



**Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería
Región de Antofagasta**



Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería, de la Región de Antofagasta

Gestión de sitios abandonados y contaminados en la Región de Antofagasta

Primera Jornada de Forénsica Ambiental- Santiago 6-7 Abril 2016

Dr. Arturo Reyes R.
Investigador CICITEM

Contenido

- **CICITEM un centro regional en la Región Antofagasta**
- **Proyectos de Investigación Minería y Medio Ambiente**



Financiamiento basal



Infraestructura
Investigadores
Asociados



CICITEM



Infraestructura
Investigadores
Asociados

Financiamiento basal



Laboratorios Naturales

- Astronomía...los cielos más claros del planeta
- Vida en el desierto...microorganismos muy especiales
- Comunidades nativas...antiguas lenguas...Kunza de Cultura Atacameña
- Patrimonio arqueológico... preservado por el desierto
- Ecosistemas marinos.....
- Radiación solar.....la más alta



Problemas ambientales en la Región de Antofagasta

- Escasez agua fresca → Aumento plantas desalinización agua mar- Humedales- Comunidades- Nuevas fuentes agua
- Contaminación atmosférica → Necesario hacer estudios- Material particulado- Monitoreo Ambiental
- Ausencia de vertederos → Salud población
- Pasivos ambientales → Catastro del MMA- Necesario generar conocimiento- Estudios Exposición- Análisis Riesgo

Sitios abandonados y contaminados

- ¿Cómo abordar el problema de sitios contaminados? → Generar Información-Remediación-restauración
- ¿Cuáles son los contaminantes? → Concentraciones totales, forma química, ausencia normas
- ¿Donde esta la contaminación?
- ¿Qué problemas causa un sitio contaminado? → Salud población- Daño ecosistemas
- ¿Son privados o públicos? → Financiamiento de medidas-Aspectos legales



Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería, de la Región de Antofagasta

PROYECTOS INVESTIGACIÓN

- Trabajo con comunidades
- Uso agua mar en minería
- Remediación sitios contaminados

Grupo Gestión de Sitios Contaminados

Dr. Arturo Reyes,
Remediación suelos,
Agua mar en minería

Dra. Bárbara Fuentes,
Ingeniería Ambiental,
Química Suelos

Dra. Jacqueline
Cuevas, Procesos
Metalúrgicos,
Química Verde

Dra. María Letelier,
Ingeniería Química

Dr. Luis Rojas,
Biorremediación
suelos

MSc. Teemu
Karlsson, Geología,
cierre minas

MSc. Kaisa Turunen,
Geología

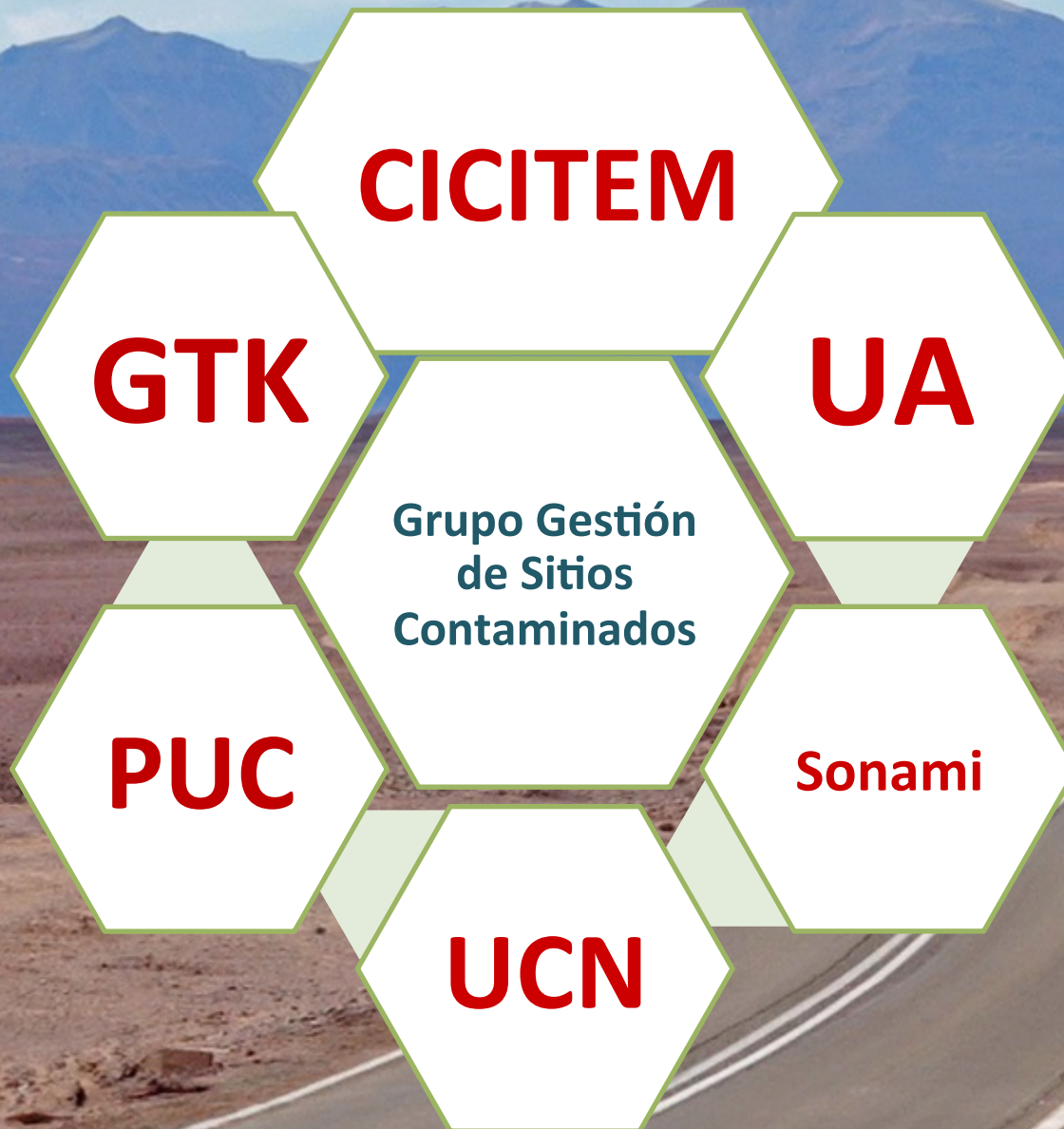
Dr. Marja Liisa
Raisanen,
Geoquímica, Cierre
de Minas

Franz Spataris,
Química Ambiental

Javier Aracena,
Química
Ambiental



Grupo de trabajo



Capacidades de nuestros laboratorios de suelos, aguas y minería

- Extracción secuencial de suelos
- TCLP (test toxicidad)
- Digestión microondas
- Fluorescencia rayos X
- Metales totales
- Análisis granulométrico
- Muestreos de suelos
- Cromatografía Iónica
- Flotación de minerales y suelos
- Meteorológicos
- Caracterización físico química de suelos y aguas





Estudio de Ingeniería para la remediación de sitios abandonados con potencial presencia de contaminantes identificados en la comuna de Taltal Región de Antofagasta



Gobierno Regional
Región de Antofagasta

Gobierno de Chile

CORE
Consejo Regional
REGION DE ANTOFAGASTA



Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

Resultados Estudio Diagnóstico MMA hecho por CENMA

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Baja prioridad	Con algún grado de priorización	No priorizados	Total
Antofagasta	1	0	1	3	5	2	0
Mejillones	0	0	0	0	0	0	7
Sierra Gorda	2	1	0	0	3	7	10
Tal Tal	7	3	0	0	10	10	20
Calama	1	4	0	0	5	1	6
Ollagüe	0	0	0	1	1	3	4
San Pedro de Atacama	2	1	0	0	3	1	4
Tocopilla	2	2	1	0	5	0	5
María Elena	0	0	0	0	0	0	0
Total	15	11	2	4	32	24	56

En Chile no hay normas para metales en suelos

	Uso residencial	Uso residencial	Uso residencial	Uso urbano	Uso residencial	Uso residencial	Valor de intervención	Valor prevención
Metal mg/Kg	Canadá	Australia	México	País Vasco	US EPA	UK	Holanda	Sao Pablo
Cadmio (Cd)	10	20	37	8	70	10	13	1,3
Selenio (Se)	1	-	390	-	390	350	-	1,2
Plata (Ag)	-	-	390	-	390	-	-	2
Molibdeno (Mo)	10	390	-	75	390	-	190	5
Mercurio (Hg)	6,6	15	23	4	5,6	10	36	0,5
Cobalto (Co)	50	100	-	-	23,0	-	190	25
Niquel (Ni)	50	600	1.600	150	-	130	100	30
Antimonio (Sb)	-	31	-	-	31	-	22	2
Vanadio (V)	130	550	78	-	5,5	-	-	-
Zinc (Zn)	200	7.000	-	-	23.000	-	720	86
Plomo (Pb)	140	300	400	150	400	450	530	72
Arsenico (As)	12	100	22	30	0,39	32	76	15
Cobre (Cu)	63	1.000	-	-	3.100	-	190	60
Bario (Ba)	500	15.000	5.400	-	15.000	-	-	120
Hierro (Fe)	-	-	-	-	55.000	-	-	-

Metales en suelos

Disponibilidad en suelos

- Concentración total metales en suelos no es indicador confiable del riesgo o toxicidad (McLaughlin et al., 2000).
- Metales pesados están presentes en diferentes formas químicas (especiación) y la fracción que contribuye a la toxicidad es la biodisponible (Ryu et al., 2010) (31).
- La fracción biodisponible depende del pH, capacidad de intercambio de cationes, contenido de materia orgánica, potencial redox, etc (Violante et al., 2010)

Toxicidad

- Toxicidad depende de dosis, vía de exposición, especies químicas, edad, sexo, genética, estado nutricional de individuos.
- As, Cd, Cr, Pb, Hg metales prioritarios por su toxicidad y riesgo para salud pública (tóxicos y causan daño salud a bajos niveles exposición; cancerígenos por la EPA o Agencia Internacional del Cáncer).
- Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Se y Zn nutrientes esenciales para funciones bioquímicas y fisiológicas. Puede haber deficiencia, lo que genera enfermedades.
- Al, Sb, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ga, Ge, Au, In, Pb, Li, Hg, Ni, Pt, Ag, Sr, Te, Tl, Sn, Ti, V y U no tienen funciones biológicas establecidas y no se consideran nutrientes esenciales.

Objetivo General.

Realizar estudio ingeniería para posterior implementación de plan remediación de sitios contaminados en Taltal.

Objetivos Específicos.

- Identificar los impactos ambientales, para apoyar selección e implementación de opciones remediación de sitios contaminados en Taltal.
- Realizar ensayos piloto de tecnologías remediación SAPPC en Taltal.
- Realizar estudio ingeniería básica, conceptual y detalle de alternativa seleccionada para tratamiento de SAPPC en Taltal.

Sitios contaminados en la ciudad Taltal



Algunos sitios estudiados

Sotramin



Privado
24 ha
Súlfuros Cu

Planta Lado Enami



Fiscal
1 ha
Minería Au

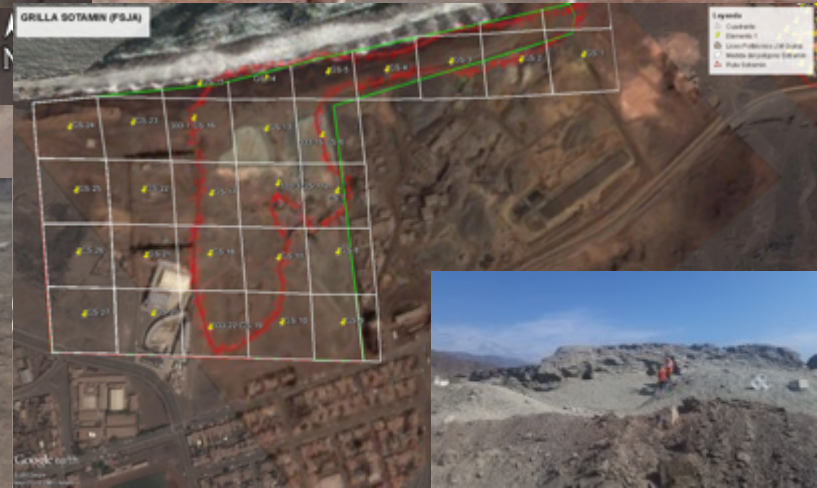
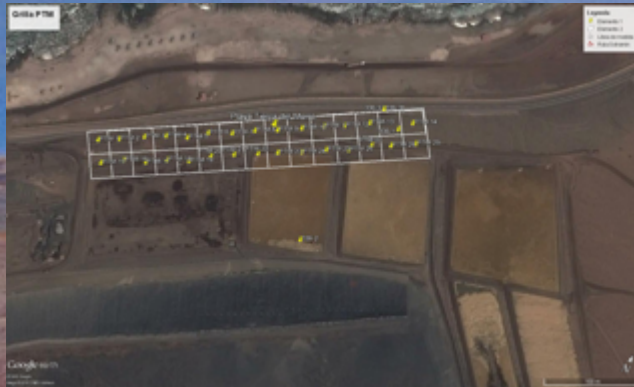
Playa Tierra el Moro



Fiscal
1 ha
Minería Cu

Muestras suelos

- Muestras superficie
- Muestras profundidad
- Muestras línea base
- Grillas



Resultados muestreos

- Suelos salinos, pH alcalinos, bajo contenido materia orgánica.
- En cada sitios al menos un elemento supera al menos una de las normas
- Antes y después de las lluvias de 2015 hubo cambios en distribución de contaminantes
- Se confirma existencia de contaminación por metales pesados

Sotramin: Hg, Sb, V, Pb, As, Cu



Playa Tierra el Moro:As, V



Planta Lado Enami:As, Hg, V, Cu, Sb

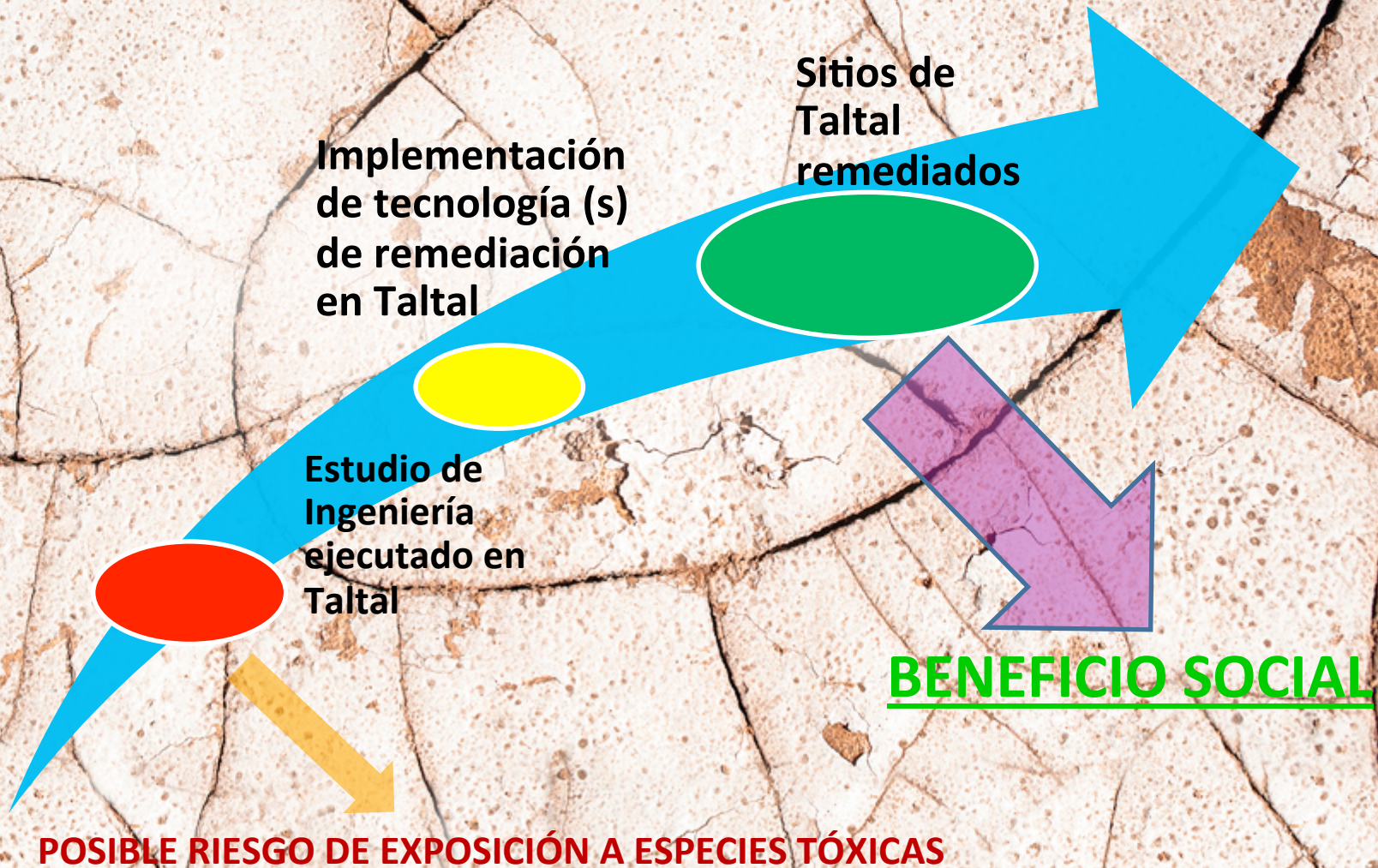




Conclusiones

- Se confirma sitios contaminados
- Se comenzará a probar tecnologías remediación
- Fuente exposición material particulado
- Necesario estudios exposición
- Resolver problemas respecto de sitios privados que requieren remediación

Conclusiones





¡Muchas gracias!

Arturo.reyes@cicitem.cl

Arturo.reyes@cicitem.cl