



UNIVERSIDAD DE CHILE



FEDERACIÓN DE ESTUDIANTES
DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

POTENCIAL CONTAMINACIÓN DE AGUAS EN LA COMUNA
DE PENCAHUE, VII REGIÓN DEL MAULE, PRODUCTO DEL
COLAPSO DE TRANQUES DE RELAVE DEBIDO AL TERREMOTO
DE 27 DE FEBRERO DE 2010.

EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO PARA EL CUIDADO DEL AGUA.
FEDERACIÓN DE ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Autores:

- Ariel Valdés - Barrera
- Nicolás Inostroza
- Mauricio Cartes
- Paola Muñoz
- Carlos Pérez

Cómo citar:

Valdés-Barrera, A., Inostroza, N., Cartes M., Muñoz, P., y Pérez C. 2010. Potencial contaminación de aguas en la comuna de Pencahue, VII Región del Maule, producto del colapso de tranques de relave debido al terremoto de 27 de febrero de 2010. Equipo multidisciplinario para el cuidado del agua, Federación de Estudiantes de la Universidad de Chile.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS	5
3.	EQUIPO DE TRABAJO	5
5.	PUNTOS DE MUESTREO	6
6.	RESULTADOS MUESTREO BACTERIOLÓGICO	8
7.	RESULTADOS MUESTREO FÍSICOQUÍMICO	8
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	9
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	10
10.	AGRADECIMIENTOS	10
11.	APENDICE.....	11

1. INTRODUCCIÓN

Tras el terremoto acontecido la madrugada del 27 de febrero del 2010 quedó de manifiesto que Chile, a pesar de ser un país bien posicionado en términos de desarrollo económico y social, no cuenta con mecanismos ágiles y efectivos de reacción frente a catástrofes ambientales. Por otra parte, aparentemente las instituciones competentes se ven entrampadas debido al obtuso funcionamiento de la normativa ambiental y su fiscalización.

Es sabido que una de las principales actividades económicas en Chile es la minería, principalmente la extracción y concentración de cobre y, en menor medida, de otros minerales como oro, plata y molibdeno. El material de descarte proveniente del proceso de concentración de minerales tiene por nombre relave. Se estima que en Chile se producen anualmente sobre 3.200.000 toneladas de cobre fino contenido en concentrados, y si en promedio se generan 28 toneladas de relave por cada tonelada de concentrado de cobre producido, podemos estimar en unos 300 millones de toneladas la producción anual de desechos [Andía & Lagos, 2001]. Los relaves son almacenados en tranques de distintas características y capacidades. La Tabla 1 muestra la cantidad de tranques de relave en cada región y su capacidad máxima de almacenamiento¹.

Tabla 1. Tranques de relave con capacidad mayor a 300.000 m³ según región.

Región	Nº de tranques de relave	Capacidad máxima [m ³]
II Región	3	1.116.000.000
III Región	10	40.931.000
IV Región	13	24.305.000
V Región	25	216.330.616
RM	7	2.771.340.000
VI Región	5	785.300.000
TOTAL	63	4.954.206.616

Al conjugar factores como que existe en Chile posee una elevada cantidad de tranques de relaves de distintas características y tiempos de existencia y, que vivimos en un país donde se producen eventos naturales de alta liberación de energía con cierta periodicidad como terremotos, erupciones volcánicas, eventos climáticos, etc., se tiene que es muy probable que se produzcan emergencias ambientales de un amplio espectro de consecuencias. Por ejemplo, tras el terremoto del 28 de marzo de 1965, se produjo el colapso del tranque El Cobre de la mina El Soldado, perteneciente a la compañía Disputada de Las Condes, ubicado a unos 10 kilómetros del pueblo de La Calera, dejando a su paso cerca de 200 muertos y la destrucción de pueblos como El Melón y Llay Llay, Calle Larga y Nogales². Otra catástrofe que lamentar, producto del terremoto del 1 de diciembre de 1928, en el tranque Barahona en Sewell, del mineral de cobre El

¹ Catastro de Tranques de Relaves, Sernageomin, 1989

² Extraído de <http://www.defensadelcobre.info/modules.php?name=News&file=print&sid=9545> (05/04/10)

Teniente, generó el arrastre de 4 millones de toneladas de material sólido y dejó 55 muertos³. Entre otras catástrofes producidas por tranques de relave se cuenta la erosión por rebalse del talud del tranque Marga, Sewell, en 1980; fallas por licuación del tranque “Veta de agua” N° 1 y 2 (1985); licuación y deslizamientos del tranque La Cocinera de Panulcillo, por efectos del sismo del 14 de octubre de 1997.

El pasado 27 de febrero, se produjo el colapso de dos tranques de relaves en la comuna de Pencahue, ubicado al noroeste de Talca, VII región. Un tercer tranque quedó con daños severos⁴, y se estima que el área directamente afectada alcance las 10 ha. Ante lo ocurrido, un grupo de estudiantes de la Universidad de Chile realizó un muestreo de calidad de aguas en 4 puntos de la comuna, el pasado 21 de marzo del 2010.

A partir de los resultados del análisis de calidad de aguas, en el presente informe pretende entregar un diagnóstico acerca de la contaminación difusa en la comuna de Pencahue, producto del transporte de contaminantes desde tranques de relave a través de los cursos de agua y vientos.

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es evaluar algunos parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos que pudiesen afectar la calidad del agua para riego y consumo doméstico de la comuna de Pencahue, con el fin de entregar recomendaciones ante la exposición de elementos tóxicos derivados del relave vertido en la localidad de Tapihue.

3. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo estuvo compuesto por las siguientes personas:

- Ariel Valdés, estudiante de Biología Ambiental, Universidad de Chile.
- Nicolás Inostroza, Licenciado en Ciencias Ambientales, mención en Química, Universidad de Chile.
- Mauricio Cartes, Ingeniero Civil Hidráulico, M.Sc., Universidad de Chile.
- Paola Muñoz, estudiante de Biología Ambiental, Universidad de Chile.
- Carlos Pérez, estudiante de Química Ambiental, Universidad de Chile.

4. ZONA DE ESTUDIO

La comuna de Pencahue se ubica al noroeste de Talca, en VII Región del Maule (Figura 1). Cuenta con una superficie de 957 km², una población de 8.837 habitantes y acoge a un 0,92% de la población total de la región. De sus habitantes, un 72,03% corresponde a población rural y un 27,97% a población urbana. Enmarcada en los relieves de la sección oriental de la Cordillera de la Costa, comprende toda la cuenca hidrográfica del Estero Los Puercos, la cuenca superior del Estero Batuco, aportante de la Cuenca del Río

³ Extraído de <http://www.angelfire.com/nt/otrosterremotosChile/#TERREMOTO%20DE%201928> (05/04/10)

⁴ Extraído de <http://www.radiobiobio.cl/2010/03/13/investigacion-contaminacion-en-pencahue-tras-colapso-de-relave-por-el-terremoto/> (05/04/10)

Huenchullamí, y parte de las terrazas fluviales del lado norte del Río Claro, al oeste de Talca.

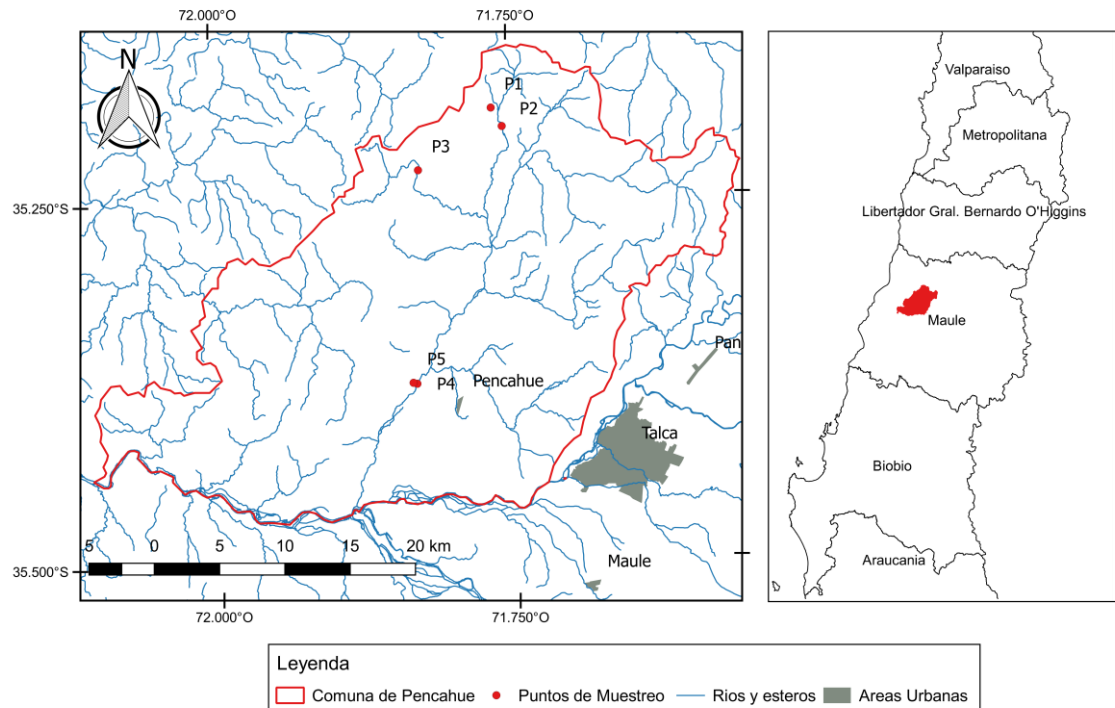


Figura 1. Comuna de Pencahue y ubicación de los puntos de muestreo de aguas

5. PUNTOS DE MUESTREO

Durante el pasado 21 de marzo del 2010 se realizó un muestreo de calidad de aguas en cinco puntos de la comuna de Pencahue (ver Figura 1). La selección de los puntos de muestreo estuvo sujeta a una planificación previa que consideró los siguientes criterios: (i) diferentes fuentes de agua que permitiese distinguir diferencias entre ellas; (ii) en puntos preferentemente ubicados aguas abajo de los tranques de relave y; (iii) en lugares de fácil acceso. En la Tabla 2 se señalan las coordenadas de los puntos de muestreo y las muestras obtenidas. En la Tabla 3 se detallan las características de cada fuente de donde se extrajeron las muestras de agua. Para ver fotografías del muestreo de aguas revisar el Apéndice 1.

Tabla 2. Puntos de muestreo de aguas, muestras y coordenadas de dichos puntos.

Punto	Muestras	Ubicación	Tipo de Fuente	Coordenadas UTM*	
				Este	Norte
P1	II A-1 y II A-2	Hacienda Las Palmas	Pozo	248.354	6.102.545
P2	II B-1 y II B-2	Las Palmas Sur, río arriba del relave	Vertiente	249.198	6.101.135
P3	II C-1 y II C-2	Botalcura, estero San Josito río abajo del relave	Estero San Josito	242.783	6.097.748
P4	II D-1 y II D-2	Puente Pencahue, Estero los Puercos unión con estero San Josito	Estero Los Puercos	242.741	6.081.421
P5	II E-1	Puente Pencahue, Parcela 9	Pozo	242.446	6.081.494

Obs.: (*) Huso 19 S, Datum WGS 84.

Tabla 3. Características de la fuente de las muestras de agua colectadas en la comuna de Pencahue.

Muestra	Fecha de recolección	Hora	Ubicación	Fuente	Cloración	Observaciones
II A-1	21/03/2010	10:15	Hacienda Las Palmas	Pozo	sin cloro	Llave de jardín
II A-2	21/03/2010	10:15	Hacienda Las Palmas	Pozo	sin cloro	Llave de jardín
II B-1	21/03/2010	10:47	Las Palmas Sur, río arriba del relave	Vertiente	sin cloro	
II B-2	21/03/2010	10:47	Las Palmas Sur, río arriba del relave	Vertiente	sin cloro	
II C-1	21/03/2010	12:55	Botalcura, estero San Josito río abajo del relave	Estero San Josito	sin cloro	
II C-2	21/03/2010	12:55	Botalcura, estero San Josito río abajo del relave	Estero San Josito	sin cloro	
II D-1	21/03/2010	14:44	Puente Pencahue, Estero los Puercos unión con estero San Josito	Estero Los Puercos	sin cloro	
II D-2	21/03/2010	14:44	Puente Pencahue, Estero los Puercos unión con estero San Josito	Estero Los Puercos	sin cloro	
II E-1	21/03/2010	15:17	Puente Pencahue, Parcela 9	Pozo	sin cloro	Pozo de 11 m de profundidad

6. RESULTADOS MUESTREO BACTERIOLÓGICO

Tabla 4. Calidad Sanitaria: Técnica presencia/ausencia de H₂S* en terreno, verificación en laboratorio y calificación.

Muestra	H2S (en terreno)	H2S (en laboratorio) *	Coliformes totales	<i>E.coli</i>	Calidad Sanitaria **	Turbiedad UNT**	pH**
II A-1	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	1,14	6,7
II A-2	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	1,16	6,8
II B-1	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	2,5	7,5
II B-2	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	2,5	7,5
II C-1	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	1,65	7,1
II C-2	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	2,5	7,1
II D-1	positivo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	1,0	7,1
II D-2	positivo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	0,97	7,1
II E-1	negativo	positivo	positivo	positivo	no apta para consumo	0,57	6,6

Obs.: (*) Norma Chilena Oficial Nch. 2756 Of. 2002: "Calidad del agua - Determinación de la Calidad bacteriológica del agua potable rural mediante ensayo de H₂S.

(**) Norma Chilena Oficial NCh. 409 Of. 2004 INN. Agua Potable Requisitos. pH 6,5 - 8,5; Turbiedad 2,0 UNT; Coliformes totales ≤5/100 mL; Ausencia de *E.coli*; Cloro residual mínimo 0,2 mgL-1; cloro residual máximo 2,0 mgL-1.

7. RESULTADOS MUESTREO FÍSICOQUÍMICO

Tabla 5. Resultados de parámetros fisicoquímicos.

Muestra	Ubicación	Conductividad (µS/cm)	pH
II A-1	Hacienda Las Palmas	169,3	7,33
II B-1	Las Palmas Sur, río arriba del relave	182	7,79
II C-1	Botalcura, estero San Josito río abajo del relave	276	7,55
II D-1	Puente Pencahue, Estero los Puercos unión con estero San Josito	223	7,58
II E-1	Puente Pencahue, Parcela 9	290	6,99

Tabla 6. Resultados de metales y comparación con la Norma para riego.

Parámetro	Límite máx. NCh. 1333	Muestra				
		II A-1	II B-1	II C-1	II D-1	II E-1
Cadmio [mg/l]	0,01	<0,068	<0,068	<0,068	<0,068	<0,068
Cobre [mg/l]	0,2	<0,076	<0,076	<0,076	<0,076	<0,076
Plomo [mg/l]	5	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069

Obs.: Resultados obtenidos empleando el método de Voltametría de Redisolución Anódica.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El muestreo permite distinguir diferentes aspectos relacionados con la calidad de las aguas de la comuna Pencahue, siendo las más importante que estas aguas no son aptas para el consumo desde el punto de vista bacteriológico (Tabla 4), ni tampoco aptas para uso en riego desde el punto de vista físicoquímico (Tabla 5). La presencia de *E. coli* y bacterias coliformes en todas las muestras de agua, sugiere un mayor cuidado de parte de la población, si su objetivo es la bebida. La cloración como método desinfección es indispensable para eliminar microorganismos.

Si bien las concentraciones de metales fueron bajas (Tabla 6), es importante destacar el muestreo se llevó a cabo luego de un evento de precipitación importante en la zona, lo que genera transporte del material desde los tranques de relave hacia otros cursos de agua, generando cambios bruscos en las concentraciones de metales. Ante este evento, no se descarta la contaminación de la napa subterránea producido por la lixiviación del material de relave.

Se recomienda un muestreo periódico que permita realizar un seguimiento de la calidad de las aguas, concentrándose en metales remanentes de la actividad minera de la región, como mercurio, cobre, cromo hexavalente y plomo, entre otros. Para identificar aquellos parámetros de mayor relevancia, se recomienda realizar un análisis que incluya todos los metales presentes en la norma para agua potable y luego monitorear aquellos que sean más perjudiciales (i.e. metales pesados) en concentraciones altas.

9. BIBLIOGRAFÍA

[1] American Public Health Association (APHA), 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition. APHA - Washington DC.

[2] Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Chile, 1984. NORMAS OFICIALES PARA LA CALIDAD DEL AGUA CHILE

[3] Organización Mundial de la Salud (OMS), 2003. *HARDNESS IN DRINKING-WATER*. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/6).

[4] Marcelo Andía y Gustavo Lagos, "Costo de Cierre de Tranques de Relave en Chile", Centro de Minería, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2001.

10. AGRADECIMIENTOS

A los profesores, que ofrecieron su conocimiento, equipos y tiempo para colaborar con esta iniciativa: Víctor Cifuentes G., Vicedecano de la Facultad de Ciencia de la U. de Chile; María Inés Toral P., Laboratorio de Química Analítica, Facultad de Ciencias de la U. de Chile; Irma Vila P., Laboratorio de Limnología, Facultad de Ciencias de la U. de Chile; Vilma Barrera, Laboratorio de Limnología, Facultad de Ciencias de la U. de Chile; Patricio Jara, Laboratorio de Luminiscencia, Facultad de Ciencias de la U. de Chile; Gabriela Castillo M., Laboratorio de Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile; Viviana Lorca M., Laboratorio de Calidad de Aguas, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la U. de Chile.

A nuestros compañeros de viaje que ofrecieron su tiempo, esfuerzo y conocimientos: Gabriela Collao B., Ingeniero Civil Hidráulico de la U. de Chile y Felipe Ruiz L., estudiante de Medicina, U. de Chile.

11. APENDICE



Figura 2. Residuos dejados por el vertimiento de los relaves producto del terremoto en el sector de Hacienda Las Palmas



Figura 3. Toma de muestras de agua en los alrededores de la Hacienda Las Palmas



Figura 4. Toma de muestras en el estero San Josito, sector de Botalcura.



Figura 4. Toma de muestras de agua en el estero Los Puercos, sector Puente Pencahue



Figura 5. Toma de muestras de agua en los alrededores del Puente Pencahue.