UTEM
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
del Estado de Chile

CONICYT Ministerio de Educación
Gobierno de Chile
FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

FONDEF ID18I10189

Proyecto de Creación Interno UTEM L217-23

Jornada de Medio Ambiente

"La minería secundaria y sus perspectivas desde la economía circular"

"EL CIRCULO VIRTUOSO DE LA INVESTIGACIÓN: PROYECTOS UNIVERSITARIOS SUSTENTABLES CON ROL SOCIAL"

Mg. Carolina Parodi Dávila

COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A.G.

Fundación Tecnológica
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

SERNAGEOMIN
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA · CHILE ·
SONAMI

Línea investigación de suelos y medioambiente :

Modelar fenomenológicamente el transporte de elementos contaminantes a nivel de trazas , con el fin de establecer zonas de riesgo ambiental y estimar su impacto en la salud de las personas

“Evaluación del riesgo carcinogénico en la salud de la población por la exposición al arsénico a través de matrices ambientales en un sector aledaño a tranques de relaves mineros del sector centro norte de Chile”

Iniciativa financiada por la Universidad Tecnológica Metropolitana por medio de los “Proyectos de Fortalecimiento a la I+D o Creación”, 2017,

Código L217-23, respectivamente,

Universidad Tecnológica Metropolitana

Introducción

PROYECTO L217-23

PROBLEMATICA

OBJETIVOS

RESULTADOS

RIESGOS Y MITIGACIÓN

EQUIPO RRHH

PROBLEMATICA

Los pasivos ambientales mineros (PAM) se definen como: *"faenas mineras abandonadas o paralizadas, incluyendo sus residuos, que constituyen un riesgo significativo para la salud o seguridad de las personas, para el medio ambiente o para las actividades económicas"*

Problemática SOCIO AMBIENTAL y de Impacto Nacional

Estudios desarrollados por **Fundación Chile**, indican que más del 50% de la producción de relaves en el país presenta algún tipo de conflicto socio ambiental. La relación entre depósitos de relaves y comunidades es compleja, debido principalmente a un bajo nivel de confianza en la población.

La **zona geográfica más crítica** a nivel nacional es la región de Coquimbo concentrando el 56% de todos los depósitos de relaves y el 61% de los pasivos ambientales mineros , con el mayor contenido de Arsénico y son provenientes de la minería de cobre

PROBLEMÁTICA SALUD AMBIENTAL

Al año 2018, la cifra actualizada corresponde a 21 millones de toneladas diarias, considerando la masa diaria de producción de los depósitos activos de mayor tonelaje ocupado y que corresponden sólo al 42% de la capacidad aprobada, por lo tanto, esta producción podría aumentar al doble en los próximos 20 años.

El cáncer en Chile es una de las principales causas de muerte. La exposición al arsénico (As), ha sido ampliamente asociada a diversos efectos en la salud, siendo los más graves los carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos. Una de las principales fuentes de exposición son las actividades mineras, especialmente los depósitos de relaves. Estos significan un constante riesgo para las poblaciones aledañas por su emplazamiento

OBJETIVOS PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Cuantificar experimentalmente el riesgo a la salud de las personas, por exposición al arsénico presente en el material particulado fino y en suelos producto de la inestabilidad ambiental de un tranque de relave minero ubicado en la IV región de Chile.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Caracterizar las propiedades físico-químicas del suelo y del material particulado fino del depósito arsenical en estudio con el fin de estimar las concentraciones experimentales de exposición de la población aledaña

1

2.- Proponer y analizar un modelo fenomenológico para el transporte de arsénico con el fin de determinar y modelar las rutas de exposición

2

3.- Cuantificar el riesgo a la salud de las personas de la población en estudio con el fin de proponer un plan de gestión para la zona en estudio.

3

ALCANCES PROYECTO

PROYECTO L217-23

Responsabilidad Social:

Formar profesionales de clase mundial , capaces de trabajar en equipo e incorporar una perspectiva tecnológica en el manejo de la salud pública a nivel nacional y analizar normas propias de protección del suelo.

Tecnología:

Promover el uso de tecnologías y el uso de softwares alimentados por valores experimentales, mejora los resultados predictivos, por tanto, asegura que la **toma de decisiones en la gestión del riesgo sea más acertada, minimizando errores.**

Educación Superior

Fortalecer convenios inter-Facultades e inter-Universidades Públicas con el fin de promover el trabajo colaborativo y fomentar el trabajo en equipos multidisciplinarios, para colaborar en la generación de conocimiento científico tecnológicos.

.

Sustentabilidad:

Identificar las zonas nacionales críticas con presencia de tranques de relaves provenientes de la industria minera, qué producto de su operación generan mayor riesgo de cáncer por exposición al arsénico en las personas, con el fin de generar planes de gestión adecuados y hacer sustentable su operación

EQUIPO INTERDISCIPLINARIO

FÍSICA
FÍSICA NUCLEAR

QUÍMICA
QUÍMICA DE SUELOS

SALUD PUBLICA
SALUD AMBIENTAL

INGENIERIA – CIENCIAS-SALUD PUBLICA

GEOGRAFÍA FÍSICA
GEOMORFOLOGÍA

ING. AMBIENTAL
ING. QUÍMICA

MATEMÁTICAS MODELACIÓN

Trabajo Equipo Colaborativo

Circulo Virtuoso: Gestión del Conocimiento: Trabajo en equipo, investigadores, Estudiantes, Académicos, Vecinos, Pobladores, Empresas, Instituciones Gubernamentales .

Comunidad
Autoridades
Académicos
Investigadores
Científicos
Estudiantes

Socios Estratégicos : VcM- Sustentabilidad- Rol Social**:**

Municipalidad de Andacollo: Comuna Andacollo: Acuerdo Colaboración Alcaldía

Estudiantes : memoristas y apoyo en la investigación .

Académicos Programa de Salud Ambiental Universidad de Chile

Se adjudica el Fondef el 2018 , solo 2 proyectos en minería, uno de ellos es de la UTEM al 100%

Uso del Laboratorio de Suelos y LIATAN: Búsqueda de elementos de valor . Calidad de Aire, Aplicaciones atómicas y nucleares

Equipo Multidisciplinario

Ingeniería Química	• Investigadora Responsable : Mg. Carolina Parodi D. UTEM
Física y Matemáticas:	• Co investigadores: Dr. Rafael Correa D. y Dr. Miguel Montenegro .UTEM
Geografía Física:	• Co investigadora : Dra. Keyla Da Silva A. UTEM
Salud ambiental	• Co investigador . Dr. Dante Cáceres Universidad de Chile
Colaboradores	• Colaboradores Física: Andrés Muñoz, Patricio Pacheco, Eduardo Mera, Eugenio Miranda
Estudiantes	• Estudiantes : Valentina Vergara, Simón Flores, Camilo Serrano, Carola Acuña

Actividades y Resultados

- Metodología de Selección de Factores de Riesgo, Selección del Relaves
- Caracterización de relaves
- Mapa de riesgo
- Estimación del riesgo

ETAPA 1: IDENTIFICAR FUENTES

Base Datos: SERNAGEOMIN
Depósitos: Activos, No Activos, Abandonados
Total: 740 depósitos

MINERÍA DE COBRE

- **Depósitos Activos** con Mayor Tonelaje Ocupado
- **Depósitos Inactivos** y Abandonados

a) Peligrosidad:
Concentración de Arsénico **(As)>=40 (mg As/Kg)**

b) Vulnerabilidad Ambiental:
Demografía, suelo destinado al cultivo agropecuario y presencia de ecosistemas sensibles

ETAPA 1: IDENTIFICAR FUENTES

Base Datos: SERNAGEOMIN
Depósitos: Activos, No Activos, Abandonados
Total: 740 depósitos

Depósitos Abandonados

Coquimbo : 49 %
Atacama 14%
Antofagasta 8%

Depósito Activo

Antofagasta

Jerarquización:
Mayor concentración de Arsénico

Regiones y Comunas :

Coquimbo:
Comunas de Andacollo e Illapel

Antofagasta:
Comunas de Calama y Taltal

Acuerdo Municipalidad Andacollo

UTEM

COMPROMISO COLABORACIÓN EN INVESTIGACIÓN APLICADA

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA METROPOLITANA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIA
FACULTAD DE INGENIERIA

Y

MUNICIPALIDAD DE ANDACOLLO

Santiago, 7 de Noviembre de 2018

1º. El Departamento de Industria, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica por medio del proyecto de investigación interno, *"Evaluación del riesgo carcinogénico en la salud de la población por la exposición al arsénico a través de matrices ambientales en un sector aledaño a tranques de relaves mineros del sector centro norte de Chile"*, a cargo de la investigadora responsable M. Carolina Parodi Dávila, compromete el envío a la Municipalidad de Andacollo, copia de las resultados que emanan de la presente investigación desarrollada en dicha comuna y colocando de manera expresa sus agradecimientos en los artículos a publicar.

2º. La municipalidad Andacollo, dará las facilidades para que el equipo pueda tomar las muestras ambientales de suelo, aire y/o agua de espacios públicos y/o municipales, incluyendo acceso al sistema eléctrico público para mantener cargadas las baterías de los equipos móviles de calidad de aire.

3º. Cada una de las instituciones elaborará un informe de las actividades realizadas, el cual será enviado a la contraparte para su información si fuera necesario.

4º. Para la ejecución de la presente visita programada del 3 al 7 de diciembre 2018, cada una de las entidades nombrará a una persona responsable de la ejecución y seguimiento de las actividades, por parte de la Facultad de Ingeniería, la Sra. M. Carolina Parodi D. y por parte de la Municipalidad de Andacollo a la Sra. Javiera Cuevas M., Unidad Medio Ambiente de Andacollo.

Juan Carlos Alfaro
Alcalde Municipalidad de Andacollo
Municipalidad Andacollo

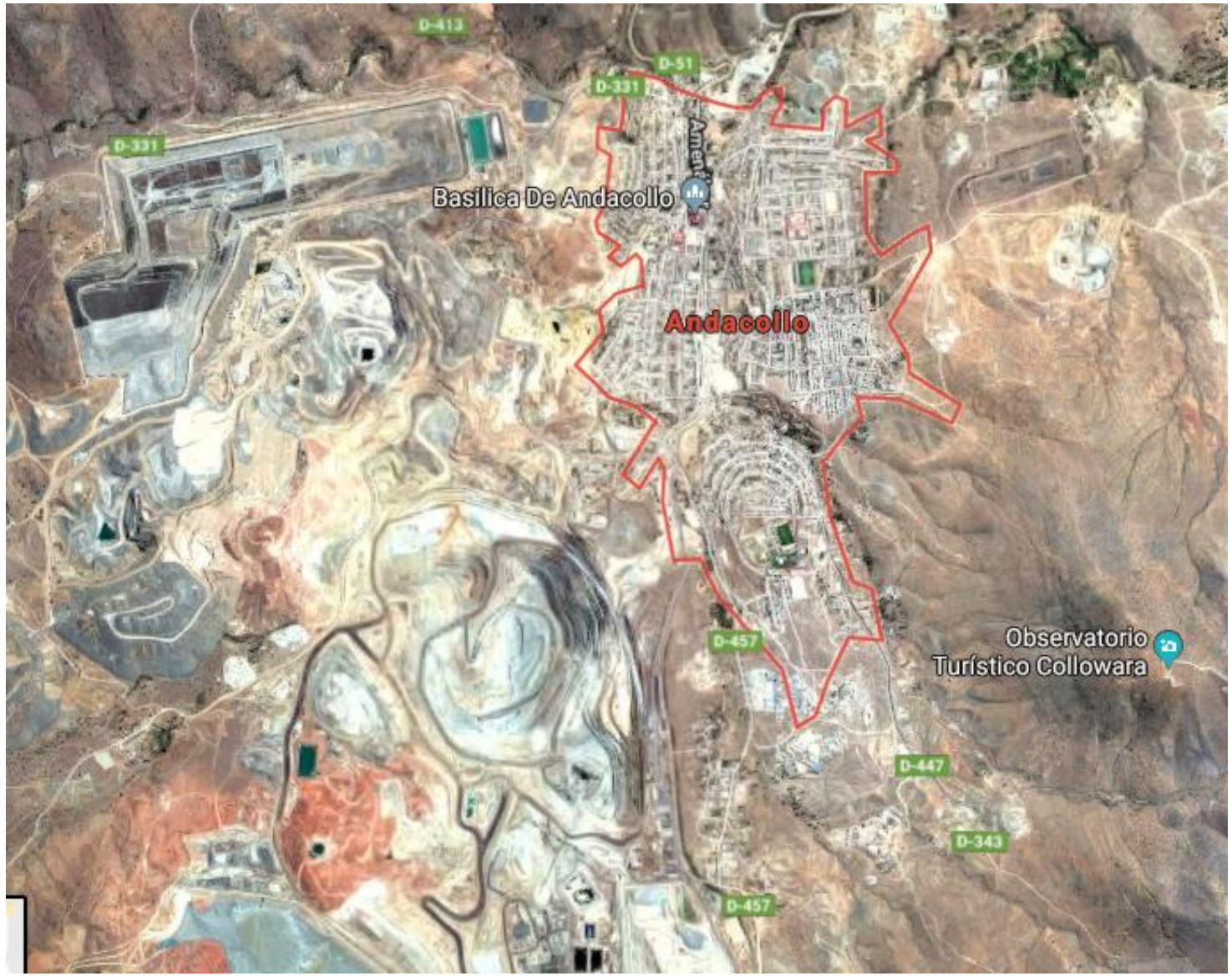
Sr. Alejandro Velásquez Soto
Decano Facultad de Ingeniería
UTEM

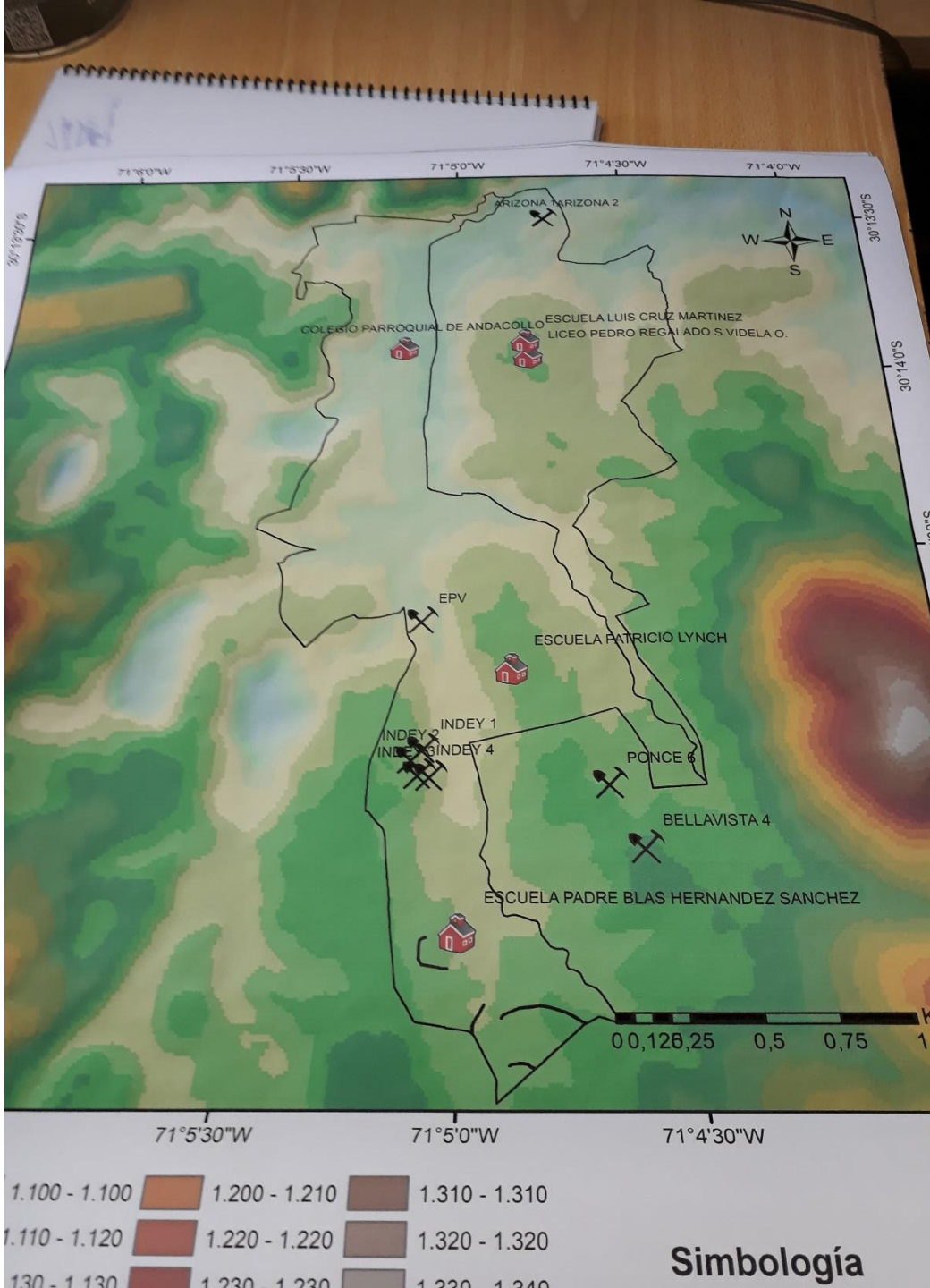
Sr. Mario Cataldo Navea
Director Departamento de Industria
UTEM

Sra. María Carolina Parodi Dávila
Directora de Proyecto Investigación
Departamento de Industria. UTEM

HIPÓTESIS

En la cuantificación del riesgo a la salud de la población, tanto la bioaccesibilidad del arsénico en la matriz del suelo como la calidad de aire son parámetros que determinan la gestión del riesgo de la zona de estudio


D-413
D-51
D-331
D-331
Basilica De Andacollo
Andacollo
D-457
Observatorio
Turístico Collowara
D-447
D-343
D-457


71°5'30"W
71°5'0"W
71°4'30"W
ARIZONA MARIZONA 2
N
W
E
S
COLEGIO PARROQUIAL DE ANDACOLLO
ESCUELA LUIS CRUZ MARTINEZ
LICEO PEDRO REGALADO S VIDELA O.
EPV
ESCUELA PATRICIO LYNCH
INDEY 1
INDEY 2
INDEY 4
PONCE 6
BELLAVISTA 4
ESCUELA PADRE BLAS HERNANDEZ SANCHEZ
0 0,125 0,25 0,5 0,75
71°5'30"W
71°5'0"W
71°4'30"W
1.100 - 1.100
1.200 - 1.210
1.310 - 1.310
1.110 - 1.120
1.220 - 1.220
1.320 - 1.320
Simbología

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE COLECTA DE MUESTRAS

Simbología

Puntos de colectas de muestras

Relaves - campaña 2018

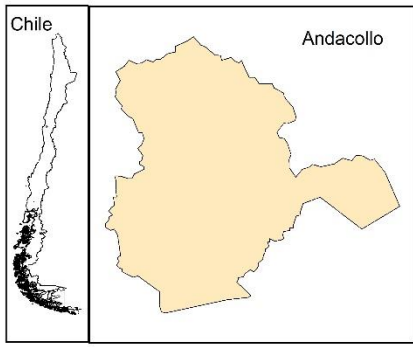
- PALMIRA 1
- PALMIRA 2
- TRANQUE DE RELAVE
- RELAVES BELLAVISTA
- BELLAVISTA 1
- MIRAFLORES 1
- NN22

Relaves - campaña 2020

- ARIZONA 1
- BELLAVISTA 4
- INDEY 1
- INDEY 2
- INDEY 3
- JERALDO 1-2
- PONCE 6

Escuelas

- Esc. Padre Blas H. [Patio 1]
- Esc. Padre Blas H. [Patio 2]
- Liceo Pedro R. Videla



MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE COLETA DE MUESTRAS

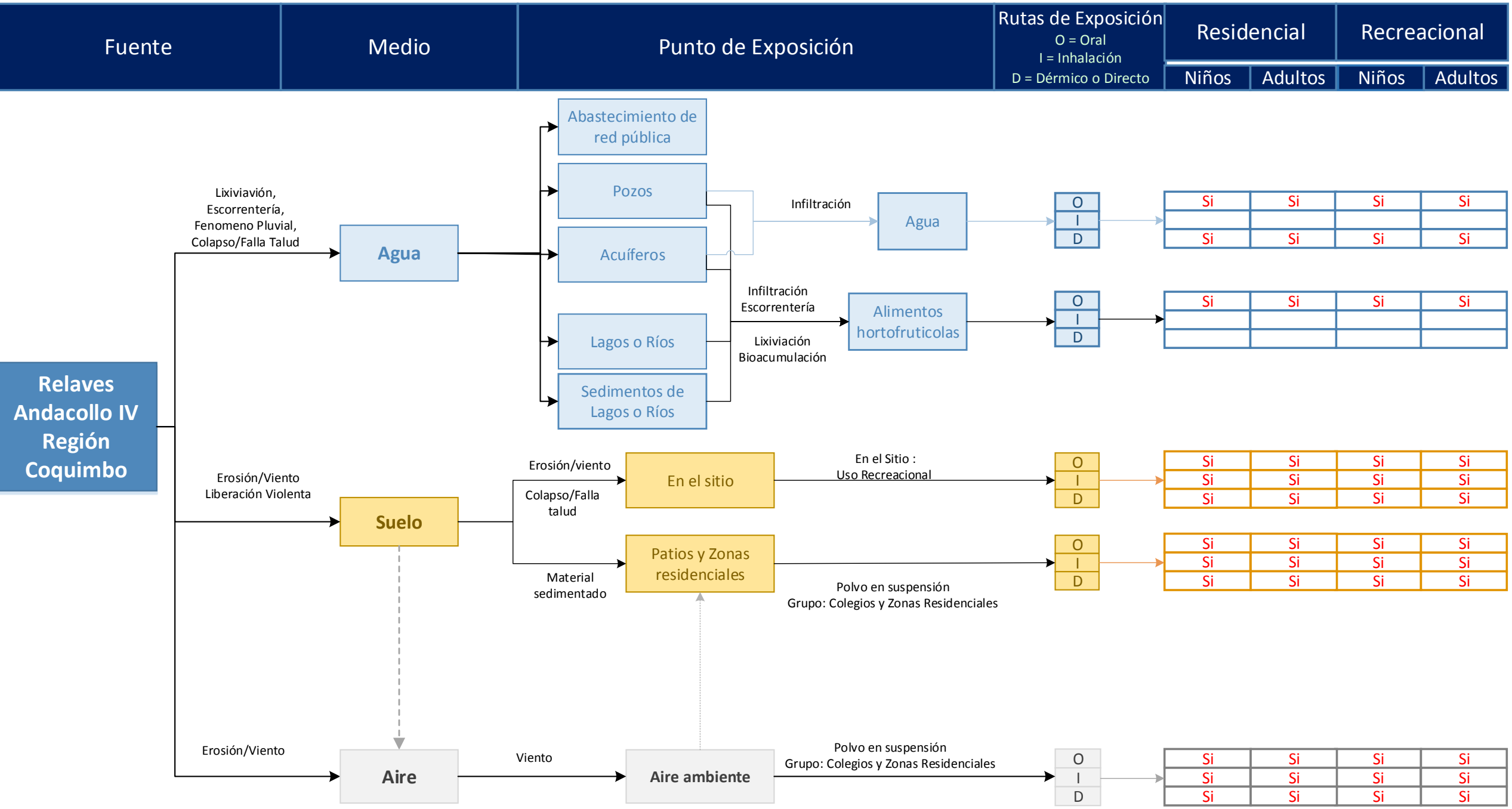
PROYECTO FONDEF ID18I10189

ESCALA NUMÉRICA: 1:13.000

DATUM: WGS 84 (UTM)

IMAGEM: GOOGLE EARTH 2015

0 0,125 0,25 0,5 0,75 1 Km


Fuente
Medio
Punto de Exposición
Rutas de Exposición
O = Oral
I = Inhalación
D = Dérmico o Directo
Residencial
Recreacional
Niños
Adultos
Niños
Adultos
Relaves Andacollo IV Región Coquimbo
Lixiviavión, Escorrentería, Fenomeno Pluvial, Colapso/Falla Talud
Agua
Abastecimiento de red pública
Pozos
Acuíferos
Lagos o Ríos
Sedimentos de Lagos o Ríos
Infiltración
Agua
Infiltración Escorrentería
Lixiviación Bioacumulación
Alimentos hortofruticolas
Erosión/Viento Liberación Violenta
Suelo
Erosión/viento
Colapso/Falla talud
En el sitio
En el Sitio : Uso Recreacional
Material sedimentado
Patios y Zonas residenciales
Polvo en suspensión Grupo: Colegios y Zonas Residenciales
Erosión/Viento
Aire
Viento
Aire ambiente
Polvo en suspensión Grupo: Colegios y Zonas Residenciales
O
I
D
Si

Productividad Científica y Formación de Capital Humano

1. Participación en 3 Fondos Externos concursables para acceder a financiamiento suplementario para fortalecer la presente investigación :
   a) **PROYECTO FONDEF ID18I10189 en Abril 2018: Adjudicado el 31 de agosto 2018**
   b) Línea 3 UTEM: no adjudicado : diciembre 2018
   c) Fondequip : abril 2019
2. Desarrollo de actividades de investigación: difusión
   a) Vista a terreno de Andacollo, convenio colaboración con Municipalidad : 3-7 diciembre 2018
   b) Difusión en la Participación de la propuesta de creación de Ley de Suelos en el Ex- Congreso Nacional. 3 de Junio 2019
3. Próximo Desafío Internacional : Unesco y Fonis
4. Entrega de Trabajos de título terminando en julio 2019: Simón Flores y Camilo Serano, Carola Acuña, memoristas y estudiantes de investigación
5. Entrega de 1 artículo terminado para su envió

UTEM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA

del Estado de Chile

PROYECTO FONDEF

Concurso IDeA I+D 2018

"Diseño de un prototipo automatizado móvil para el monitoreo y modelación de variables ambientales en Faenas Mineras"

ID18I10189

Ma. Carolina Parodi Dávila.

Facultades Ingeniería y Ciencias: Ciencia Aplicada –Patentes- Programas de Post-Grado

Desafíos

Plan Estratégico Equipo: Avanzar en el crecimiento de la investigación aplicada sustentable considerando el resguardo en la salud de población y solucionar problemas globales de preocupación nacional e internacional

FOCOS: **Industria Minera- Minería Secundaria - Sustentabilidad Salud de la Población**

1

Programa “La Mujer y la Ciencia” y Programa Internacional de Ciencias de la Tierra (PICG)

2

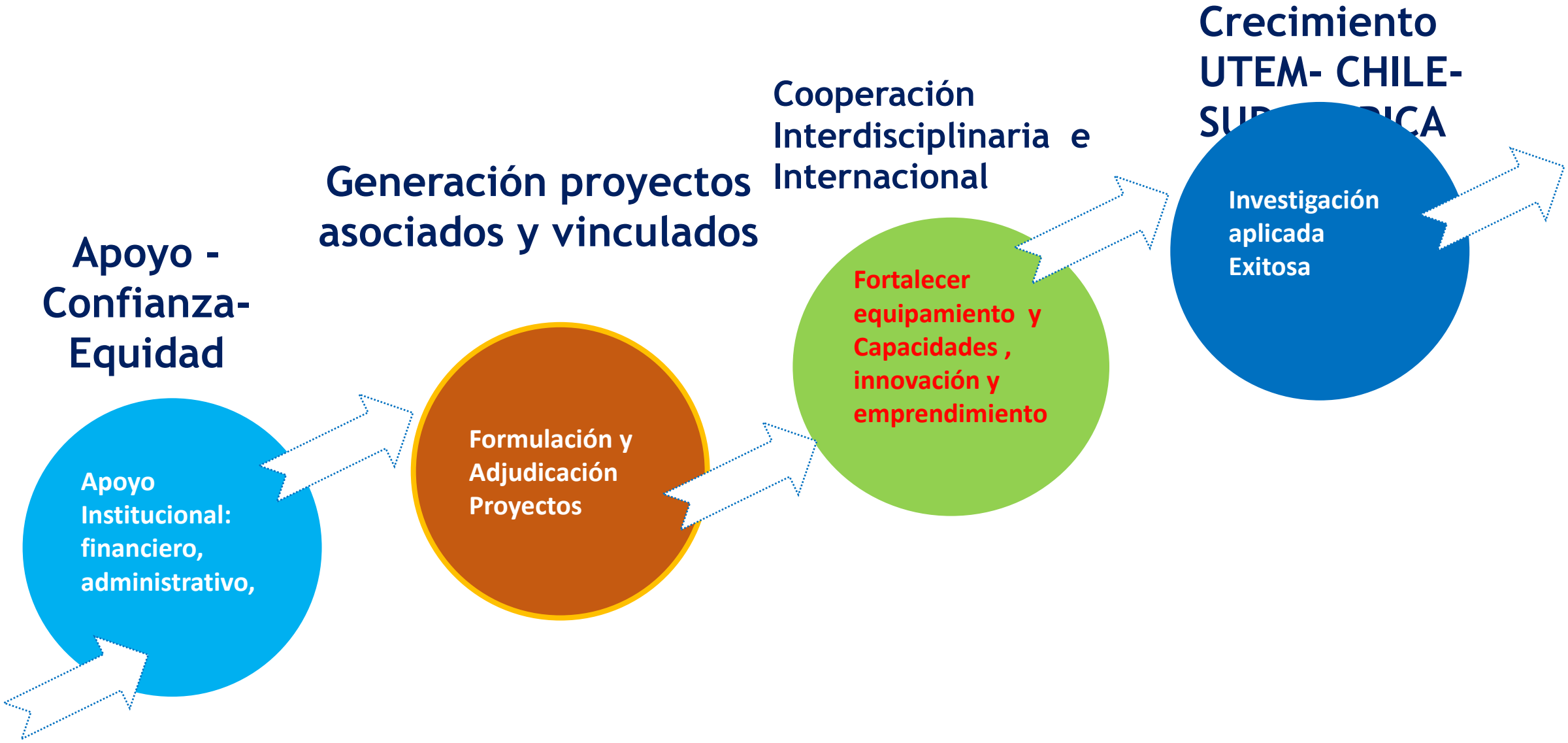
Fondos Unesco: **Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura**

3

El Programa PICG ha construido puentes entre diferentes disciplinas y especialistas, incluyendo jóvenes científicos.

Esto, con el fines de estimular la investigación de vanguardia y el intercambio de conocimientos científicos para el beneficio de todos.

CRECIMIENTO Y LIDERAZGO UTEM PAÍS



UTEM
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
del Estado de Chile

CONICYT Ministerio de Educación
Gobierno de Chile
FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

FONDEF ID18I10189

Proyecto de Creación Interno UTEM L217-23

Jornada de Medio Ambiente

"La minería secundaria y sus perspectivas desde la economía circular"

"EL CIRCULO VIRTUOSO DE LA INVESTIGACIÓN: PROYECTOS UNIVERSITARIOS SUSTENTABLES CON ROL SOCIAL"

Mg. Carolina Parodi Dávila

COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A.G.

Fundación Tecnológica
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

SERNAGEOMIN
Ministerio de Minería
Gobierno de Chile

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA · CHILE ·
SONAMI