

Perspectivas de la Calidad del Agua Subterránea en México

Dra. Ma. Aurora Armienta H.

Instituto de Geofísica, UNAM





CONTAMINACIÓN:

Inorgánicos

Orgánicos

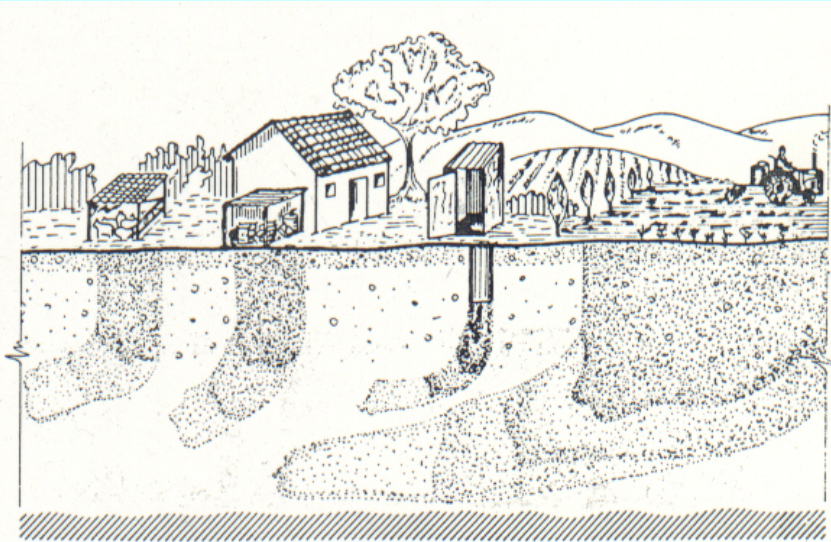
Microorganismos



6 20 '98

AGUAS
SUBTERRÁNEAS



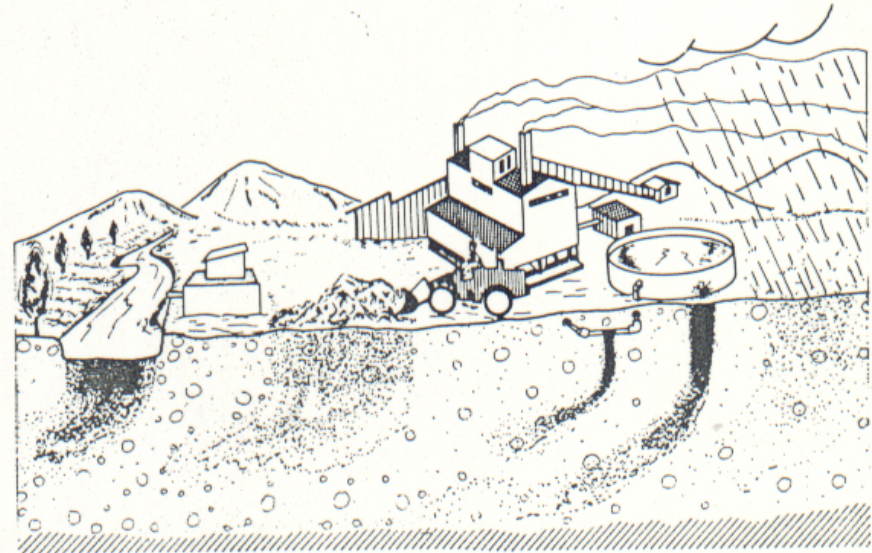


CRIADEROS DE ANIMALES

DEPOSITOS DE COMBUSTIBLES Y PESTICIDAS

DESCARGAS DE LETRINAS

LIXIVIACION DE SUELOS CULTIVADOS



INFILTRACION DE RIOS CONTAMINADOS

LIXIVIACION DE MATERIALES TOXICOS

FUGAS EN TANQUES Y TUBERIAS

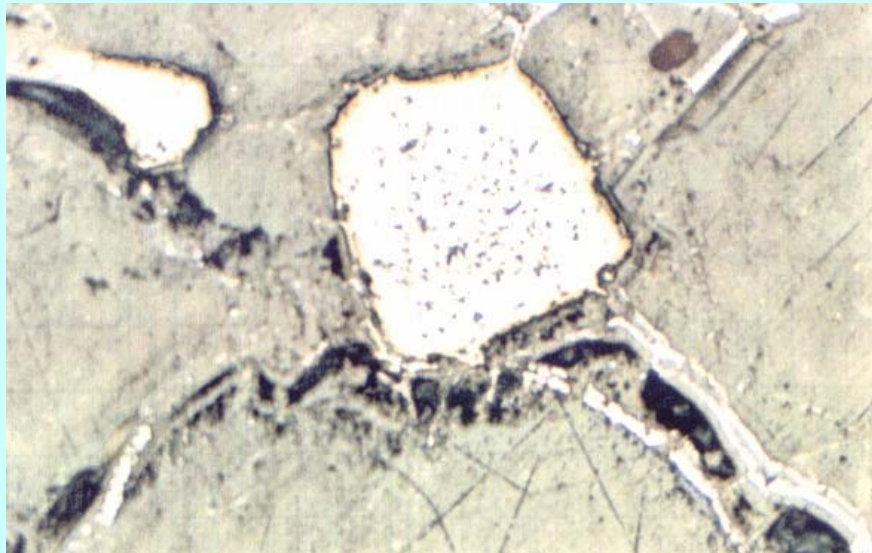
INFILTRACION DE LLUVIAS CONTAMINADAS



Concentraciones de cromo en diferentes tipos de Rocas

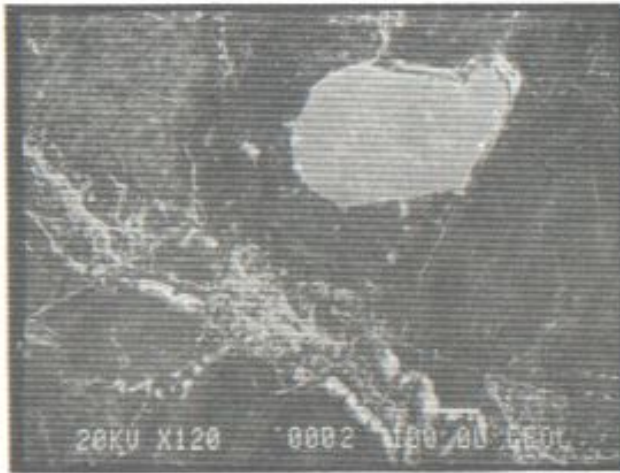
Tipo de Roca	Concentración Usual (ppm)
Ultramáficas	1100-3400
serpentinatas	
Basaltos y Gabros	60-420
Andesitas, dioritas	10-200
Rocas graníticas	2-60
Calizas y dolomitas	11 (promedio)
Areniscas	35 (promedio)
Arcillas y lutitas	1-200

(A partir de Mertz, 1974)



Fotomicrografía de sección pulida. Cromita con bordes de exsolución. 20X

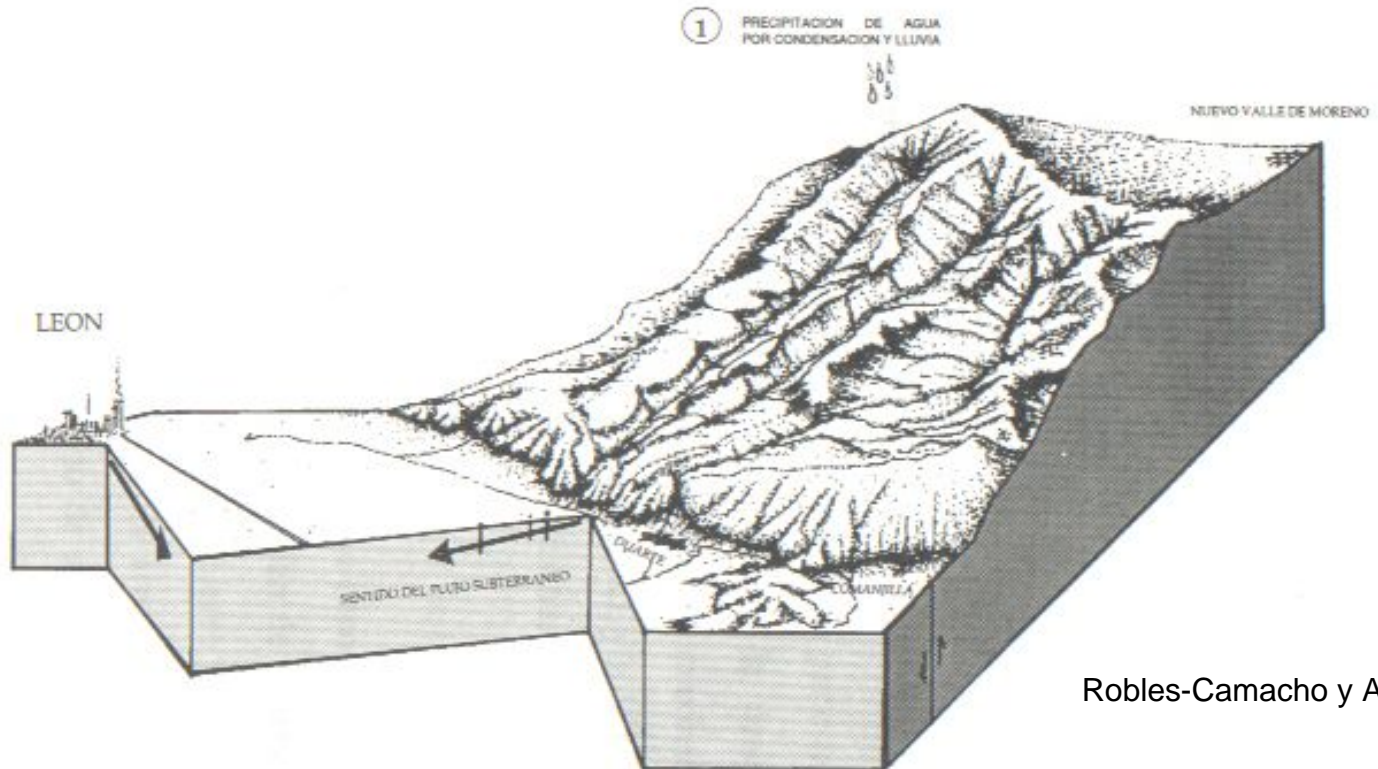
Norma para agua potable: 0.05 mg/L

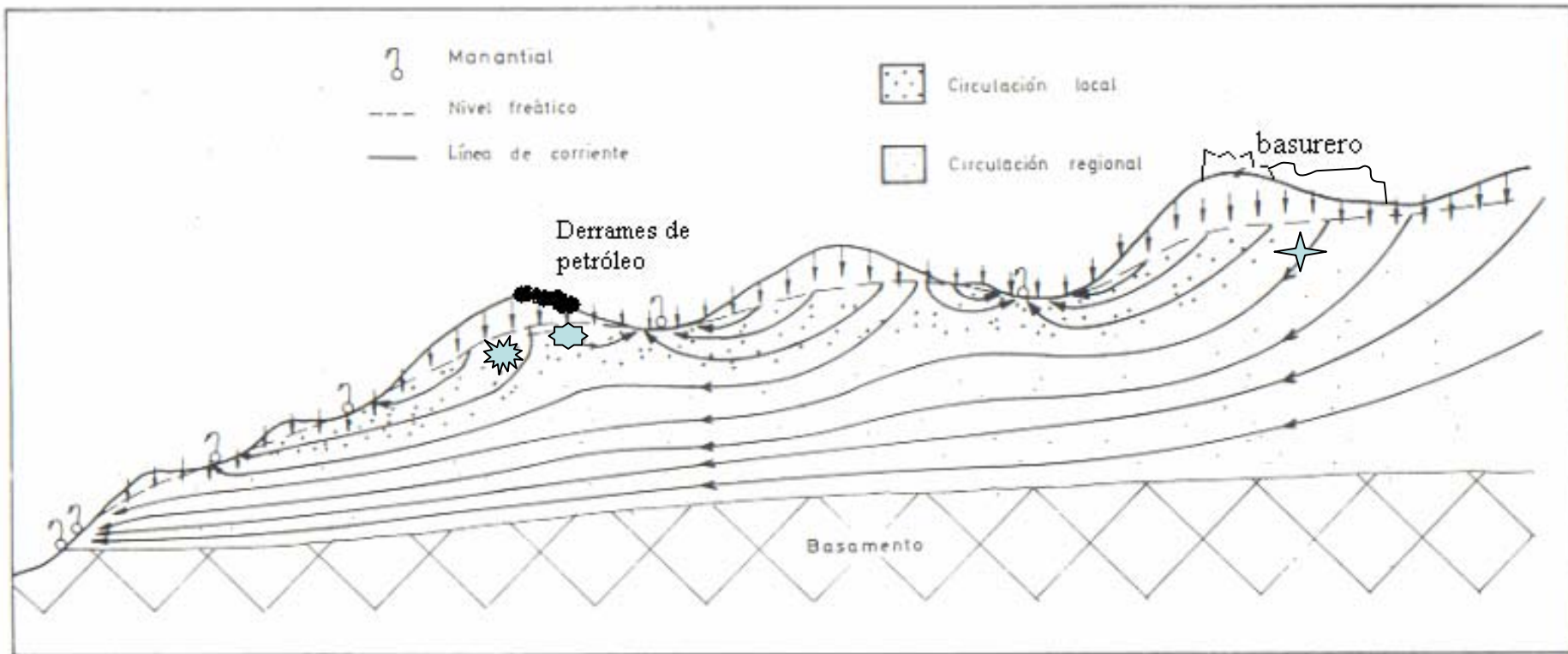


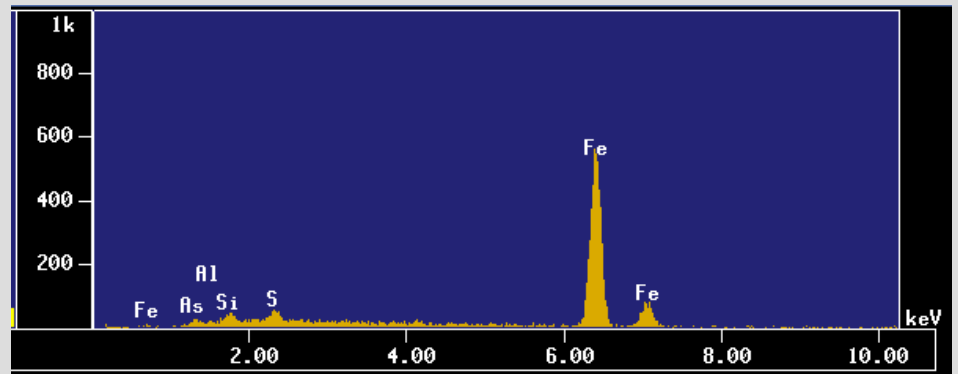
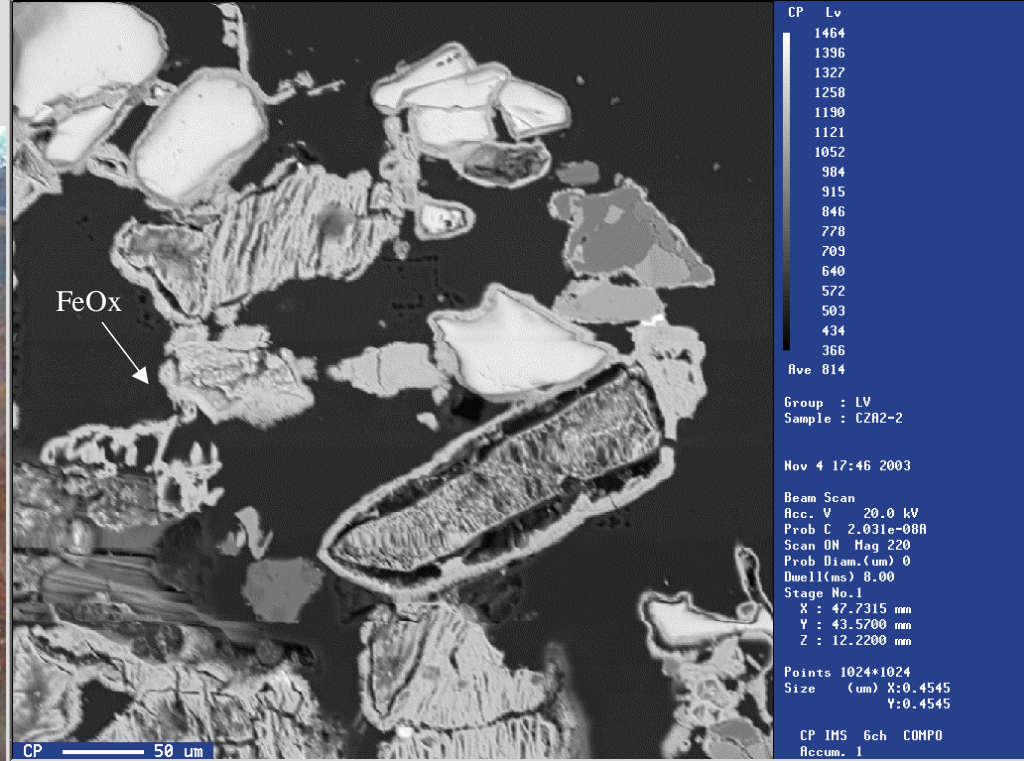
② ESTADO NATURAL DE LA CROMITA

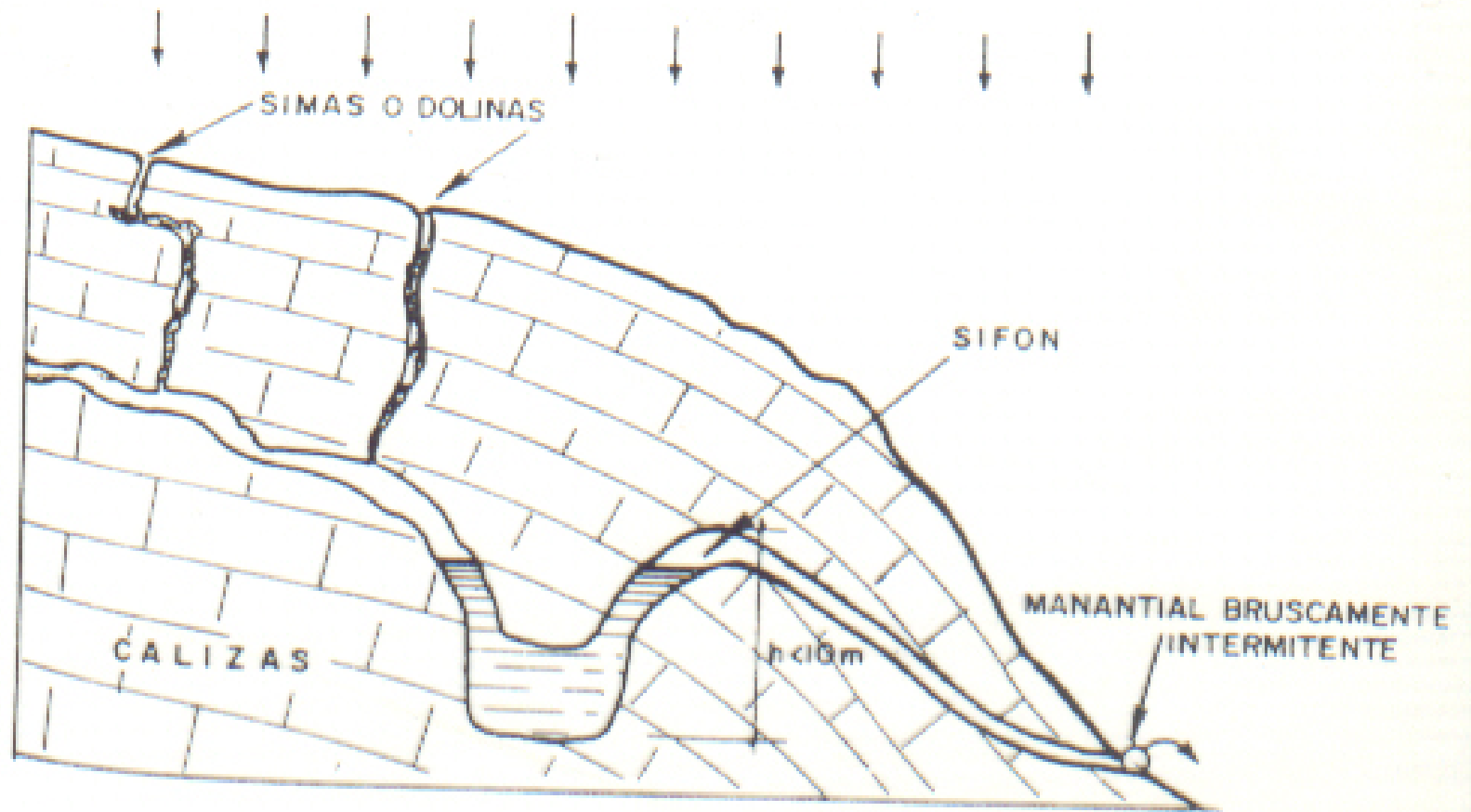


③ LIXIVIACIÓN DE CROMO DE LOS BORDES DE EXSOLUCIÓN Y DE IDIOBLASTOS



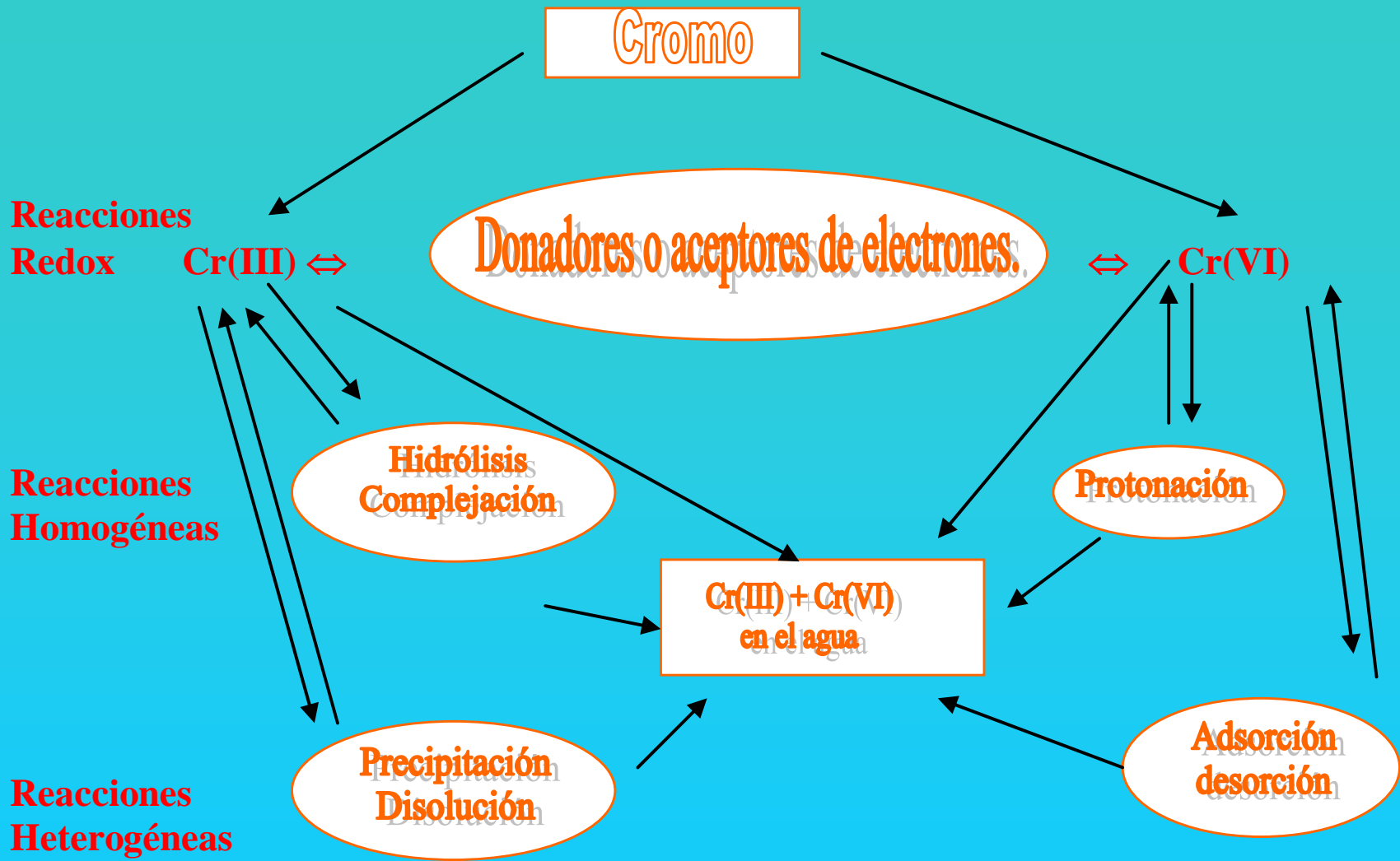






❖ Geoquímica Ambiental del Cromo

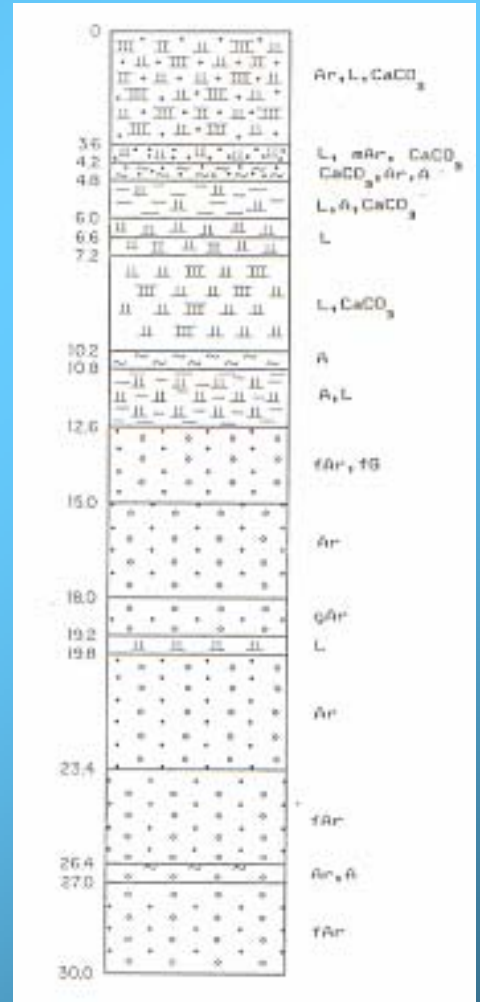
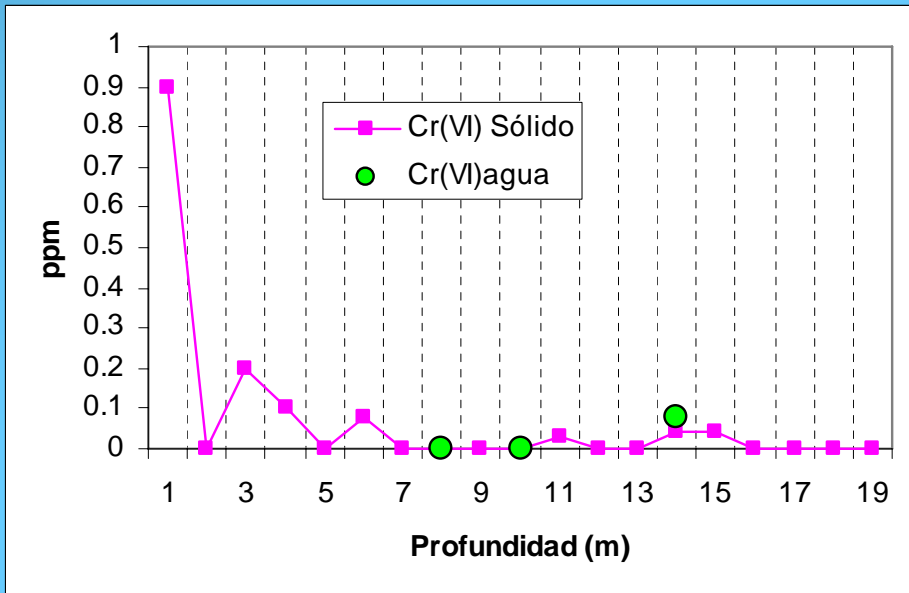
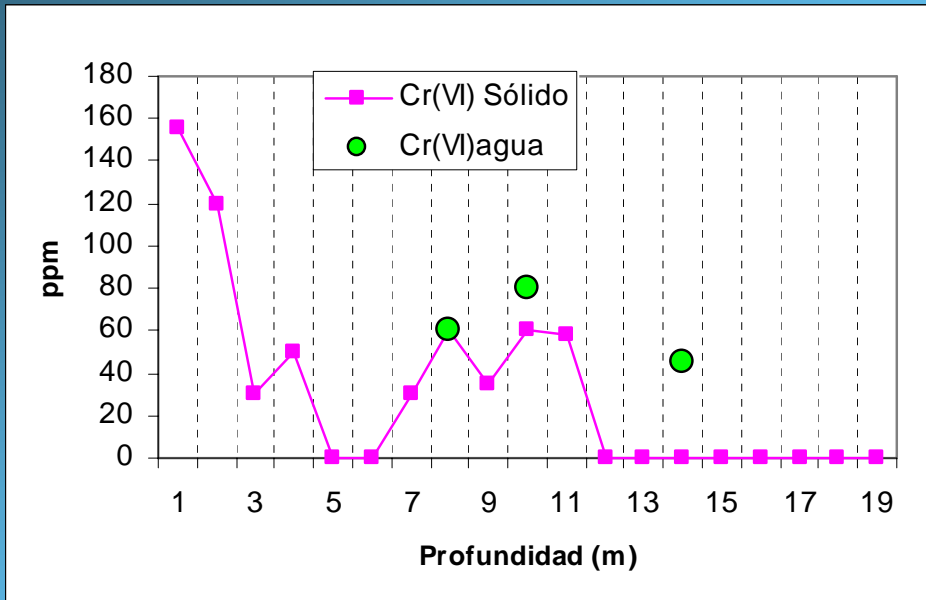
- **Cr(VI)** Altamente soluble en agua
- Grado de oxidación tóxico
- Adsorción a pH ácidos
- **Cr(III)** Necesario para el metabolismo de la glucosa
- Precipita a pH entre 6-10. $K_{ps} \text{Cr(OH)}_3 = 10^{-30}$
- Adsorción a pH básicos
- Forma complejos con diferentes ligandos



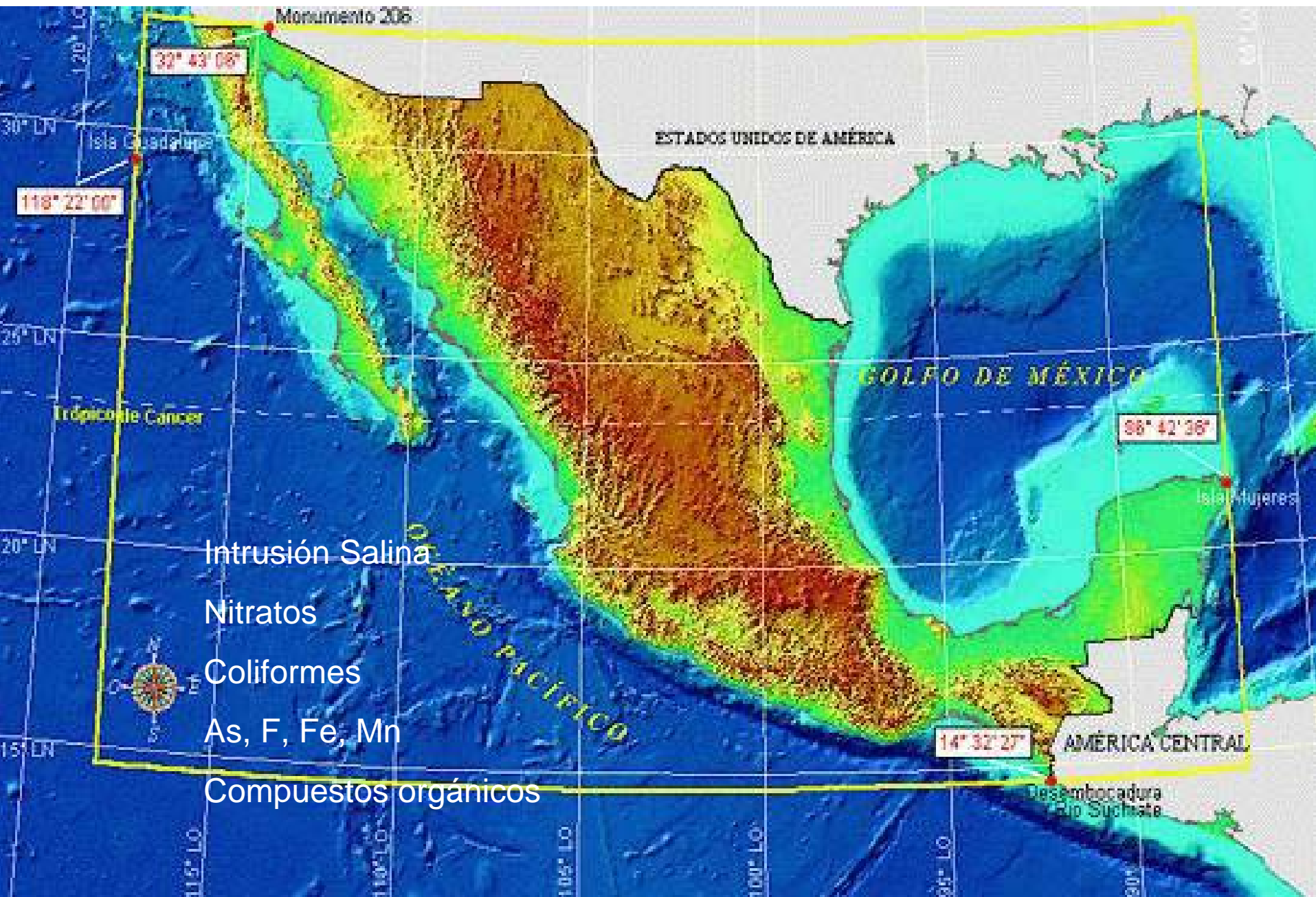
(Modificado de Richard y Bourg, 1991)











Monumento 206

32° 43' 08"

118° 22' 00"

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

GOLFO DE MÉXICO

Tropic de Cancer

86° 42' 36"

Isla Mujeres

Intrusión Salina

Nitratos

Coliformes

As, F, Fe, Mn

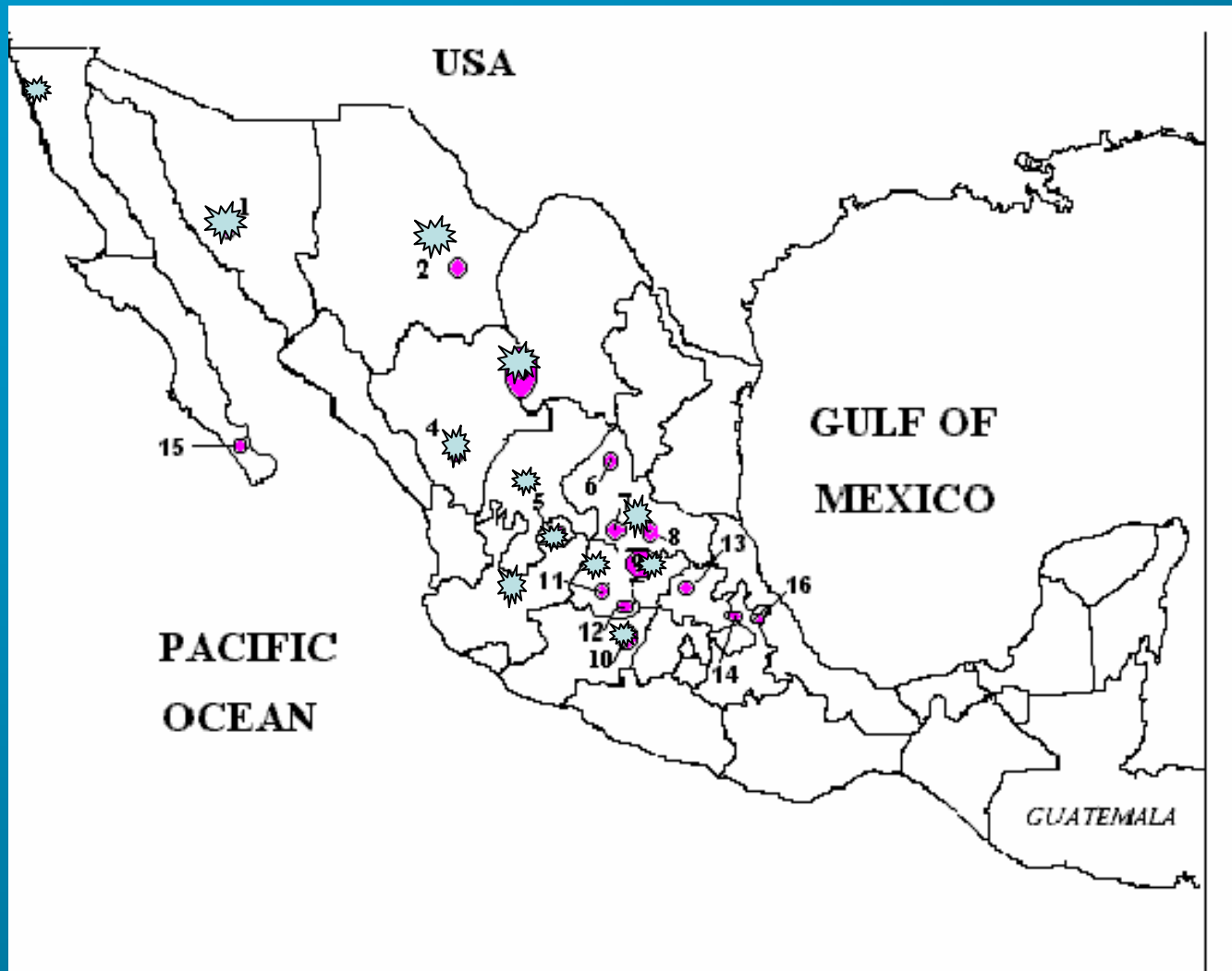
Compuestos orgánicos

14° 32' 27"

AMÉRICA CENTRAL

Desembocadura Río Suchiate

OCEANO PACÍFICO



Arsénico y flúor en el agua subterránea



ESCORODITA

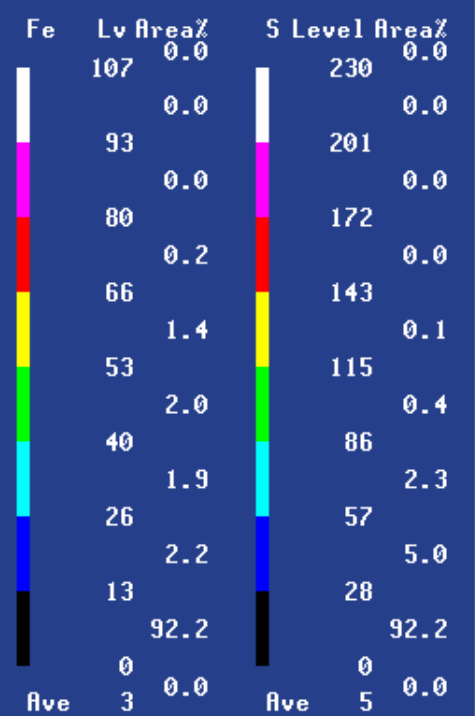
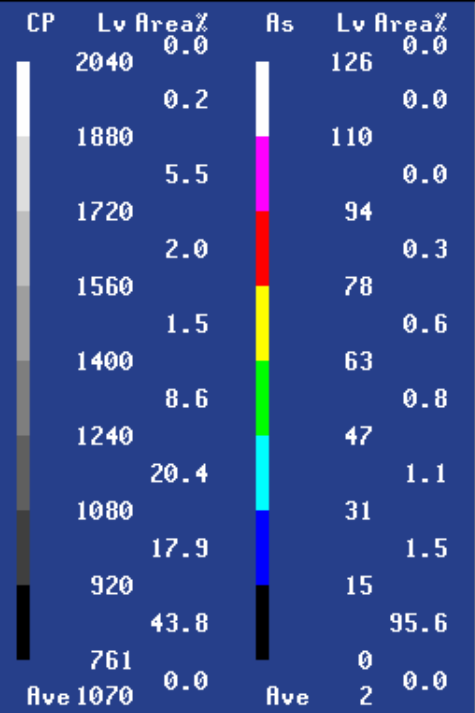
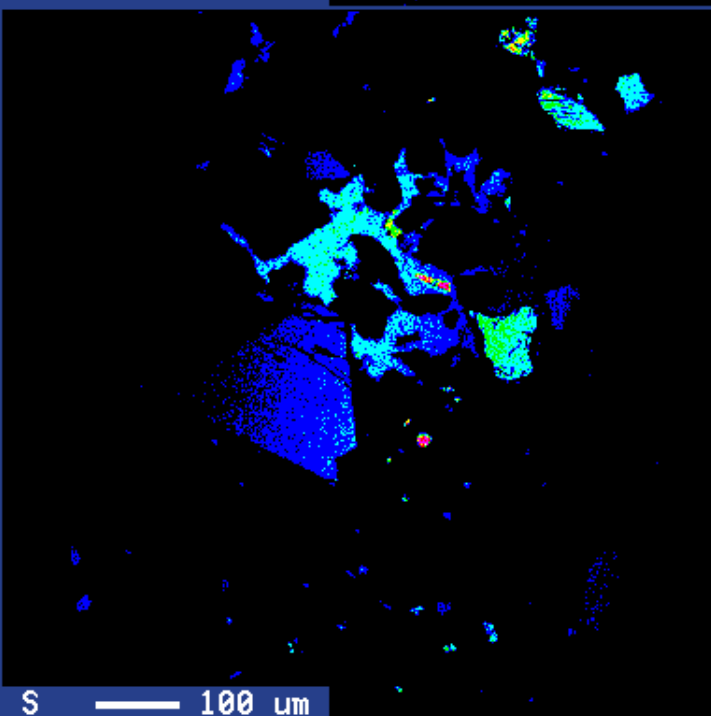
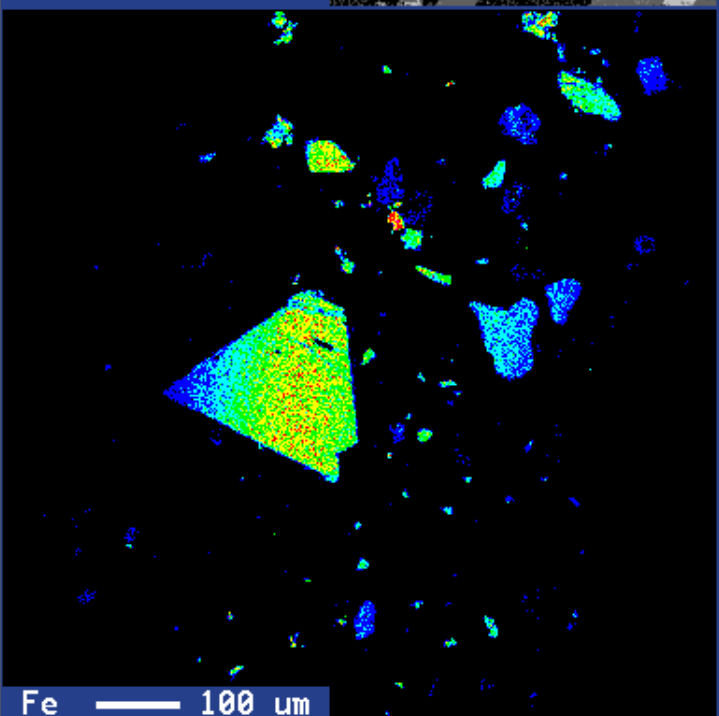
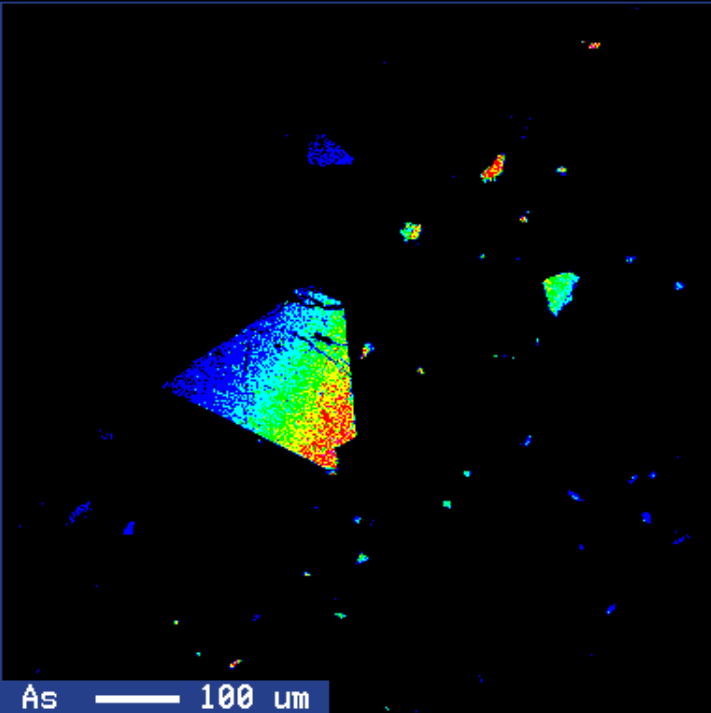
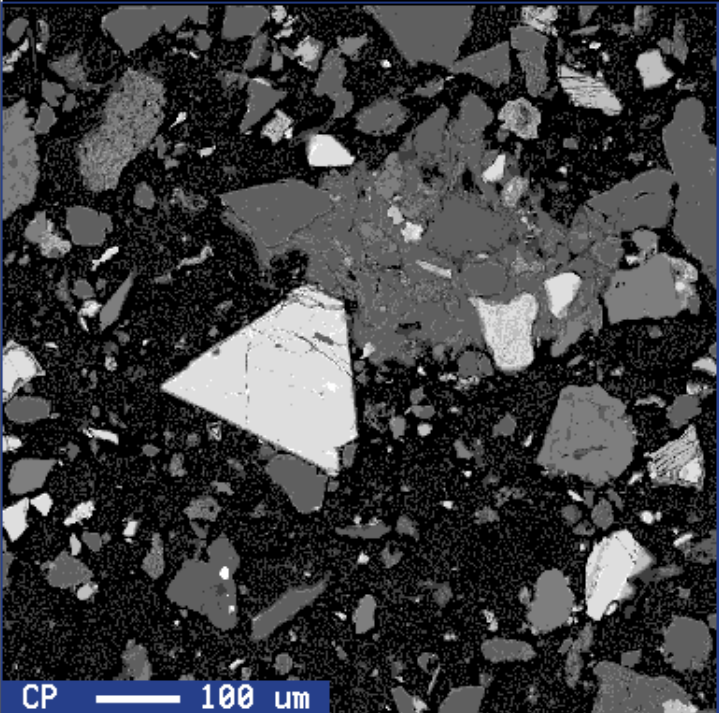


TENANTITA

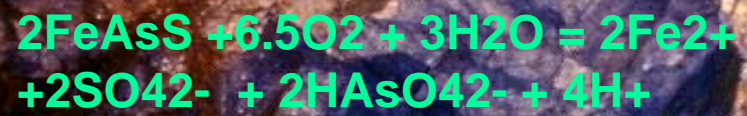


ARSENOPIRITA

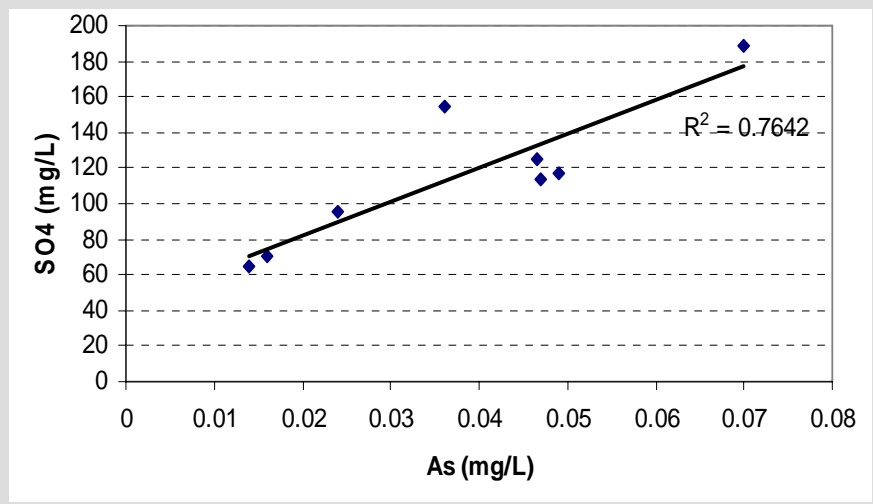
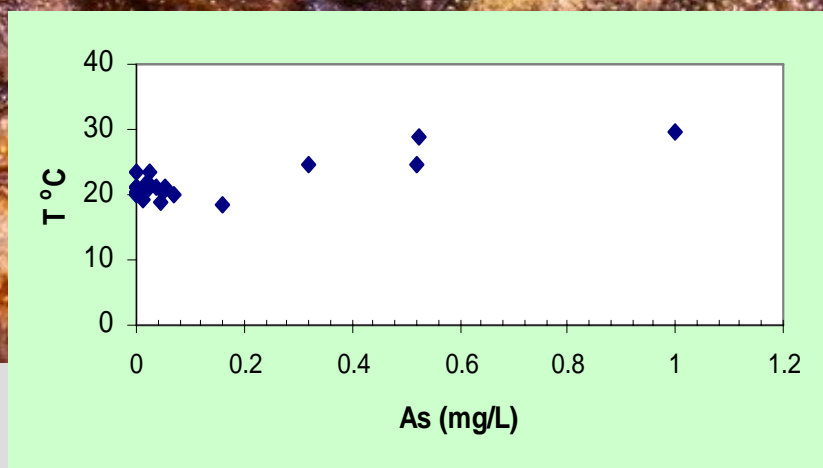
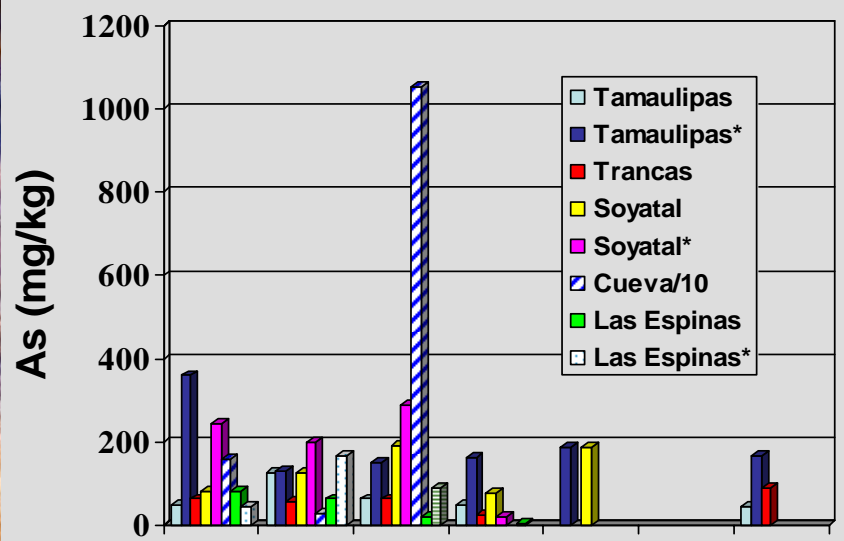
<i>mineral</i>	<i>metal</i>	<i>composición</i>
Tenantita	Cobre	$(\text{Cu, Fe})_{12} \text{As}_4 \text{S}_{13}$
Adamita	Zinc	$\text{Zn}_2 (\text{AsO}_4)(\text{OH})$
Arsenopirita	Hierro	FeAsS
Lolingita	Hierro	FeAs_2
Mimetita	Plomo	$\text{PbS}(\text{AsO}_4)3\text{Cl}$
Olivinita	Cobre	$\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)\text{OH}$
Escorodita	Hierro	$\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Hidalgoita	Plomo	$\text{PbAl}_3 (\text{AsO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$



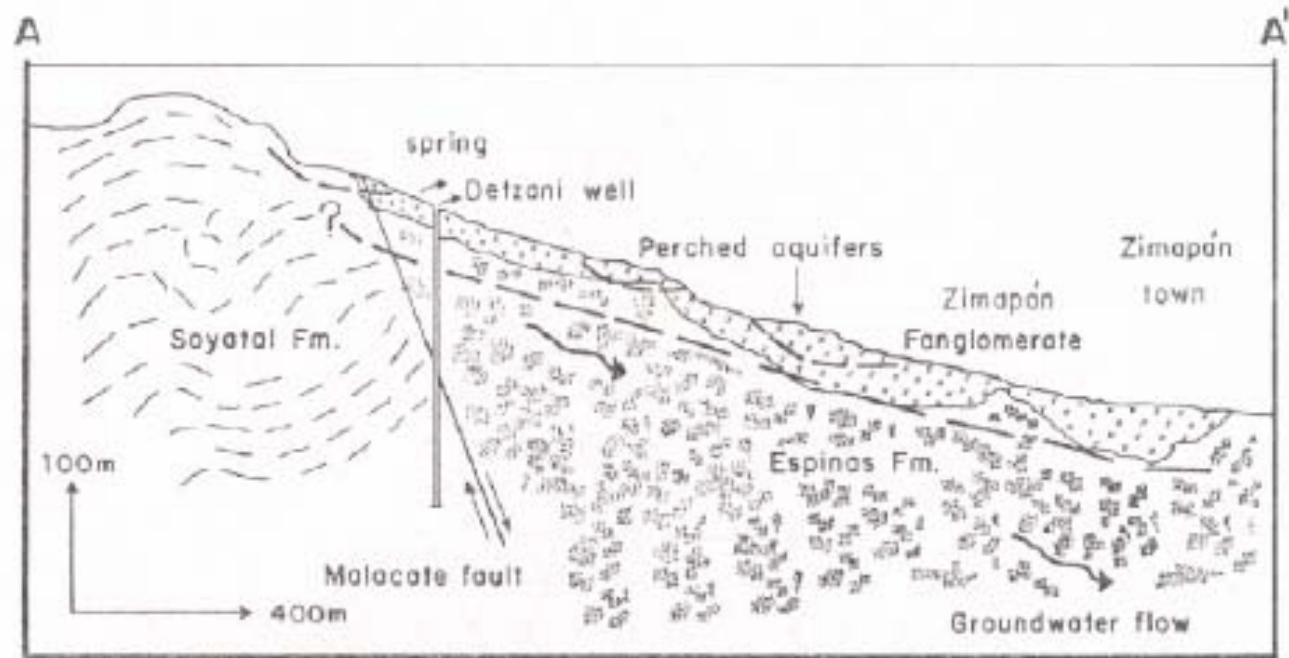
Oxidación de Arsenopirrita

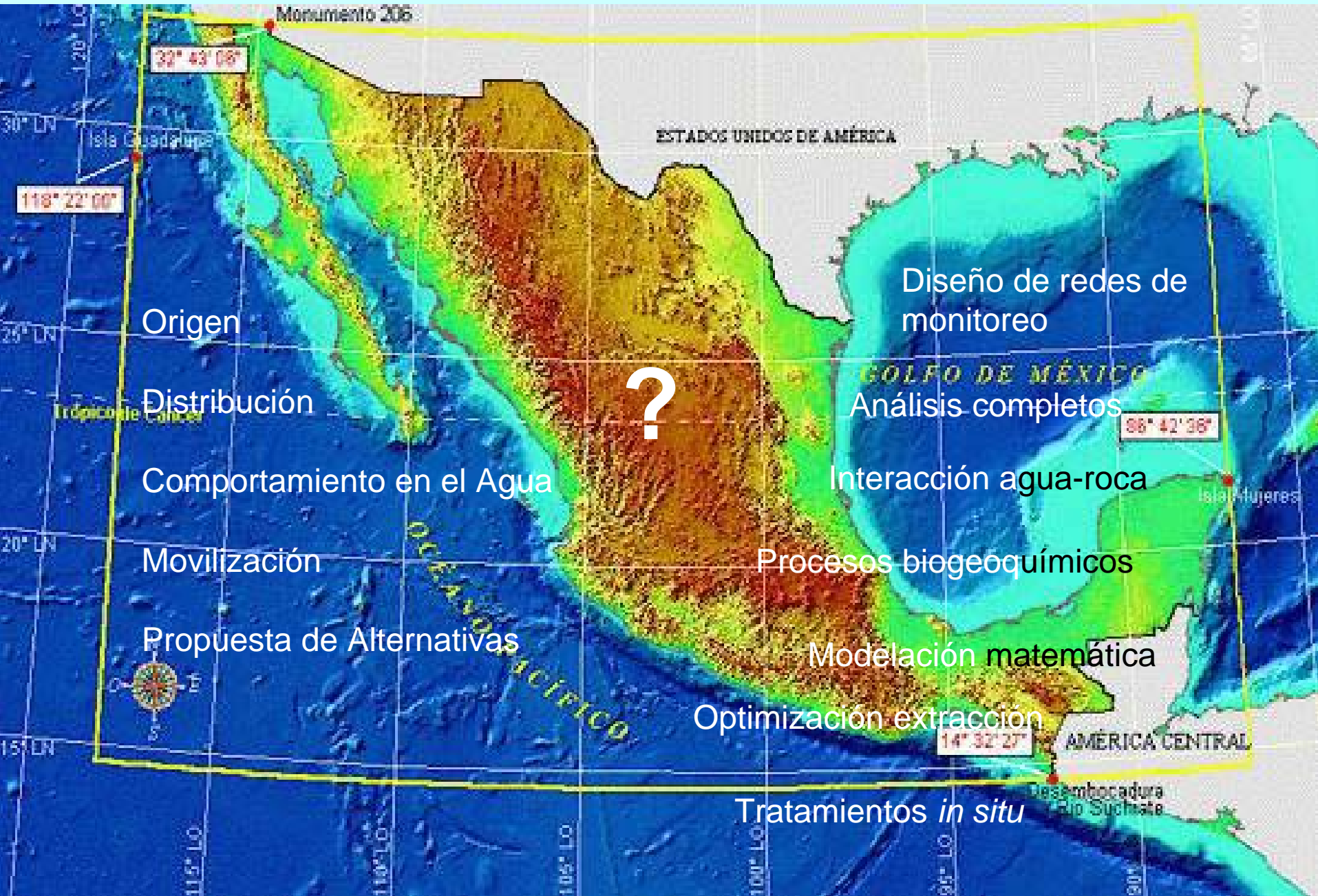


Disolución de Escorodita



Armienta M.A., G. Villaseñor, R. Rodriguez, L.K. Ongley, H. Mango et al., 2001





Monumento 205

32° 43' 08"

118° 22' 00"

Origen

Distribución

Comportamiento en el Agua

Movilización

Propuesta de Alternativas

?

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Diseño de redes de monitoreo

Análisis completos

Interacción agua-roca

Procesos biogeoquímicos

Modelación matemática

Optimización extracción

Tratamientos *in situ*

26° 42' 38"

AMERICA CENTRAL

14° 32' 27"

Desembocadura Rio Suchiate

Isla Mujeres

GOLFO DE MEXICO

OCEANO PACIFICO

30° LN

28° LN

26° LN

15° LN

120° LO

115° LO

110° LO

105° LO

100° LO

95° LO

90° LO

0110



DIFUSIÓN

DOCENCIA

**INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS**

**CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO**

**PROPUESTAS
TÉCNICAS**

**PARTICIPACIÓN
SOCIAL**

Autoridades

Población expuesta

A wide-angle landscape photograph showing a valley with a rainbow in the distance. The foreground is a dry, brownish hillside with scattered rocks. The middle ground is a valley with a river or stream, and the background shows distant hills under a clear blue sky. A vibrant rainbow is visible in the distance, arching over the valley. The text "MUCHAS GRACIAS" is overlaid in the lower-left quadrant.

MUCHAS GRACIAS