

EJEMPLO 7 (DERRAME DE LIXIVIADOS): REBALSE DE LAGUNA DE CONTENCION DE LIQUIDOS PERCOLADOS

1 ANTECEDENTES

En la Región Metropolitana (RM), el día 2 de Julio durante un episodio de mucha lluvia se generó una emergencia en un relleno sanitario producto del rebalse de una laguna de contención de líquidos percolados. El volumen derramado de lixiviados se estima en 800 m³, durante 24 horas.

El líquido percolado escurrió a través de una quebrada llegando a un valle ubicado a 800 m aguas abajo. En el valle hay un condominio que alberga a 10 familias, un fundo con 10 hectáreas de almendros (cuya producción esta destinada a la exportación) y pastan 30 cabezas de ganado.

2 RECEPCION DE AVISO DE LA EMERGENCIA

El personal del SAG RM es notificado de la emergencia el día 3 de Julio en la mañana. Considerando que puede generarse un perjuicio sobre la calidad del suelo, cursos hídricos, la actividad agrícola y ganadera del sector, el Comité Técnico Intersectorial de la RM solicita la participación del SAG.

3 PREPARACION DE LA VISITA A TERRENO

3.1 Formación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo estará conformado por dos personas:

- El Sr. Juan Pérez, como encargado de la visita a terreno;
- Sr. Pedro Soto el encargado de apoyar las acciones desde el gabinete.

La función del Sr. Soto se limita a recopilar algunos antecedentes generales y estar disponible en la oficina (telefónicamente), en caso de preguntas. Además, facilitará la comunicación con los otros organismos.

3.2 Información Preliminar sobre las Sustancias Comprometidas

Para el caso del evento, la sustancia no es pura y su composición es desconocida pese a que pueden considerarse parámetros de referencia.

En forma preliminar se dispone de la siguiente información:

Empresa Responsable del transporte	: ACME Ltda.
Tipo de sustancia	: Líquido percolado
Estado físico	: mezclado con agua
Características físicas de la sustancia:	
Densidad	: 1
Volatilidad	: baja
Solubilidad en agua	: alta
Log Kow	S/I
Log Koc	S/I
Precauciones de manejo y seguridad	
Posibles efectos sobre la salud	S/I
Cantidad de sustancia almacenada	S/I
Cantidad de sustancia derramada	: 800 m ³

La composición de lixiviados, los niveles de contaminantes orgánicos (DBO₅, DQO), inorgánicos (metales, sales) y microbiológicos (coliformes totales, fecales) puede ser muy variable. En la Tabla 1 se presenta una composición típica de lixiviados de un relleno sanitario.

La información es verificada a través de la solicitud de información a la empresa, quién debiera enviar los controles de percolados a CONAMA. Sin perjuicio de lo anterior, es indispensable efectuar análisis en laboratorio para determinar la composición de los lixiviados derramados.

TABLA 1:
COMPOSICIÓN TÍPICAS DE LÍQUIDOS PERCOLADOS

PARÁMETRO	CARACTERIZACIÓN DE PERCOLADOS EN UN RELLENO SANITARIO (mg/l) ⁽¹⁾		
	NUEVO (menos de 2 años)		MADURO (mayor de 10 años)
	Rango ²	Típico ³	
Ph	4,5 – 7,5	6	6,6 – 7,5
DBO ₅	2.000 – 30.000	10.000	100 – 200
DQO	3.000 – 60.000	18.000	100 – 500
Sólidos en suspensión	200 – 2.000	500	100 – 400
Nitrógeno orgánico	10 – 800	200	80 – 120
Nitrógeno amoniacal	10 – 800	200	20 – 40
Nitrato	5-40	25	5 – 10
Fósforo	5 – 100	30	5 – 10
Ortofosfato	4 – 80	20	4 – 8
Alcalinidad como CaCO ₃	1.000 – 10.000	3.000	200 – 1.000
Dureza total como CaCO ₃	300 – 10.000	3.500	200 – 500
Calcio	200 – 3.000	1.000	100 – 400
Magnesio	50 – 1.500	250	50 – 200
Potasio	200 – 1.000	300	50 – 400
Sodio	200 – 2500	500	100 – 200
Cloro	200 – 3.000	500	100 – 400
Sulfatos	50 – 1.000	300	20 – 50
Total hierro	50 – 1.200	60	20 – 200

Fuente: Relleno Sanitario de la Región Metropolitana y según Tchobanoglous et al., 1994)

Notas: (1) Excepto el pH que no tiene unidades

(2) Corresponde a un rango típico en rellenos con residuos domiciliarios. No obstante, la literatura indica para algunos casos valores máximos más altos.

(3) Valores típicos para los vertederos nuevos variarán según el estado metabólico del relleno.

3.3 Características del Lugar (donde se produjo el evento)

Según la información proporcionada en la convocatoria de emergencia, el evento se habría producido en la zona sur de Santiago, en el km 40 de la Ruta 5 Sur a aproximadamente 5 km al oeste de la comuna de Mirasur.

En forma paralela a la visita a terreno, el encargado de gabinete (Sr. Pedro Soto) recopila algunos antecedentes generales sobre la zona potencialmente impactada: *Cartografía IGM, foto aérea del SAF*, encontrando lo siguiente:

- El entorno a la zona del evento es eminentemente agrícola;
- La napa freática en el valle se encuentra a aproximadamente 40 m de profundidad;
- El nivel de precipitaciones en la zona es del orden de los 500 mm anuales concentrándose entre Junio y Agosto;
- La dirección predominante del viento es hacia el sur;
- En la zona no han ocurrido otros eventos de emergencia.

3.4 Equipamiento para terreno

- Overoll;
- Guantes;
- Casco;
- Mascarilla;
- Bolsas plásticas para muestreo de suelos, especies de flora y fauna
- Frascos para muestras de aguas;
- Cooler;
- Pala;
- Equipo GPS;
- Cámara fotográfica; y
- Ficha para evaluación rápida.

3.5 Otros

El encargado de terreno, debe contar con los números de teléfono de la empresa responsable, del jefe de operaciones y contacto en la municipalidad. Antes de acudir a terreno (a las 15:00 de la tarde) debe coordinarse con el encargado municipal, para que éste le acompañe en la visita a terreno.

4 EJECUCIÓN DE LA VISITA A TERRENO

Durante la visita a terreno el funcionario completará y verificará los siguientes antecedentes:

4.1 Área Directamente Impactada

El derrame directo abarcó una superficie aproximada de 18.000 m² (60 metros de ancho por 300 m de largo), donde gran parte de ella se encuentra en la pendiente del cerro.

El volumen de lixiviados derramados fue estimado en 800 m³ (según lo informado por el titular del proyecto). Es importante tener presente que la lluvia causó una dilución de estos lixiviados, es decir un caudal mayor, con niveles de contaminantes menores.

Aún cuando parte de los líquidos percolados escurrieron por la quebrada, es probable que gran parte del derrame contaminó el mismo terreno donde opera el relleno (absorbido por la tierra). No es factible determinar el volumen de suelo contaminado.

En la zona del incidente existe una quebrada que habría conducido la escorrentía superficial hacia la zona de un canal de regadío que se encuentran a una distancia no mayor de 30 m de una de las casas del condominio, a 60 m de una zona donde hay plantaciones de almendros, y a 50 m de una zona donde pastan animales para producción de leche (ver croquis adjunto).

4.2 Reconocimiento del Área Potencialmente Impactada

En el reconocimiento en terreno se obtiene la siguiente información:

Drenaje superficial

El relleno sanitario está emplazado en una pequeña subcuenca; las pendientes del terreno aguas abajo son del orden de un 30%.

Aguas Superficiales

Existe un canal de riego que es receptor de las aguas lluvias que fluyen desde la quebrada. No hay otros cursos de agua cercanos.

Aguas Subterráneas

El condominio se abastece de aguas de pozo para el consumo de agua potable. El nivel estático del pozo más cercano a la quebrada (que se encuentra a 100 m del canal de regadío) se encuentra a 25 m de profundidad.

Actividades Agrícolas y Ganadera

El sector de los almendros es regado con aguas del canal de regadío y aguas de un pozo ubicado en el mismo predio (ver arriba).

Para la crianza del ganado se utiliza el agua del pozo (no beben agua del canal de regadío), pero pastan en un terreno que se riega con agua del canal, ubicado a 150 m aguas abajo de la zona de descarga de la quebrada.

Otros

- No hay especies en algún grado de conservación en la zona.

4.3 Estratigrafía del Terreno

La estratigrafía del terreno se observa en los corte del terreno:

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| • Una capa de tierra vegetal | 0 - 30 cm, |
| • Arcilla mezclada con gravas | 30 - 70 cm; |

- Grava > 70 cm

En la medida que se avanza en dirección aguas abajo, va aumentando el espesor del estrato de tierra vegetal. La capa superficial de tierra vegetal es limo-arcillosa, pero tiene muchos raíces y grietas. La permeabilidad del material subyacente es mediana a alta (entre 10^{-3} a 10^{-4} m/s).

4.4 Muestreo Preliminar

El objetivo del muestreo preliminar es verificar hasta donde se propagó la contaminación. El muestreo sugerido en este caso es el siguiente:

- a) Muestra del suelo a 1 m de profundidad en la zona en que se produce la descarga a la quebrada;
- b) Muestra superficial del suelo a los 100 m aguas abajo de la quebrada;
- c) Muestra de suelo fuera de la zona impactada;
- d) Muestra de suelo a 3 m de profundidad;
- e) Aguas subterráneas del pozo de agua potable que abastece el condominio;
- f) Aguas subterráneas del pozo de agua potable que abastece el predio con ganado;
- g) Aguas del canal de regadío;
- h) Muestra de agua tomada en el canal a 500 m aguas abajo; y
- i) Muestra de agua tomada en el canal a 100 m antes de la descarga de la descarga.

Inicialmente, solo se enviarán a laboratorio las muestras b), d) y g) (para el análisis de los parámetros pH, DBO₅, DQO, compuestos fenólicos, mercurio, plomo, níquel, zinc); las demás muestras se analizarán en la medida de detectar niveles significativas de contaminantes.

El funcionario tomará las **coordenadas de los puntos de muestreo** con GPS y las indicará en el croquis (ver Figura adjunta). Además, tomará un registro fotográfico de los puntos de muestreo (cuidando de tener referencias de tamaño para poder apreciar la amplitud del objeto a mostrar).

4.5 Medidas Inmediatas

Las medidas inmediatas tienen por objetivo el control de la descarga de lixiviados y, una vez superado la emergencia inicial, la minimización de eventuales impactos a las aguas superficiales del sector. Las medidas de control del derrame debieran ser implementadas por la empresa responsable del incidente (basado en el plan de emergencia del proyecto de relleno sanitario):

- Cerrar las válvulas de paso de líquido percolado desde el relleno a las piscinas de acumulación; y
- Recircular los líquidos percolados hacia el relleno sanitario (por bombeo);
- Construir pretils de contención entorno a las piscinas de líquidos lixiviados para evitar el ingreso de agua a las piscinas.

Las medidas tendientes a minimizar la propagación de los contaminantes o los riesgos para la población incluyen:

- Avisar a los vecinos de la quebrada para evitar el uso del agua del canal de regadío;
- Efectuar un monitoreo de los pozos de agua potable y agua de regadío;
- Tratar de recuperar la descarga de la quebrada bombeándolo hacia un estanque;

Además, es necesario efectuar reparaciones o mejoramientos de la laguna de retención para evitar el rebalse a futuro. La empresa debería entregar un informe detallado sobre las causas de la emergencia.

Los suelos contaminados y la tierra utilizada para contener el derrame en el área directamente impactada deberían ser removidos y dispuestos en un lugar autorizado (por ejemplo el relleno sanitario). Para tal efecto, se requiere la excavación de los suelos contaminados hasta una profundidad de 1 m aproximadamente.

A pesar de requerir autorización sanitaria para la disposición de los suelos (y una caracterización previa), la naturaleza de la contaminación es conocida. Por lo tanto sería posible disponer los suelos contaminados en el mismo relleno sanitario.

5 ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS RIESGOS AMBIENTALES

5.1 Relación Fuente v/s Medio Receptor

En primer lugar, se establecerá la relación entre la fuente de impacto y medio receptor:

- La exposición directa al derrame de lixiviados puede afectar al ganado, la vegetación y flora terrestre, las personas presentes en el lugar y los sectores directamente expuestos (usos de suelo habitacional, agrícola y ganaderos).
- El arrastre de contaminantes con el viento (olores) puede afectar a la calidad de aire, ciertos usos del suelo (habitacional), la seguridad y el bienestar de las personas;
- El arrastre de la contaminación por las aguas superficiales puede afectar la calidad del agua superficial, las plantaciones agrícolas, la calidad y uso del suelo (aspectos socio-económicos como por ejemplo pérdidas de cosecha o perjuicio al imagen de los productos agrícolas).
- La infiltración al subsuelo puede afectar a la calidad del suelo, el agua subterránea, el uso del suelo, socio-economía y seguridad de las personas. Debido al uso de las aguas para la bebida de animales y regadío también puede afectar a la agricultura y ganadería.

Los usos de suelo que podrían ser afectados son: habitacional, agrícola y ganadero.

La existencia de relación entre las vías de propagación y la componente ambiental se indica en la Tabla 2.

5.2 Magnitud de la Fuente de Impacto

La magnitud de la fuente de impacto (M) se clasifica en **alta (100 puntos)**, debido al volumen de más de $250 m^3$ de lixiviados.

5.3 Probabilidad de Propagación

En forma preliminar, el funcionario analizará las diferentes vías de propagación de la contaminación:

Exposición Directa

El impacto directo sobre la vegetación en la zona del derrame (dentro del predio del relleno sanitario) es cierto (probabilidad 100%). Es necesario cuantificar la magnitud de la contaminación, evaluar medidas de saneamiento (por ejemplo la remoción de los

suelos contaminados) y tomar resguardos para evitar el acceso de personas durante el período de limpieza.

Aún así, lo que interesa en el análisis de riesgos son los efectos a componentes ambientales fuera del predio: Dado que el derrame llegó muy cerca de zonas habitacionales, agrícolas y ganaderas (sin haberlas alcanzado), la probabilidad de una exposición directa al contaminante se clasifica como **media (50 puntos)**.

Arrastre con el Viento

El contaminante no se propaga por el aire, pero existe el riesgo de un arrastre de compuestos aromáticos molestos para la población (olores). La probabilidad de una propagación de contaminantes odoríferos se considera mediana (**50 puntos**).

Arrastre con Aguas Superficiales

La descarga de lixiviados parece haber alcanzado el canal de regadío, razón por la cual la probabilidad de propagación con aguas superficiales se considera **alta (100 puntos)**.

Infiltración al Subsuelo

Debido a la estratigrafía de los terrenos en la zona que son de alta permeabilidad el riesgo de producir un impacto por infiltración es **alto (100 puntos)**

5.4 Vulnerabilidad de Componentes Ambientales

A partir de los cuadros incluidos en el capítulo IV se otorga el puntaje a la componente afectada en relación a su vulnerabilidad (indicado en la 1º columna de la Tabla 2).

Suelo

Debido al uso agrícola, ganadero y habitacional, la vulnerabilidad de los suelos se considera alta (puntaje **100**).

Aire

Esta componente se ve afectada fundamentalmente por la emanación de olores. La ventilación del sector permite una dispersión de los olores (cuyo impacto debería ser transitorio). La localidad más cercana corresponde al condominio (10 casas). La vulnerabilidad del componente aire es **media (puntaje 50)**

Aguas Superficiales

Considerando la proximidad y usos agrícolas de las aguas del canal de regadío, la vulnerabilidad de la componente es **alta** (Puntaje **100**).

Aguas Subterráneas

Para establecer la vulnerabilidad de la componente, se debe tener presente que:

- La napa freática en el valle se encuentra a aproximadamente 25 m de profundidad;
- La existencia de pozos de agua potable, cercanos al lugar del evento.

El subsuelo tiene una alta permeabilidad; debido a la profundidad de la napa y la existencia de una capa superficial de suelos limo-arcillosos la vulnerabilidad de aguas subterráneas se consideran como **media** (puntaje **100**).

Vegetación y Flora del lugar

No hay antecedentes de vegetación nativa en la quebrada afectada, por lo cual la vulnerabilidad de la componente se considera **baja** (puntaje **10**)

Uso del suelo

El uso de suelo en la zona corresponde principalmente a suelo agrícola y ganadero. No obstante, es importante tener presente que los cultivos no son a ras de superficie (se trata de frutales). El uso agrícola y ganadero puede ser afectado si se contamina la calidad del agua utilizada para riego y la calidad del suelo.

Por lo tanto, la vulnerabilidad de la componente se considera **alta** (puntaje **100**).

Socioeconomía

En el sector existen un condominio poblado, un predio con plantación de almendros y un sector de crianza de ganado productor de leche. De estar contaminado el terreno en esa zona y sus aguas subterráneas se afectaría la salud y calidad de vida de las personas que habitan el sector y consecuentemente la plusvalía de sus hogares. Además, de afectarse la calidad de agua del canal de riego y de los terrenos se puede afectar el precio de venta de la producción de almendras y la salud del ganado. Por lo tanto, existe una vulnerabilidad importante sobre la componente que preliminarmente se puede calificar como **alta** (puntaje **100**).

Otras Componentes

El reconocimiento en terreno permitió descartar o calificar de baja vulnerabilidad a las demás componentes ambientales:

- Fauna terrestre
- Flora y fauna acuática
- Socio-economía

No hay usos habitacionales, industriales o turísticos del área.

5.5 Priorización de los Riesgos Ambientales

Luego en la matriz se estima la magnitud del riesgo ambiental (RA), para ello se aplica el producto entre la relación existente entre vía de exposición y componente ambiental (R) y la raíz cúbica del producto entre el puntaje asociado a la vulnerabilidad (V), el puntaje asociado a la probabilidad que se propague por cierta vía de exposición (P) y la magnitud de la fuente: Esta relación se expresa de la siguiente manera:

$$RA = R * (V * P * M)^{1/3}$$

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. Para la priorización de los riesgos ambientales se considera el máximo entre los valores de riesgo ambiental, obtenidos para cada componente ambiental analizada. Para ello se utiliza la siguiente escala:

- Puntaje de 75 a 100 = Muy Alta
- Puntaje de 50 a 74 = Alta
- Puntaje de 25 a 49 = Medio
- Puntaje de 1 a 24 = Bajo

Las componentes en mayor riesgo son el agua superficial, subterránea, la calidad y usos de los suelo. Le siguen la seguridad de las personas, además del impacto socio-económico para los agricultores.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRELIMINARES

Dado que el proyecto entró al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, hay medidas de reparación establecidas en la Resolución de Calificación Ambiental.

En todo caso, los suelos contaminados en el sector de derrame deben ser removidos lo antes posible para evitar la propagación de los contaminantes con las aguas lluvia; estos suelos pueden ser dispuestos en un lugar autorizado por el Servicio de Salud (por ejemplo el mismo relleno sanitario).

Para verificar el grado de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas del sector se debe realizar un monitoreo de los siguientes puntos:

- Aguas del canal de regadío,
- Pozo de agua potable;
- Pozo de agua para riego;

Se recomienda efectuar un seguimiento de la calidad de agua de estos puntos por un período mínimo de 1 año.

Los parámetros de análisis incluyen: hidrocarburos fijos, sólidos totales disueltos, compuestos fenólicos, cromo, cadmio, plomo, manganeso, zinc, DBO₅, DQO. Los muestreos y análisis deberían ser realizados por una empresa autorizada por el Servicio de Salud.

El titular debería efectuar un estudio hidrogeológico, análisis de los riesgos de propagación y evaluación de impacto para la calidad de agua de los pozos (es decir una Investigación Detallada Fase II).

Finalmente, para evitar rebalses o problemas operacionales a futuro, es necesario efectuar reparaciones o mejoramientos de la laguna de retención de lixiviados. El titular del proyecto debería entregar un informe detallado sobre las causas de la emergencia.