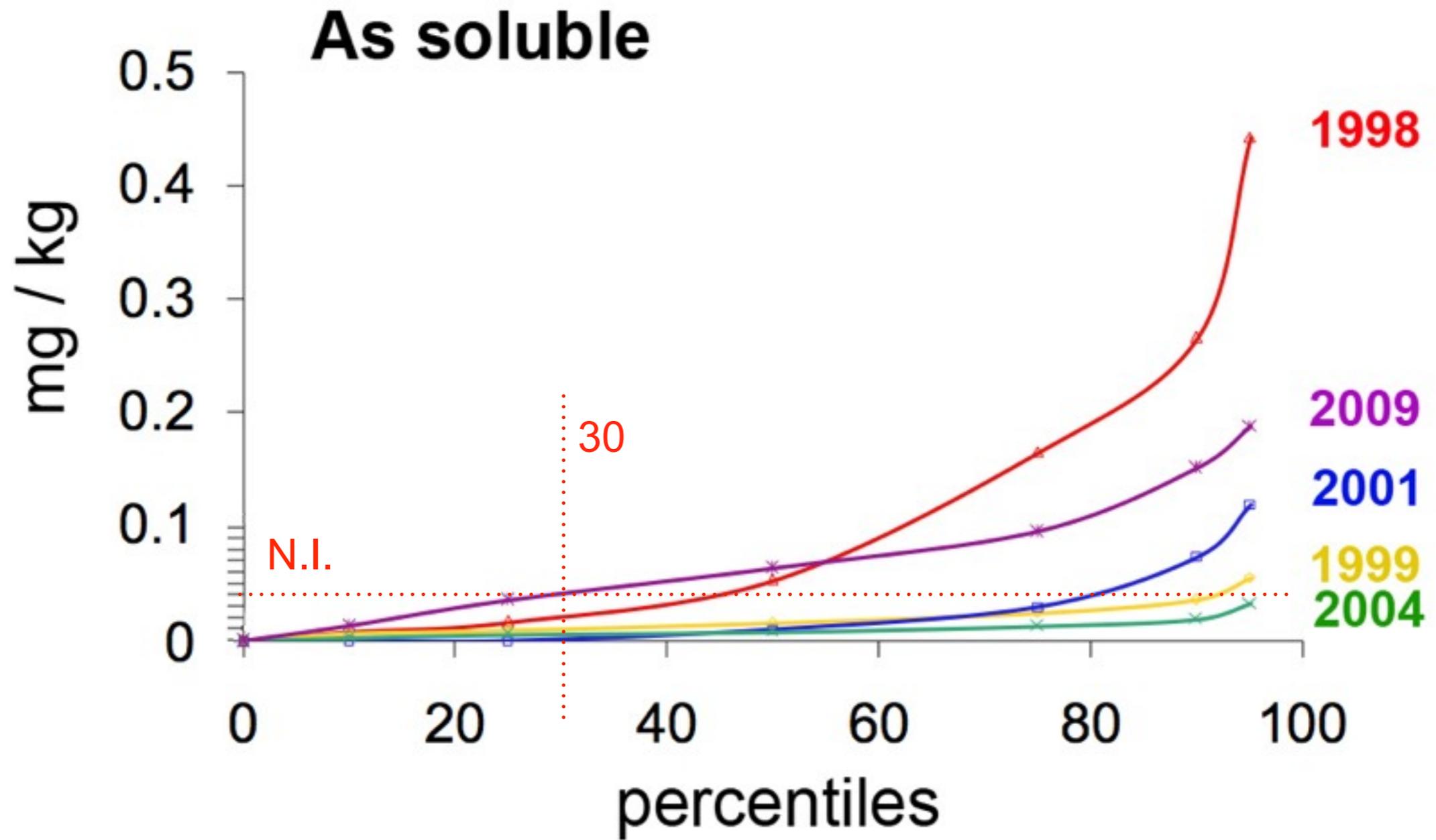


N.I. As soluble = 0,04 mg kg<sup>-1</sup>



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

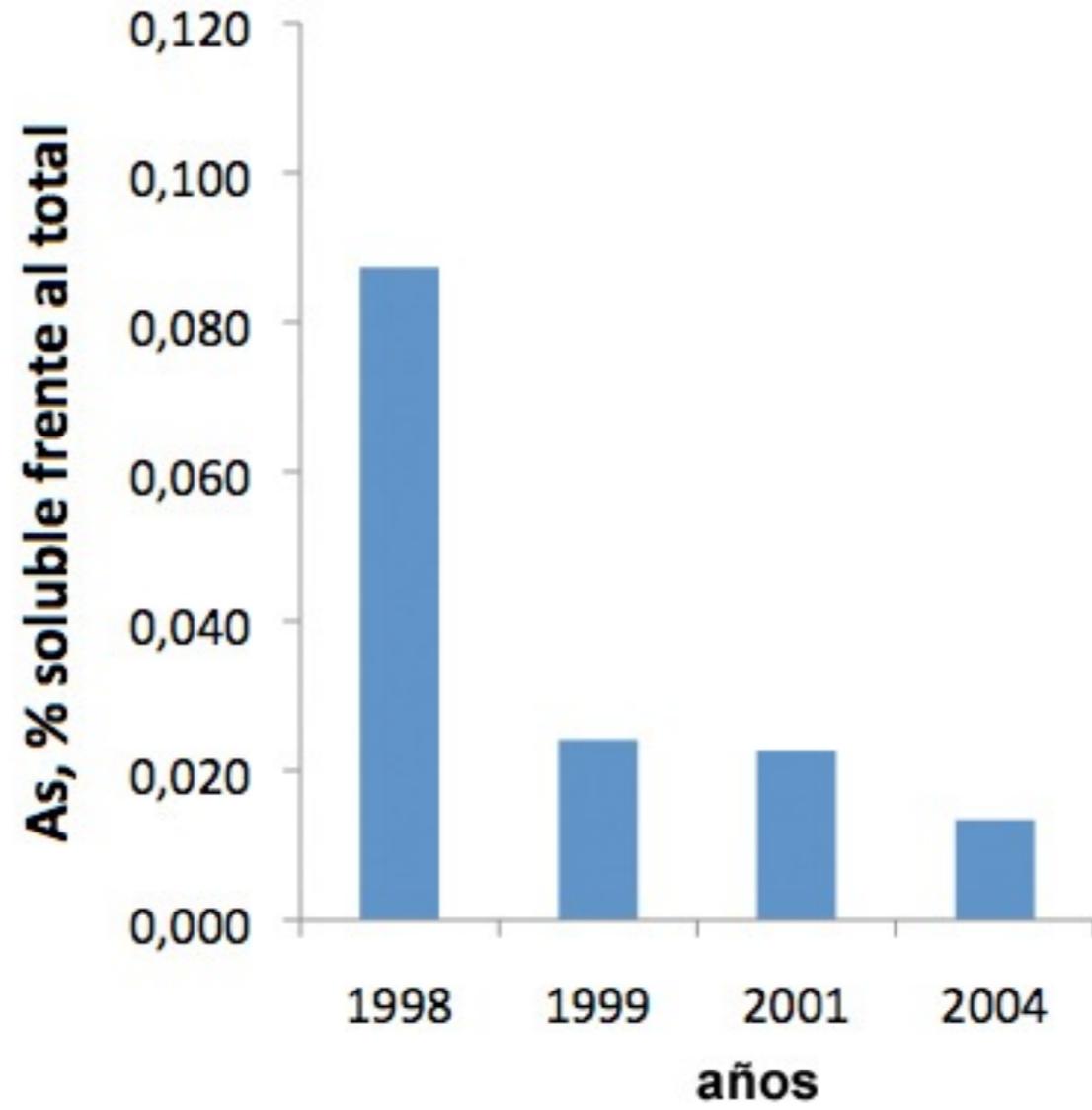


N.I. As soluble = 0,04 mg kg<sup>-1</sup>



### Aznalcóllar, hoy.

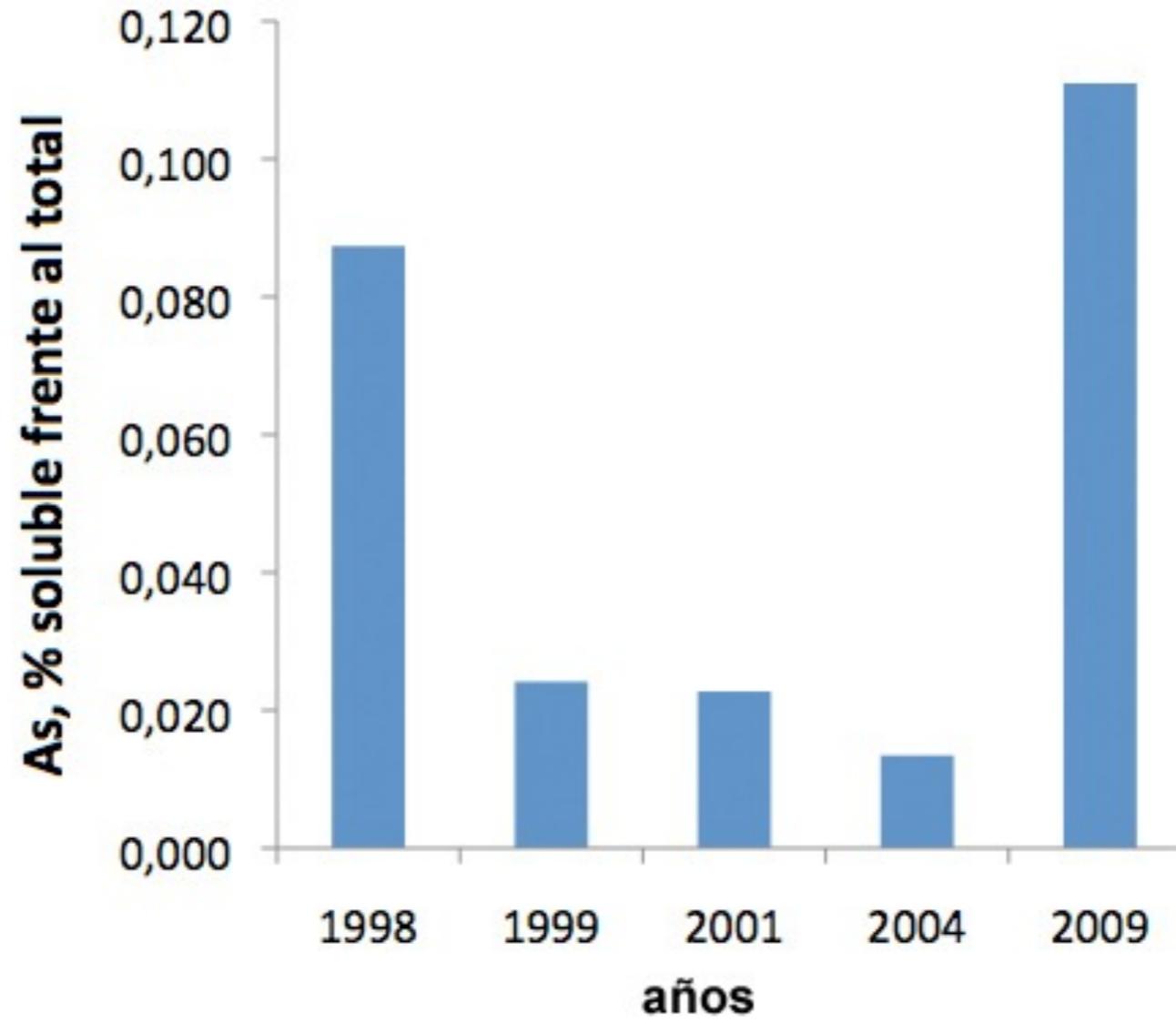
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro

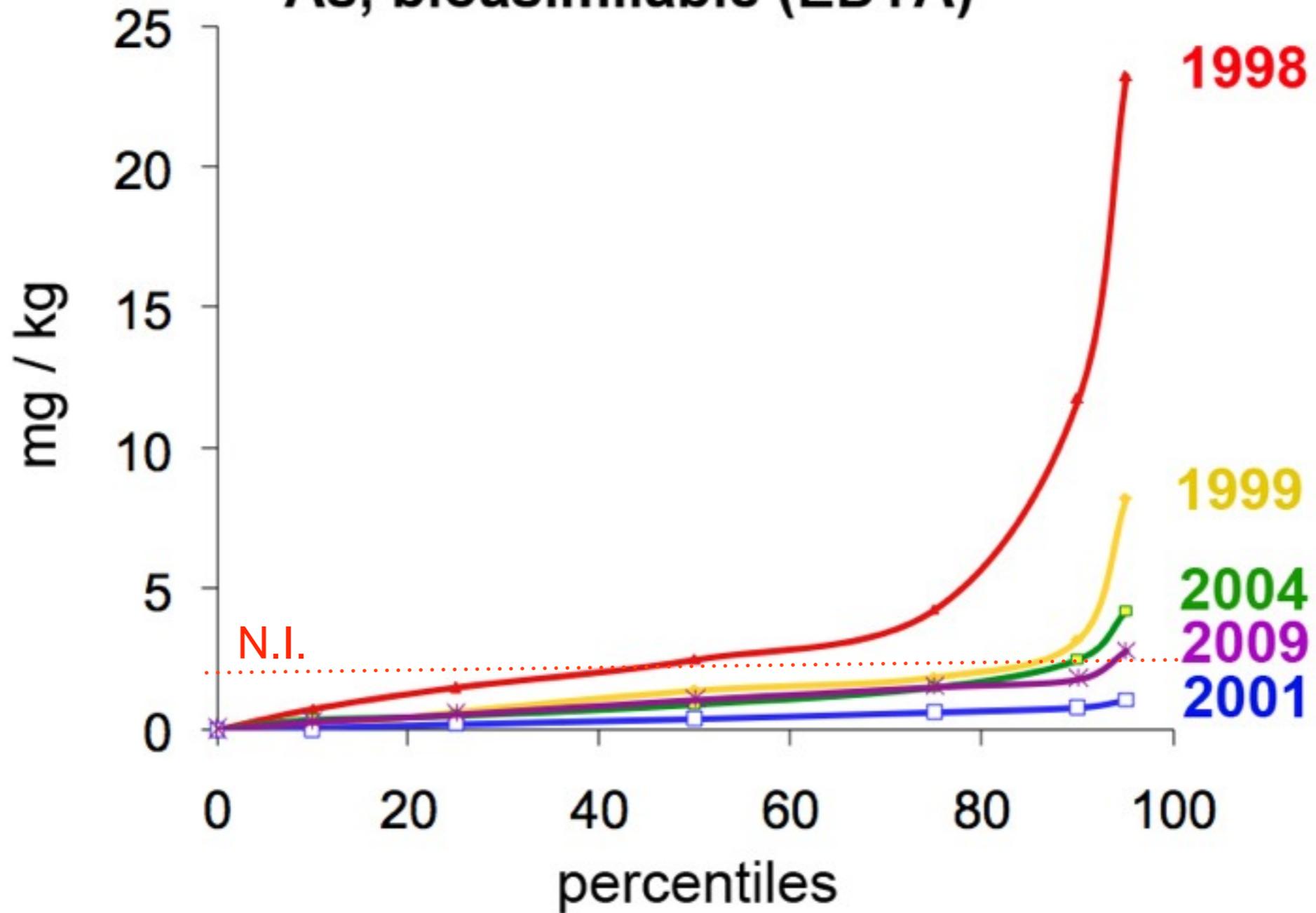




Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### As, bioasimilable (EDTA)



N.I. As EDTA = 2,0 mg kg<sup>-1</sup>



### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

- 4 Evolución sin intervención



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

- **4 Evolución sin intervención**

**¿La retirada de los lodos fue una decisión correcta?**





### Aznalcóllar, hoy.

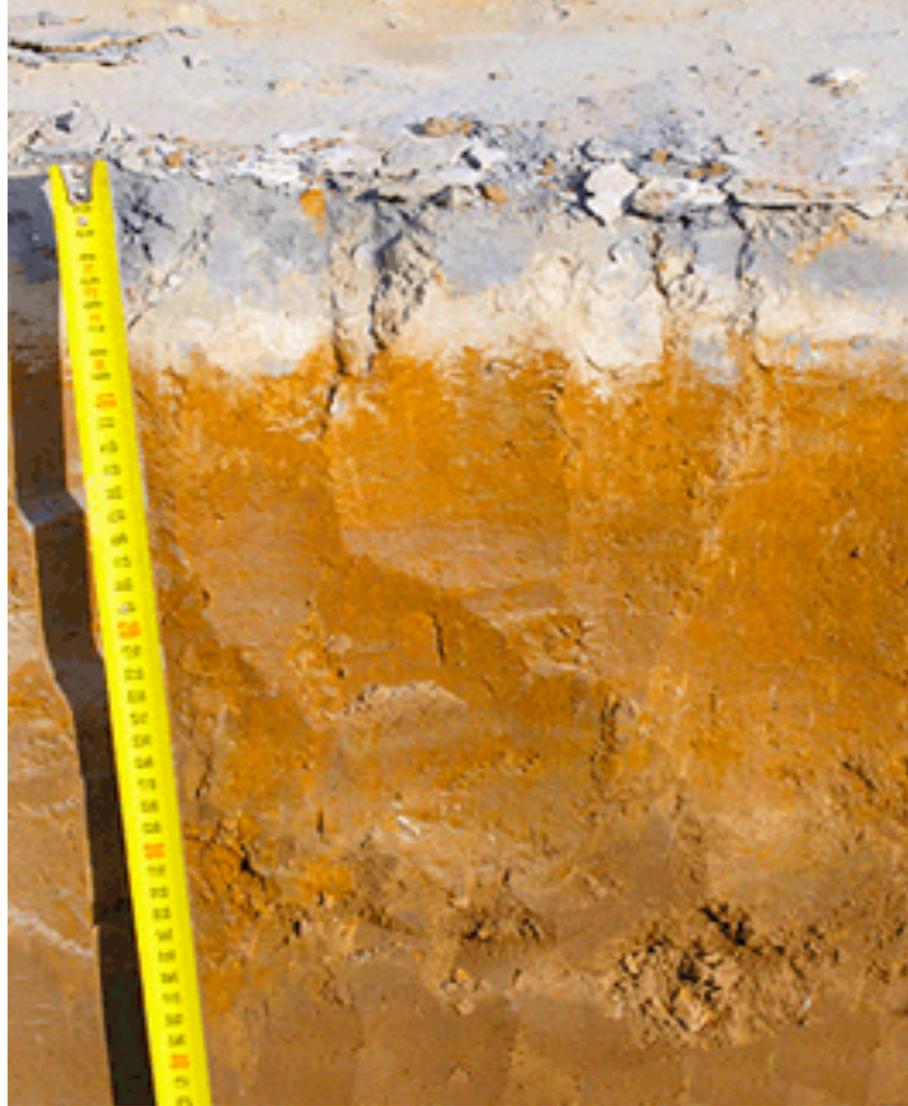
1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



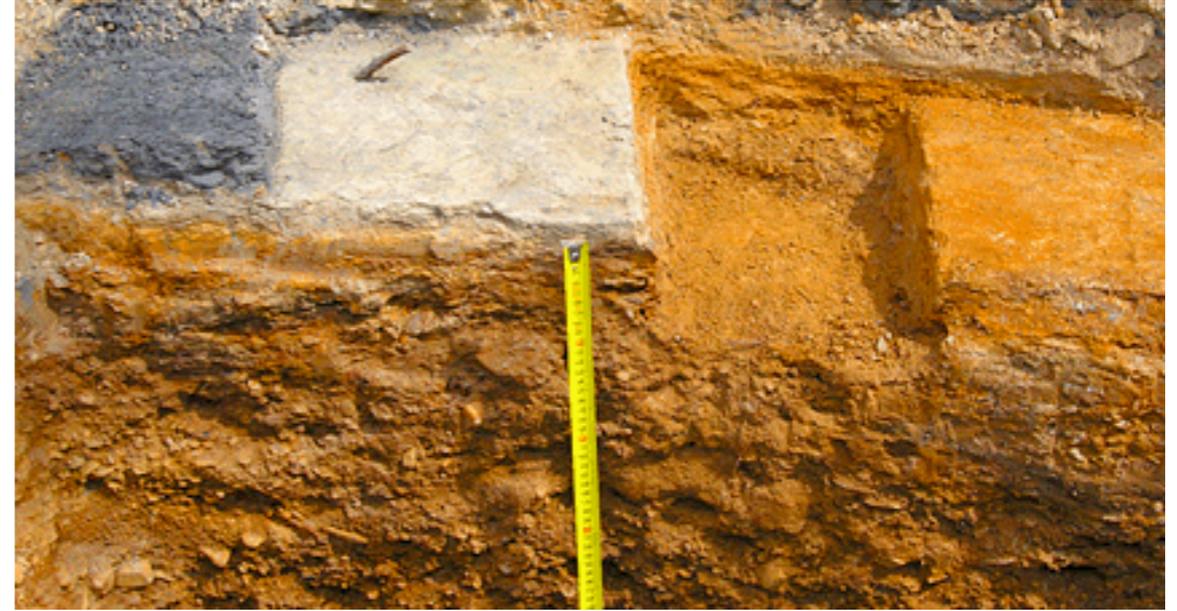


### Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro



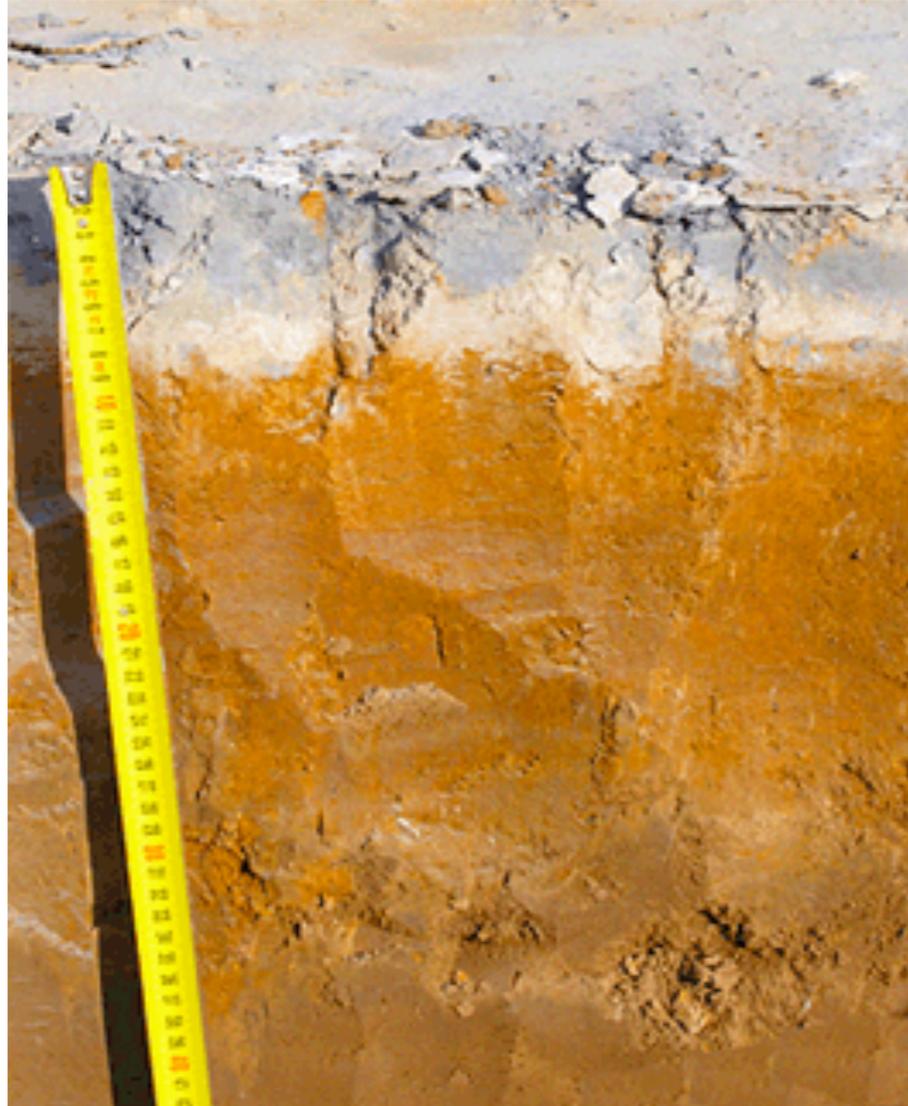
suelo básico con carbonatos



suelo ácido sin carbonatos

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



suelo básico con carbonatos



suelo ácido sin carbonatos

- Alteración
- Contaminación



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

- Alteración



suelo con carbonatos

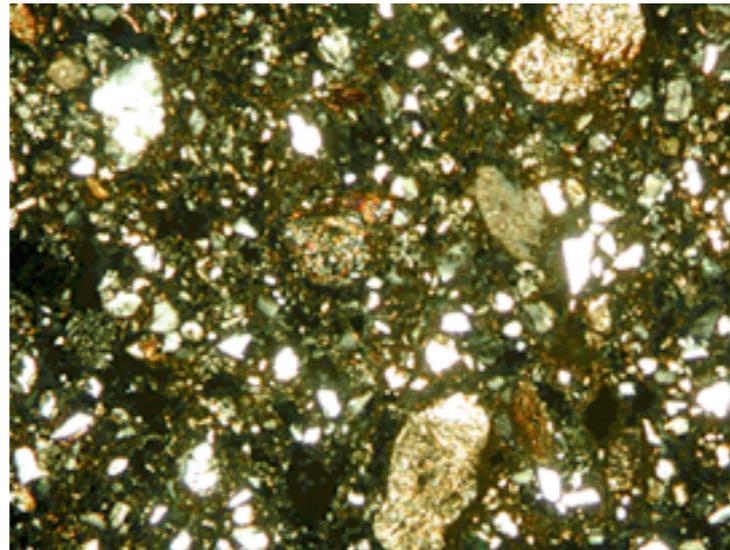
Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### ● Alteración



suelo con carbonatos



horiz. profundo



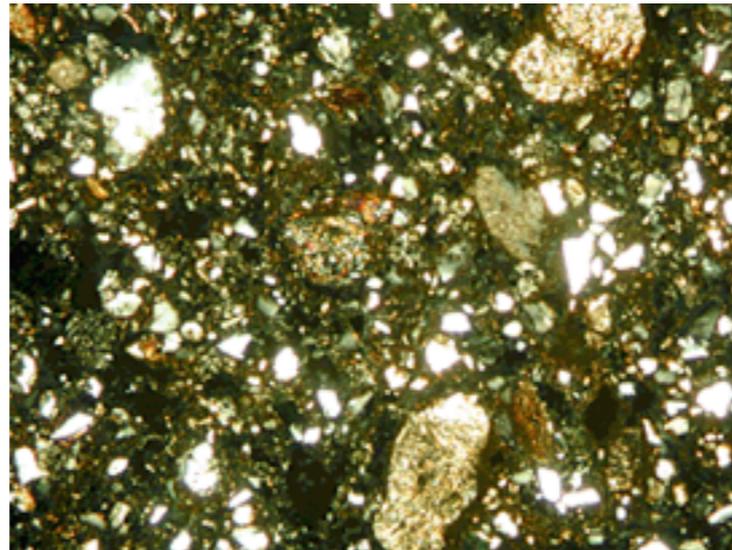
Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

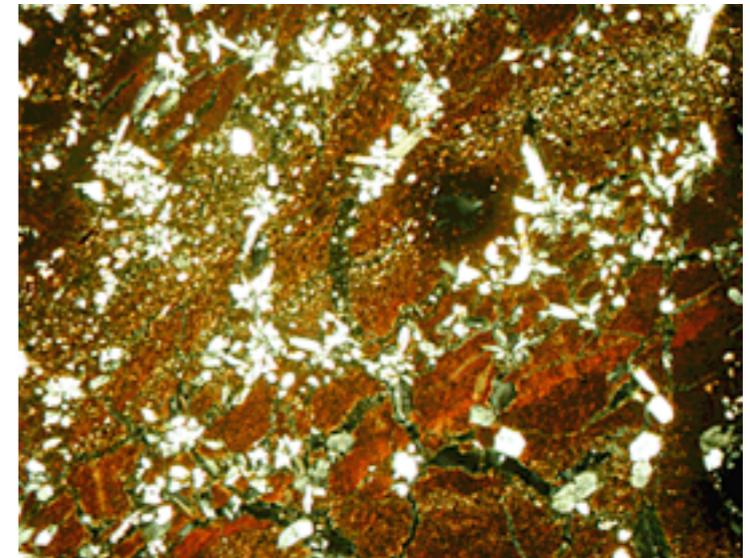
● Alteración



suelo con carbonatos



horiz. profundo



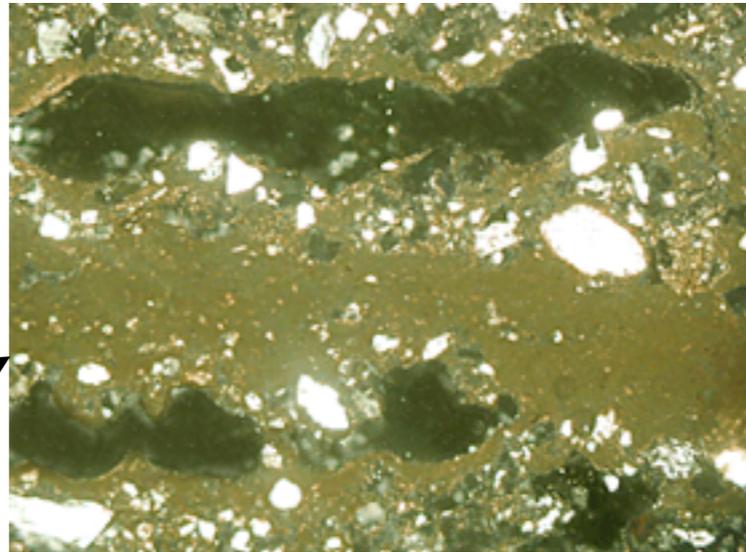
capa roja con yeso y Fe

### ● Alteración

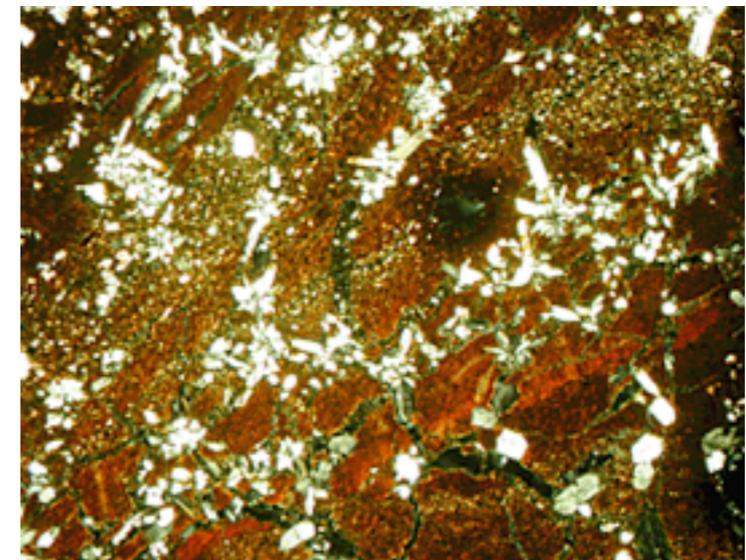
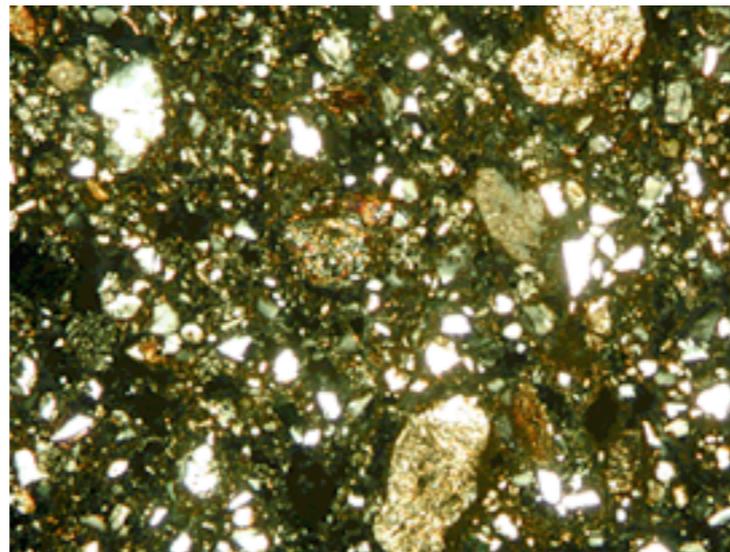


suelo con carbonatos

horiz. profundo



capa blanca



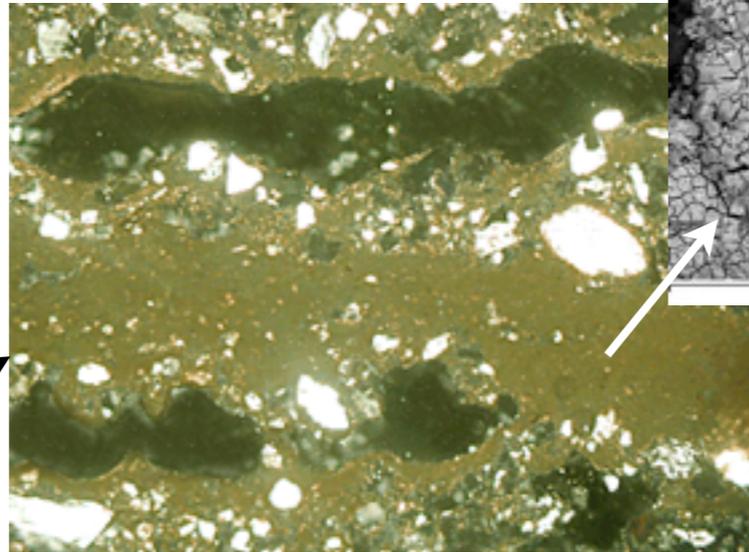
capa roja con yeso y Fe

### Alteración

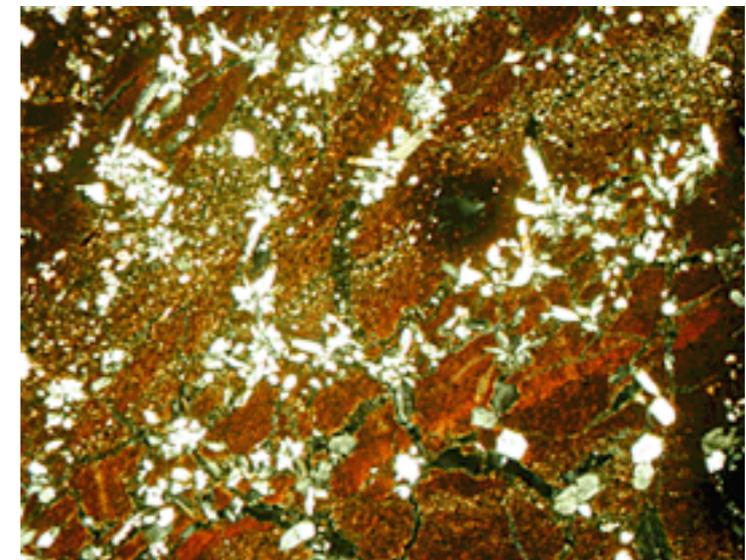
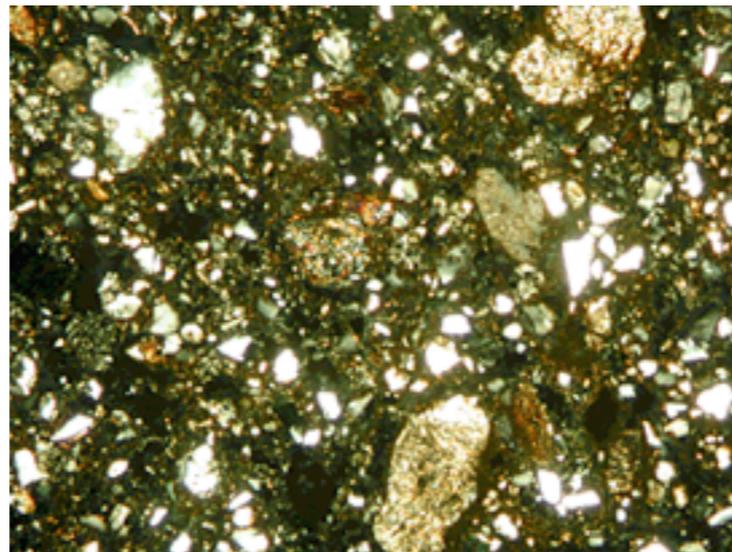


suelo con carbonatos

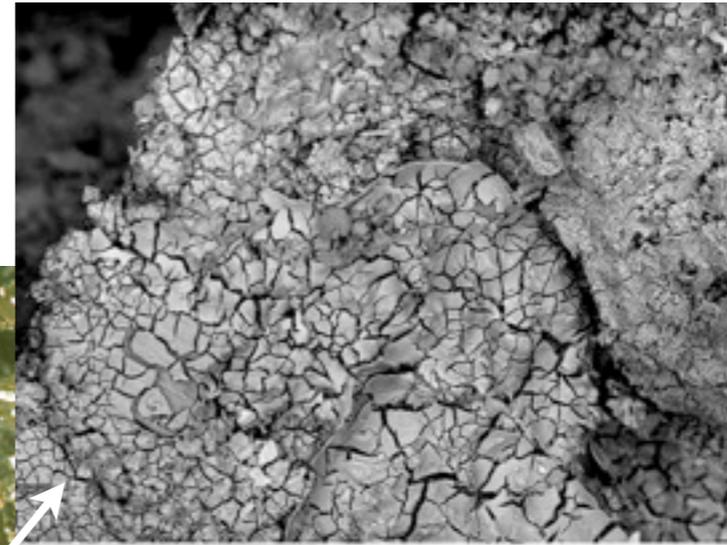
horiz. profundo



capa blanca



capa roja con yeso y Fe



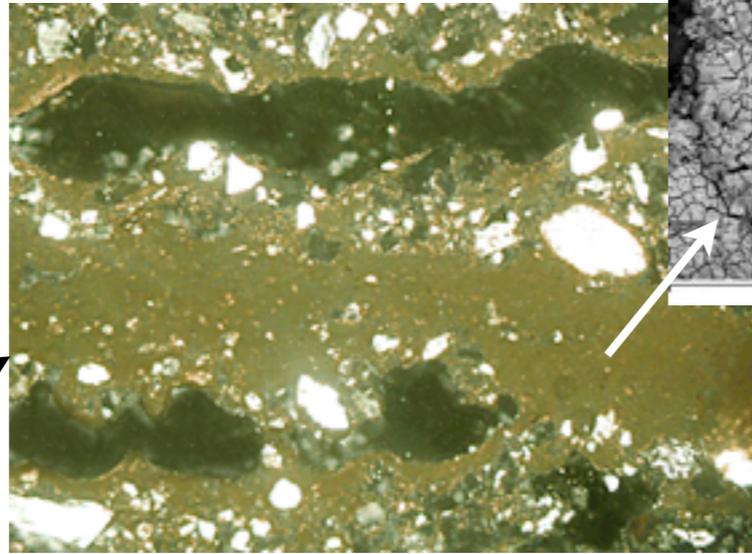
400µm



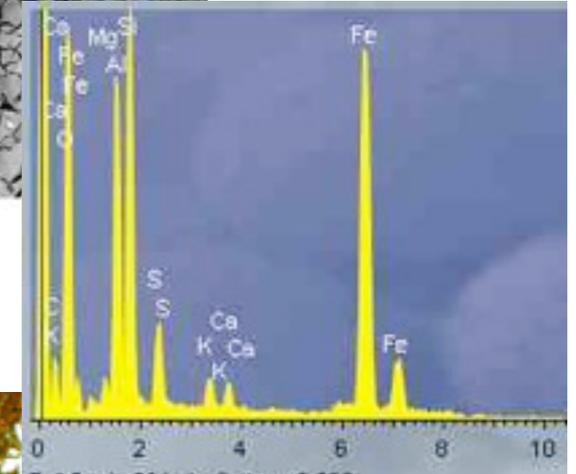
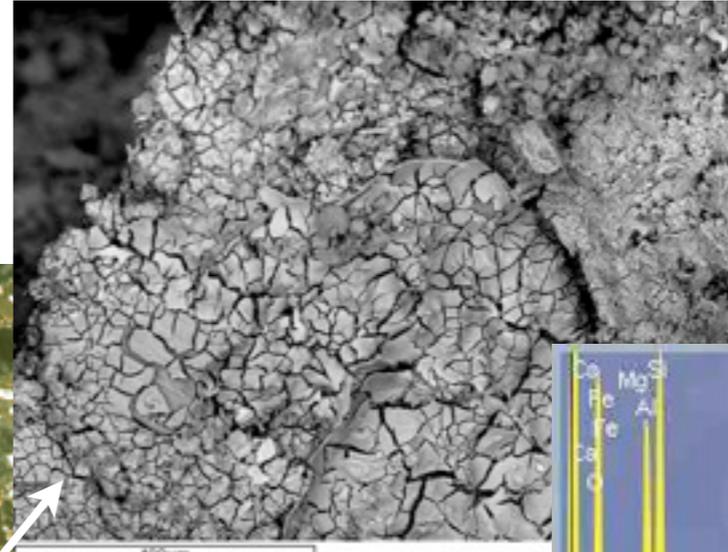
### Alteración



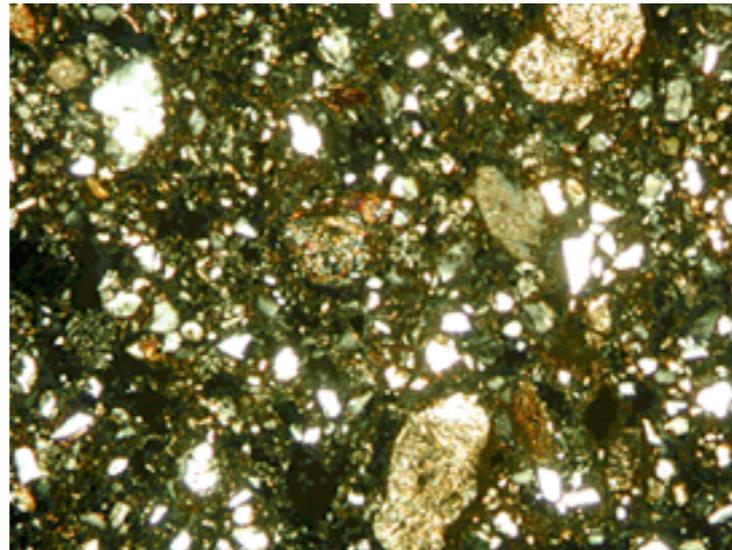
suelo con carbonatos



capa blanca



capa roja con yeso y Fe



horiz. profundo



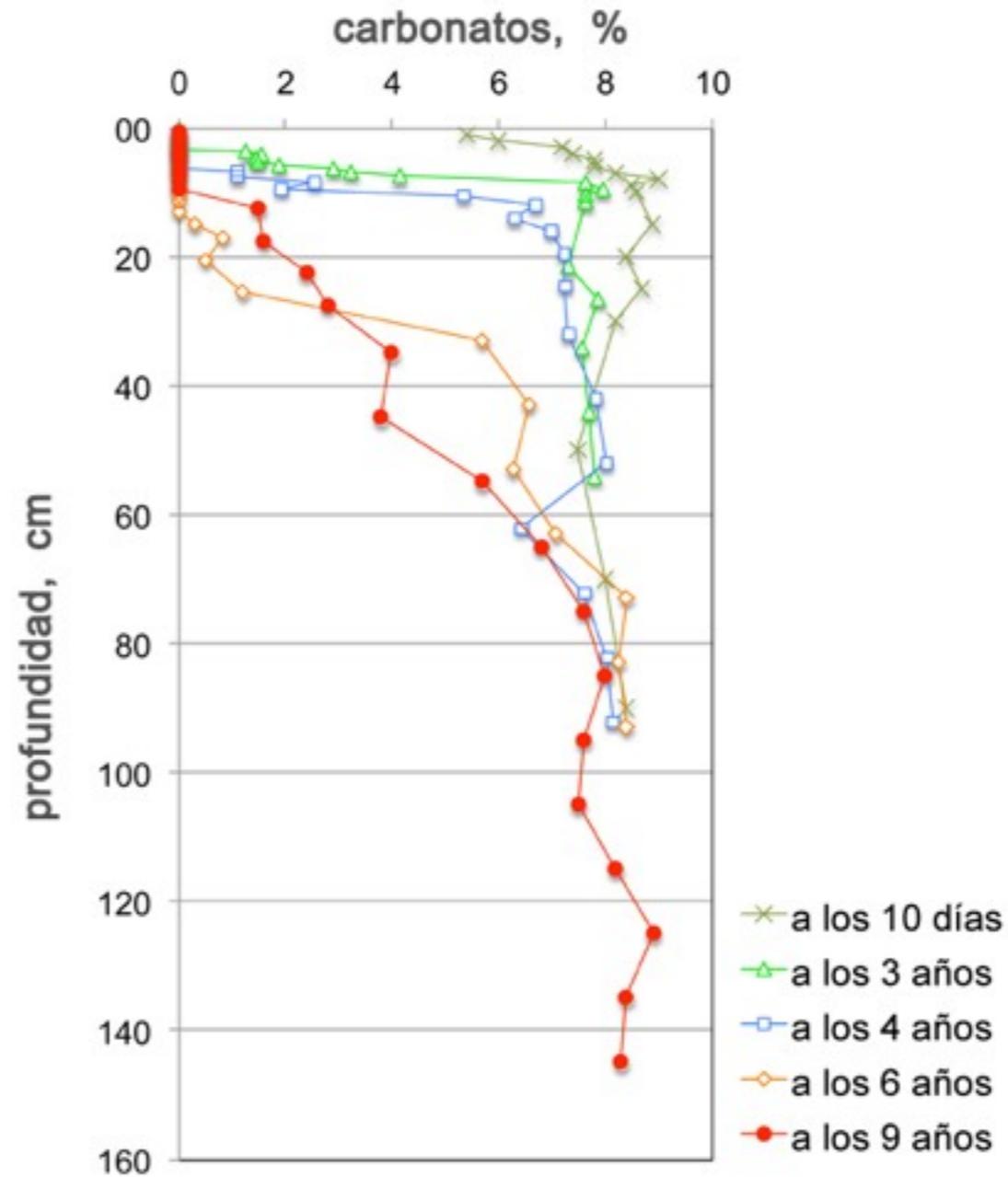
- **Alteración** **alteración de los minerales originales del suelo,**  
horizonte más superficial

	Suelo no contaminado	2 meses	15 meses	4 años
carbonatos	15%	5%	0%	0%



- Alteración **alteración de los minerales originales del suelo,** horizonte más superficial

	Suelo no contaminado	2 meses	15 meses	4 años
carbonatos	15%	5%	0%	0%





- Alteración

**alteración de los minerales originales del suelo**  
horizonte más superficial de la capa roja

	Suelo no contaminado	2 meses	15 meses	4 años
Carbonatos	15%	5%	0%	0%
Feldespatos	20%	20%	15%	10%
Filosilicatos	20%	20%	20%	10%
Cuarzo	45%	45%	45%	50%

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración Neoformación mineral

hidroxisulfatos y oxihidróxidos Fe (Ca , K)



suelo con carbonatos



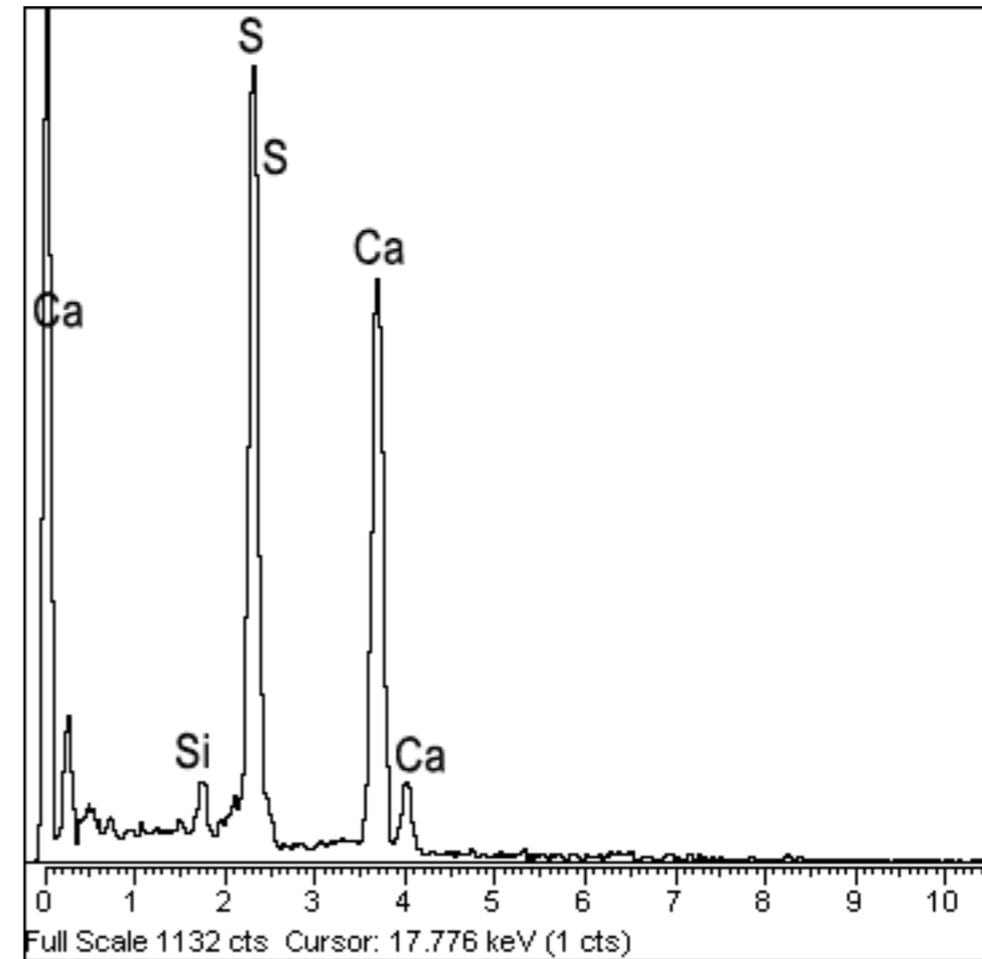
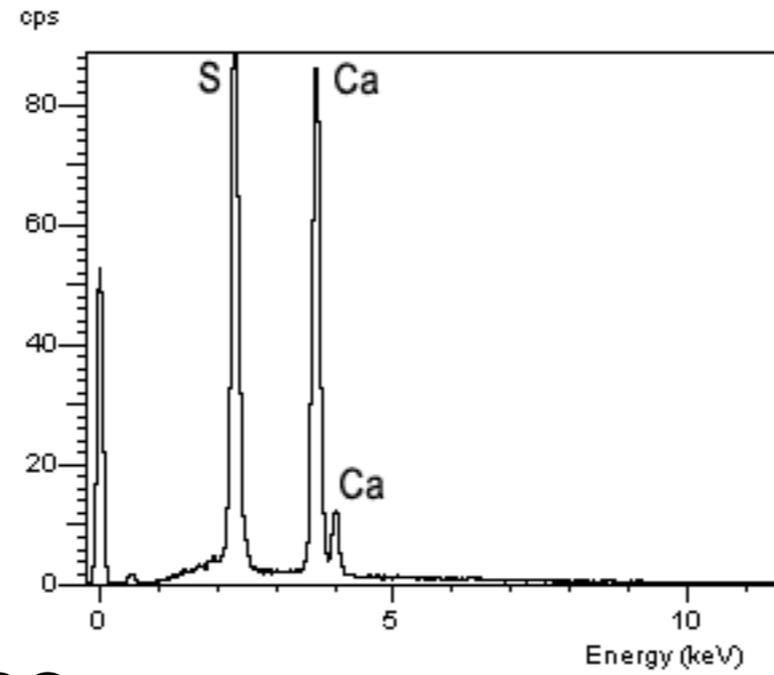
### Alteración Neoformación mineral



yeso

suelo con carbonatos

hidroxisulfatos y oxihidróxidos Fe (Ca , K)





Aznalcóllar, hoy.

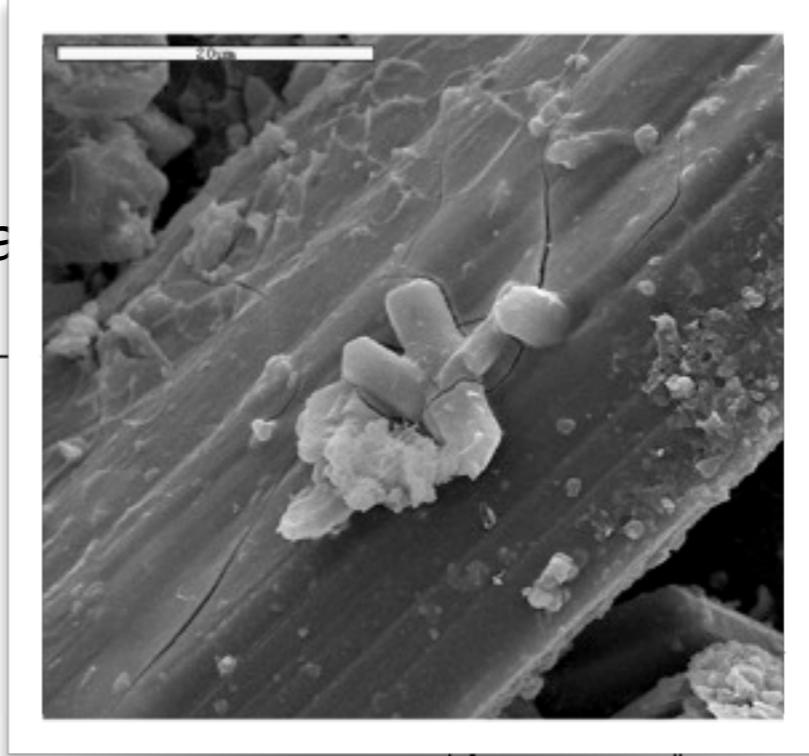
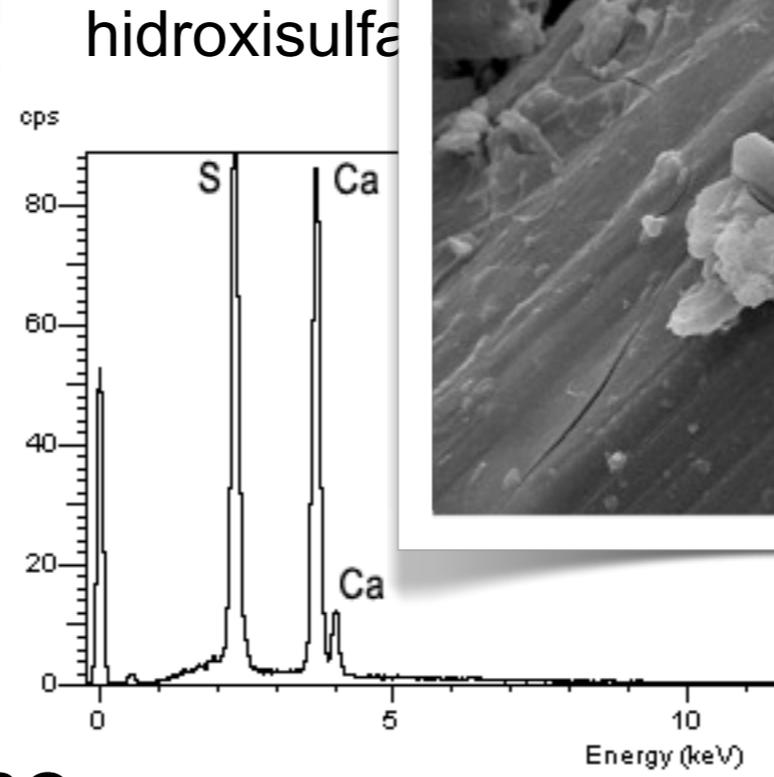
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración Neoformación mineral

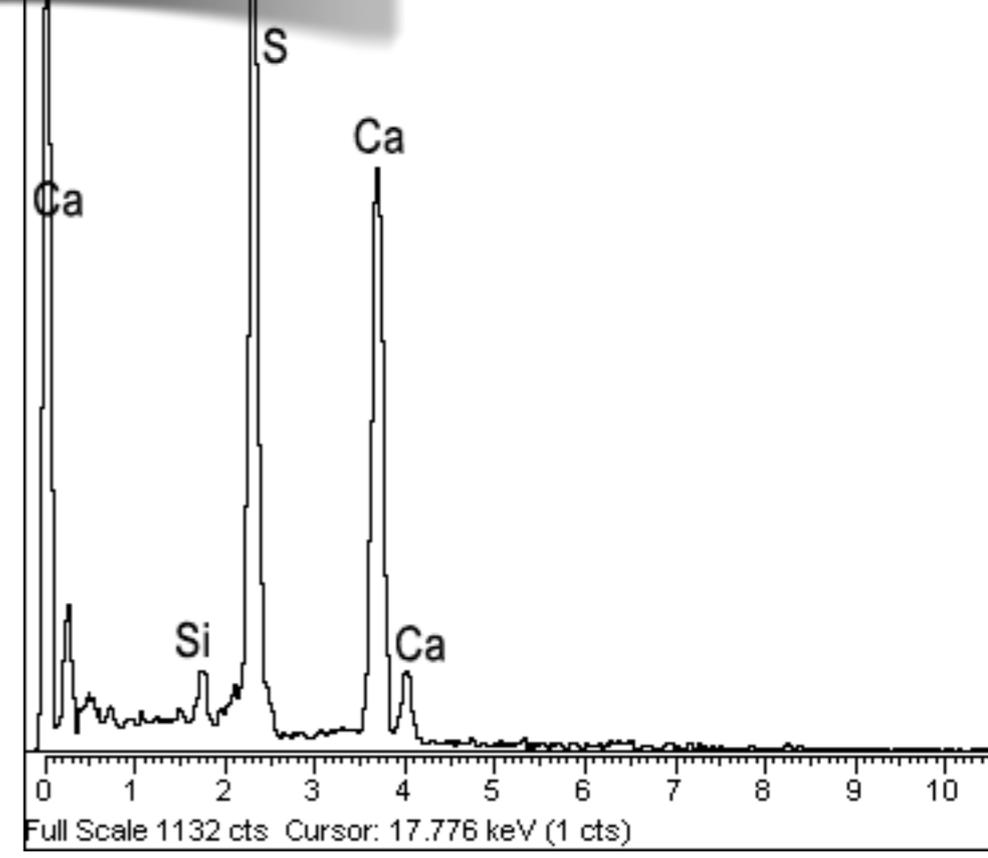


yeso

suelo con carbonatos



K)



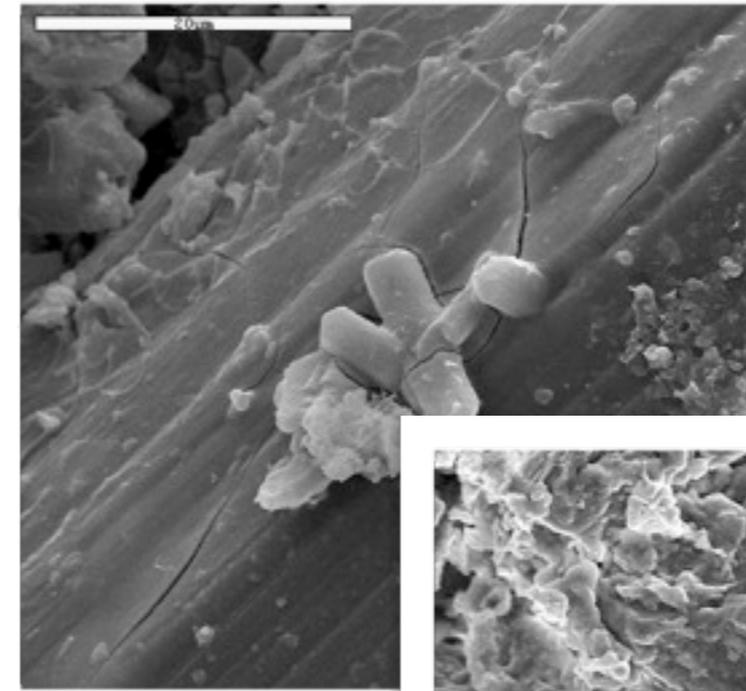
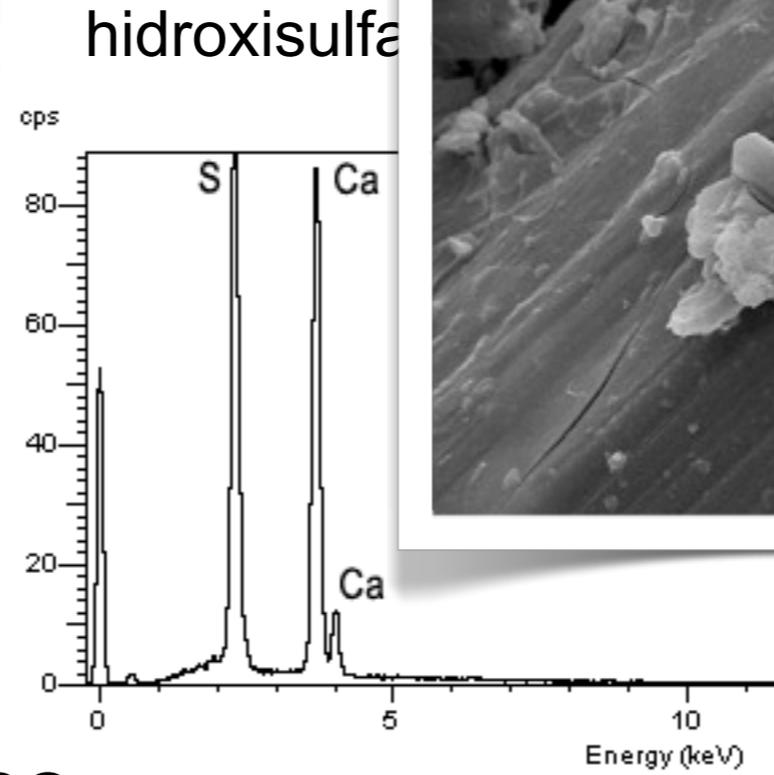


### Alteración Neoformación mineral



yeso

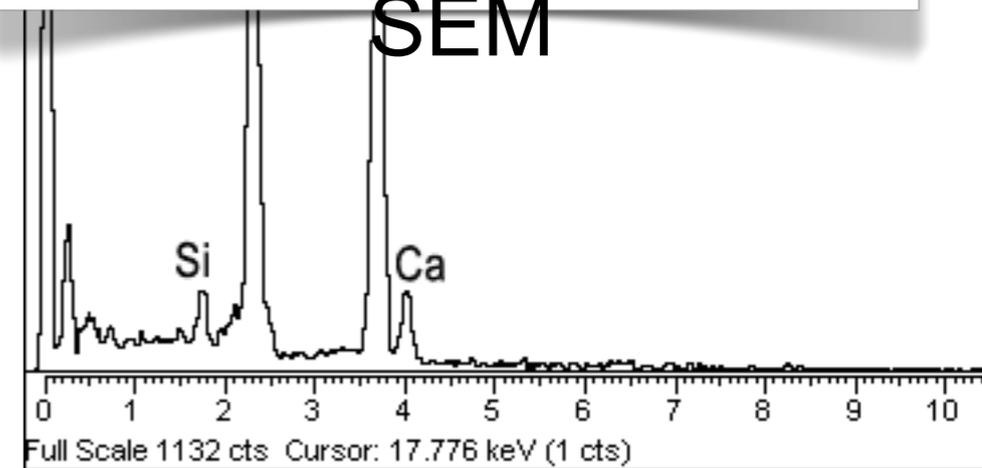
suelo con carbonatos



K)



SEM





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración Neoformación mineral

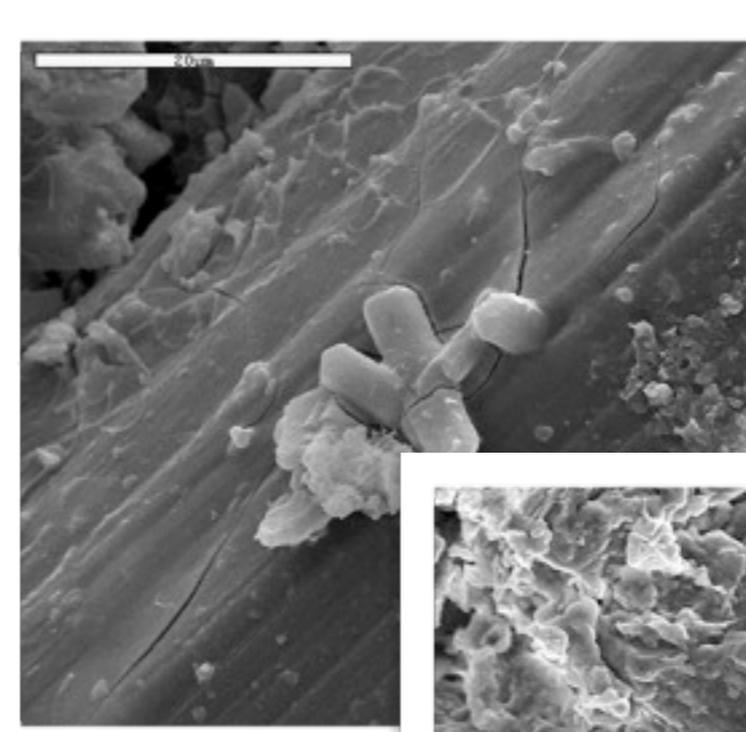
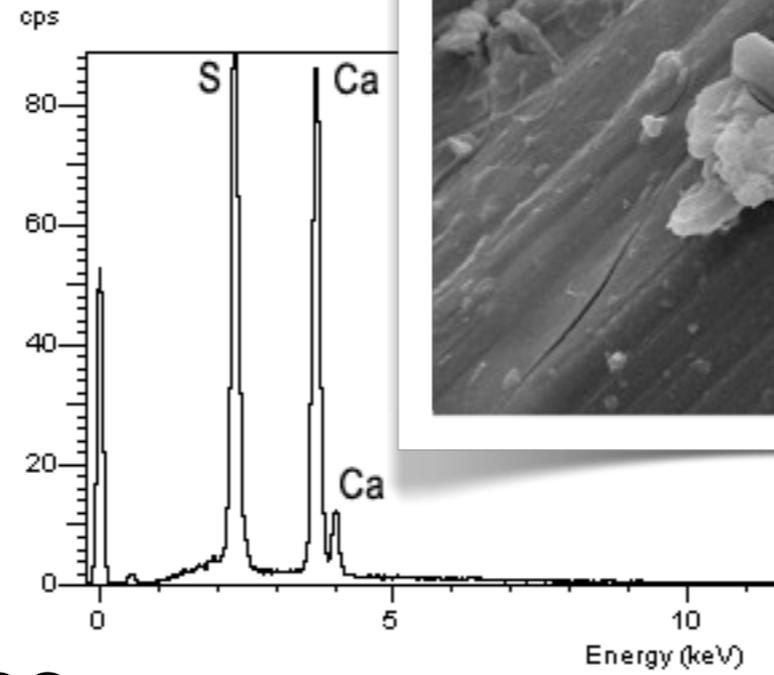


suelo con carbonatos

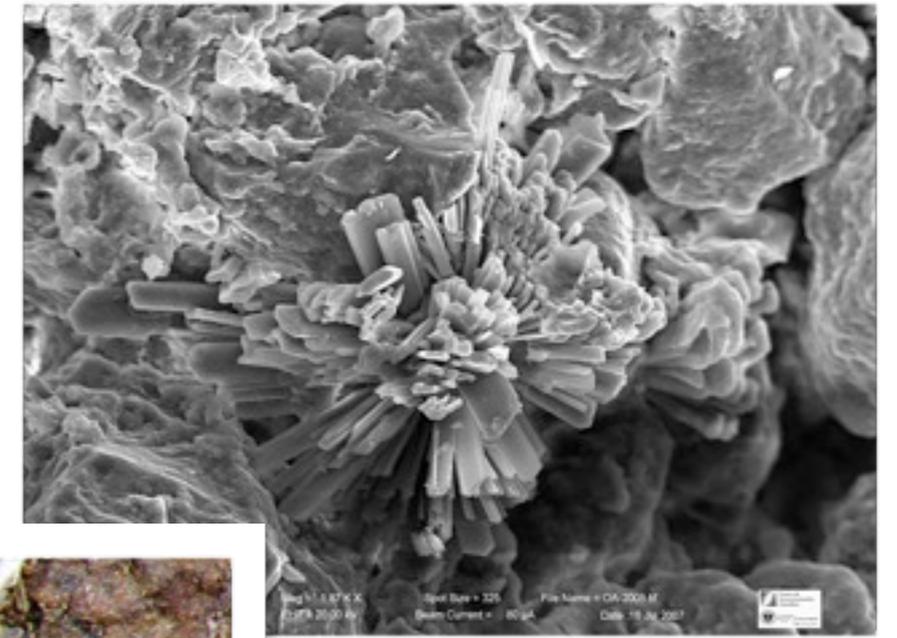


yeso

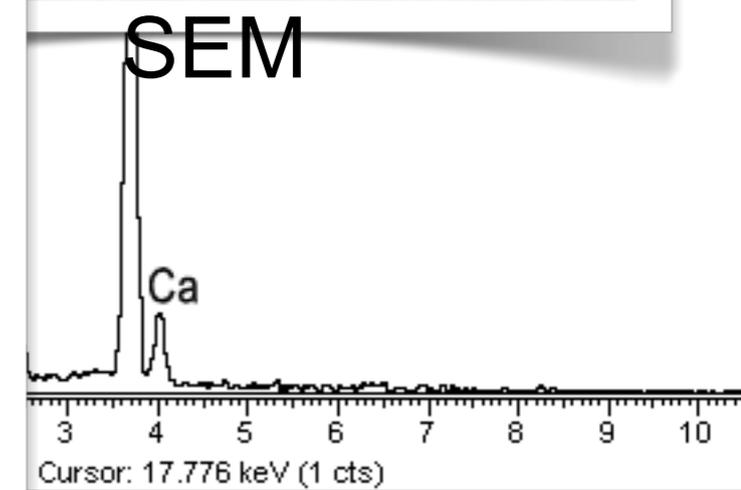
hidroxisulfato



K)



SEM



lupa binocular

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos

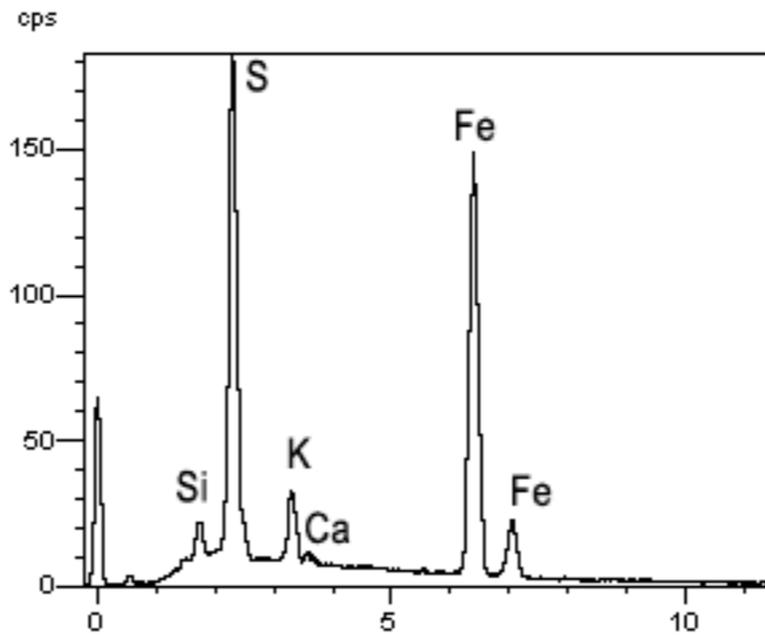


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos

## Neoformación mineral



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

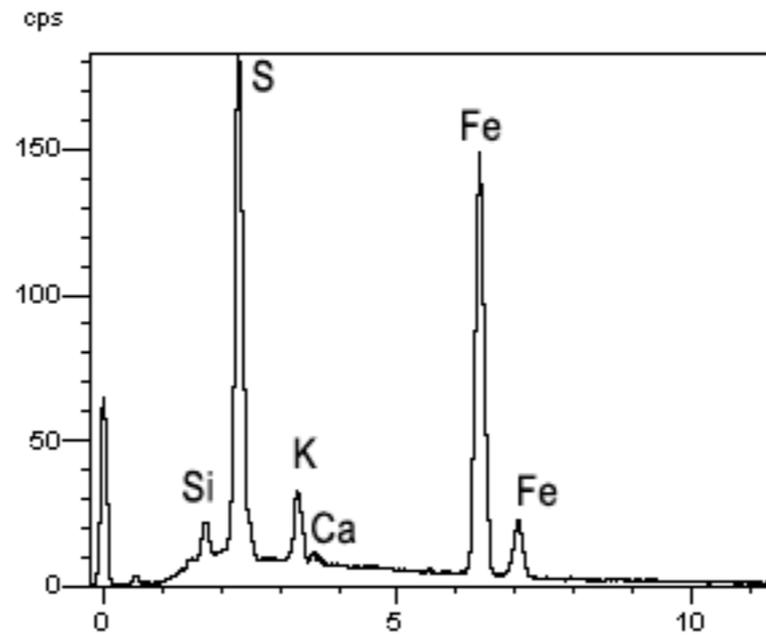
### Alteración

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



↕ jarosita

suelo con carbonatos



## Neoformación mineral



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

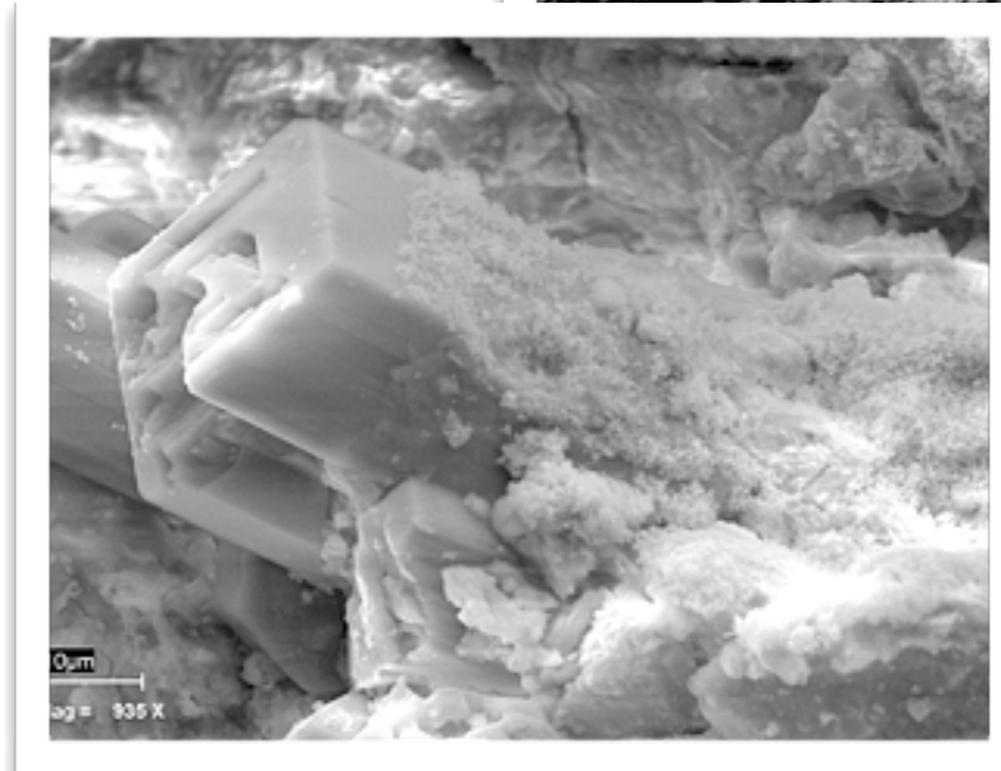
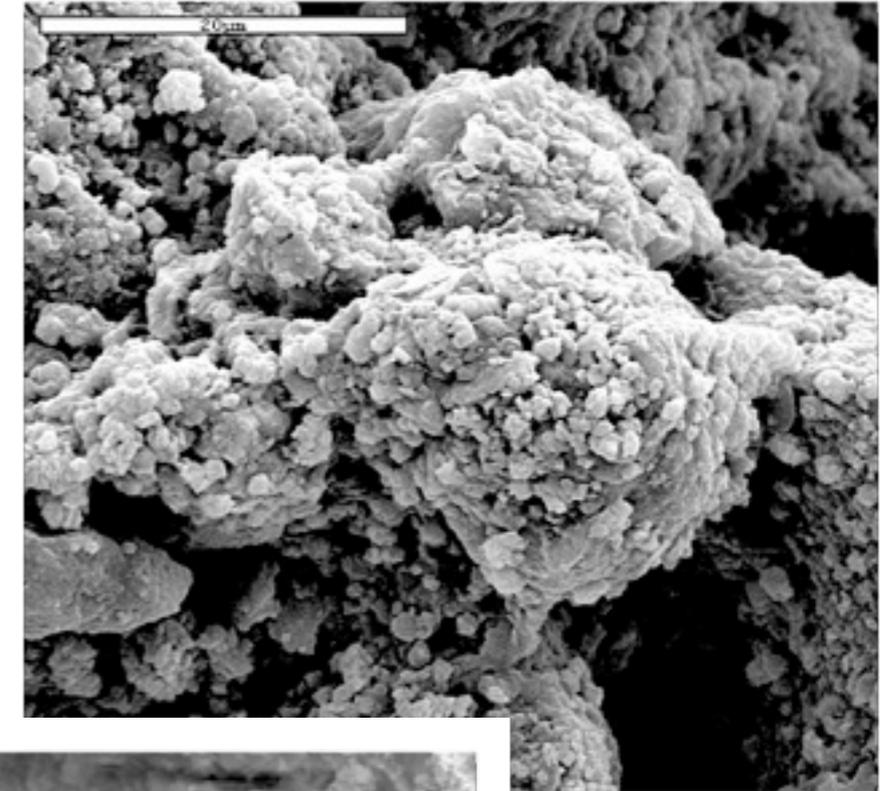
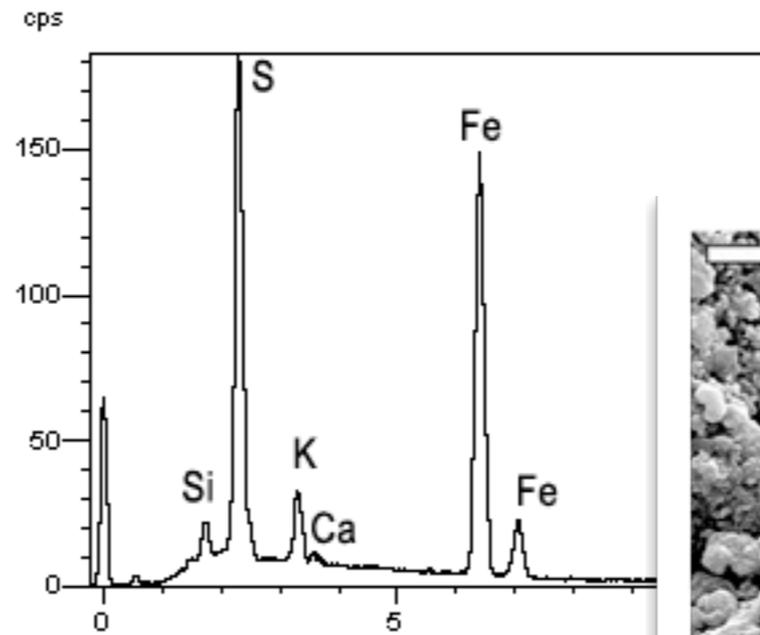
### Alteración

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos

↕ jarosita



## Neoformación mineral



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



Aznalcóllar, hoy.

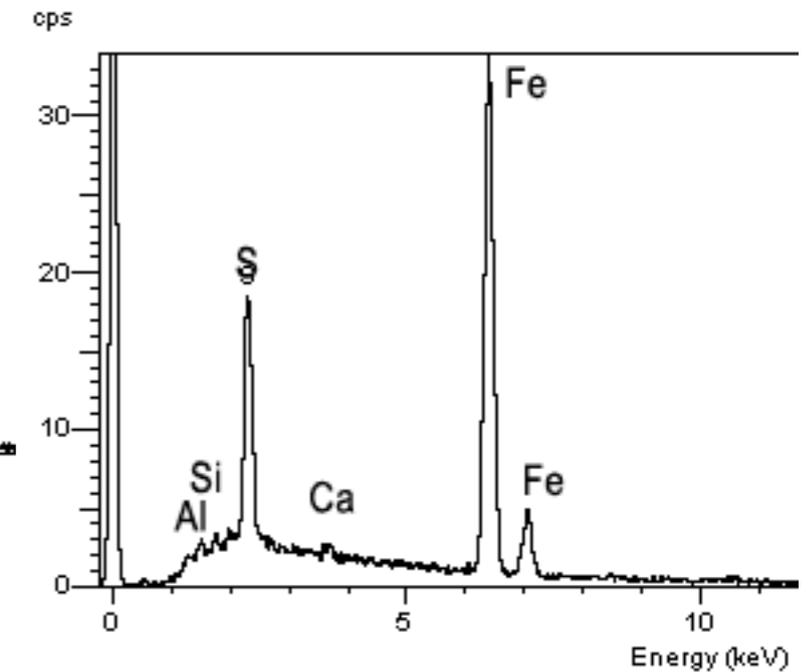
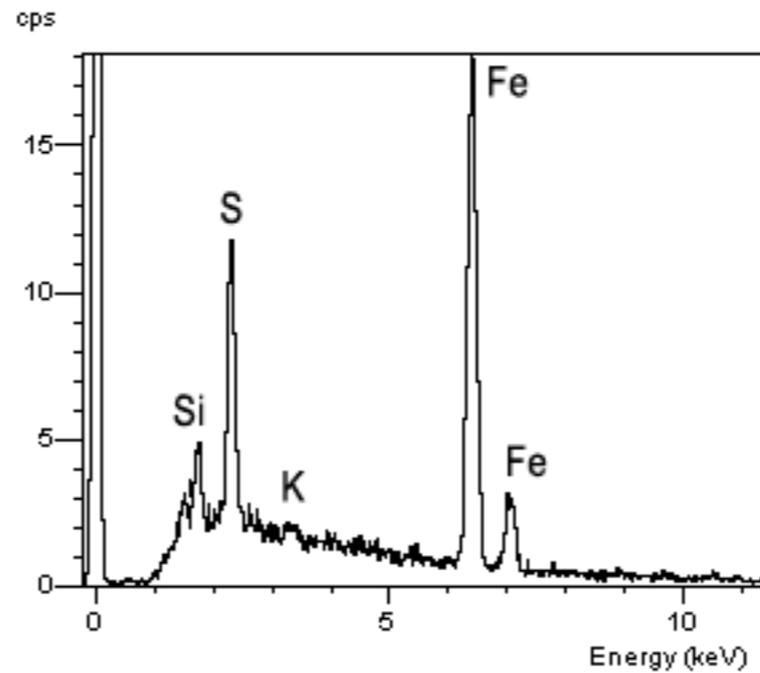
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



### Neoformación mineral



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

Fe/S pH

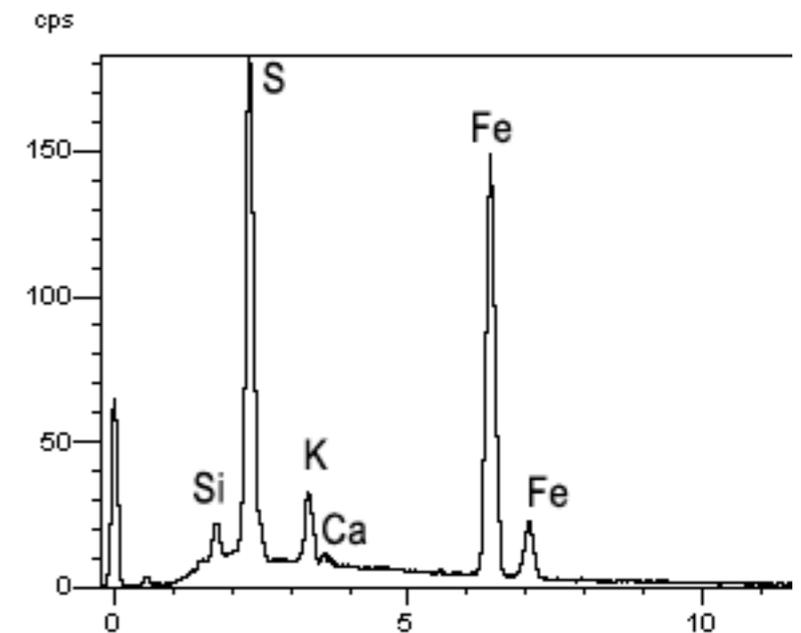
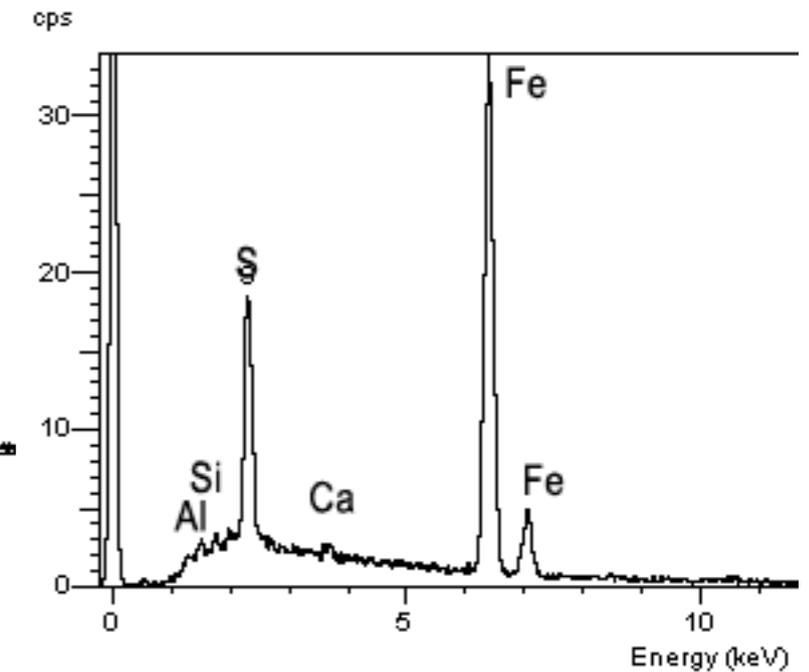
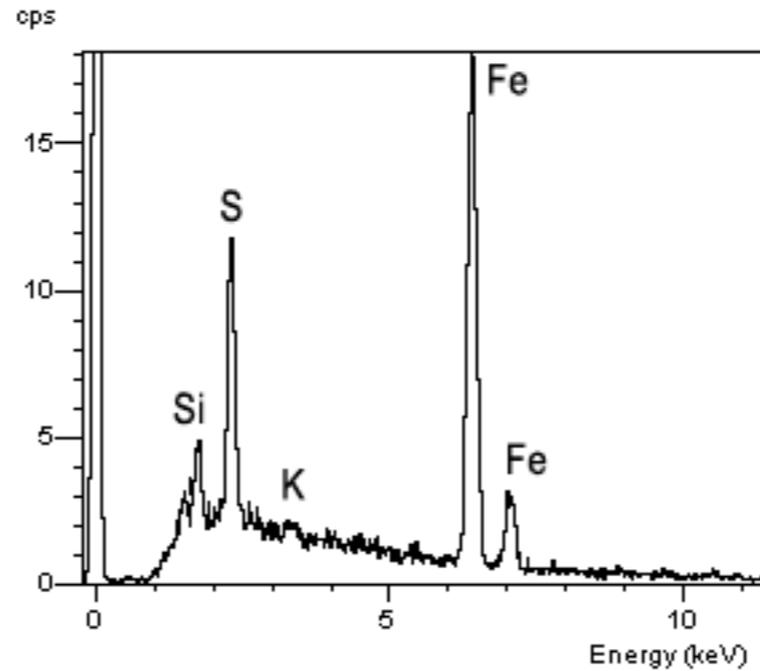
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



### Neoformación mineral



jarosita



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

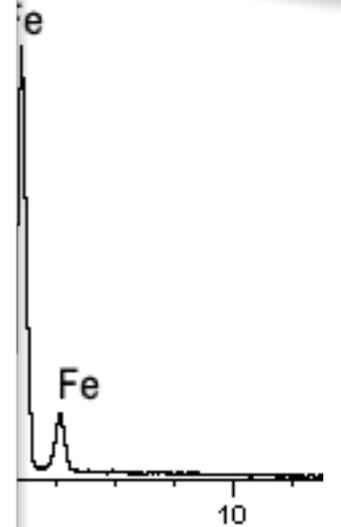
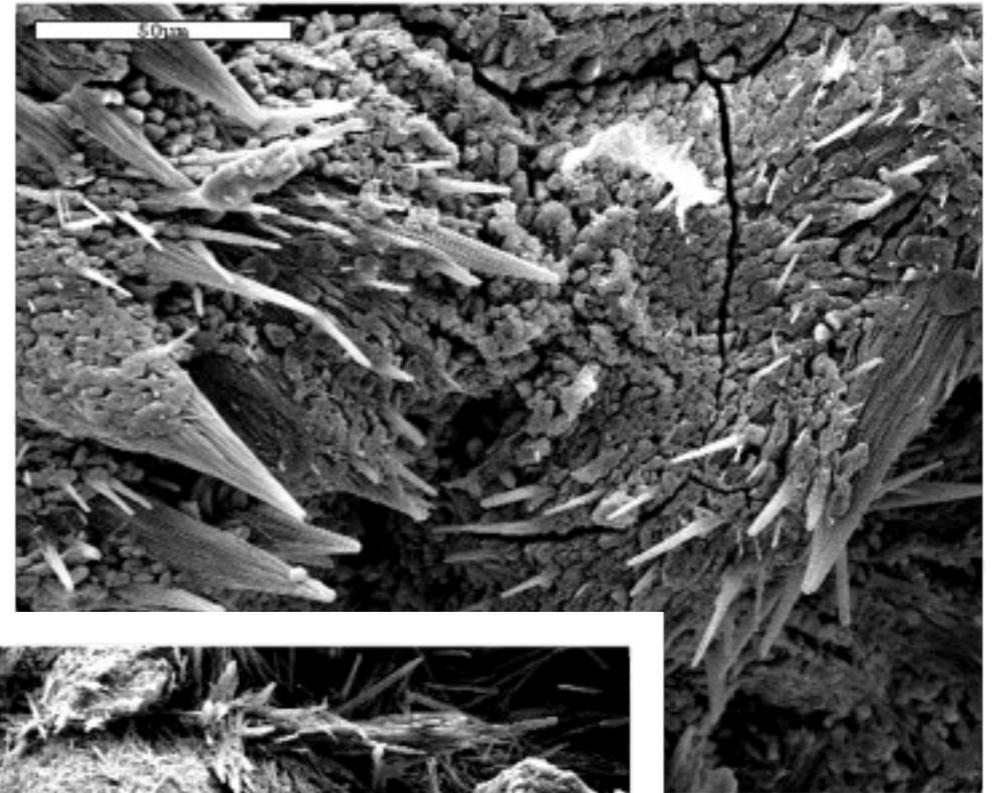
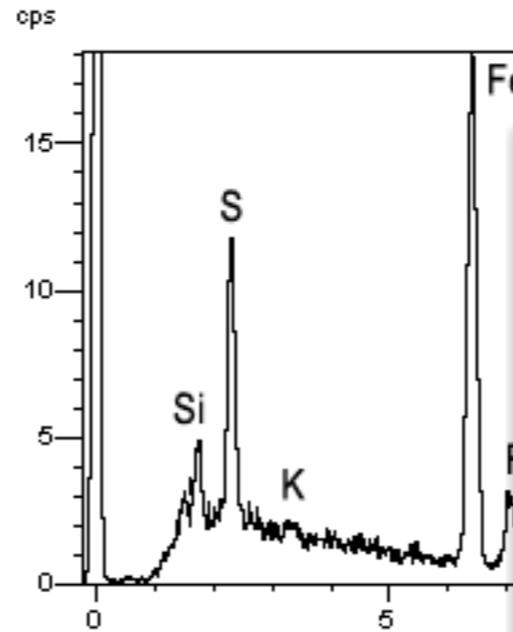
### Alteración

### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



osita



### Neoformación mineral

### Alteración

Aznalcóllar, hoy.

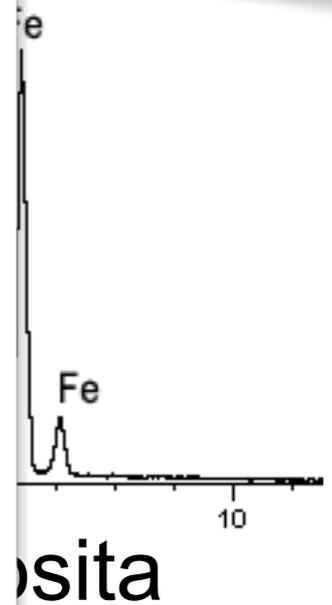
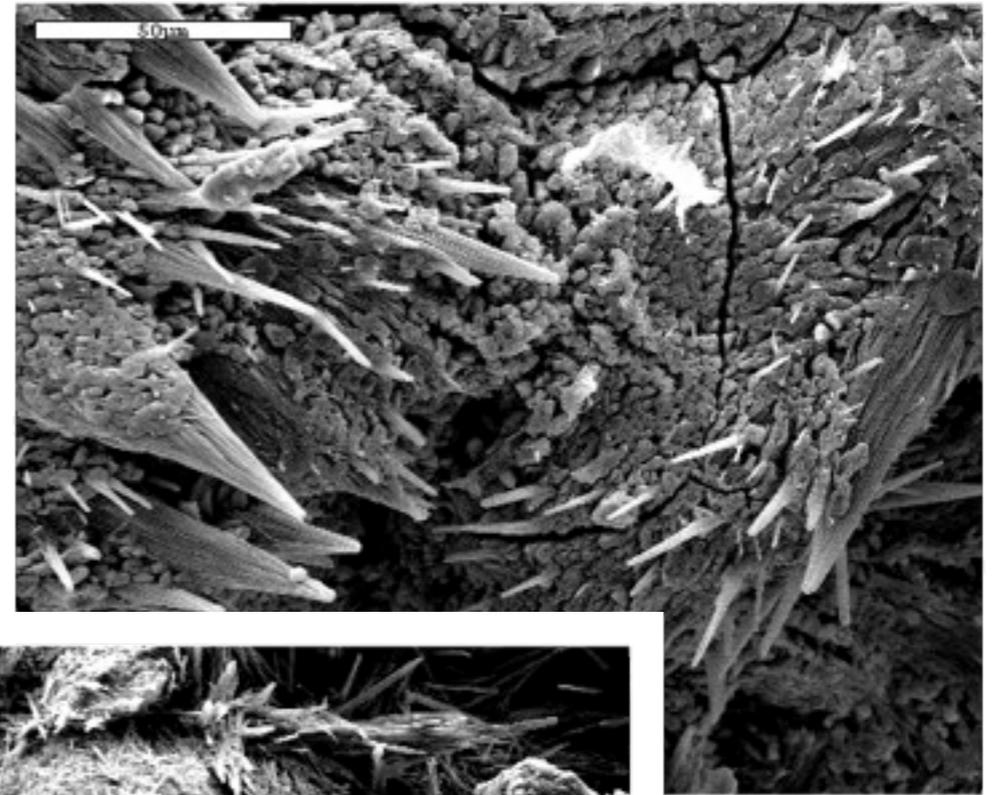
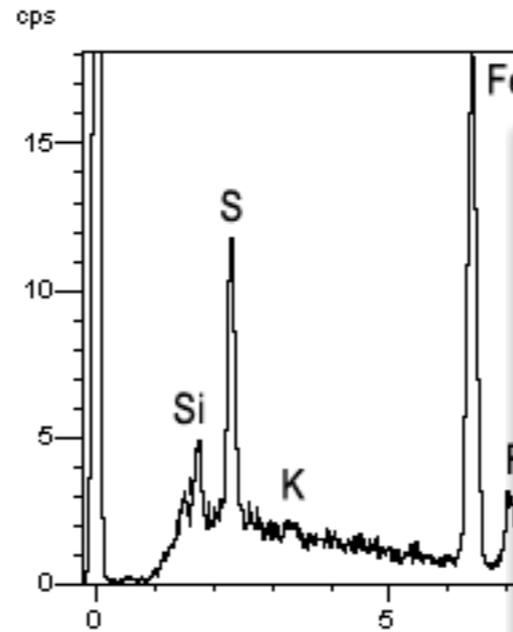
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos

fibroferrita ?





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

## Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

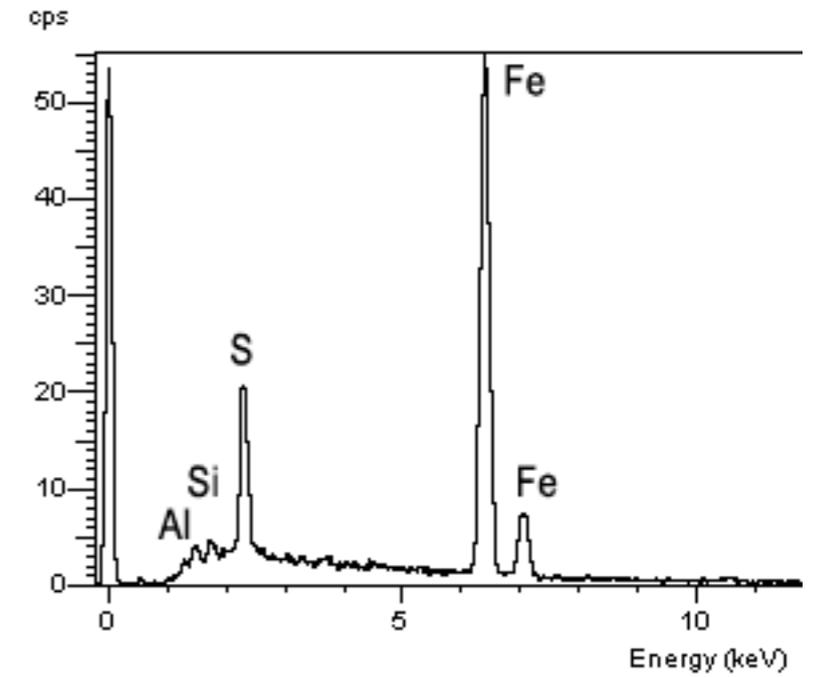
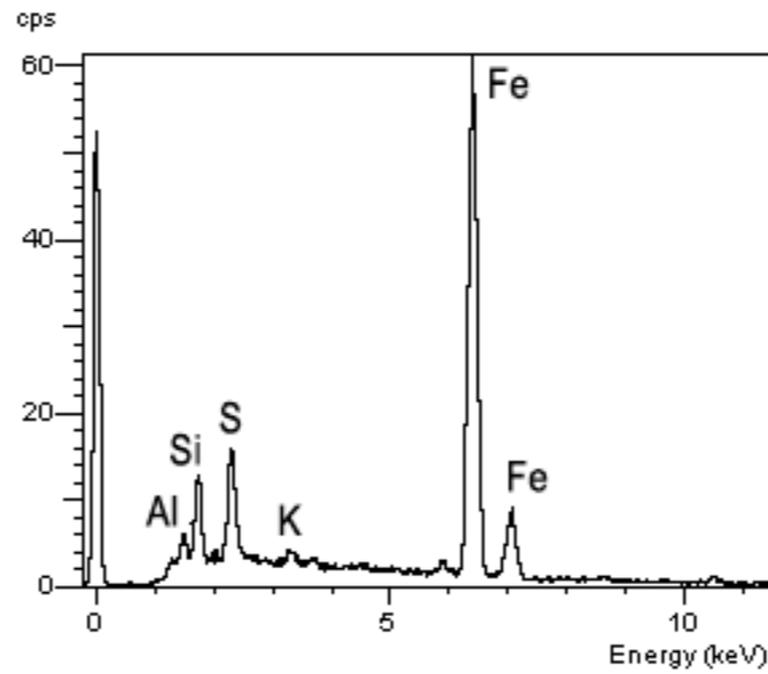
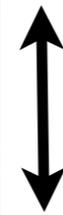
### Alteración

Fe/S pH

1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



### Neoformación mineral



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

Fe/S pH

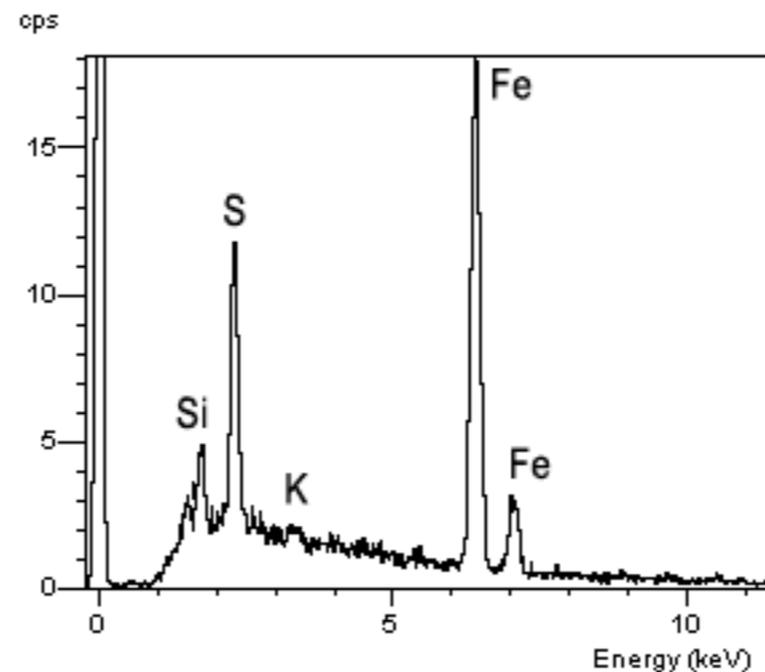
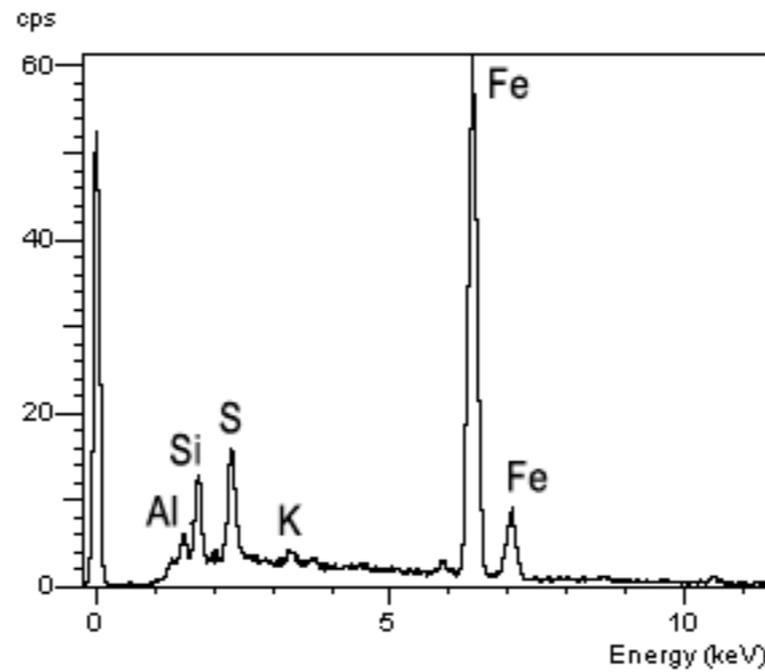
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



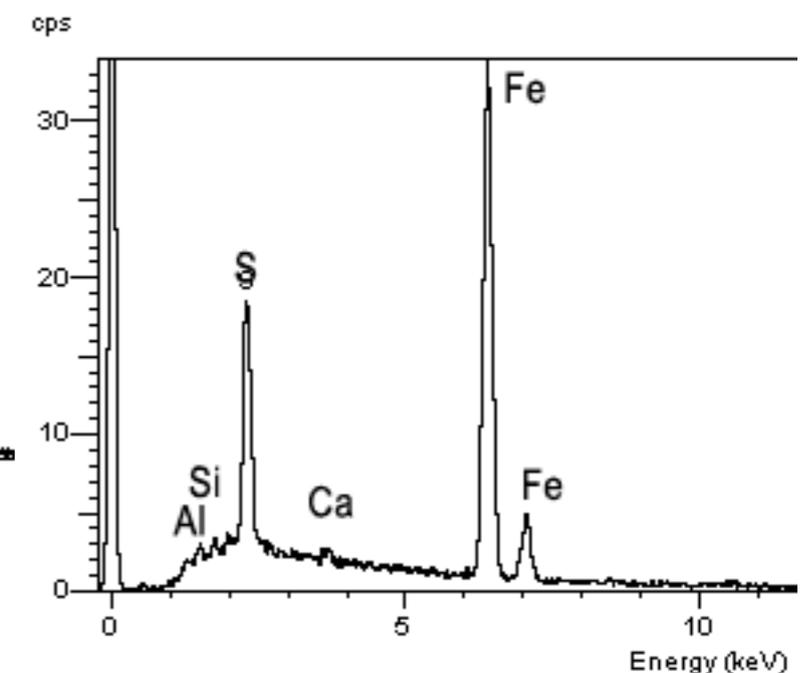
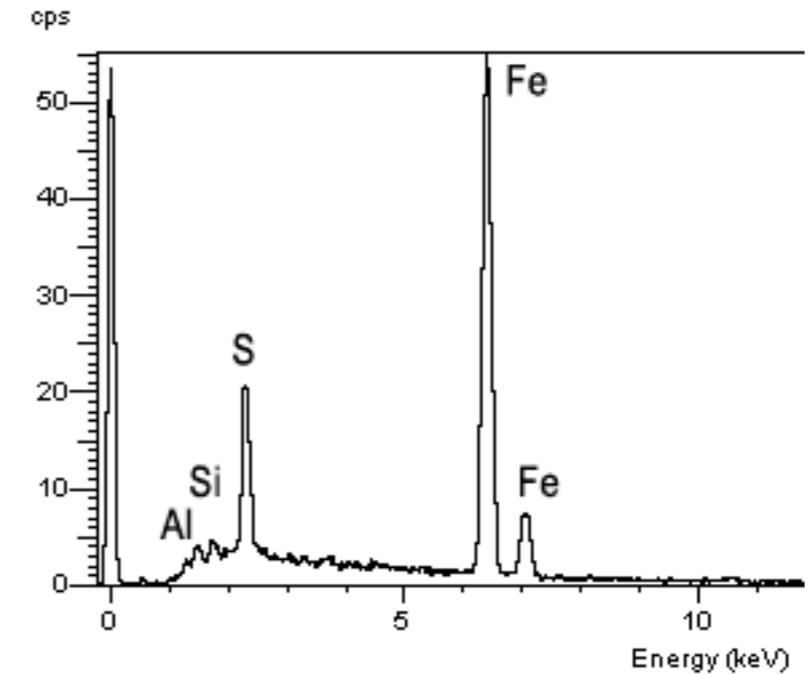
suelo con carbonatos



fibroferrita



### Neoformación mineral





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

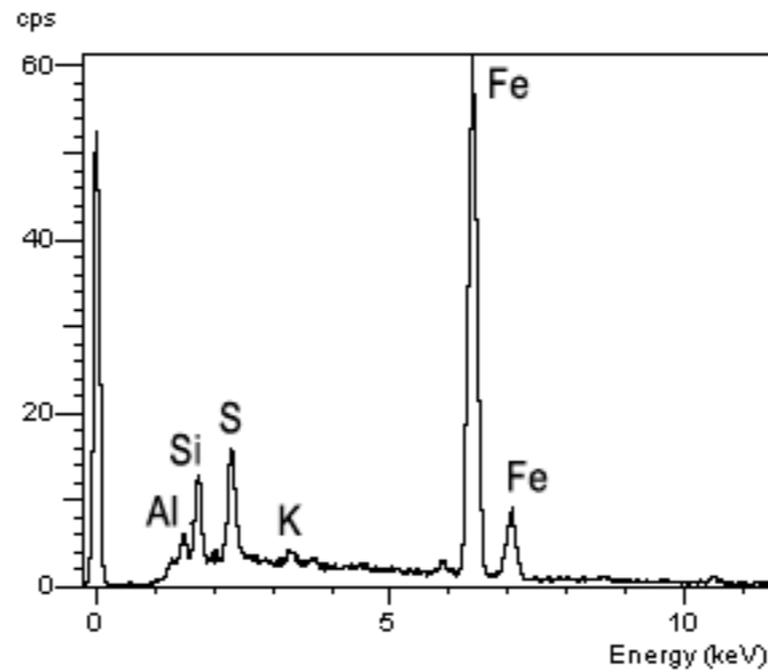
### Alteración

Fe/S pH

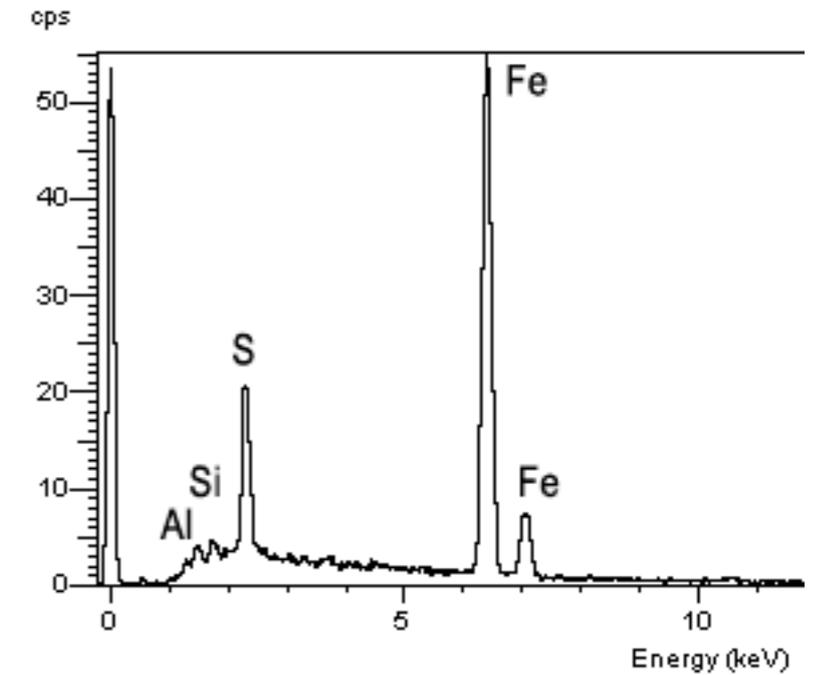
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



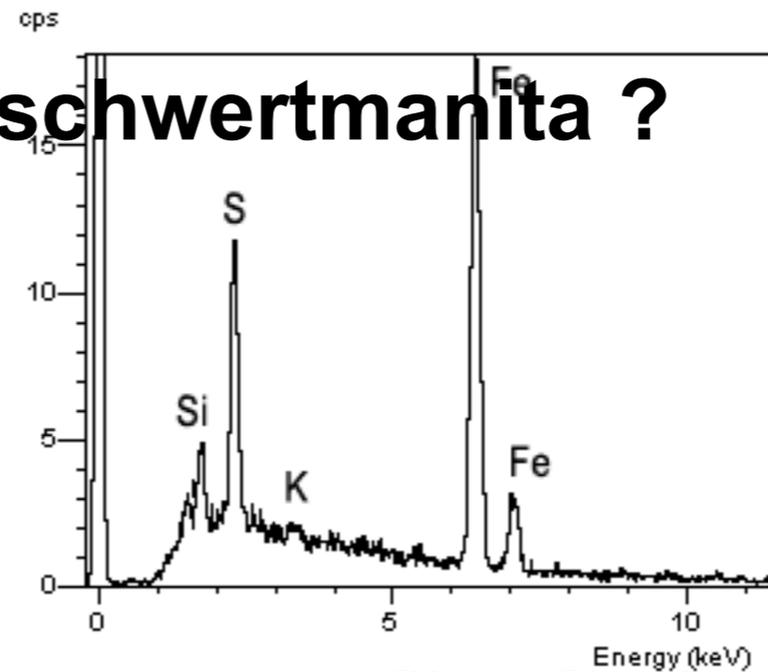
suelo con carbonatos



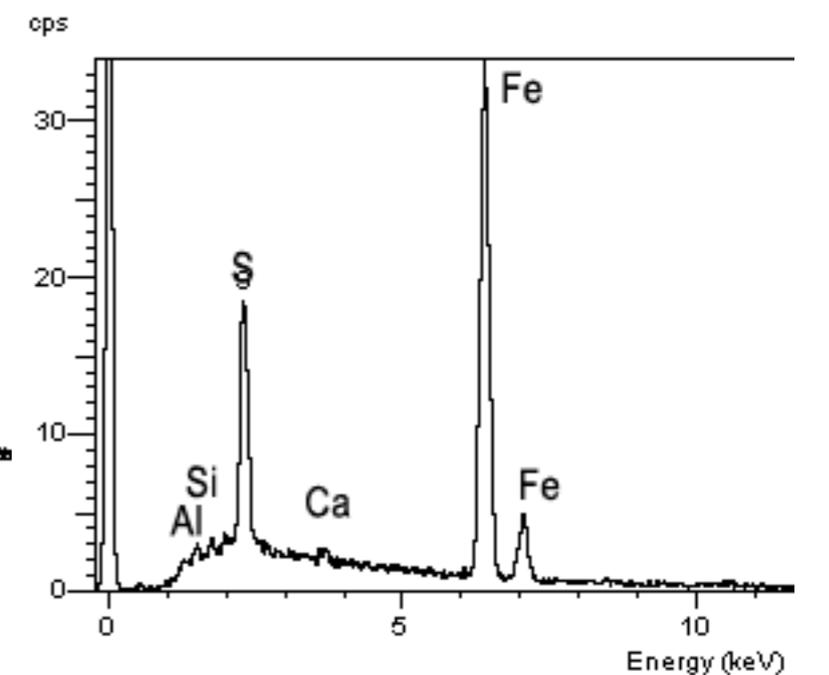
### Neoformación mineral



schwertmanita ?



fibroferrita





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

## Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



Aznalcóllar, hoy.

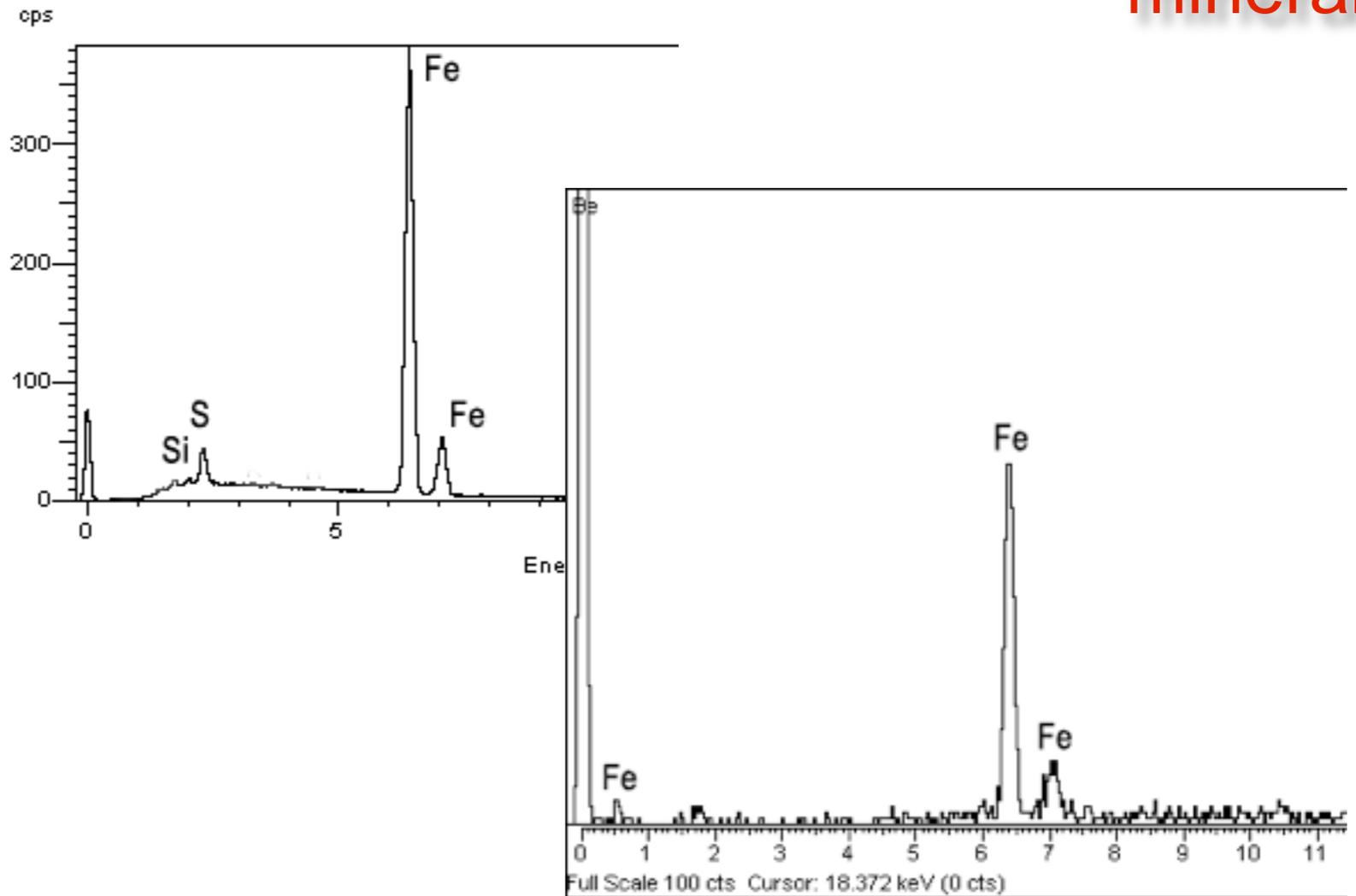
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



suelo con carbonatos



## Neoformación mineral



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

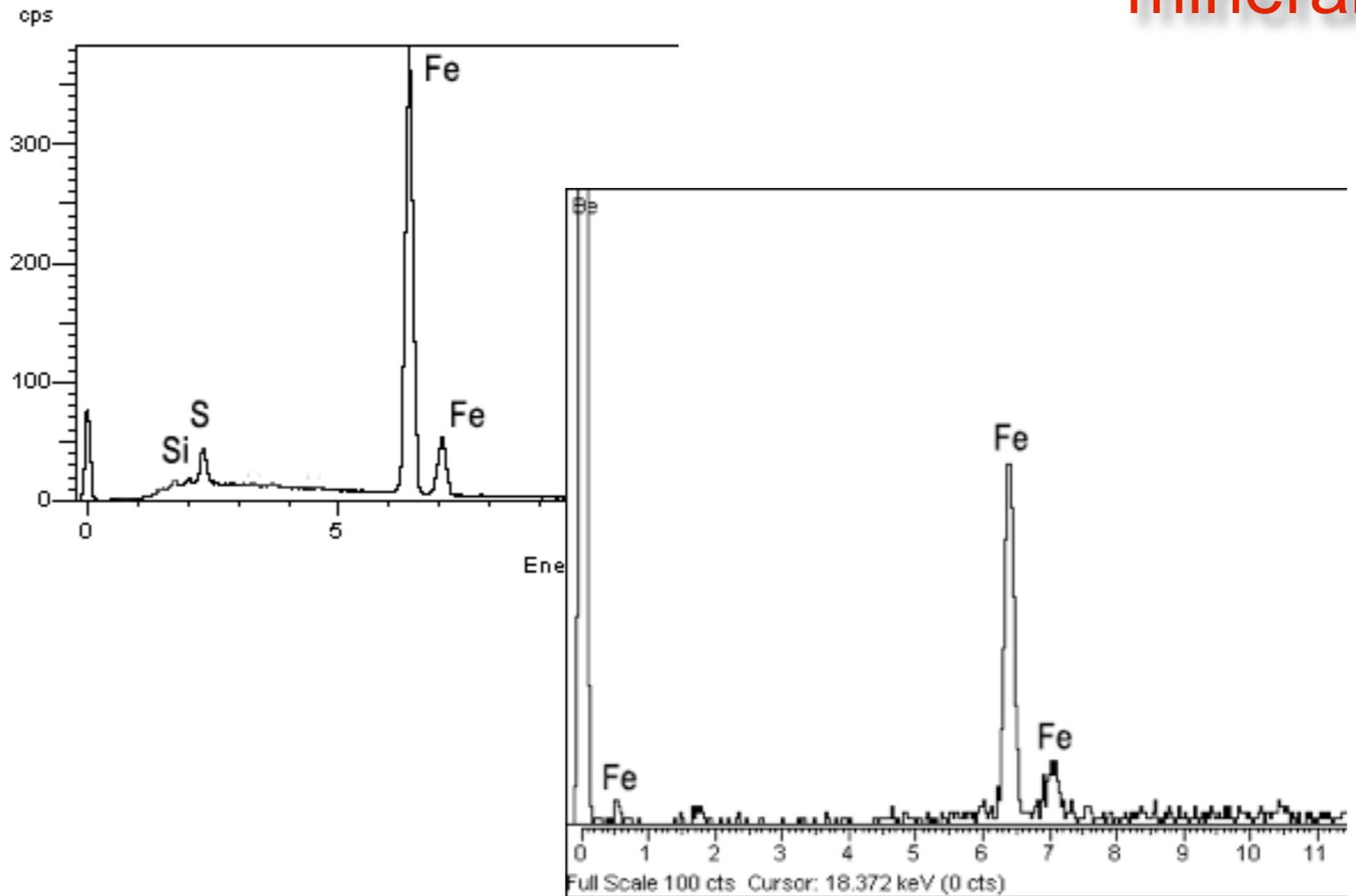
### Neoformación mineral

Fe/S	pH
1,3	2,2
1,5	3,4
1,9	4,3
2,3	5,4
3,3	6,1
9,8	7,2



**ferrihidrita, goethita, hematites**

suelo con carbonatos





neoformados originales

### Alteración

	Suelo no contaminado	2 meses	15 meses	4 años
Cuarzo	45%	45%	45%	50%
Feldespatos	20%	20%	15%	10%
Filosilicatos	20%	20%	20%	10%
Carbonatos	15%	5%	0%	0%
Yeso	0%	5%	10%	15%
Jarosita	0%	0%	5%	15%
oxihidróxisulfatos de Fe	–	–	n. d.	n. d.
oxihidróxidos de Fe	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.

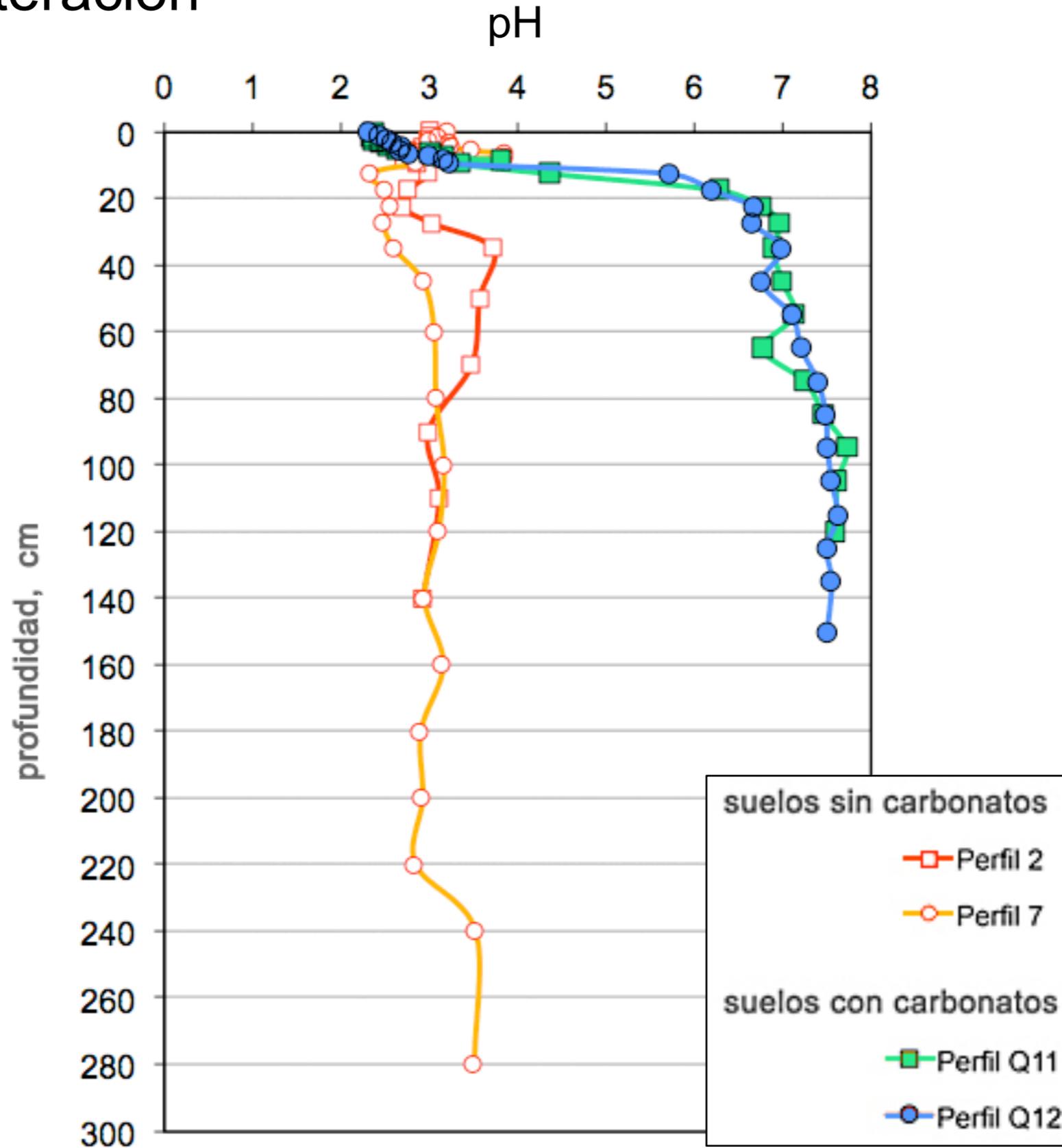
n. d. = porcentaje no determinado



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

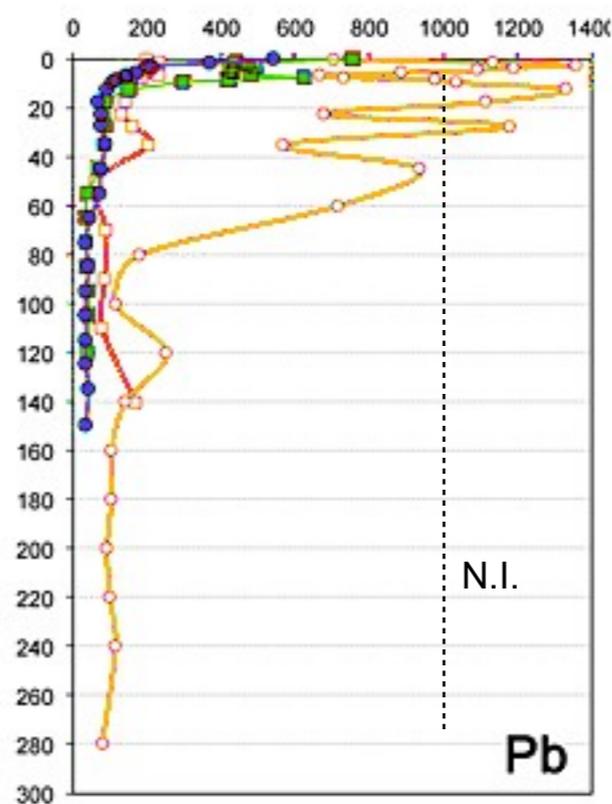
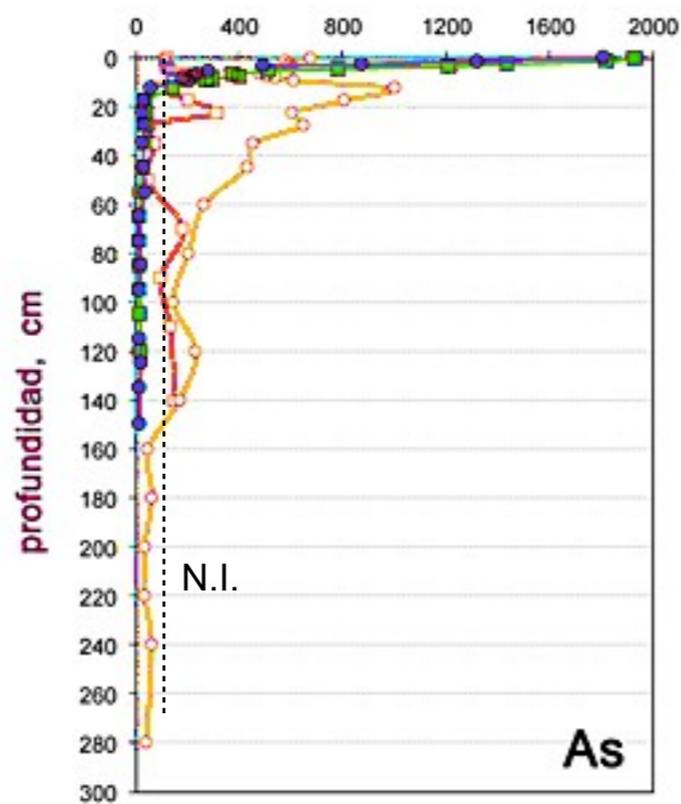
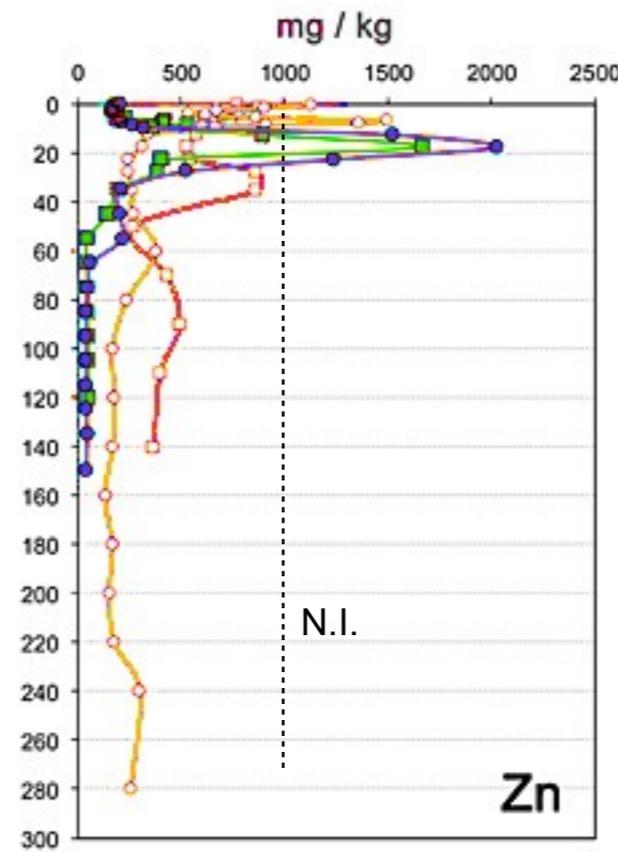
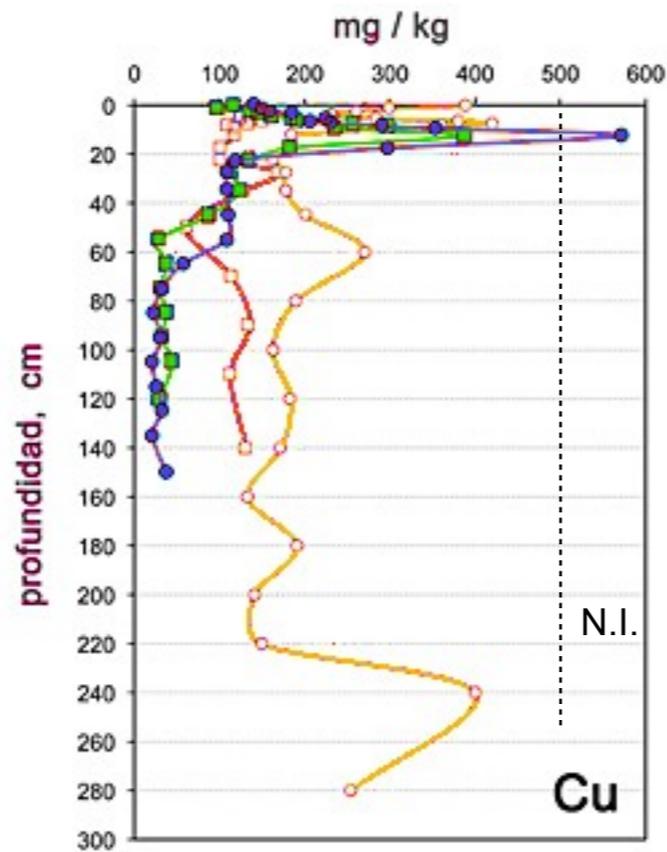


a los 9 años



### Contaminación, a los 9 años

pH



suelos sin carbonatos

—■— Perfil 2

—○— Perfil 7

suelos con carbonatos

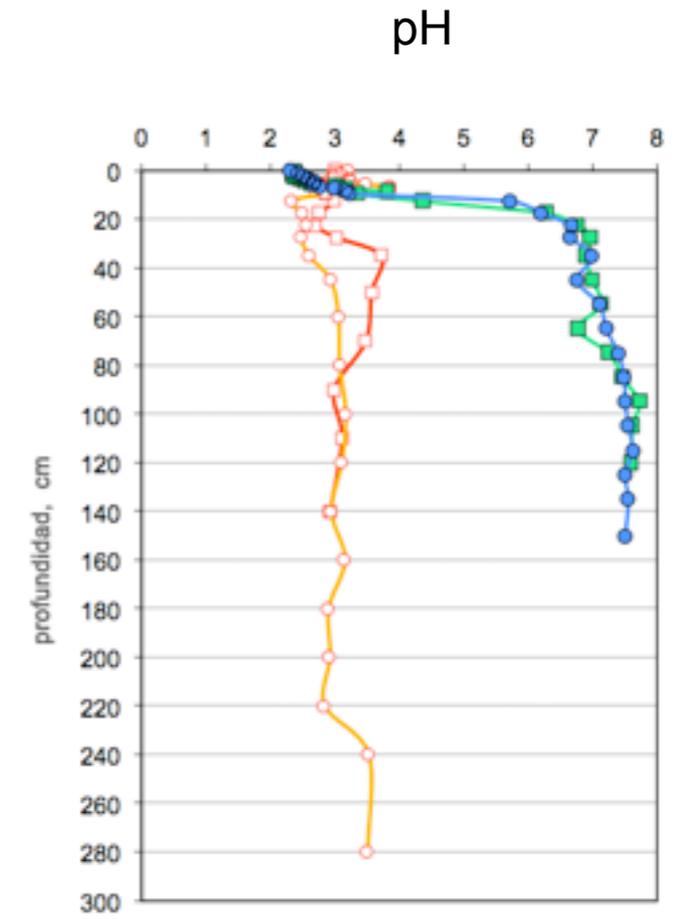
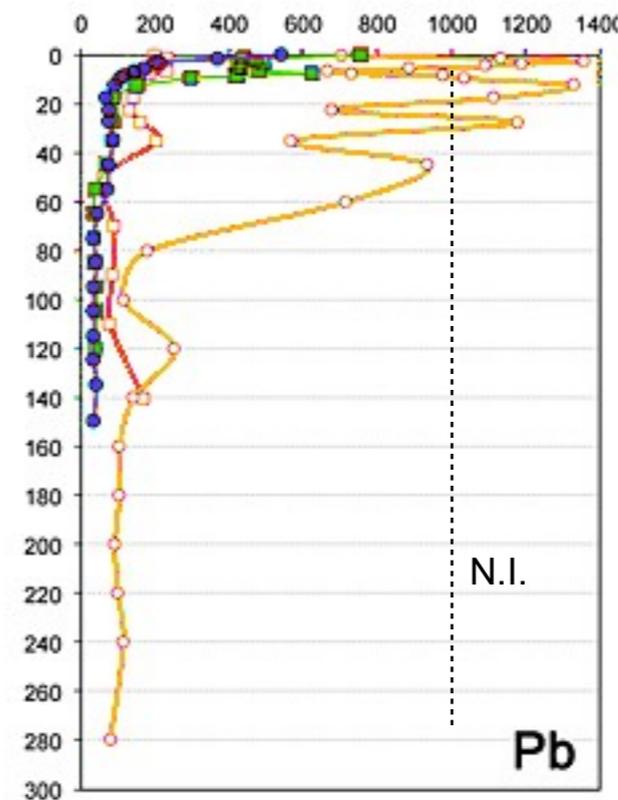
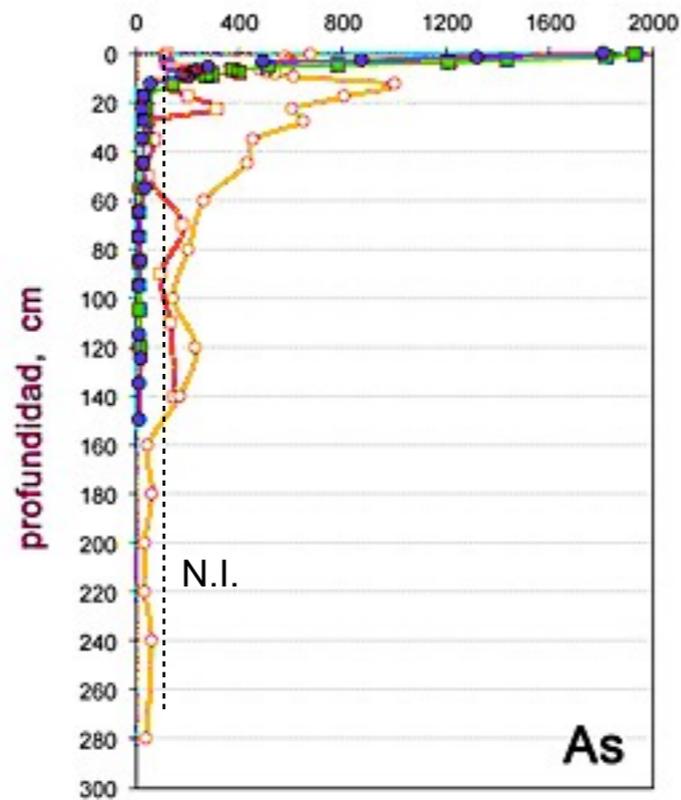
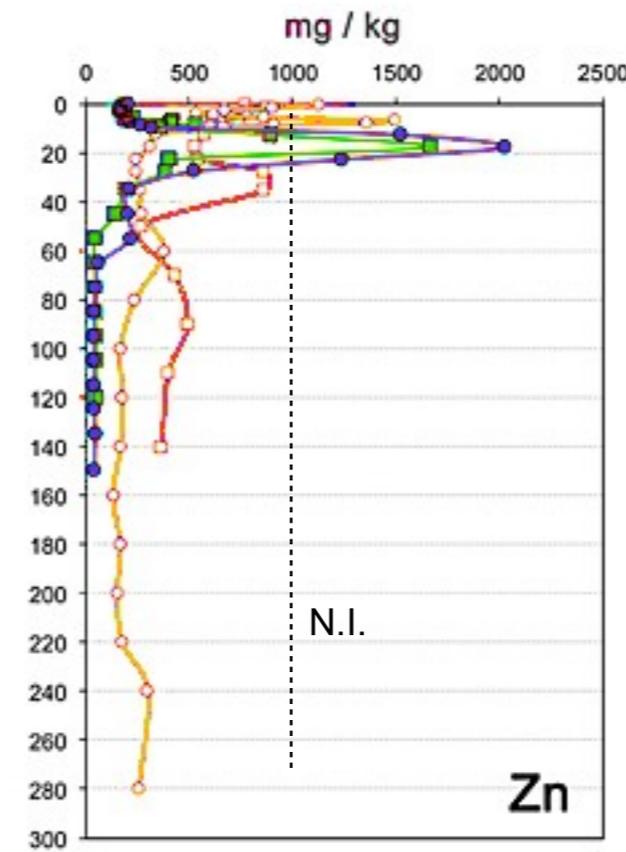
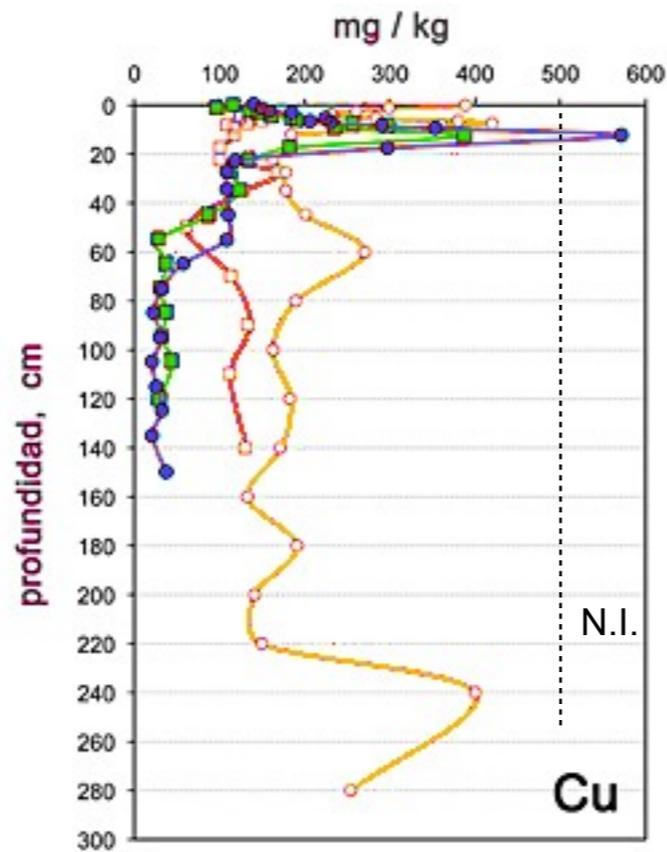
—■— Perfil Q11

—●— Perfil Q12

N.I. = Nivel de intervención



### Contaminación, a los 9 años



suelos sin carbonatos

—□— Perfil 2

—○— Perfil 7

suelos con carbonatos

—■— Perfil Q11

—●— Perfil Q12

N.I. = Nivel de intervención



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente
2. La contaminación
3. La rehabilitación
4. La no intervención
5. El futuro





Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

- **5 Una mirada al futuro**



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención





Aznalcóllar, hoy.

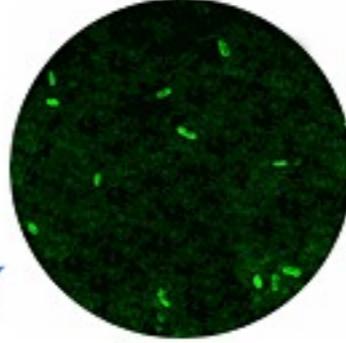
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención



a los nueve años

*Vibrio fischeri*



Lechuga



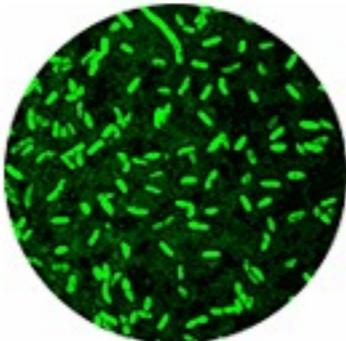
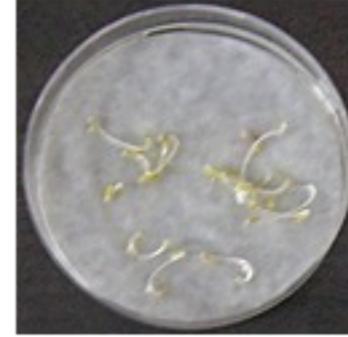
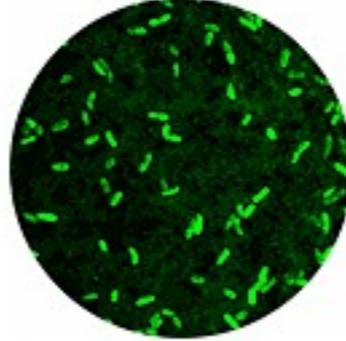
Mostaza

Sin actividad



Lombriz de tierra

Sin actividad

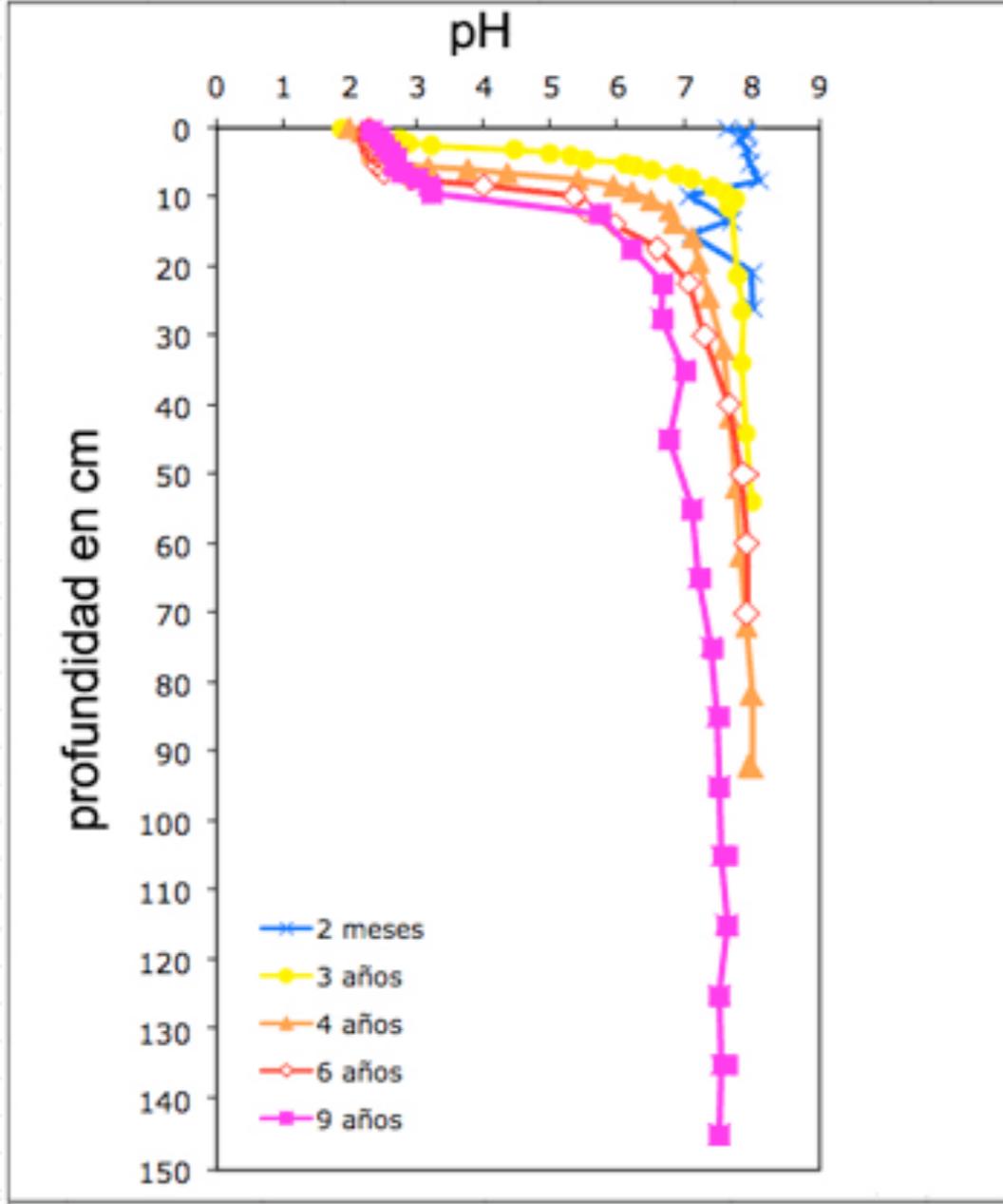




Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración

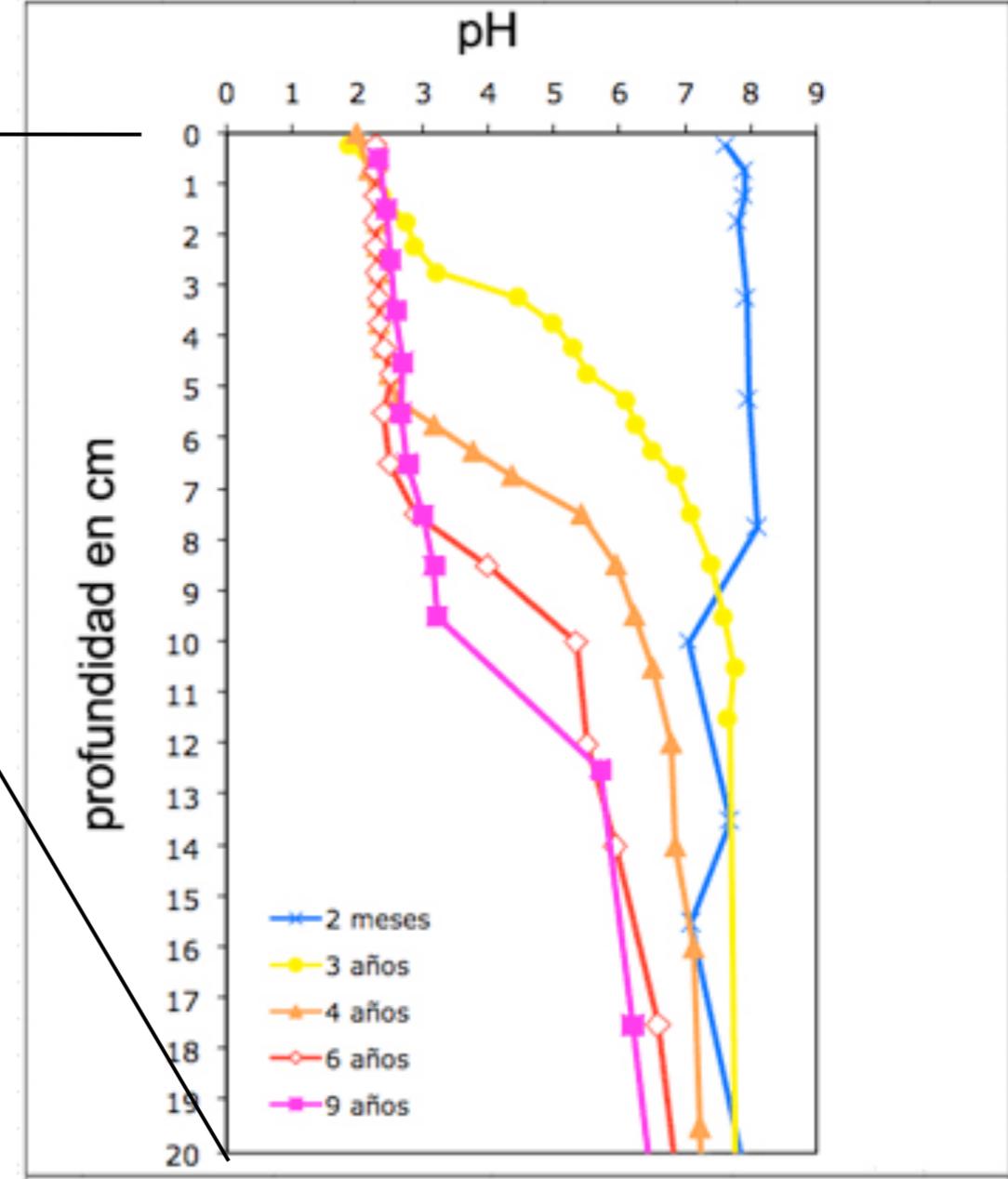
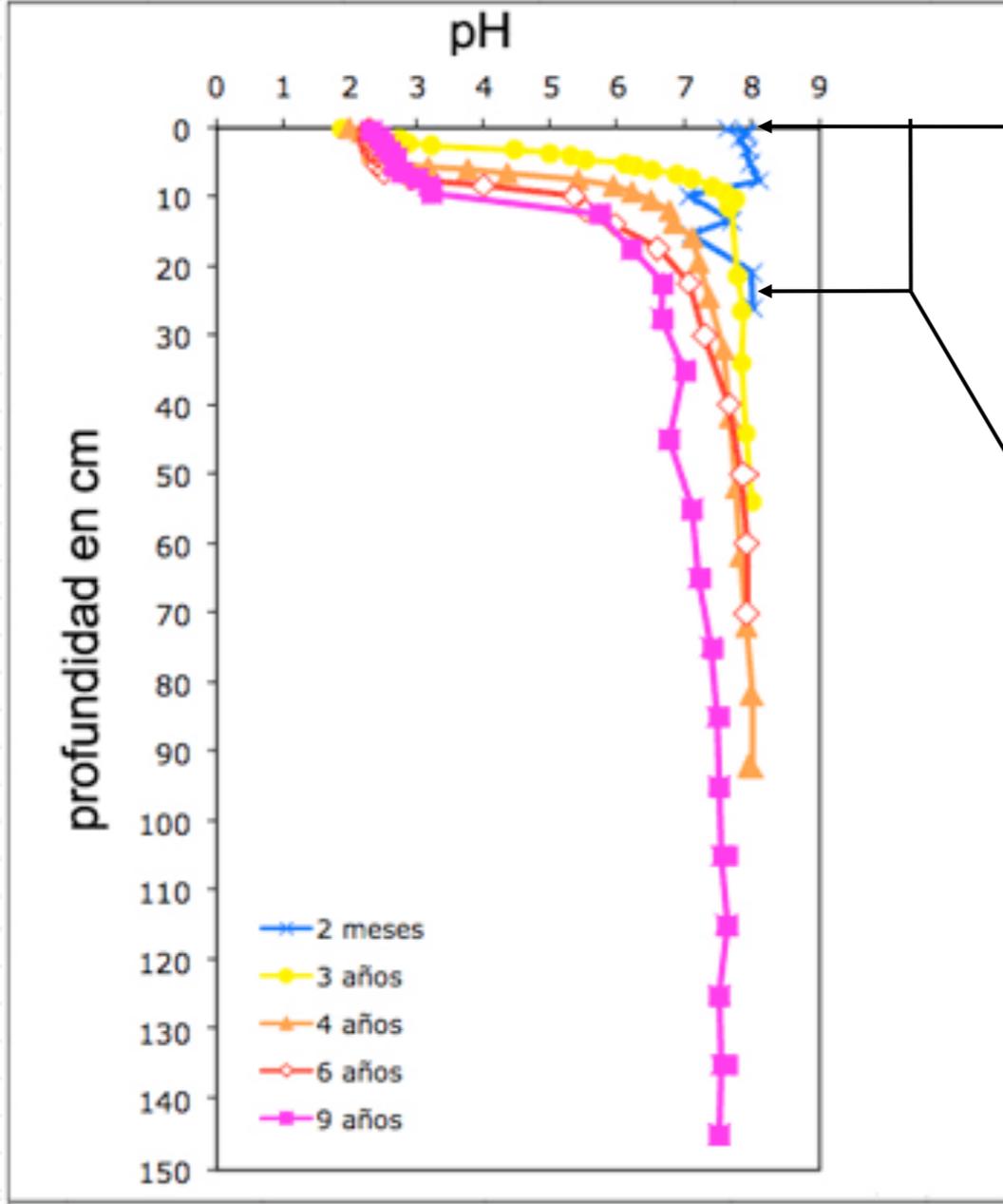




Aznalcóllar, hoy.

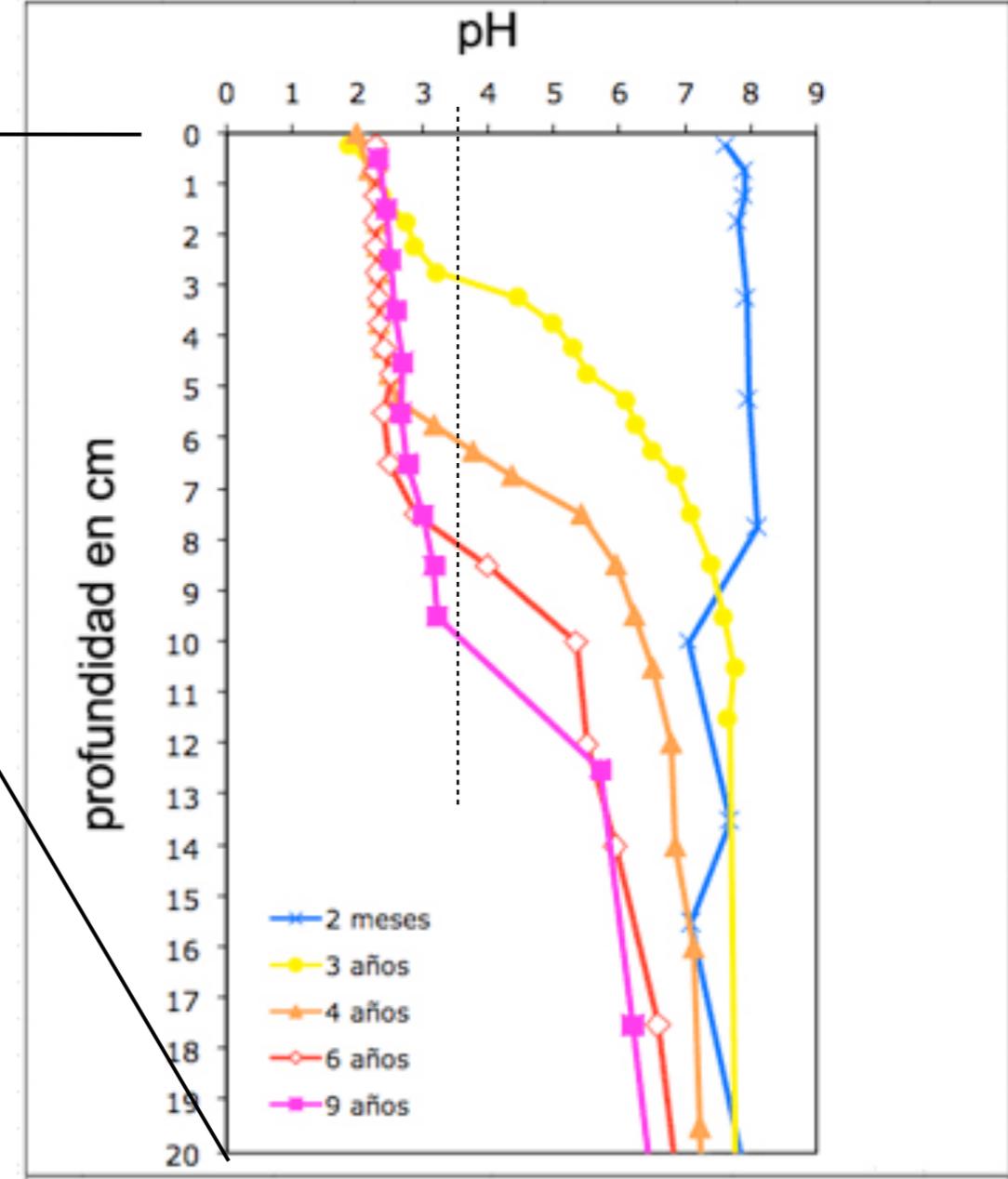
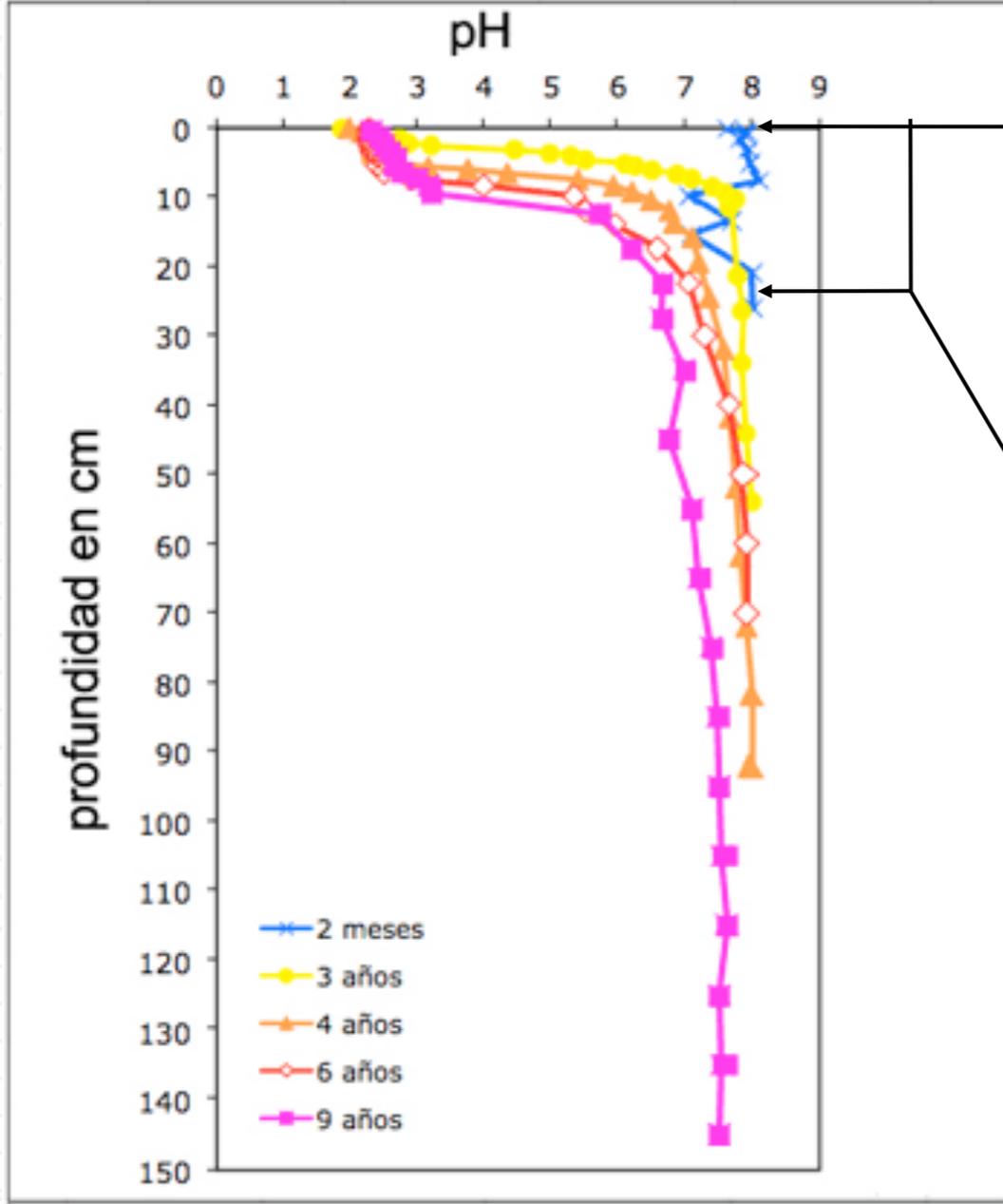
1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

### Alteración



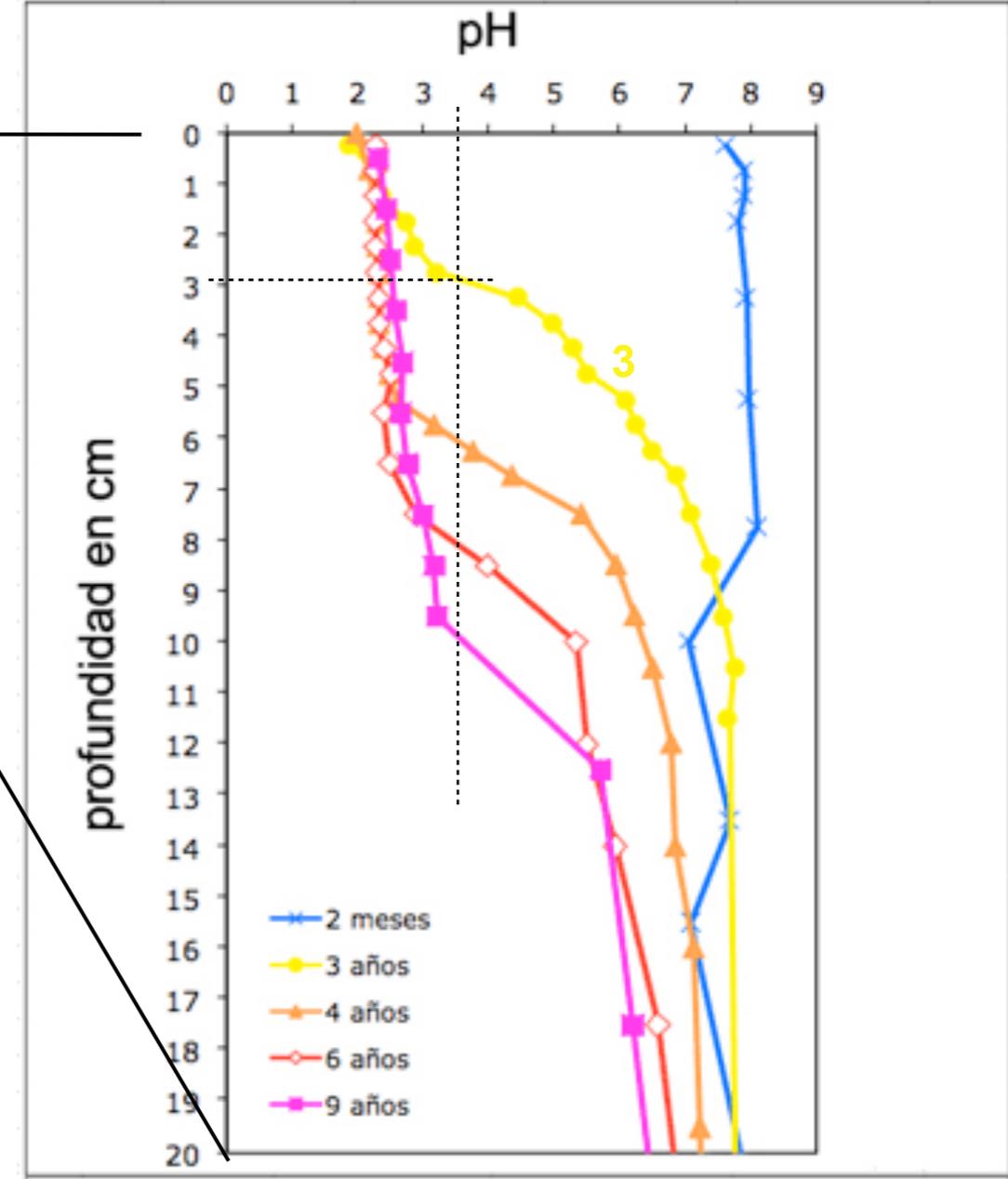
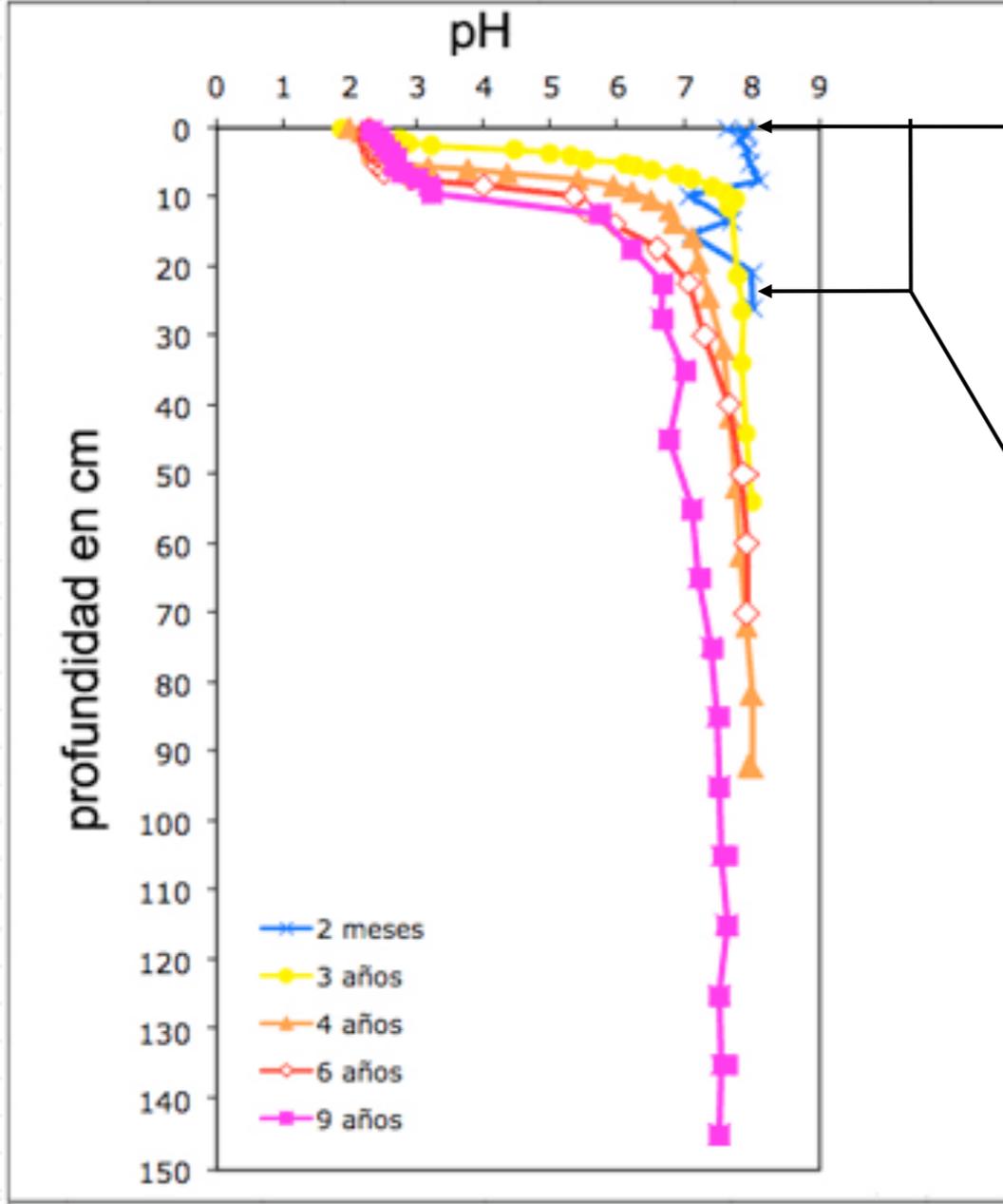


### Alteración



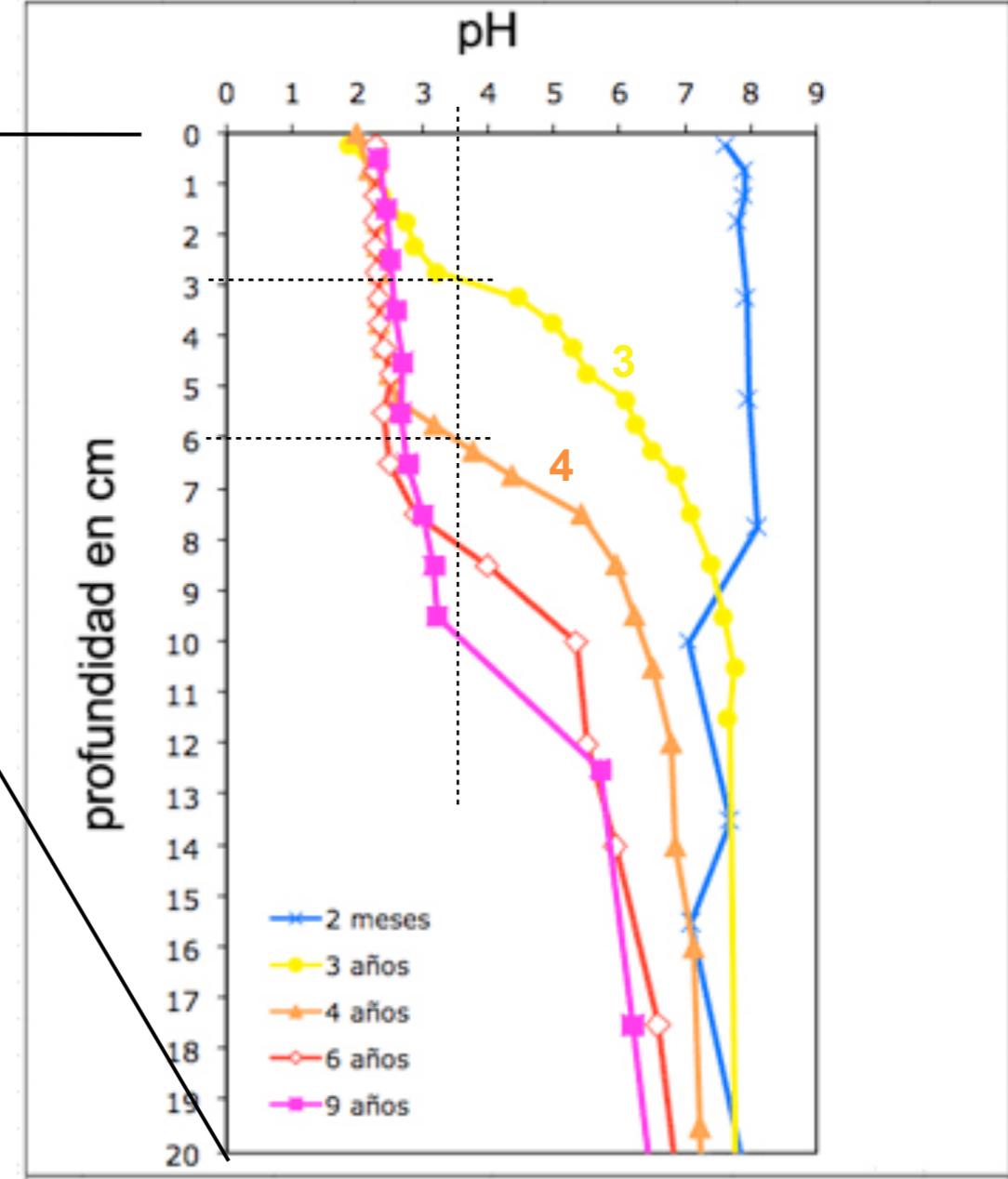
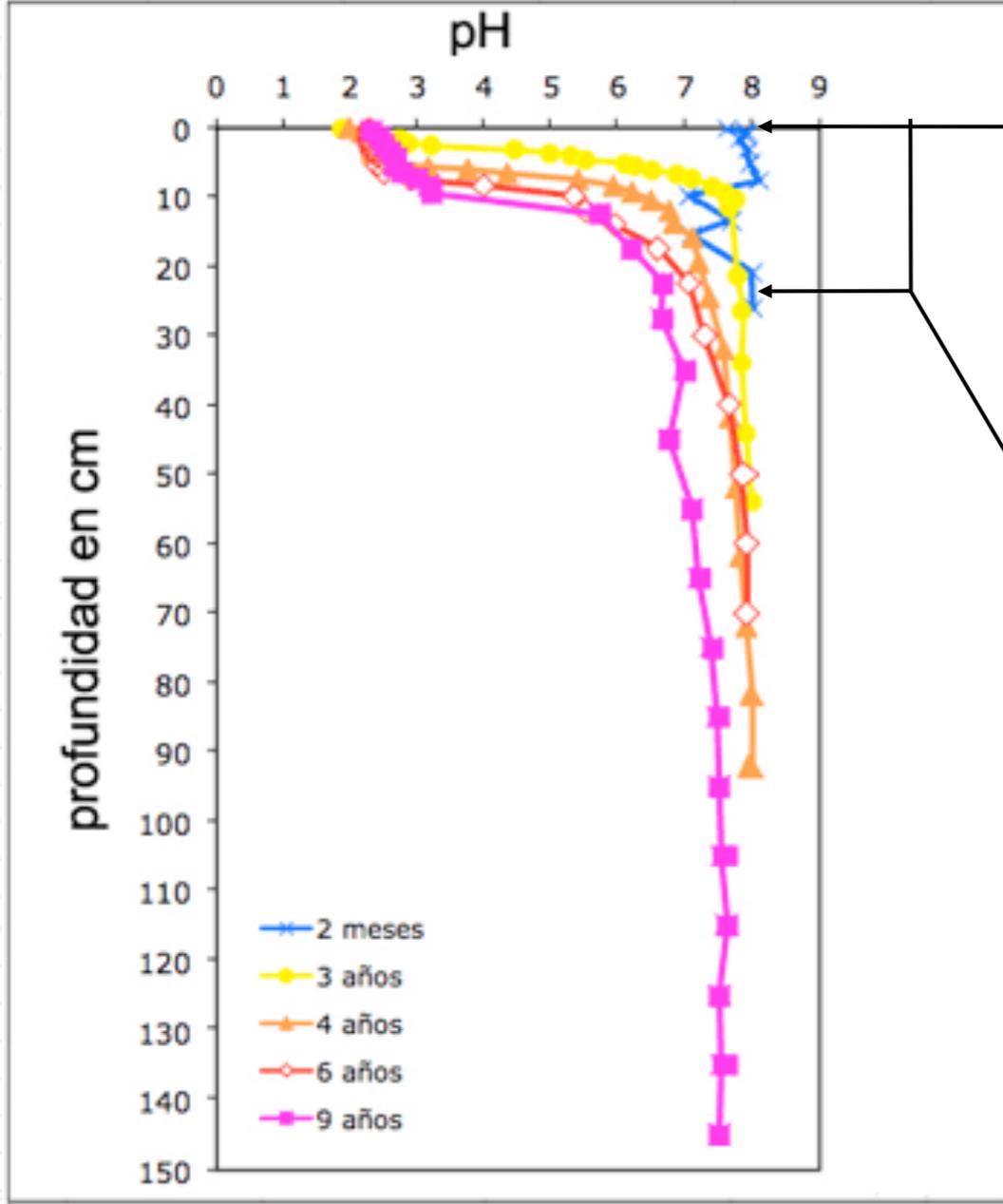


### Alteración



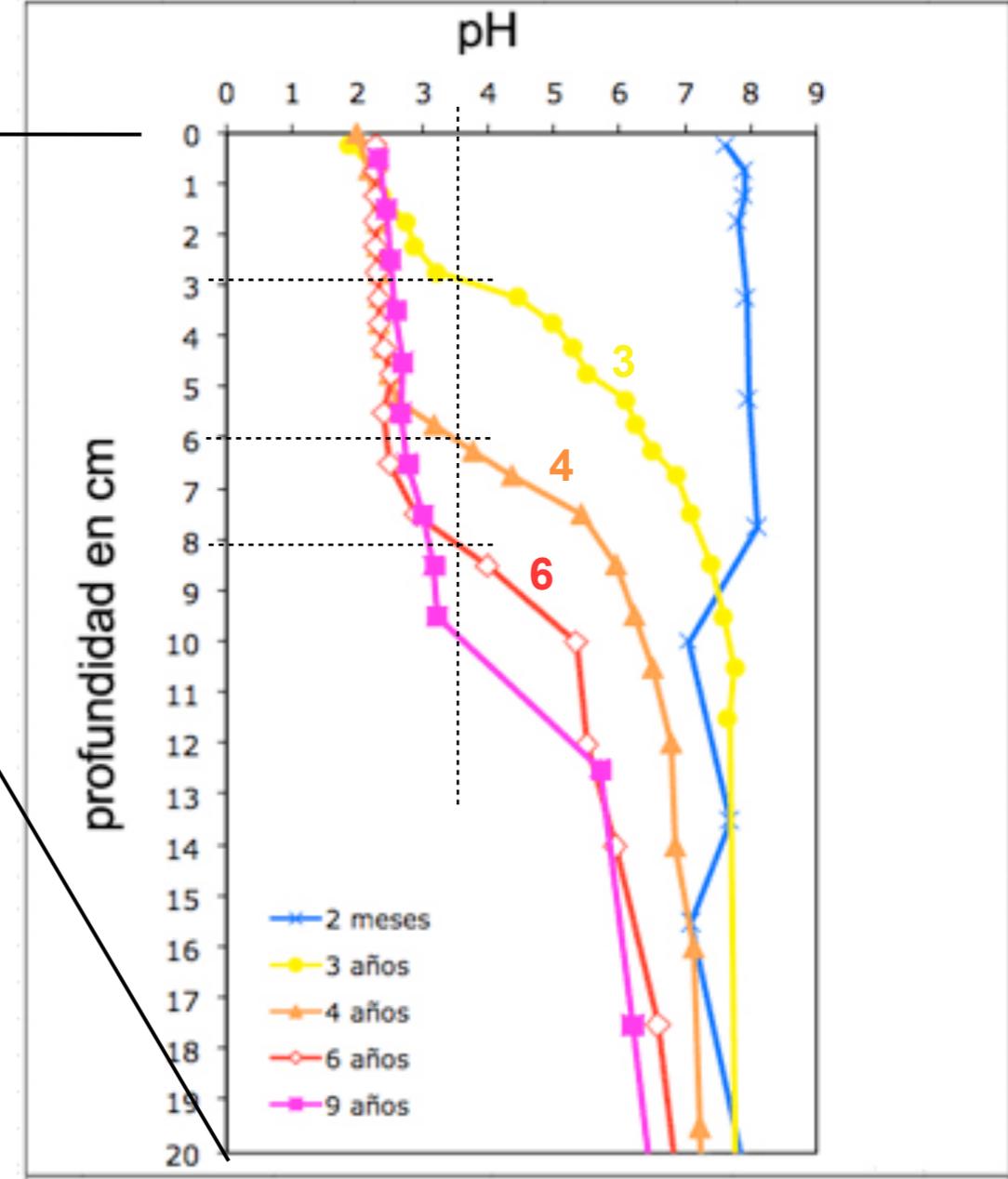
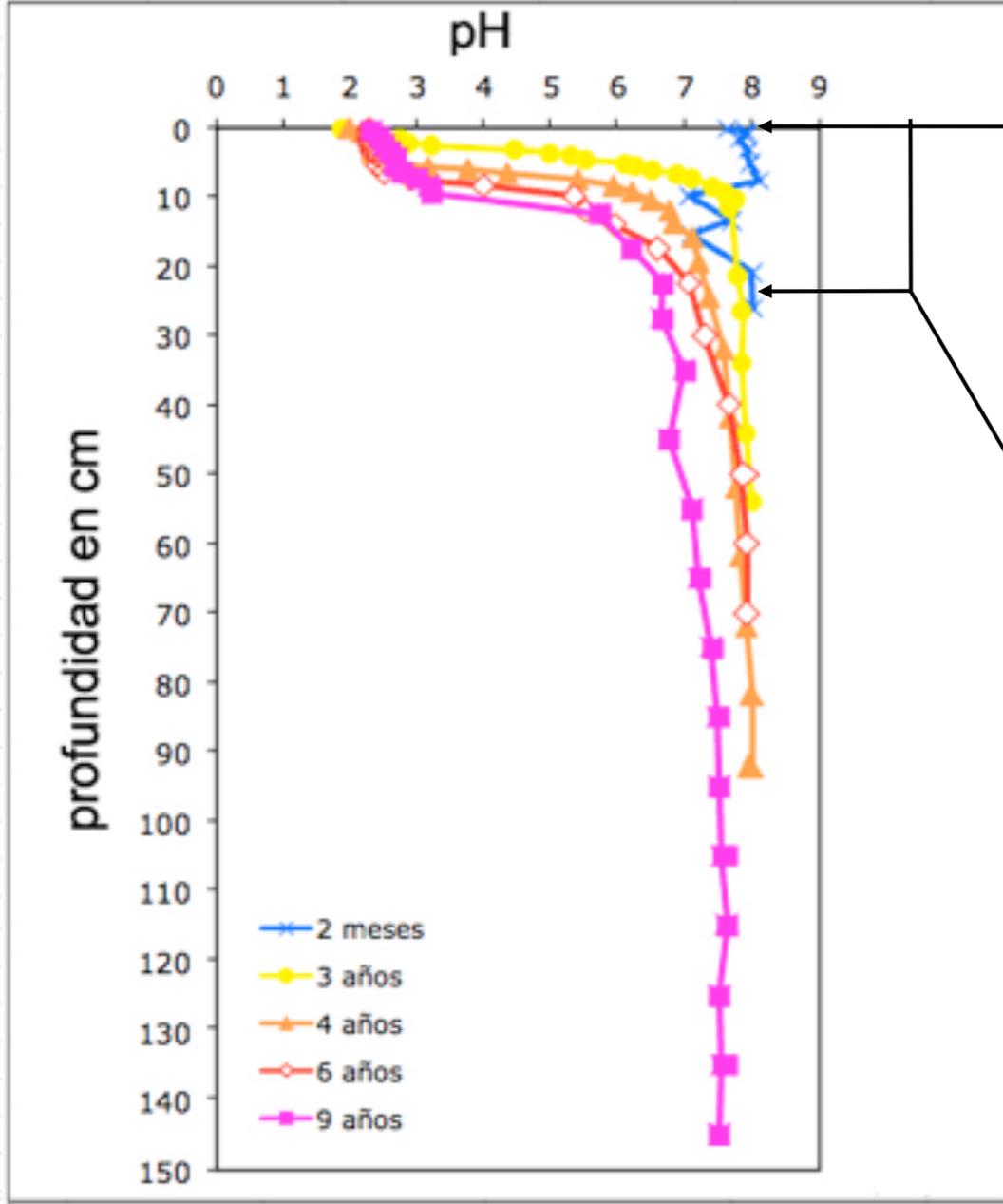


### Alteración



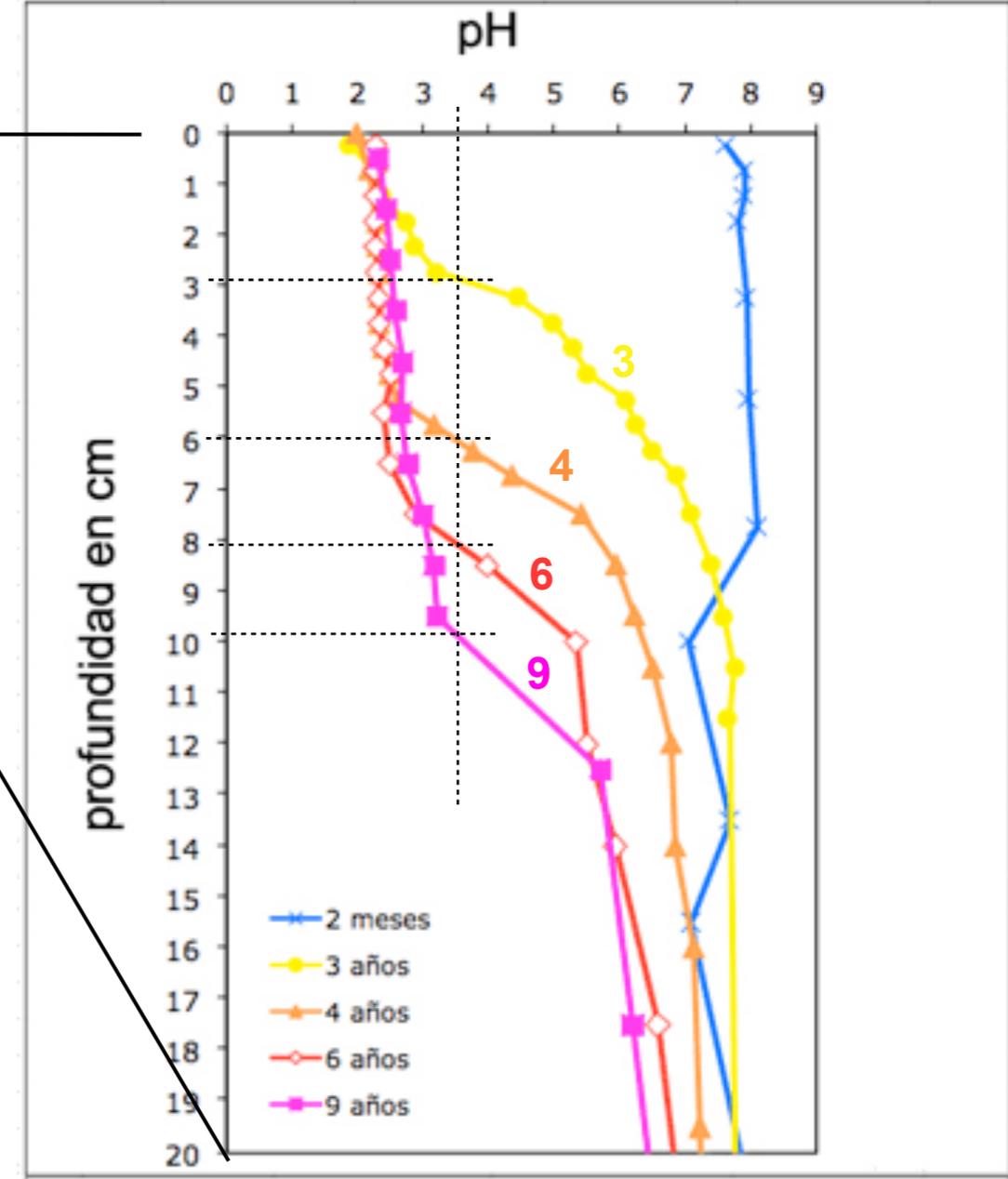
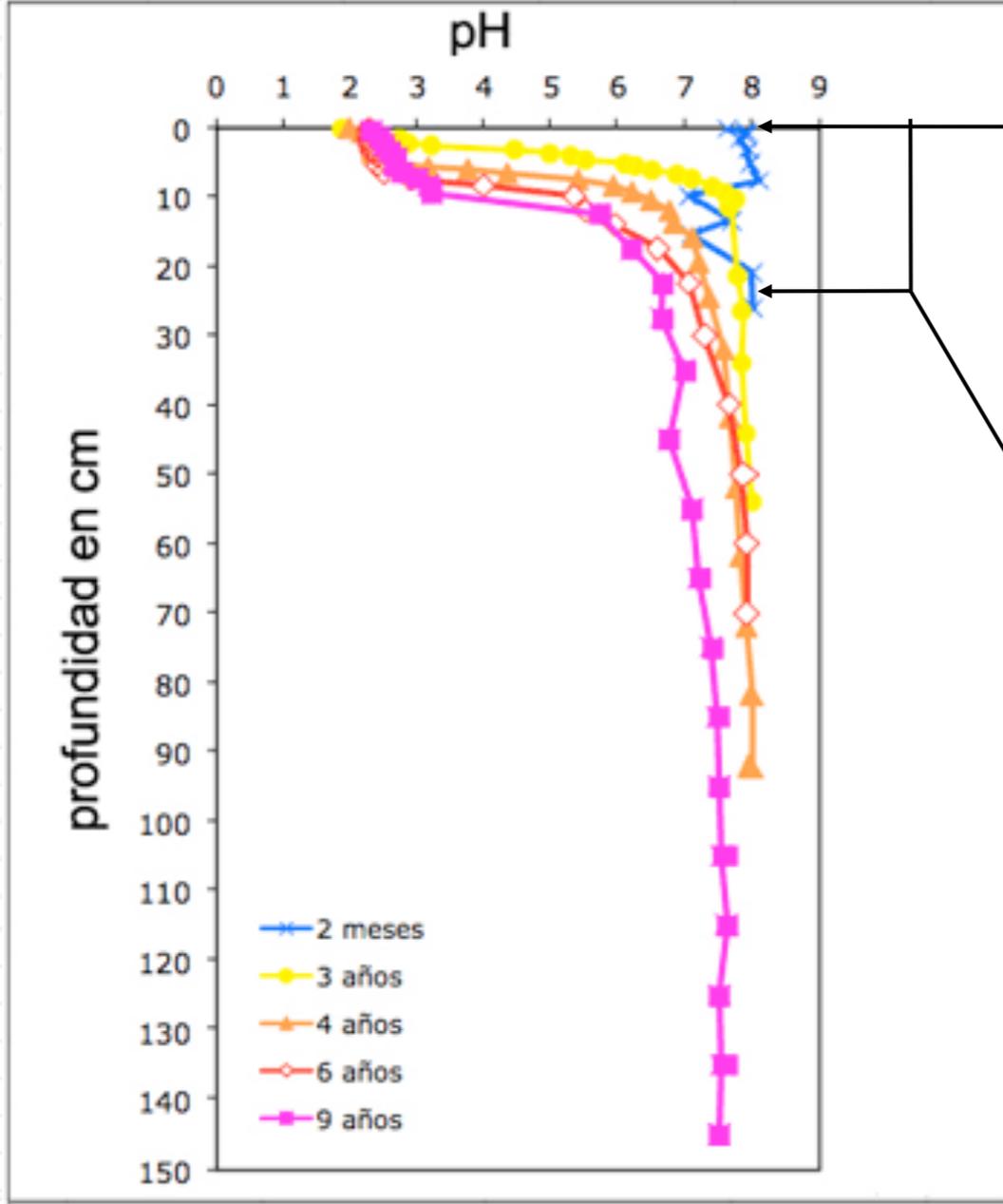


### Alteración



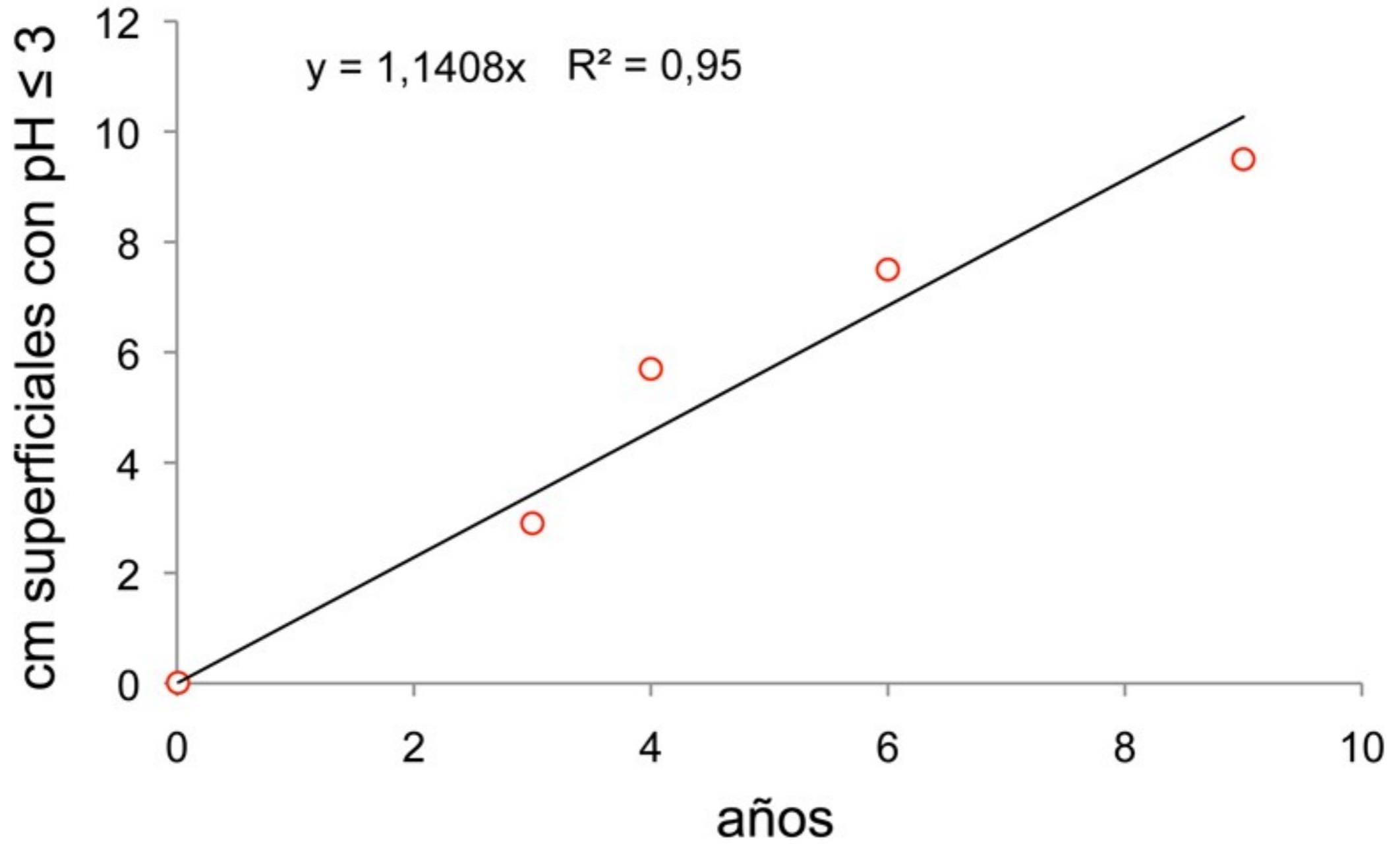


### Alteración





parcelas sin intervención



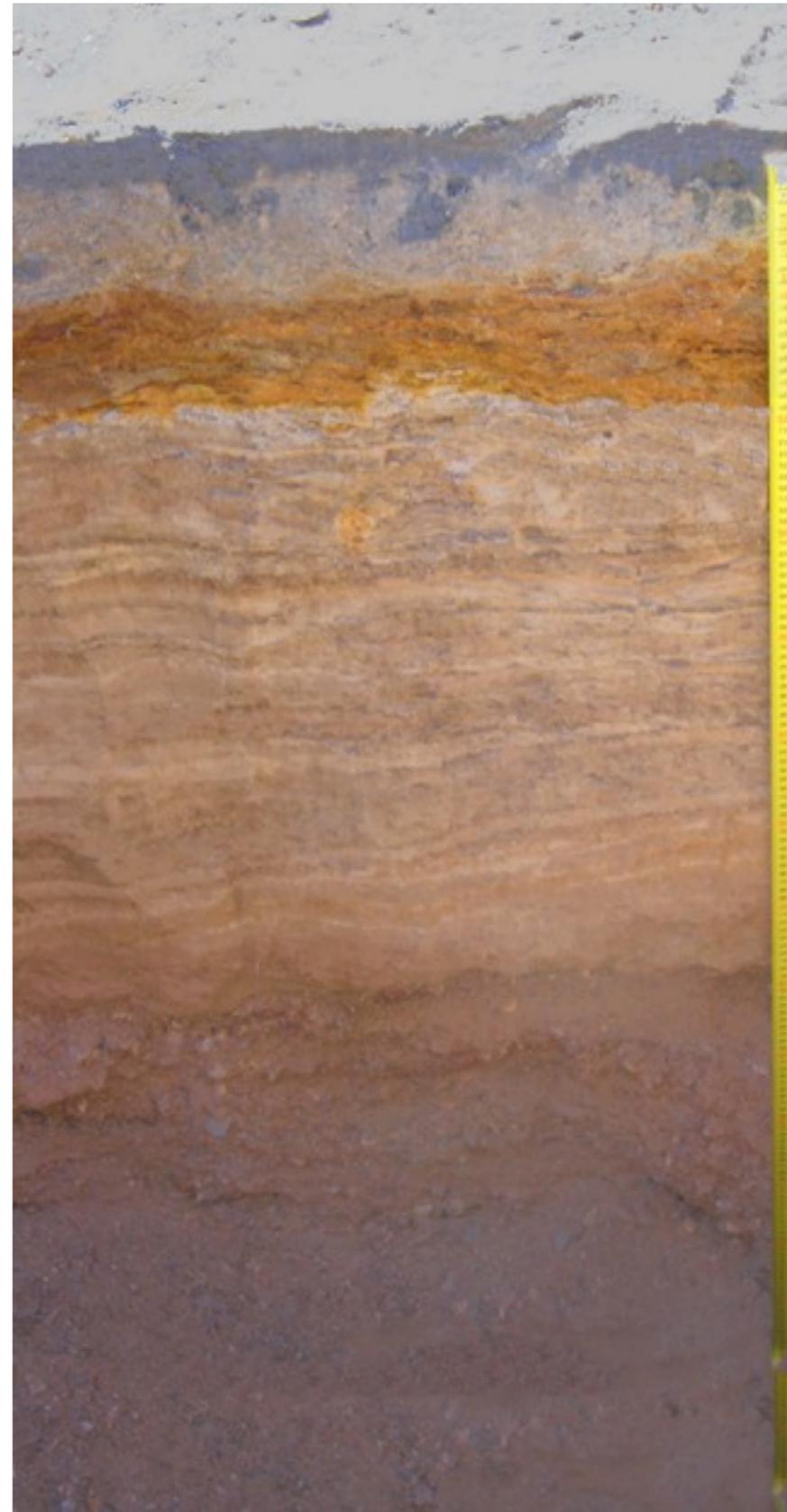


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 12 años



14 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

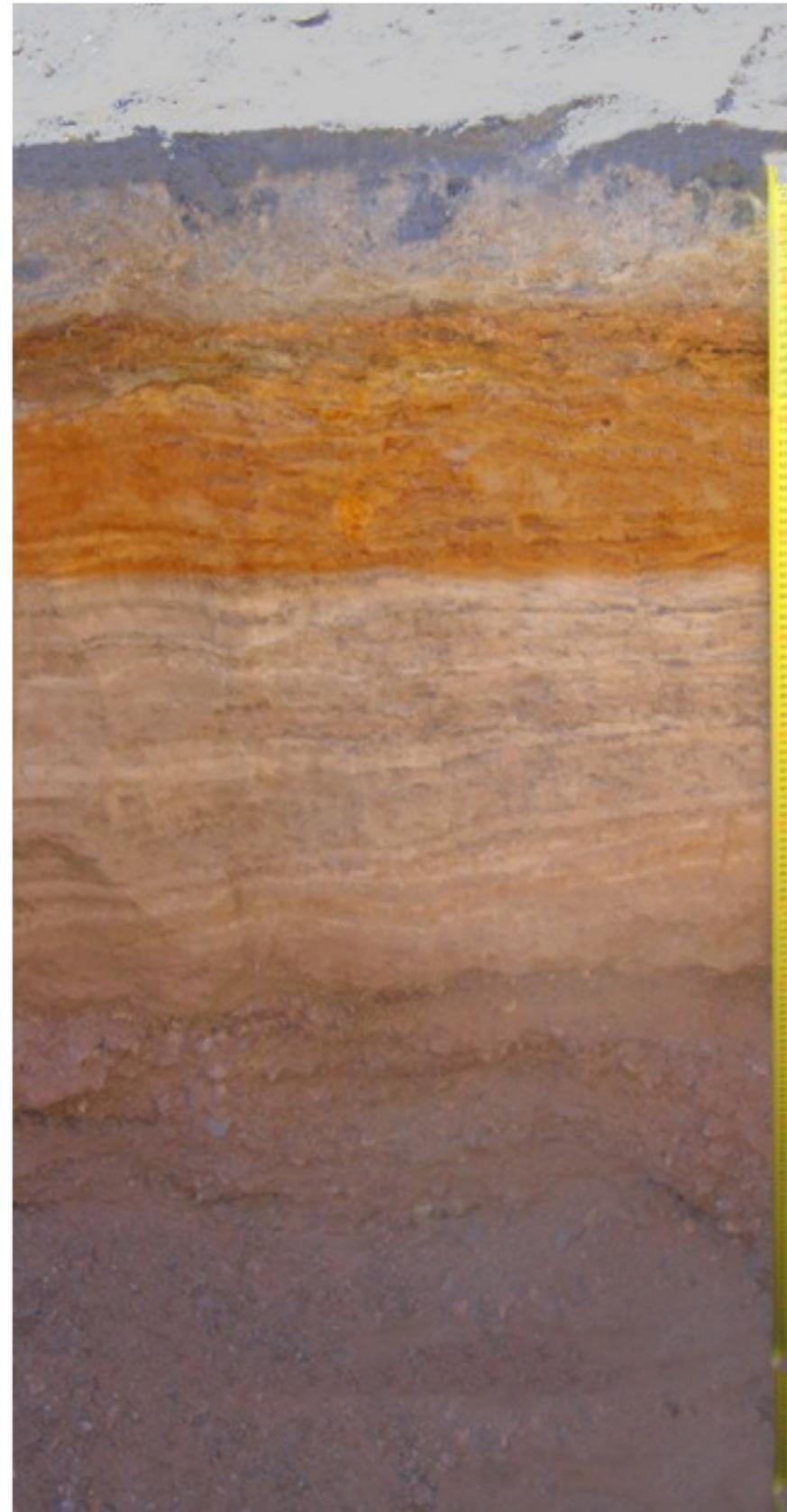


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 20 años



23 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 30 años



34 cm

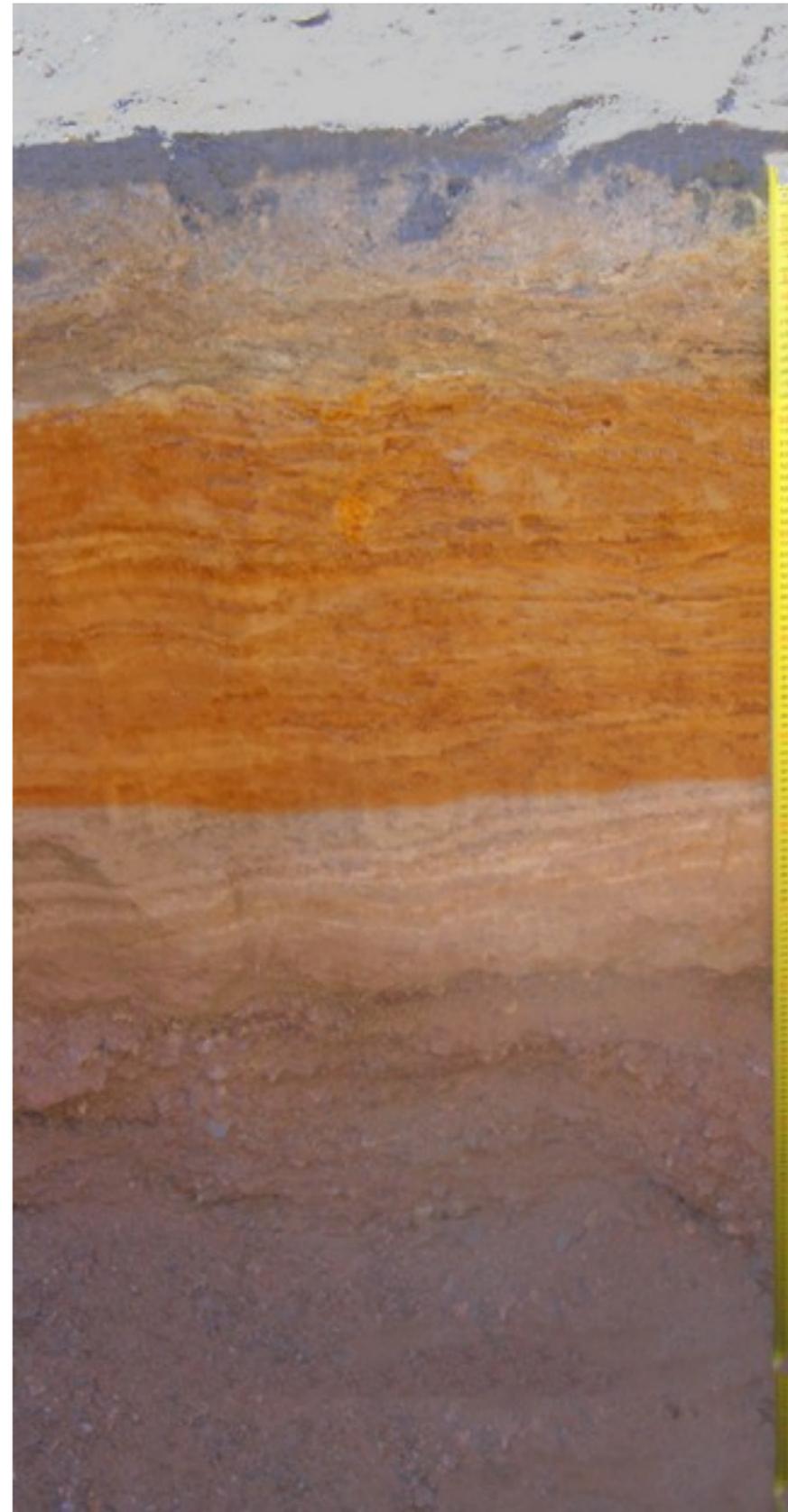
anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 40 años



46 cm

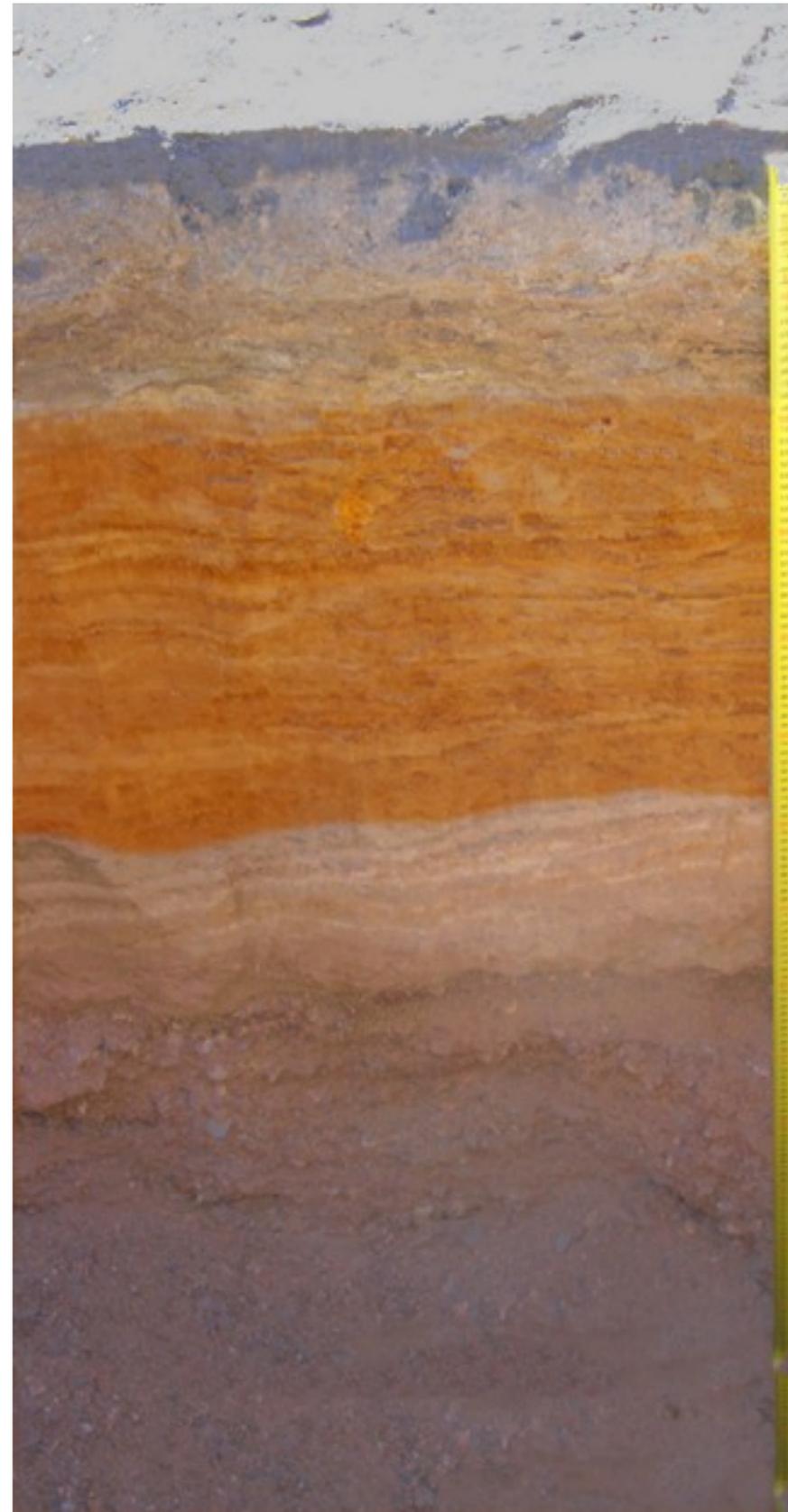
anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 50 años



57 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )



Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 60 años



68 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

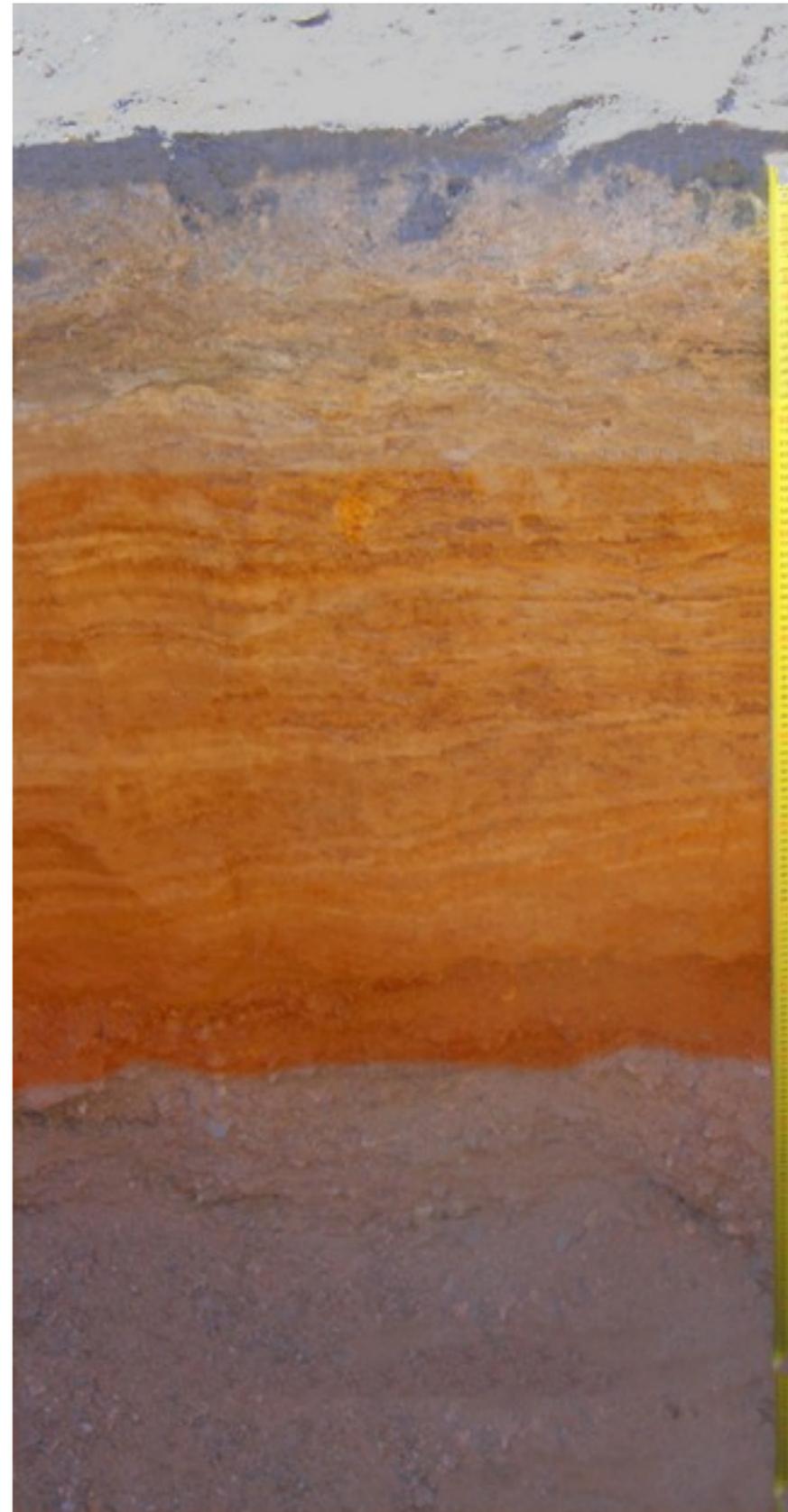


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 70 años



80 cm

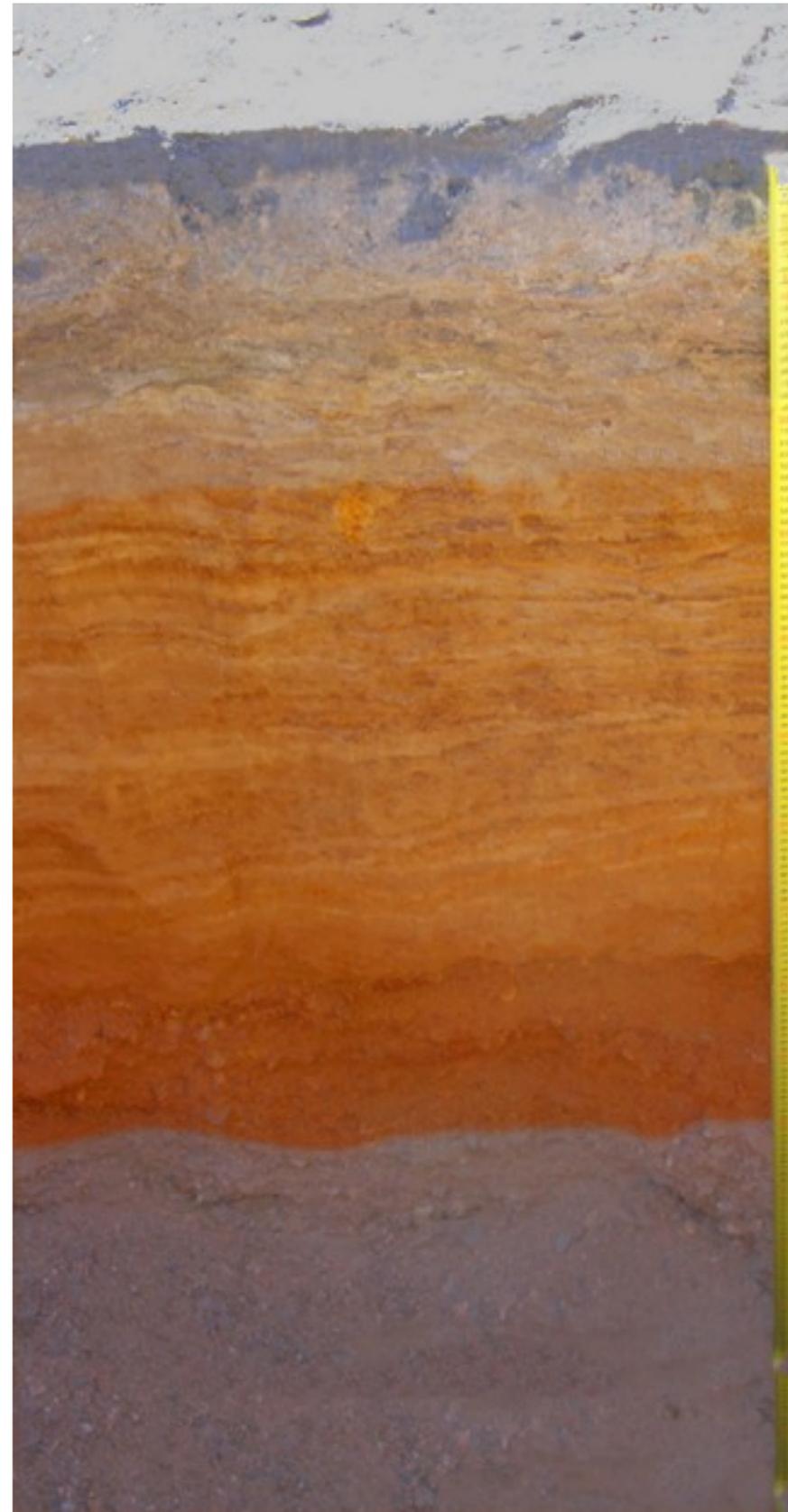
anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 80 años



91 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

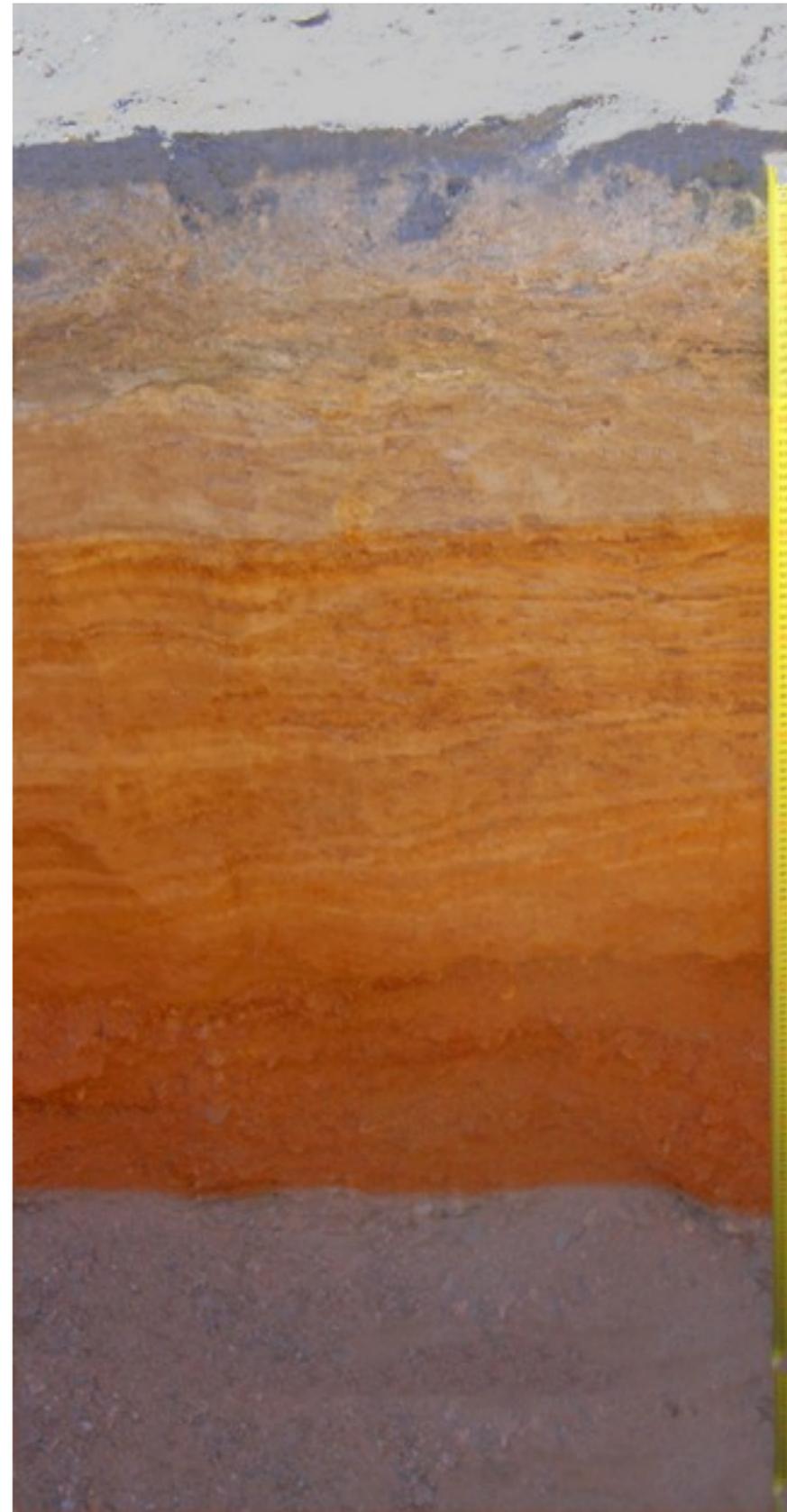


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 90 años



103 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

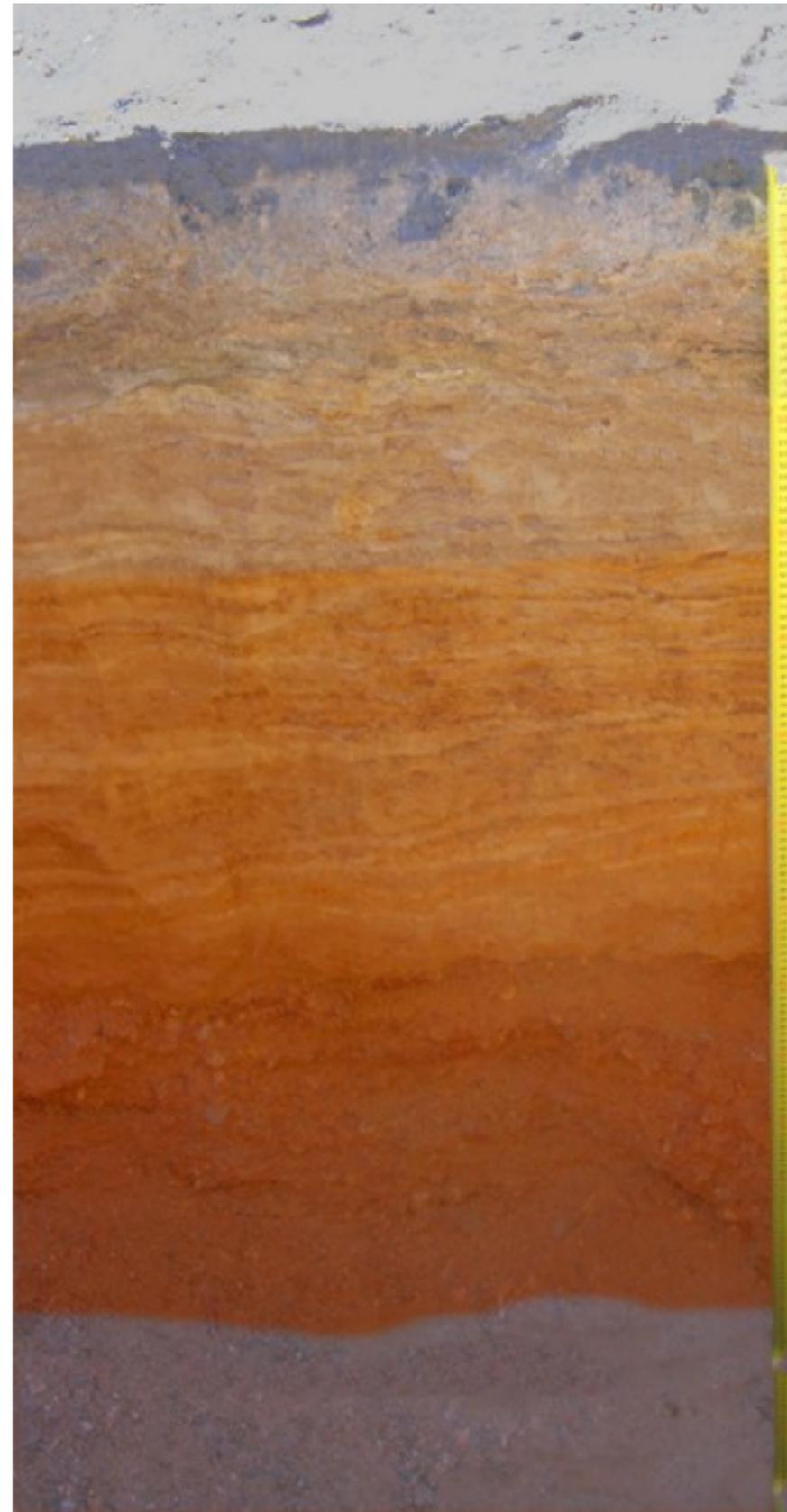


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 100 años



114 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )

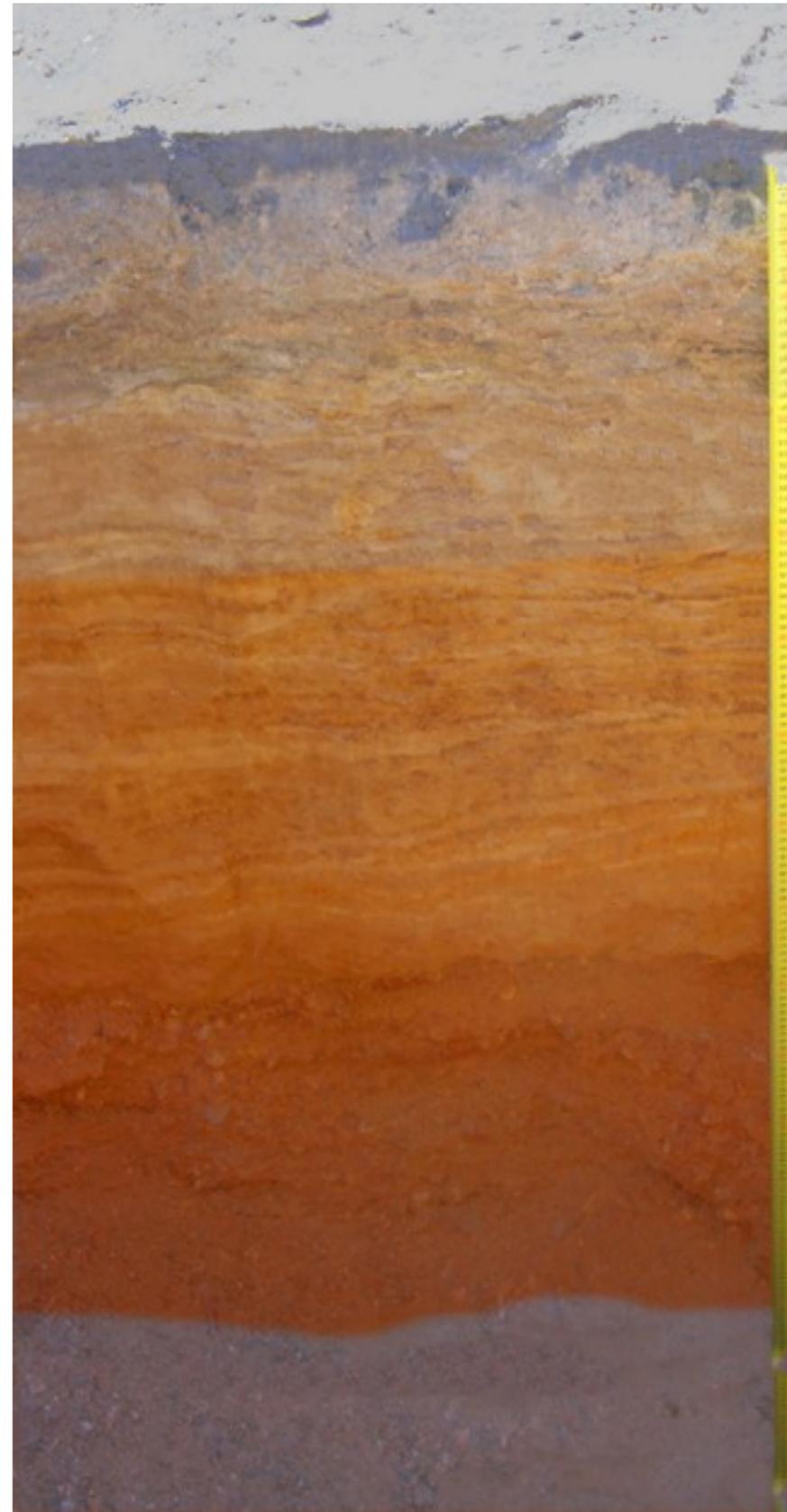


Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro

parcelas sin intervención

a los 100 años



30 cm capa blanca

114 cm

anulación del suelo por profundización progresiva de la capa hiperácida ( $\text{pH} \leq 3$ )



### zona remediada

As, mg/kg

año	edad	50 percentil	75 percentil	90 percentil	95 percentil	99 percentil
1998	0	82,1	162,6	386,7	692,4	852,8
1999	1	103,4	157,9	224,2	389,5	494,0
2001	3	68,1	112,2	203,5	284,7	486,7
2004	6	55,1	88,8	137,5	187,4	325,3
2009	11	53,7	95,9	166,2	209,6	320,8
<b>2010</b>	<b>12</b>	<b>55,7</b>	<b>93,6</b>	<b>138,2</b>	<b>187,7</b>	<b>261,6</b>

fracción total, 0-10 cm

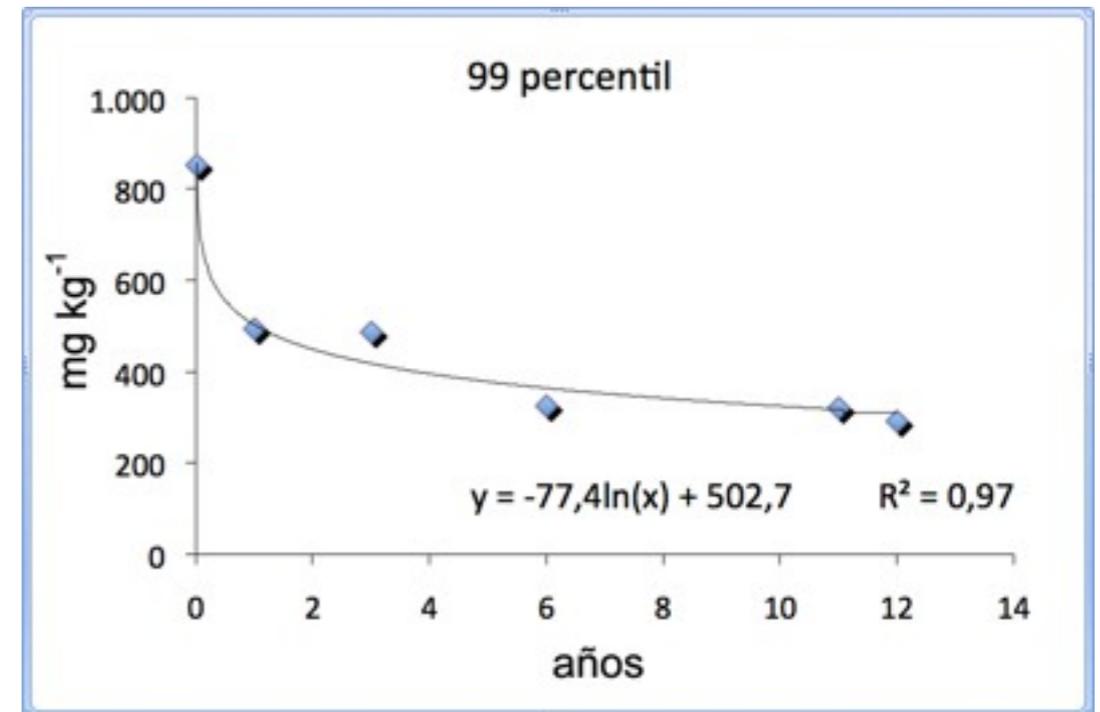
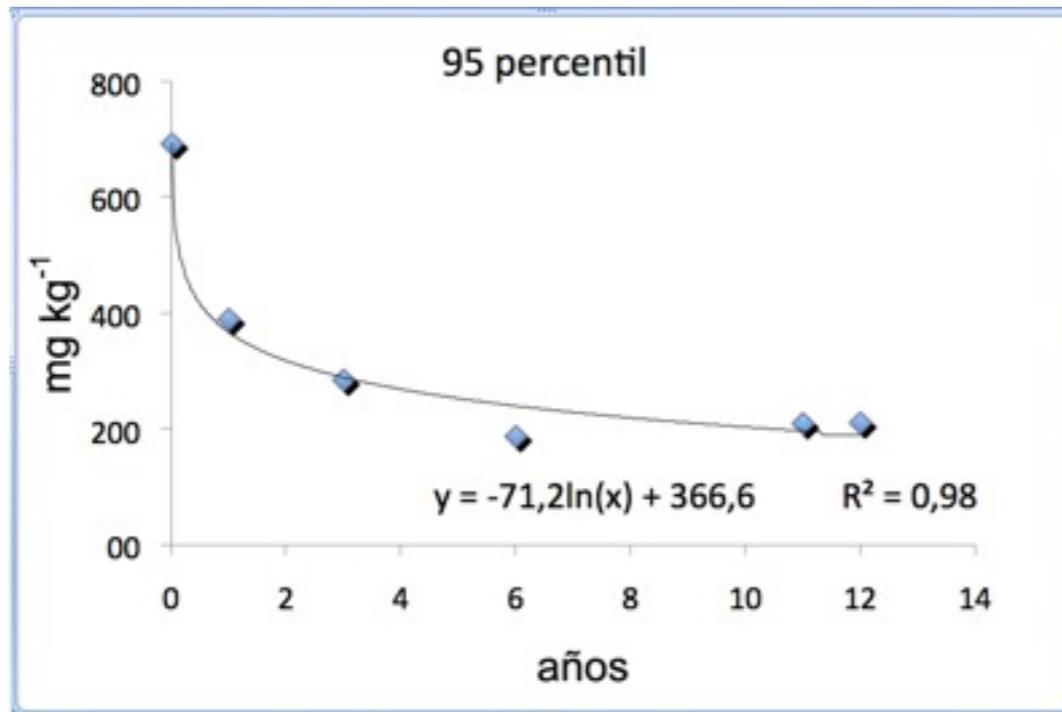
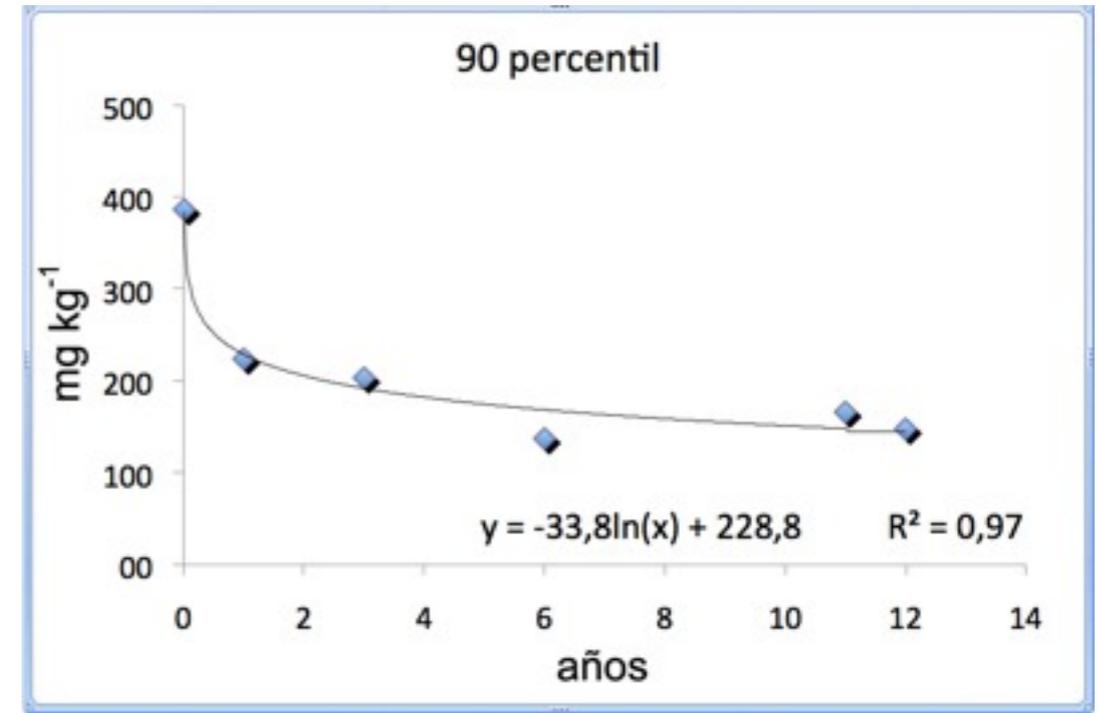
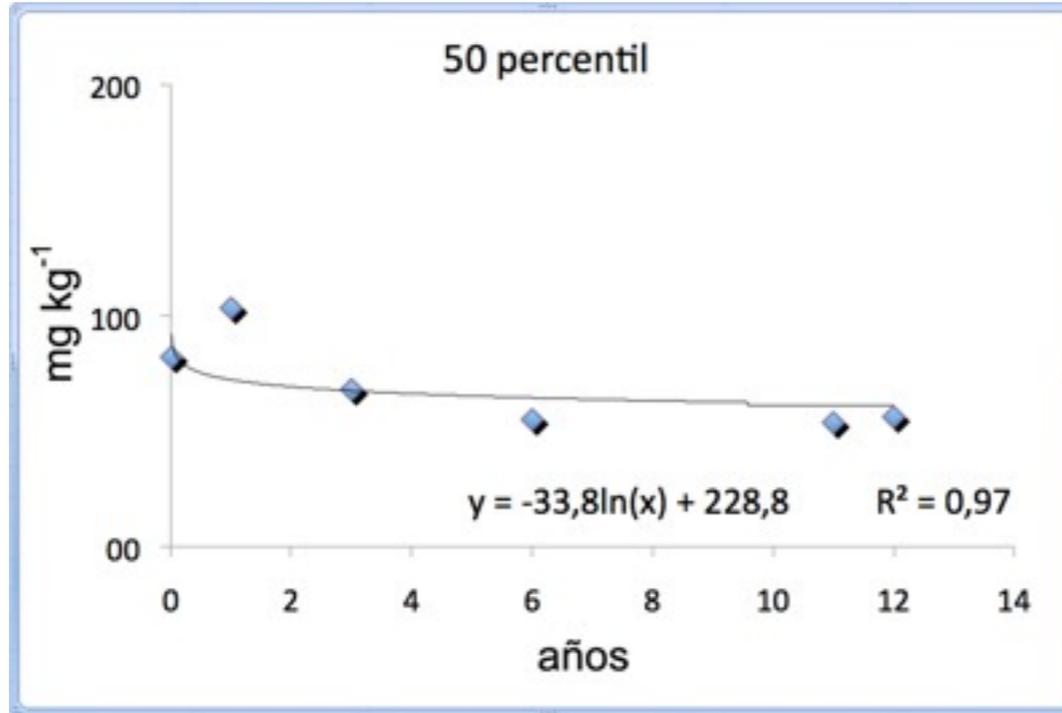
Aznalcóllar, hoy.

1. El accidente 2. La contaminación 3. La rehabilitación 4. La no intervención 5. El futuro



### zona remediada

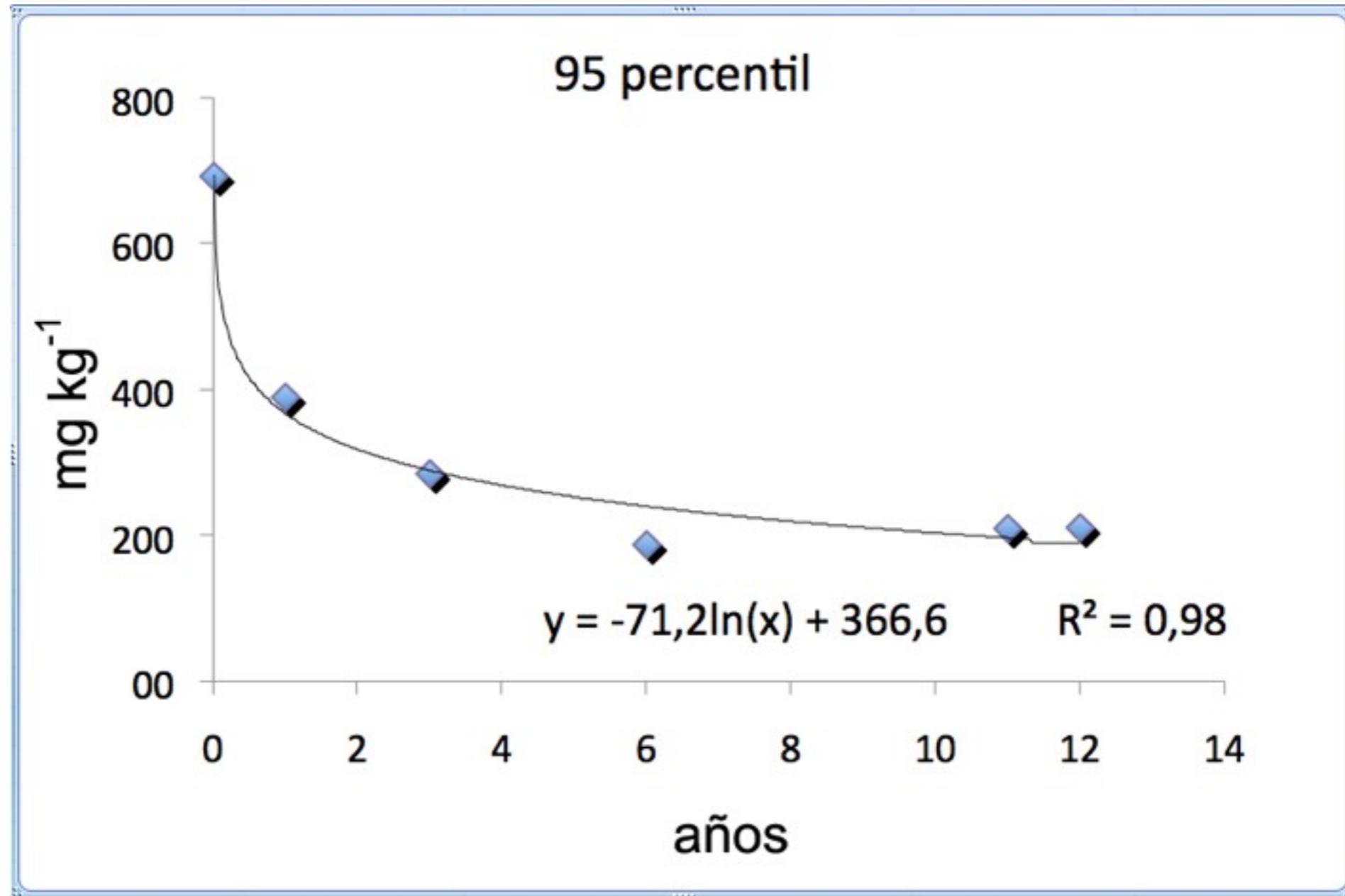
### As, total, 0-10 cm





zona remediada

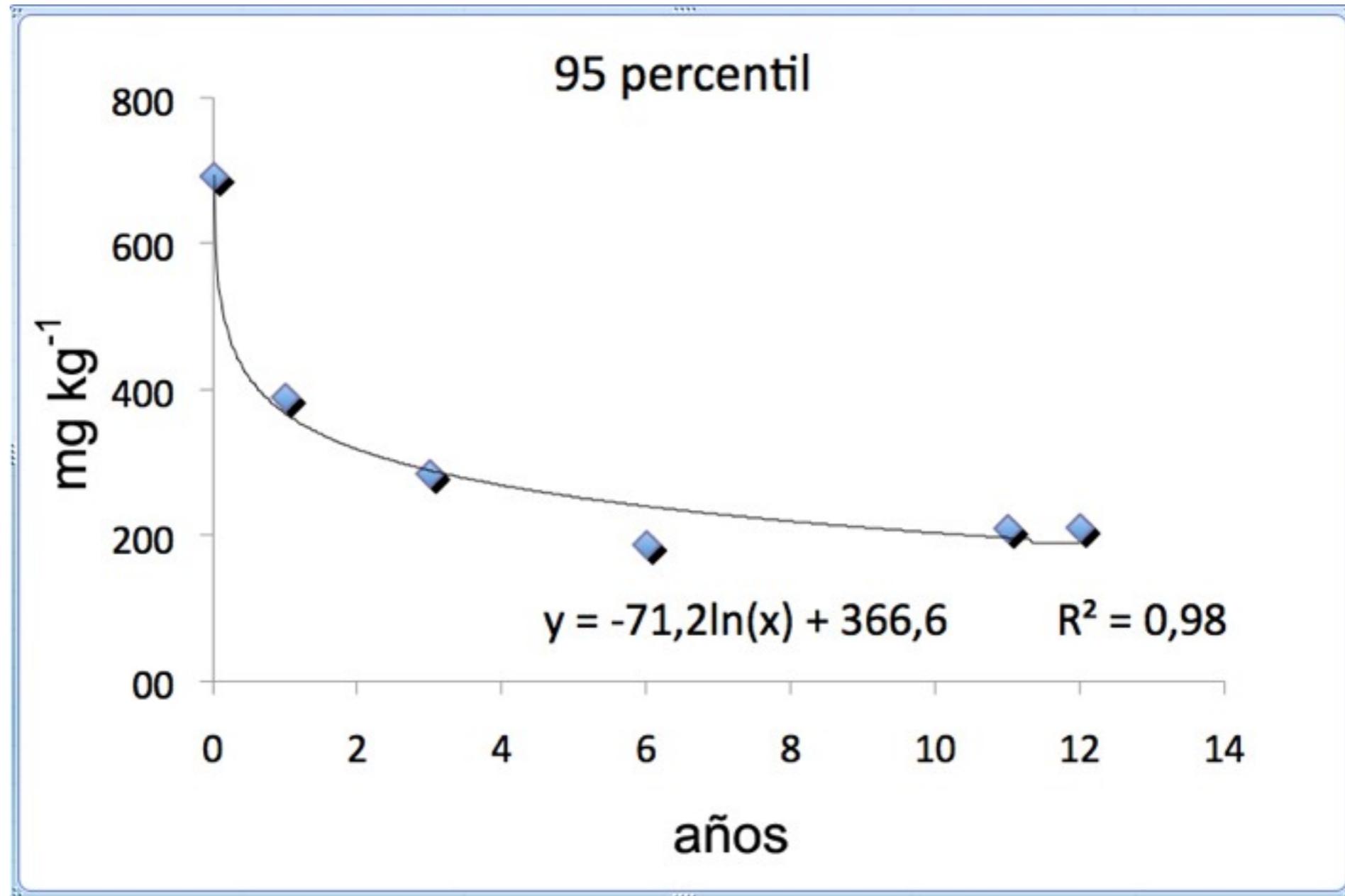
As, total, 0-10 cm





zona remediada

As, total, 0-10 cm

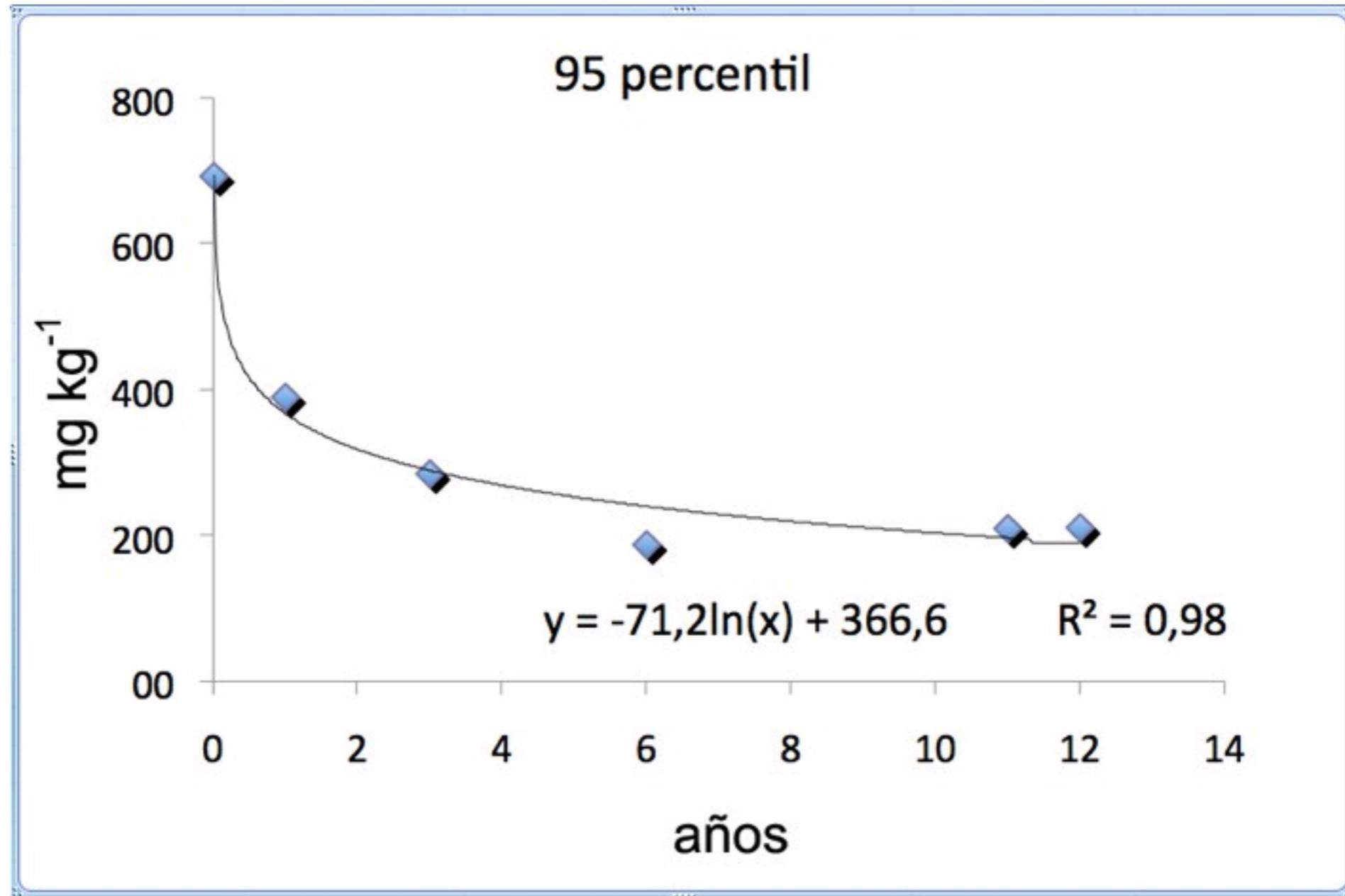


100 mg kg<sup>-1</sup> a los 43 años



zona remediada

As, total, 0-10 cm



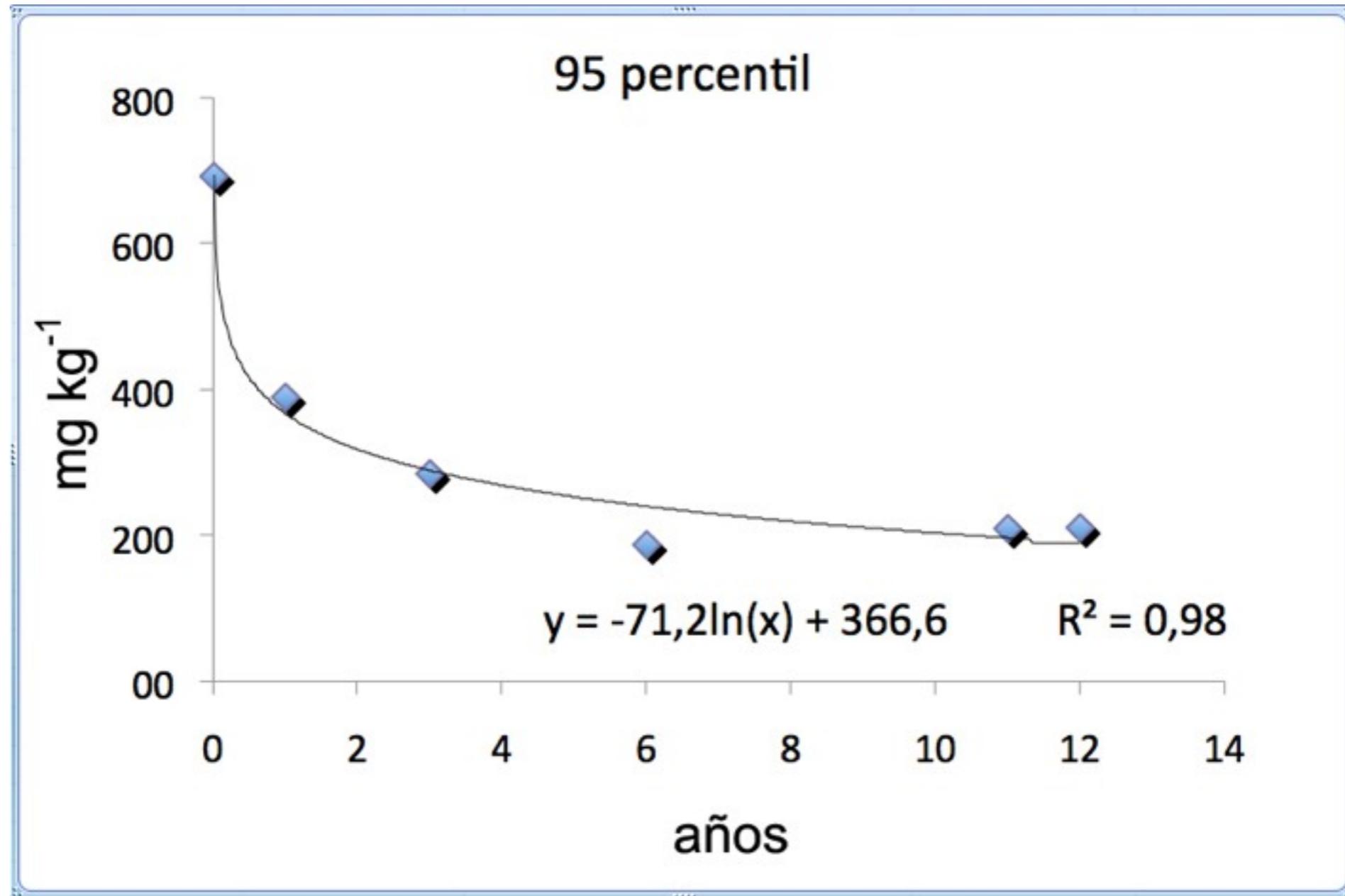
100 mg kg<sup>-1</sup> a los 43 años

18 mg kg<sup>-1</sup> a los 134 años



zona remediada

As, total, 0-10 cm



100 mg kg<sup>-1</sup> a los 43 años

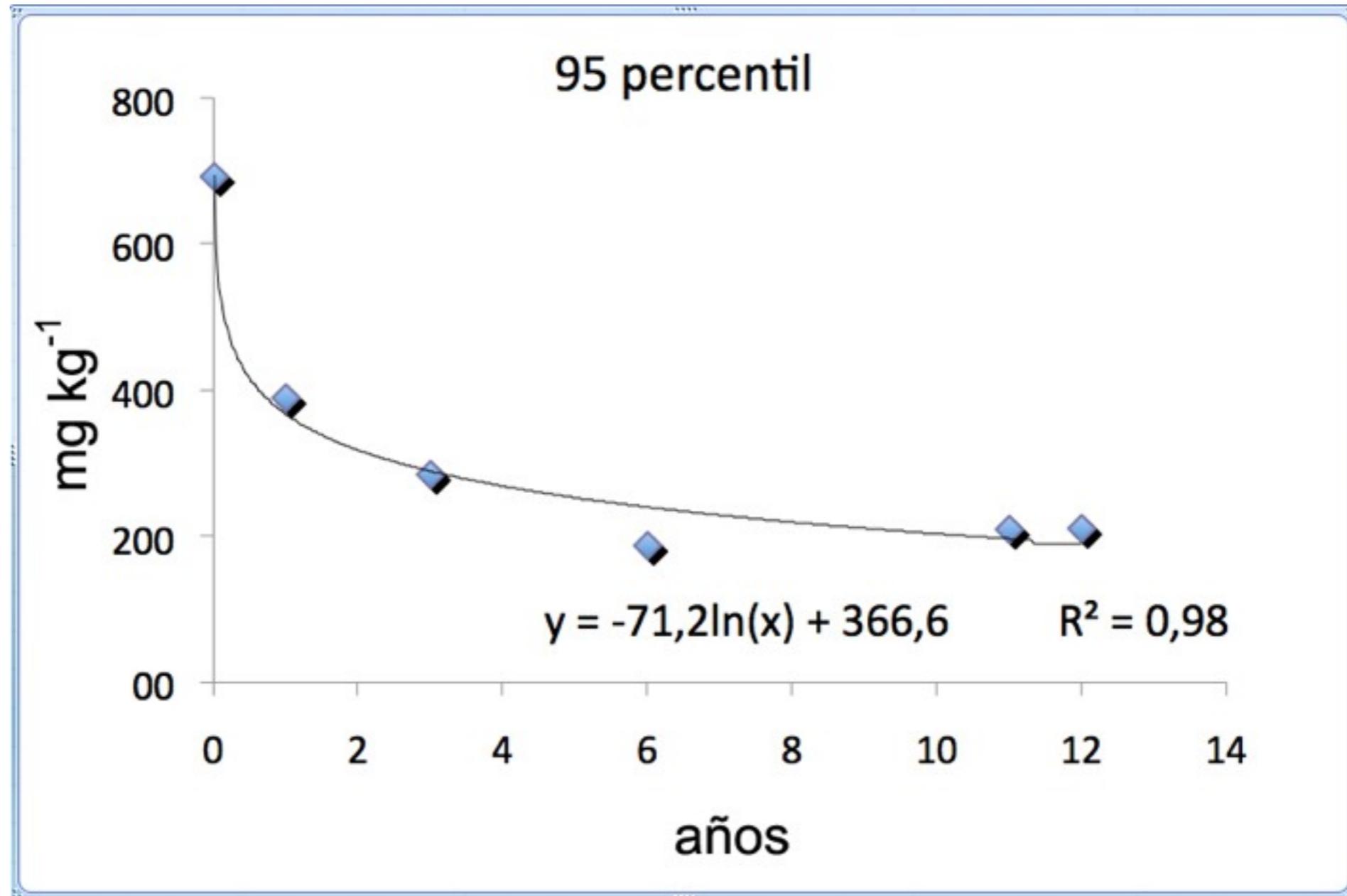
292 mg kg<sup>-1</sup> hoy, a los 12 años

18 mg kg<sup>-1</sup> a los 134 años



zona remediada

As, total, 0-10 cm



100 mg kg<sup>-1</sup> a los 43 años

18 mg kg<sup>-1</sup> a los 134 años

292 mg kg<sup>-1</sup> hoy, a los 12 años

140 mg kg<sup>-1</sup> dentro de otros 12 años