



# La Bio-Hidrometalurgia en Codelfco

**II Seminario para Periodistas**  
“Hacia una mirada integral de Codelfco”

**Juan Enrique Morales J.**

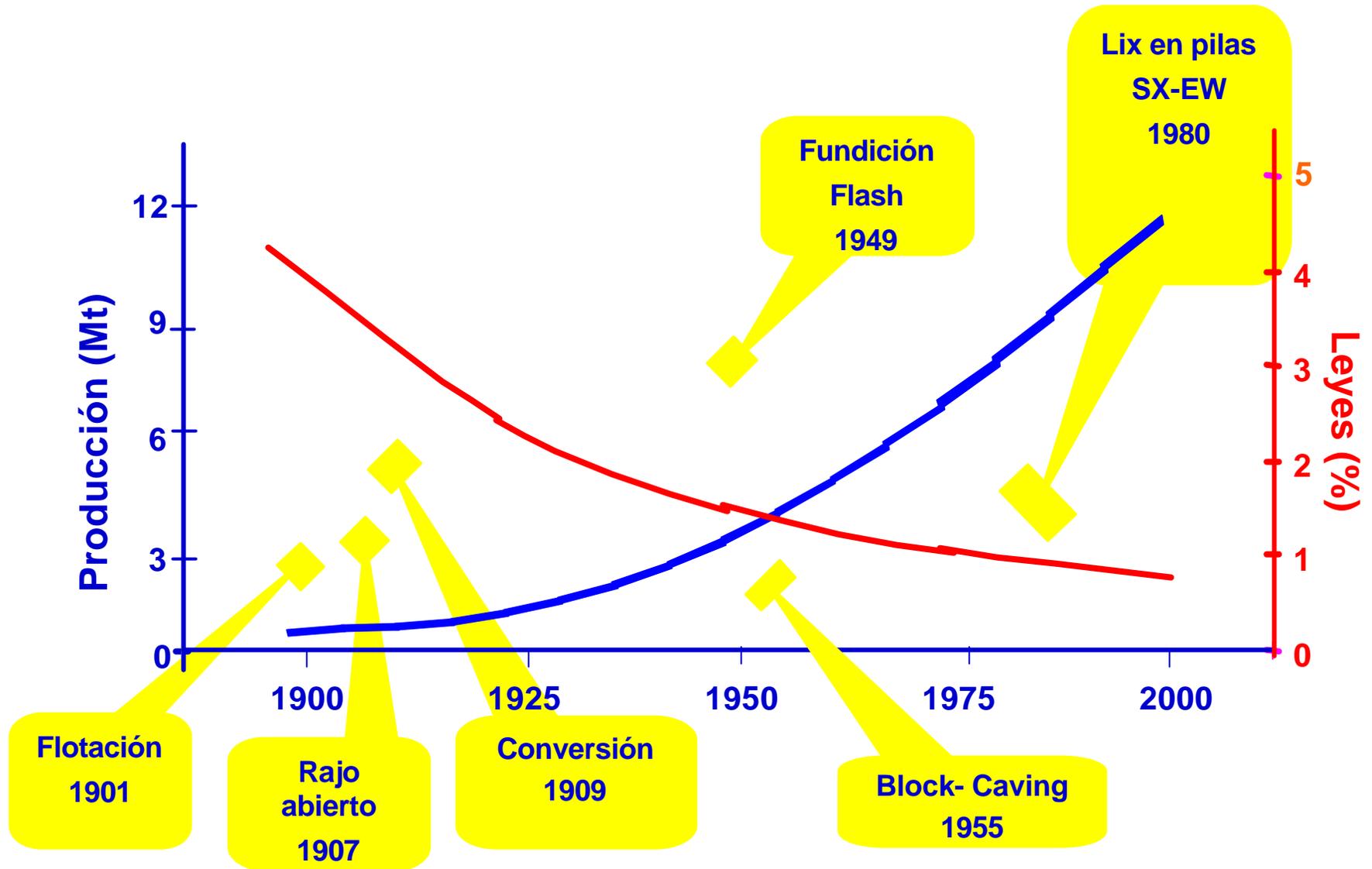
Vicepresidente Corporativo de Desarrollo y Proyectos

**Pedro Morales Cerda**

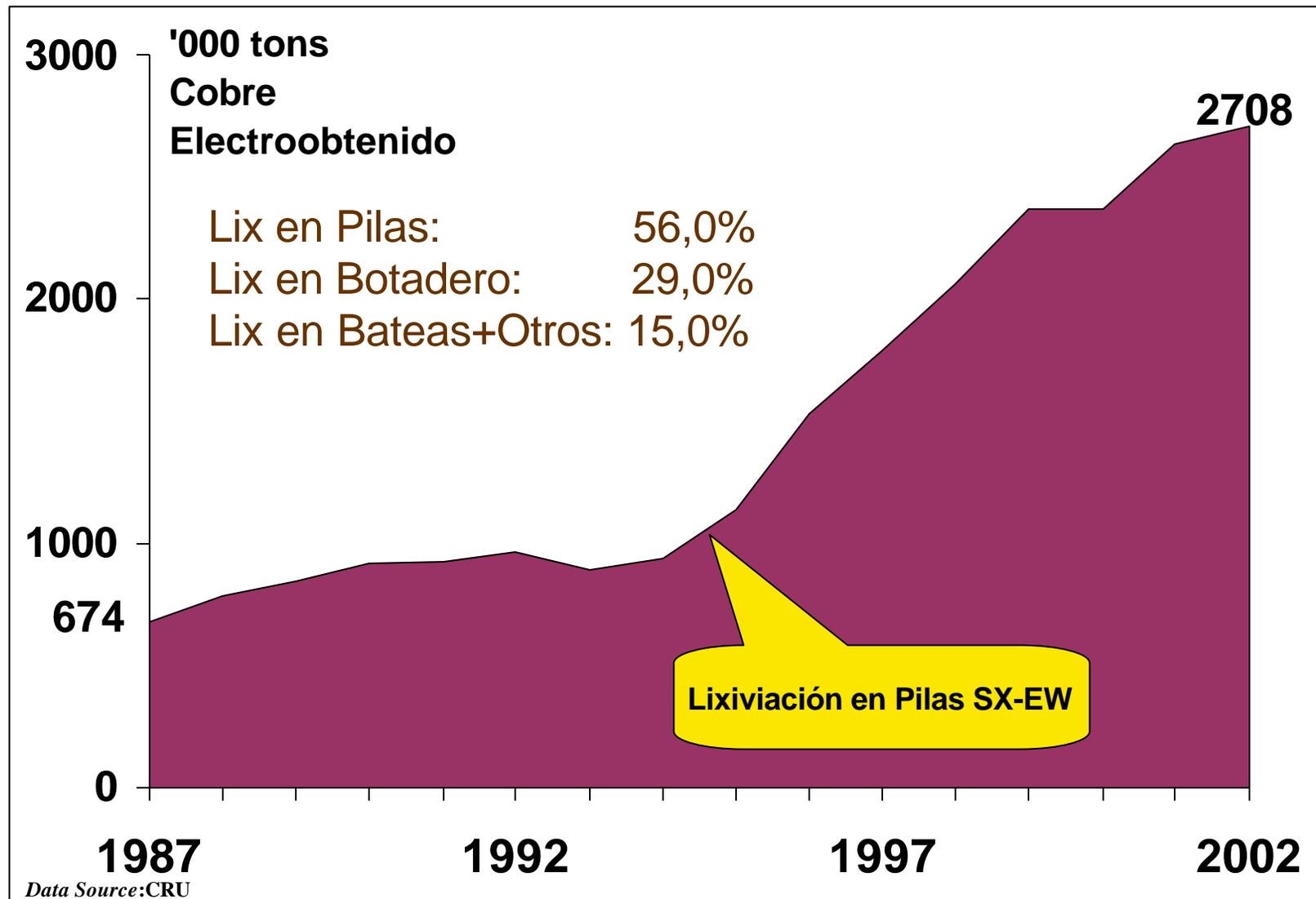
Gerente Corporativo de Investigación & Innovación

# Reflexión Inicial sobre la Hidrometalurgia

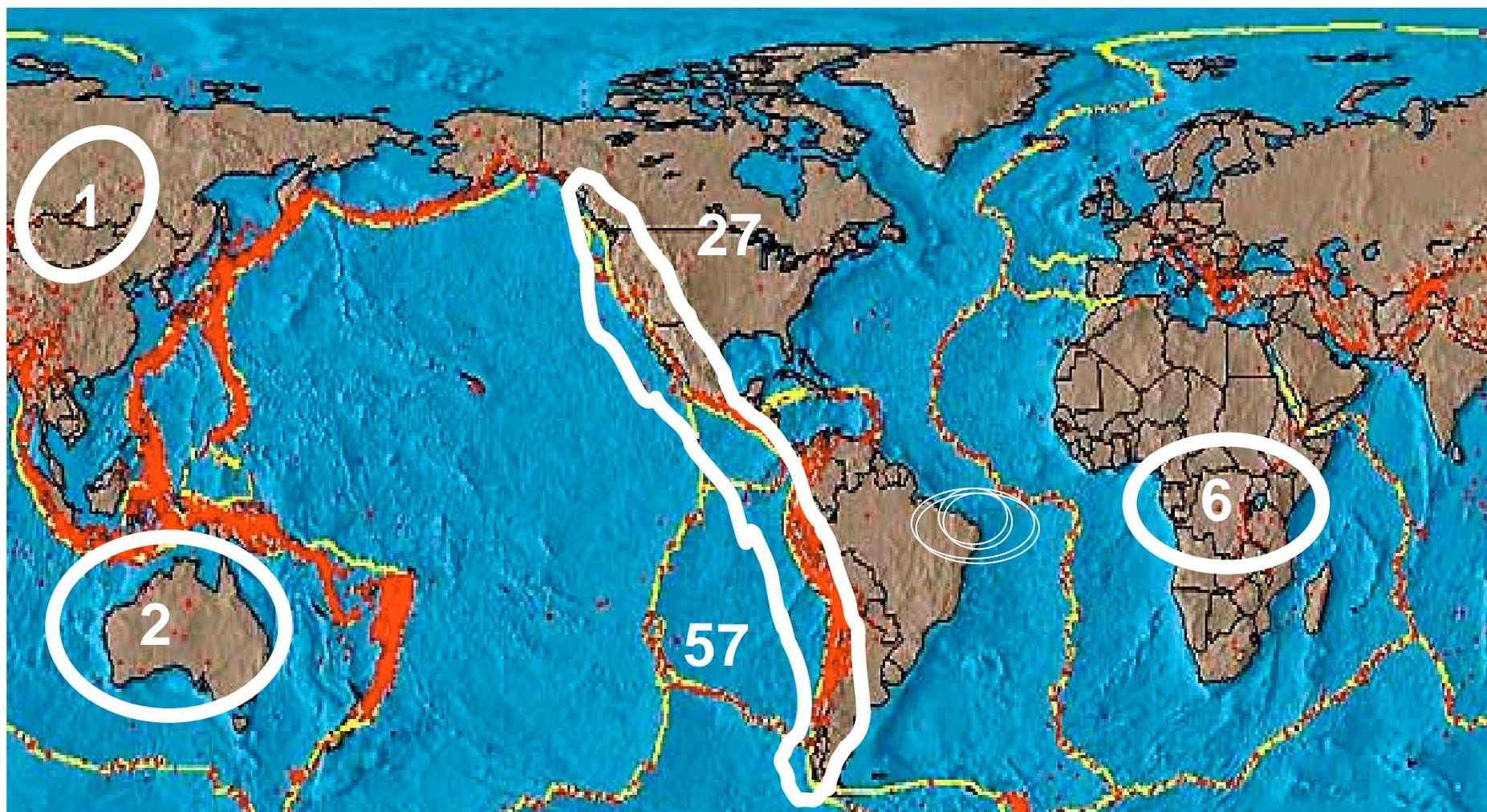
# Quiebres Tecnológicos



# Producción Mundial Cobre Electroobtenido

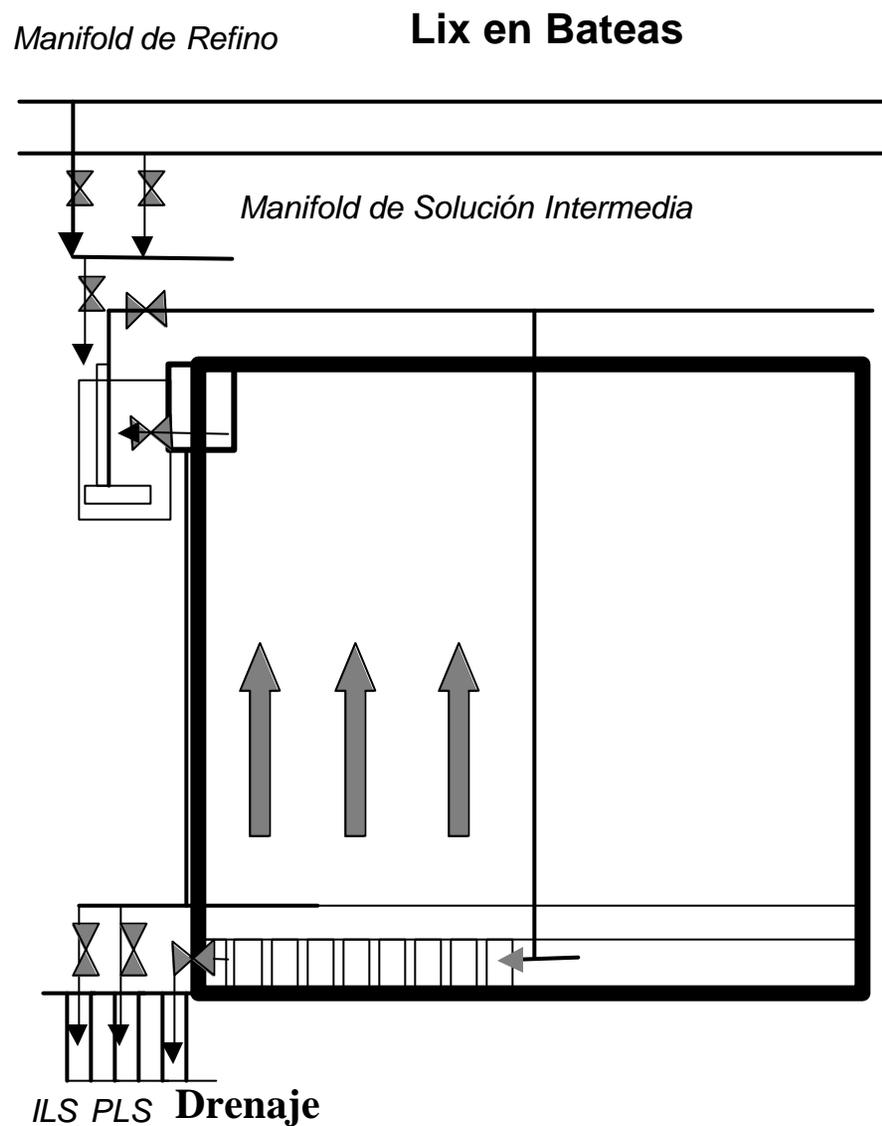


# La Producción en el Mundo



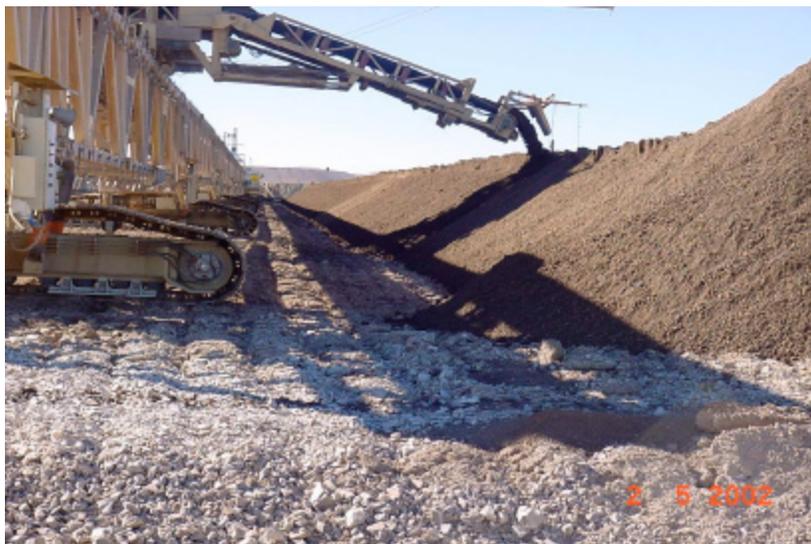
**Producción de Cobre vía LIX-SX-EW : 2 708 000 t Cu**  
**Chile: 57% - Codelco: 16-21%**

# Tecnologías Hidrometalúrgicas

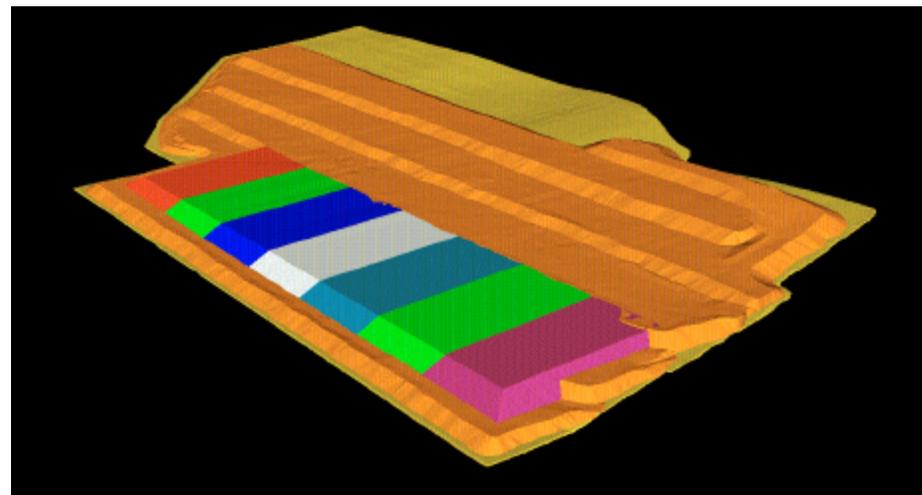


# Tecnologías Hidrometalúrgicas

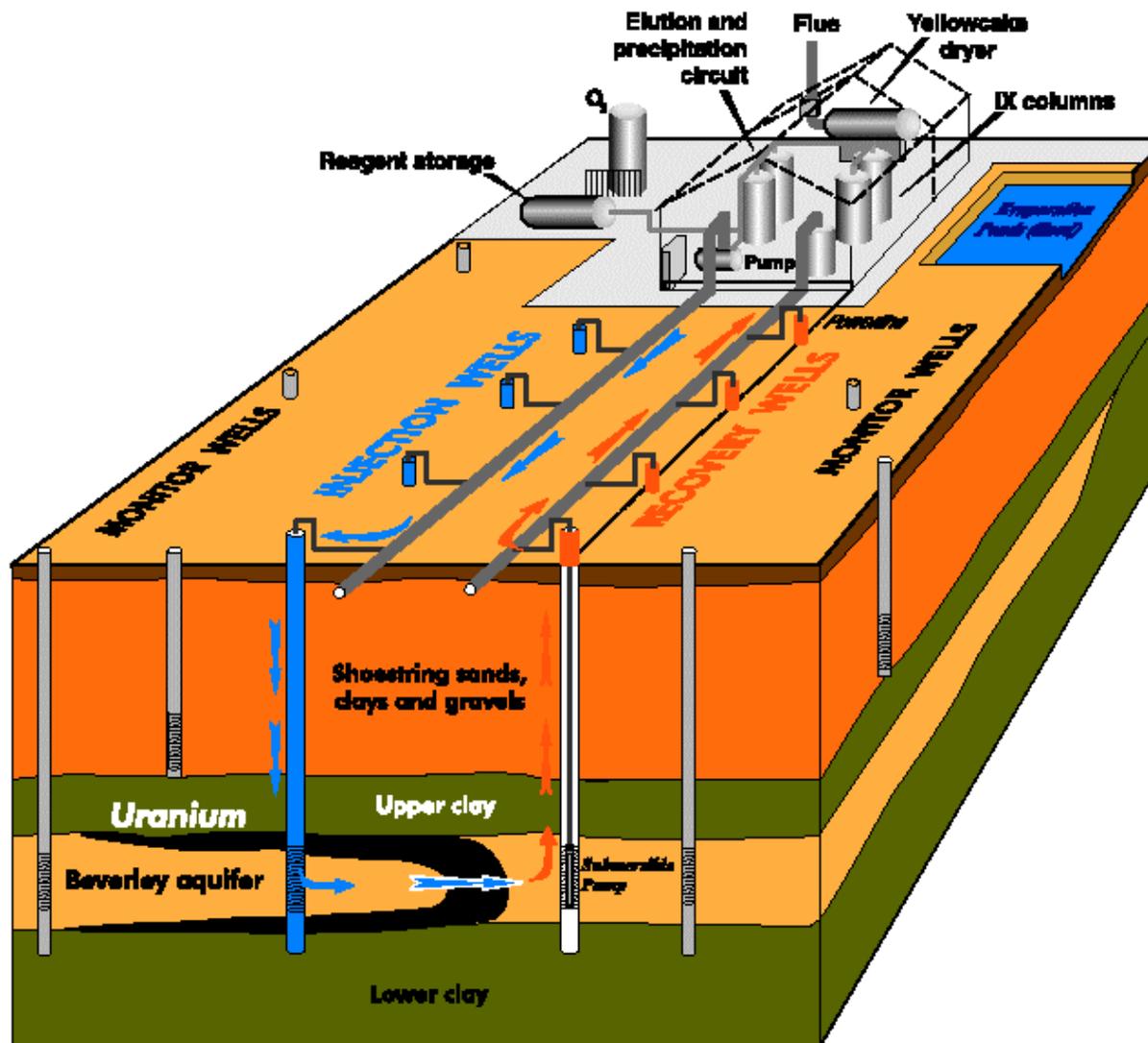
## Lixiviación en Pilas



## Lixiviación en Botadero



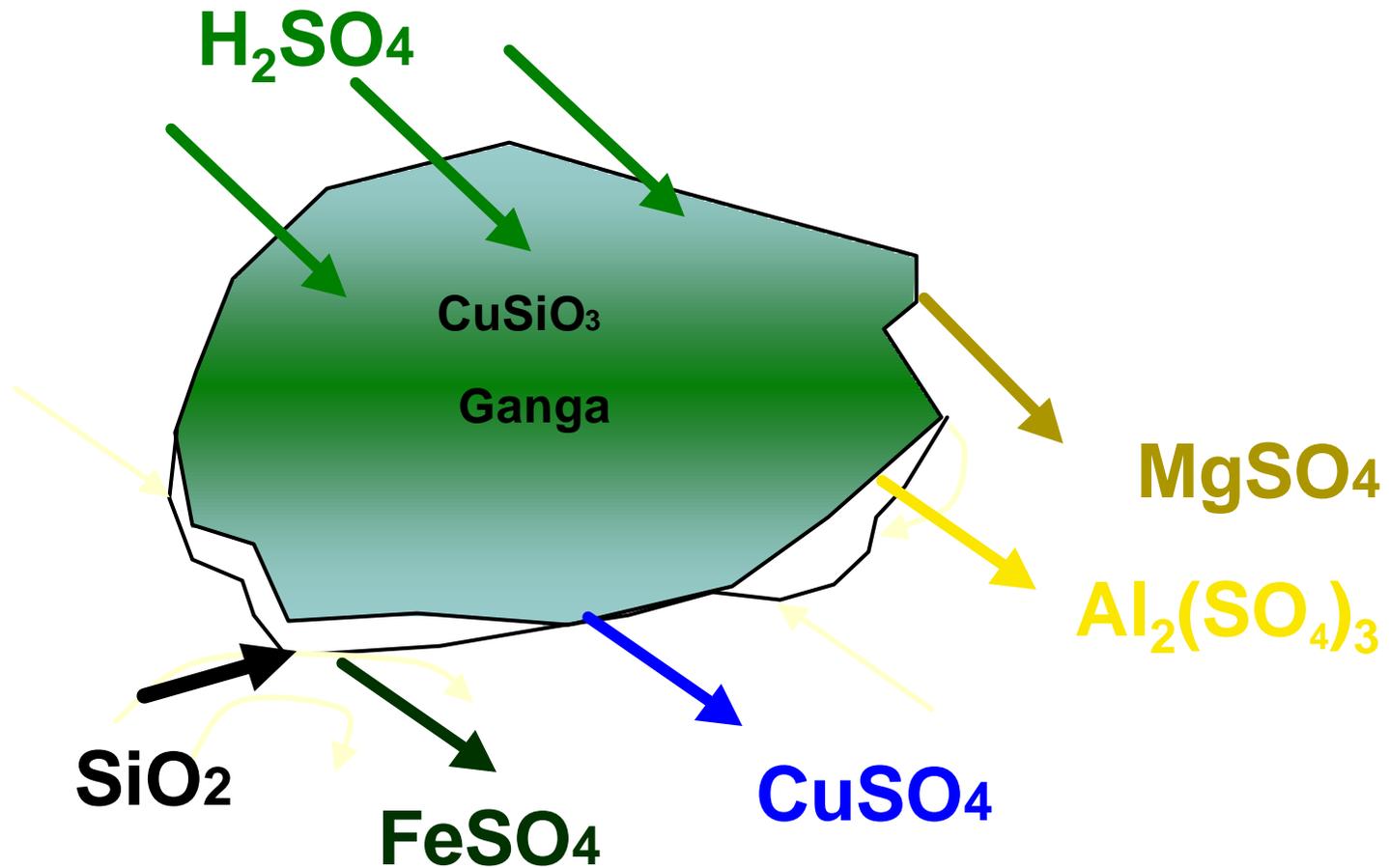
# Lixiviación In Situ



# Bio-Hidrometalurgia

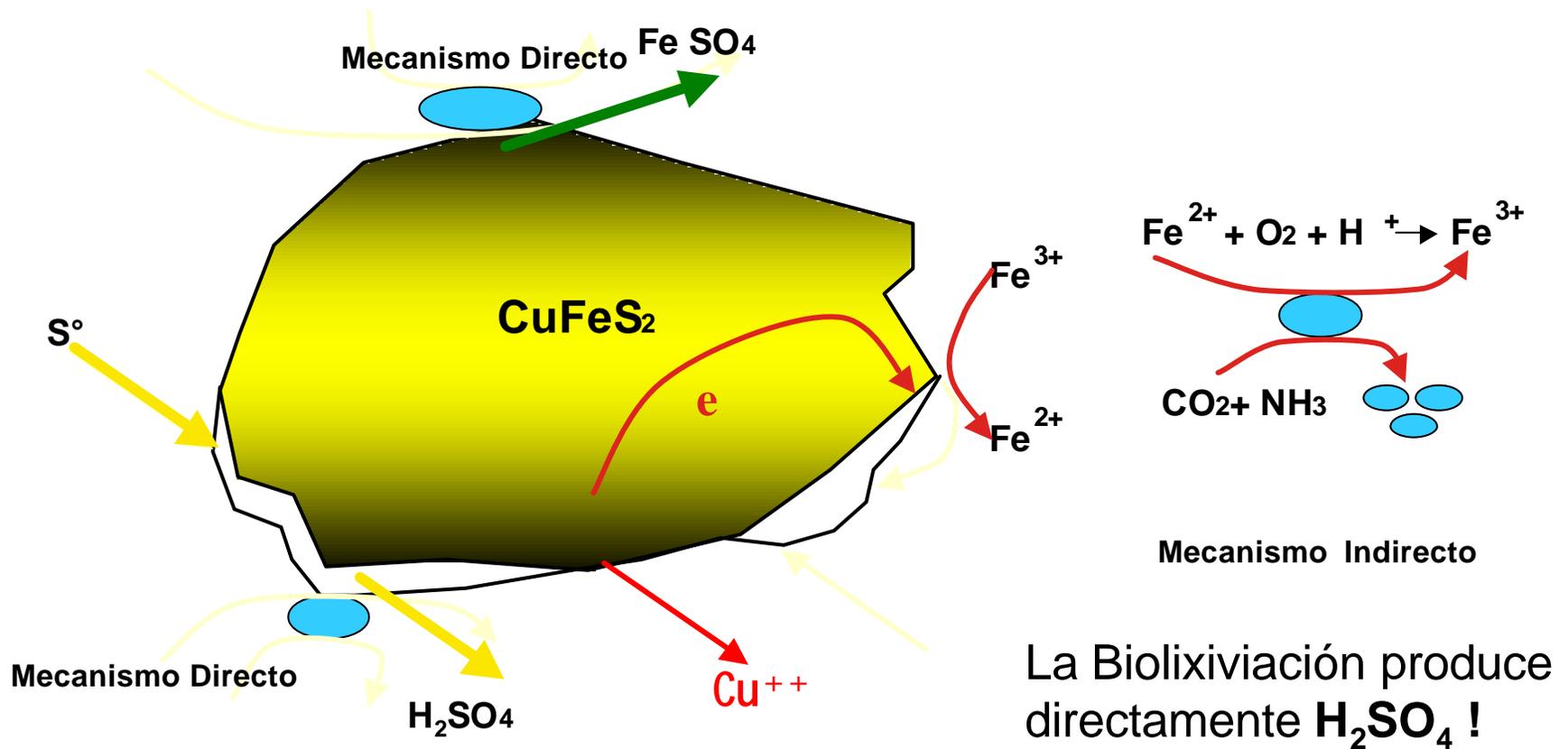
# La Lixiviación Ácida de Minerales

*Disolución Directa del Cobre desde minerales Oxidados*



# La Biolixiviación de Calcopirita

*Oxidación del Azufre y Hierro por Acción de Microorganismos*



# Hitos de la Bio-Hidrometalurgia en Codelco

En 1995 la **VDE** coordinó el Encuentro Corporativo de Análisis de Tecnologías Hidrometalúrgicas para concentrados de cobre. Entre las principales orientaciones definidas destaca:

- **Explorar la biolixiviación de concentrados, en particular la de concentrados complejos.**

Al no existir capacidad experta en la Corporación y a nivel nacional, se suscribió con Gencor, Billiton (hoy bhpbilliton) un Acuerdo de Confidencialidad y una Carta de Colaboración, en Marzo de 1997.

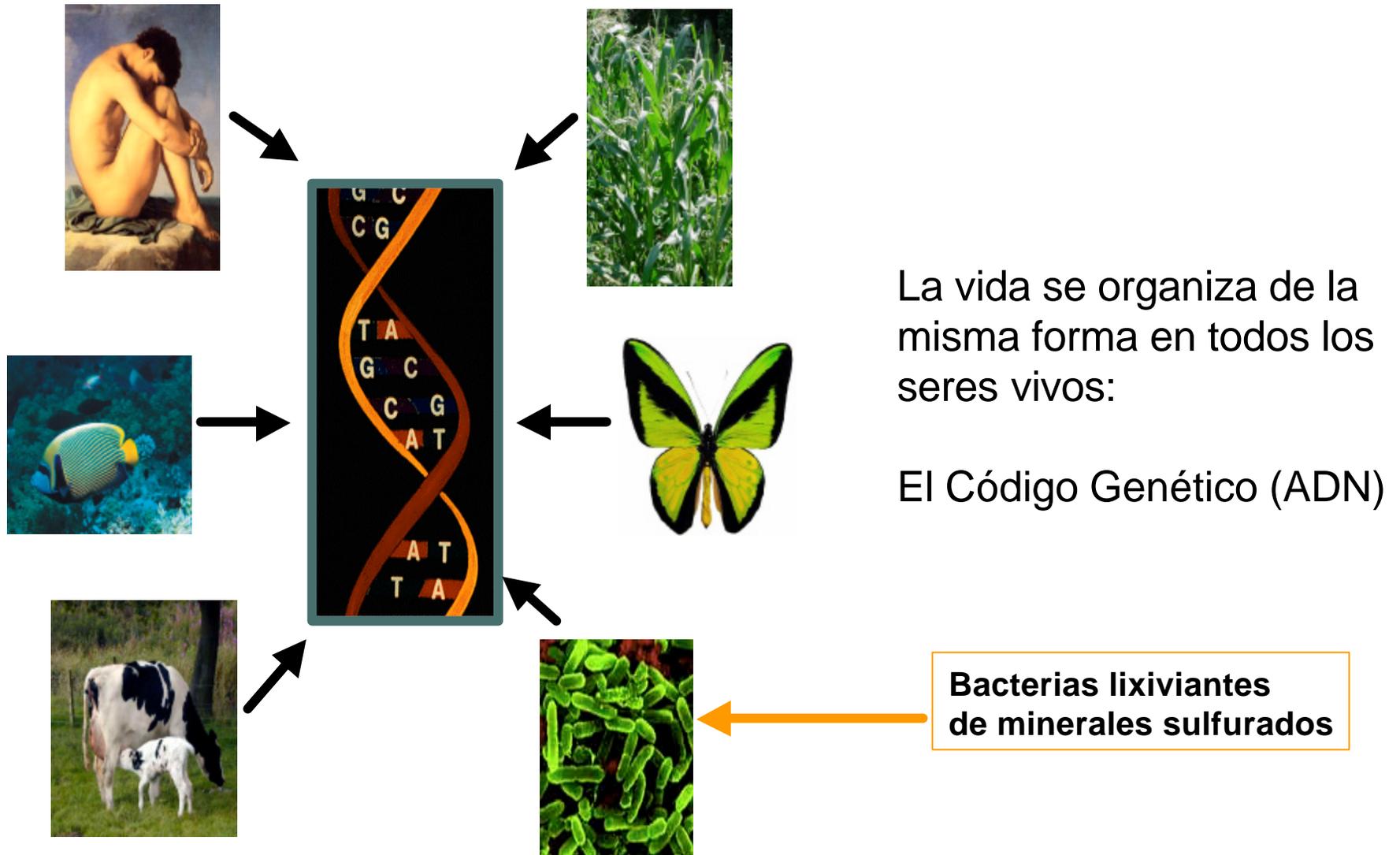
## Porqué Gencor ?

- Aplicación exitosa para la recuperación de oro (Planta que procesa 1000 tpd de concentrados de Pirita aurífera)
- Exitosa adaptación de los cultivos BIOX a la oxidación de minerales sulfurados de metales básicos
- Proceso ambientalmente amistoso.

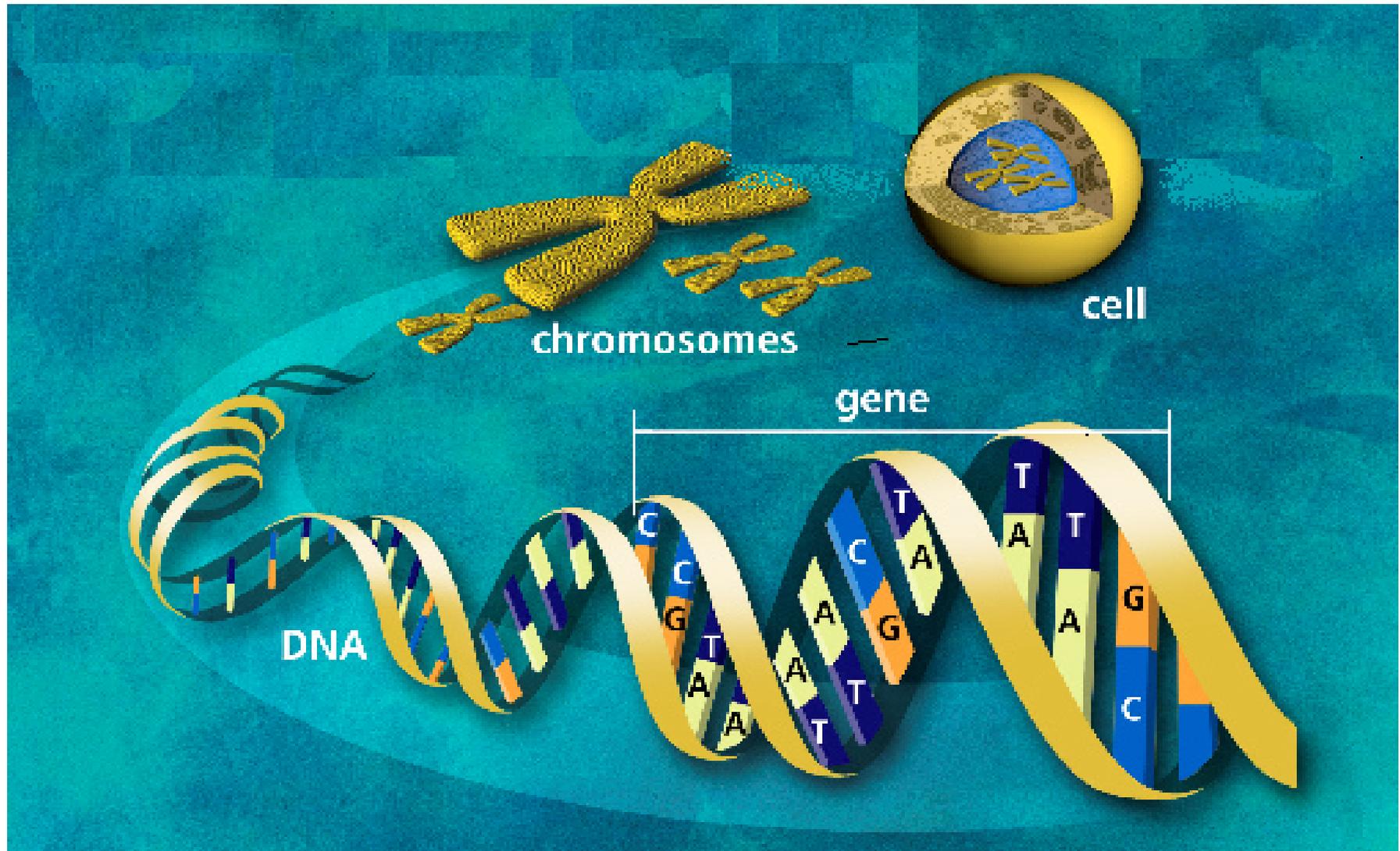
En el año 2000, Codelco y bhpbilliton constituyen Alliance Copper Ltd. (ACL), empresa que inicia el proceso de validación de la tecnología de biolixiviación de concentrados a escala industrial.

En 2001 el Gobierno invita a Codelco a liderar el Programa en Biominería de la Iniciativa País "Genoma Chile". Codelco en asociación con Nippon Mining Metals Corporación (NMMC) constituyen Bio Sigma recibiendo aportes de Corfo y Conicyt.

# El Código Genético

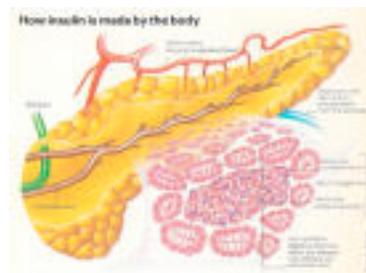
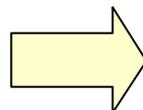


# Celulas, Cromosoma, Genes y ADN



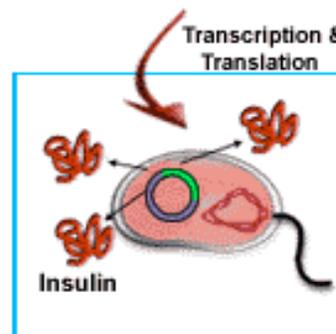
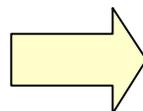
# Biotecnología

**Identificación del organismo, componente o sistema biológico**



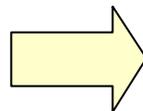
**insulina**

**Producción /obtención del “biocomponente”**



**Clonamiento del gen de la insulina**

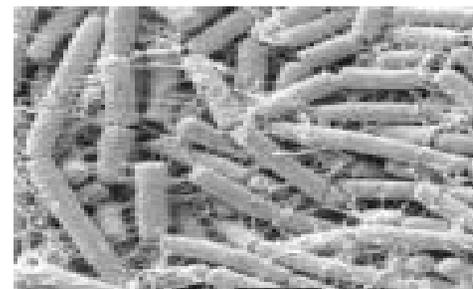
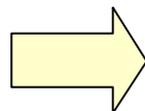
**Aplicación en un proceso productivo**



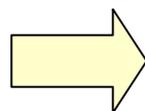
**Insulina recombinante**

# BIOMINERÍA

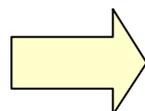
Identificación de la bacteria



Secuenciamiento y estudios funcionales



Biominería



# La Bio-Hidrometalurgia Codelco



# Alliance Copper Limited

# Estructura ACL



## Alliance Copper Limited

### • Objetivos:

Desarrollar, explotar, comercializar tecnología de biolixiviación de concentrados en reactores agitados

### • Soporte Tecnológico

- BHP Billiton: Aporta la en forma exclusiva la Tecnología BioCop
- Codelco: Aporta en forma no exclusiva Know-How en SX-EW
- ACL: propietaria de los desarrollos tecnológicos

50%

50%

Participación

Participación

# Instalaciones

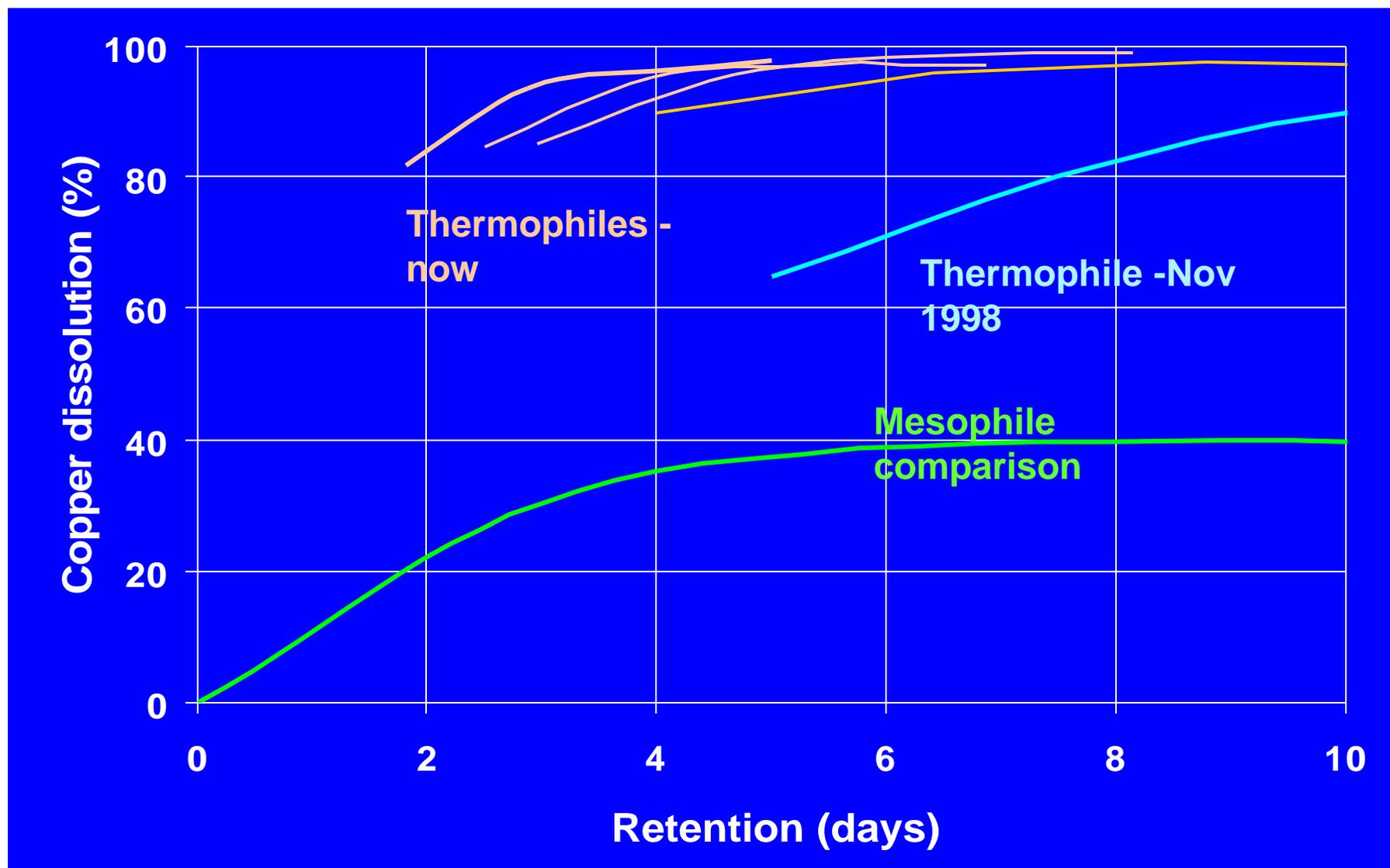
División Codelco Norte  
Planta Piloto Proceso BioCOP



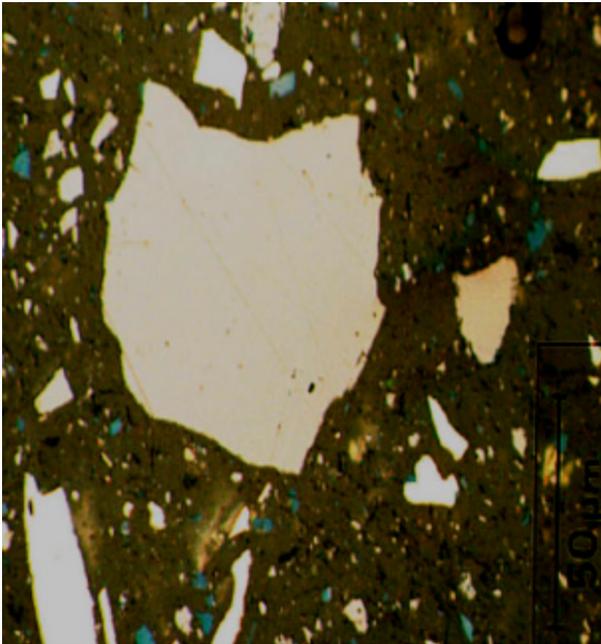
ACL  
Planta Prototipo Comercial del Proceso BioCOP



# Biolixiviación Concentrados Calcopirita



# Biolixiviación Concentrados con Enargita



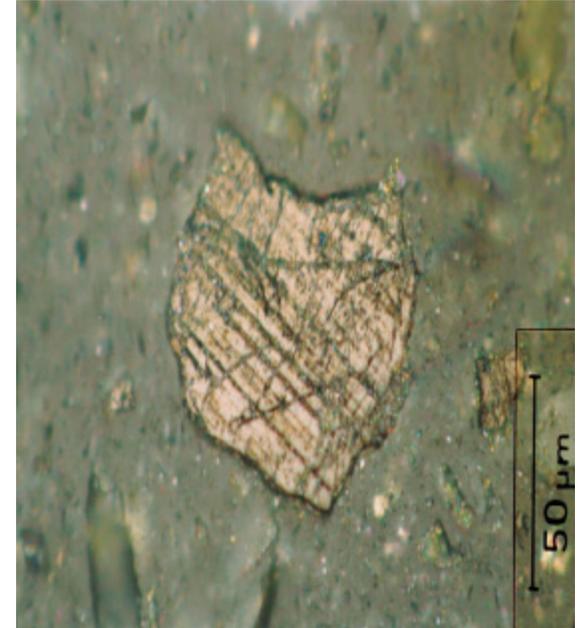
0 horas



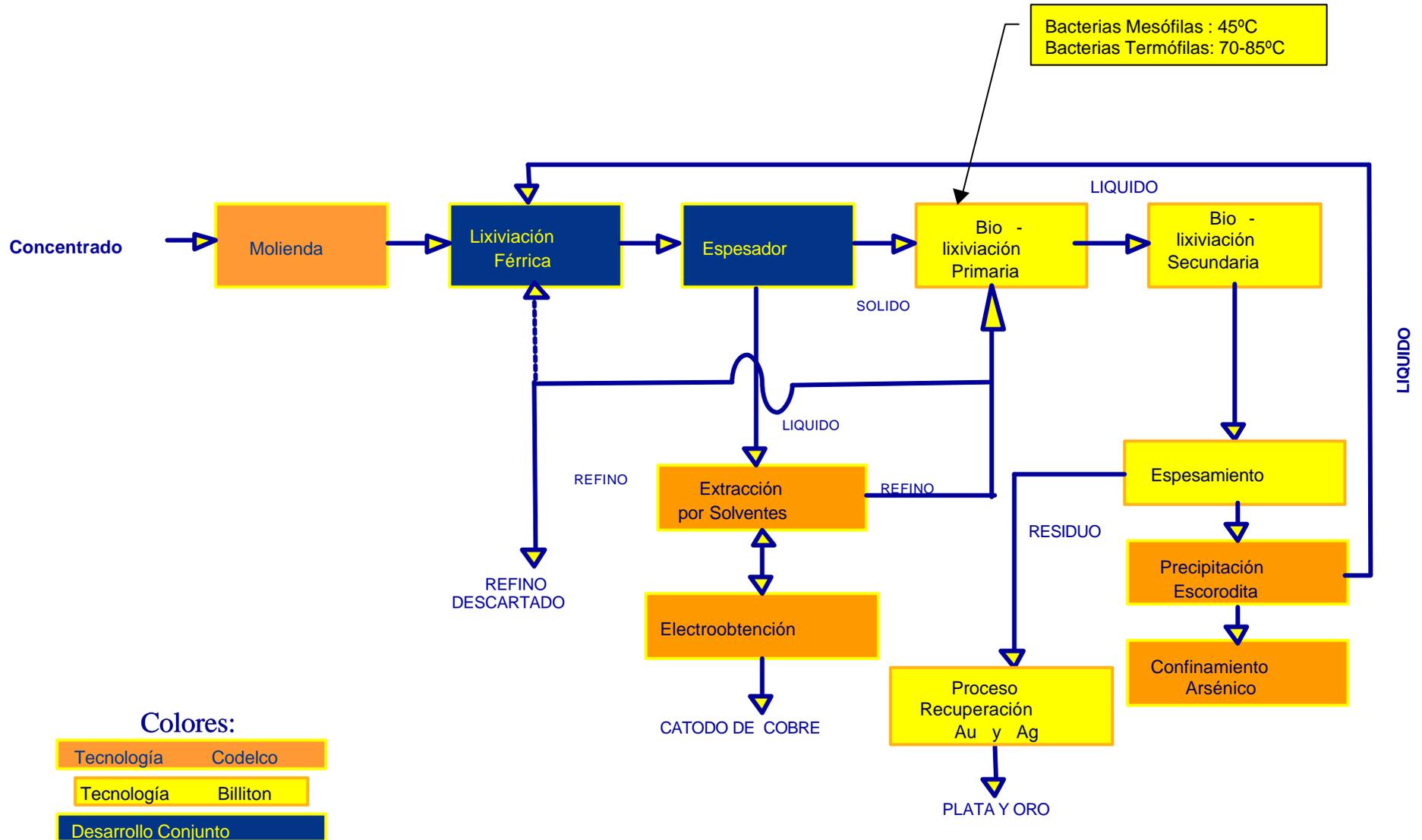
10 horas



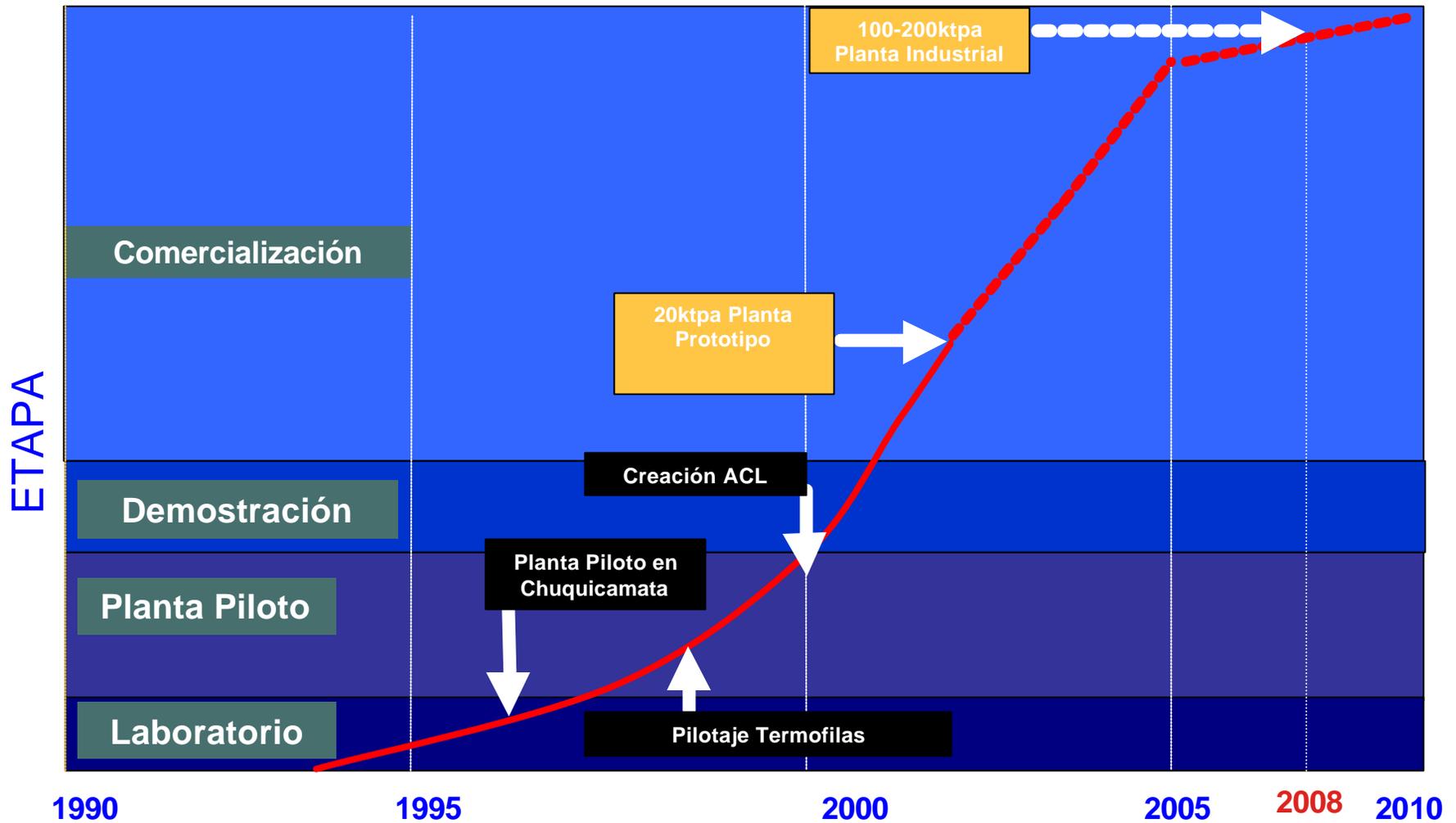
60 horas



# Tecnología ACL



# Desafios Futuros





# Estructura BioSigma



日鉱金属株式会社

## BioSigma

### • Objetivos:

Desarrollar, explotar, comercializar conocimiento en biotecnología y procesos de biolixiviación de minerales sulfurados de cobre

### • Soporte Tecnológico

- Codelco: Aporta en forma no exclusiva Know-How en SX-EW
- NMMCCo : Aporta acceso a infraestructura de clase mundial para la investigación científica.
- BioSigma: Propietaria de los desarrollos científicos y tecnológicos

66,6 %

33,4%

Participación

Participación

# Objetivos

- Desarrollo de tecnología en biominería para el procesamiento eficiente de recursos mineros de baja ley
- El desarrollo permitirá:
  - ⇒ Aumentar la velocidad y recuperación de metales en faenas existentes
  - ⇒ Patentar nuevas bacterias
  - ⇒ Patentar nuevos procesos
- Viabilizar, en el mediano plazo, los recursos mineros sub-económicos, con el consiguiente ahorro sustancial en los costos de explotación y disminución del impacto ambiental de la minería.



# Programa de Desarrollo y Validación (2004-2008)

## DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS

(microbiología molecular, genómica, biolixiviación)

## PROGRAMA DE VALIDACIÓN BMVP

**Escala de Laboratorio:** Muestras de recursos de baja ley de interés para Codelco. Ingeniería de perfiles

### Escala Piloto:

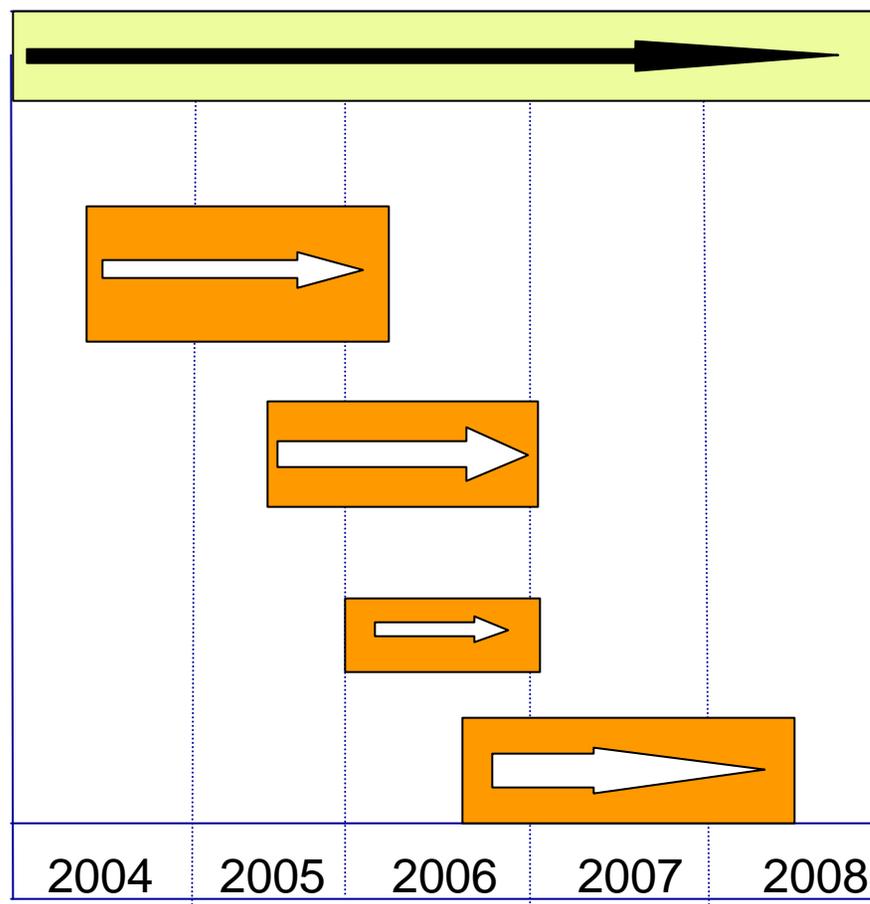
Validación proceso en Bio-pilas  
(Tres pilas de 5.000 ton)

### Escala Planta Prototipo:

Ingeniería y Construcción de la Planta

### Operación de Planta Prototipo:

(tres pilas de 150.000 toneladas c/una)

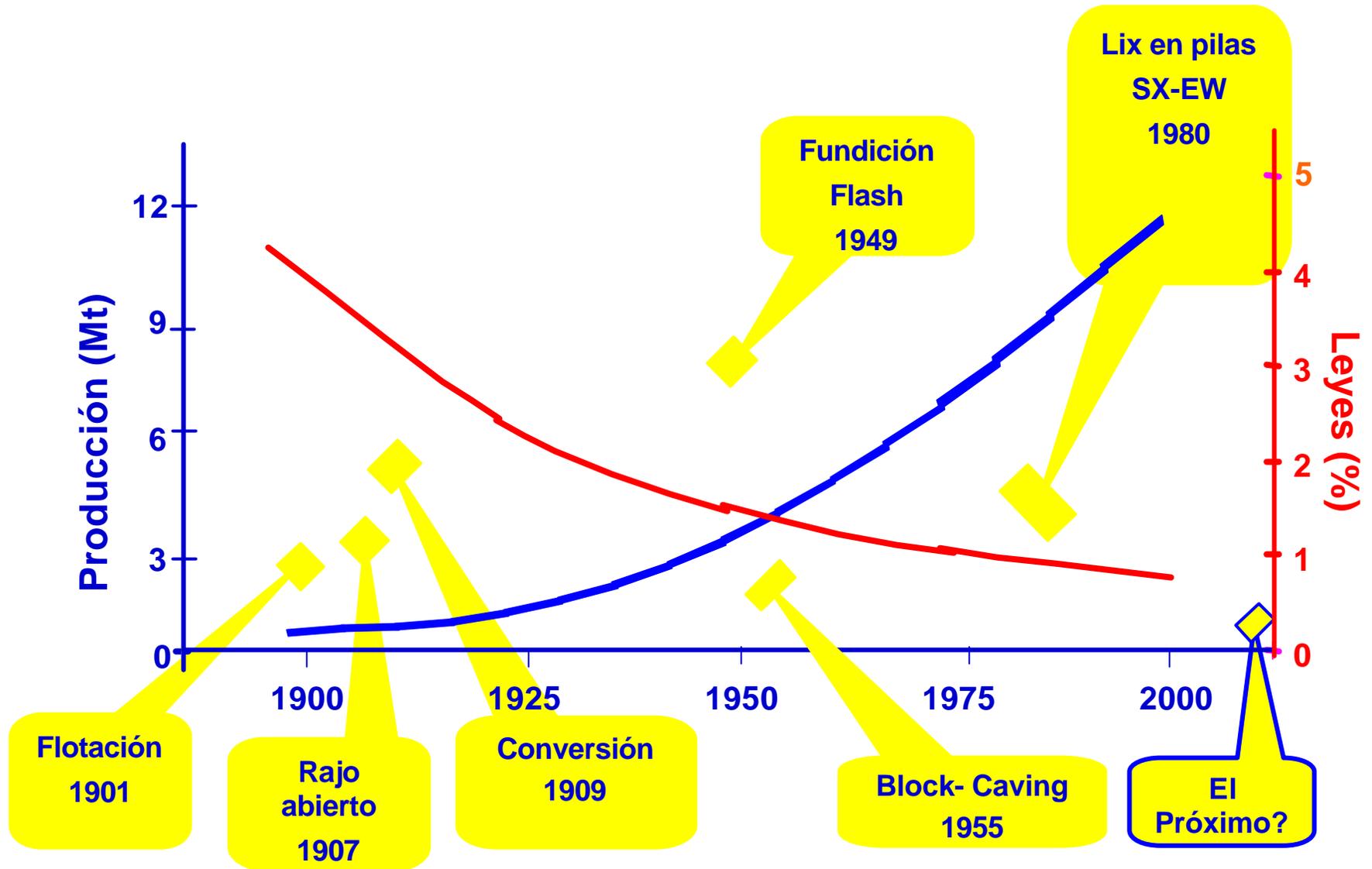


# Visión de la Minería del Cobre

- En el mediano plazo, toda la industria del cobre deberá innovar las tecnologías en uso por la baja en las leyes y los contenidos crecientes de calcopirita, incorporando nuevas formas de beneficiar minerales más allá de los principios físico-químicos actuales.
- La biominería es la principal alternativa tecnológica para beneficiar recursos de baja ley, incluyendo los sulfuros primarios y el tratamiento no convencional de impurezas, contribuyendo al desarrollo ambientalmente sustentable de la minería. Además, a futuro permitirá la lixiviación “in-situ” de minerales
- El camino tecnológico natural para el beneficio de minerales será por tanto:



# Quiebres Tecnológicos





# La Bio-Hidrometalurgia en Codelfco

**II Seminario para Periodistas**  
"Hacia una mirada integral de Codelfco"

**Juan Enrique Morales J.**

Vicepresidente Corporativo de Desarrollo y Proyectos

**Pedro Morales Cerda**

Gerente Corporativo de Investigación & Innovación