



GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO


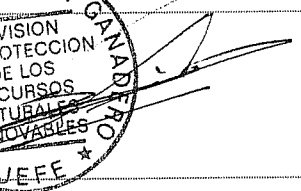
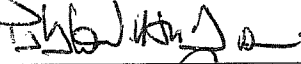
G-PR-GA-001



MINISTERIO DE AGRICULTURA
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

TABLA DE RESPONSABILIDADES

	Nombre	Cargo	Firma
Elaboración	Mario Ahumada Campos	Jefe Subdepartamento: Gestión Ambiental	
Revisión			
Técnica	Fernando Baeriswyl Rada	Jefe de División	
NCh-ISO 9001:2000	No Aplica	Encargados/as de Procesos	
Regional y central	<p><i>Este documento fue consultado con las siguientes Direcciones Regionales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Región de Arica y Parinacota, Región de Tarapacá, Región de Antofagasta, Región de Atacama, Región de Coquimbo, Región de Valparaíso, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Región del Maule, Región del Bío-Bío, Región de la Araucanía, Región de Los Lagos, Región de Los Ríos, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Región de Magallanes y Antártica Chilena, y Región Metropolitana de Santiago.</i> <p><i>y con la División de Planificación y Desarrollo Estratégico</i></p>		
Jurídica	Pablo Willson Avaria	Jefe de División Jurídica	
Aprobación	Víctor Venegas Venegas	Director Nacional	
Fecha de entrada en vigencia:	26-Julio-2010		Versión 02

Índice

1. Objetivos	4
2. Alcance	4
3. Definiciones.....	4
3.1. Definiciones	4
4. Marco legal, referencias normativas y documentos relacionados	5
4.1. Normas jurídicas de competencias del SAG	5
4.2. Referencias técnicas	5
5. Aplicación de efluentes agroindustrias al suelo.....	5
5.1. Descripción del proyecto	6
5.2. Antecedentes ambientales del proyecto	7
5.2.1. Plan de Aplicación de efluentes en suelos.....	8
5.3. Plan de Seguimiento	9
6. Aplicación al suelo de purines de explotaciones y manejo ganadero	10
6.1. Descripción del proyecto	11
6.2. Antecedentes ambientales del proyecto	12
6.2.1. Plan de aplicación de purines al suelo	12
6.3. Plan de Monitoreo	14
7. Aplicación de residuos líquidos mineros o efluentes mineros al suelo	15
7.1. Descripción del proyecto	15
7.2. Línea Base	16
7.3. Evaluación Ambiental.....	17
7.4. Medidas Ambientales.....	18
7.4.1. Requisitos o condiciones de la aplicación.....	18
7.4.2. Plan de Aplicación del Rim en Suelos	19
7.5. Plan de Monitoreo	21
8. Bibliografía	22
9. Control de cambios	23

1. Objetivos

El propósito de este documento es contribuir a la homologación de criterios técnicos en la evaluación ambiental de Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental de proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) que *consideren la aplicación de efluentes en suelos*.

2. Alcance

Este documento contiene recomendaciones técnicas para la elaboración de los Informes que, fundadamente deben emitir los funcionarios de las Direcciones Regionales, Oficinas Sectoriales y de DIPROREN a solicitud de la Autoridad Ambiental.

3. Definiciones

3.1. Definiciones

Aplicación de efluentes al suelo:

Aplicación controlada de efluentes al suelo, con objetivo de riego, la cual se realiza bajo un Plan de Aplicación con las medidas tendientes a no generar efectos adversos significativos en la calidad de los suelos, las aguas superficiales y subterráneas.

Efluentes:

Líquidos residuales generados en procesos productivos o de servicios, sean éstos industriales, mineros, agroindustrias, ganadería (purines), pesca, o de otras actividades, que son aplicados al suelo.

4. Marco legal, referencias normativas y documentos relacionados

4.1. Normas jurídicas de competencias del SAG

- D.L. N° 3.557, de 1980, Ley de Protección Agrícola: Establece que “Los establecimientos industriales, fabriles y mineros y cualquier otra entidad que manipule productos susceptibles de contaminar la agricultura, deberán adoptar oportunamente las medidas técnicas y prácticas que sean procedentes a fin de evitar o impedir la contaminación” (art. 11).
- Ley N° 18.755, de 1989 y sus modificaciones, Orgánica del SAG.
- Ley N° 19.300, de 1994, Ley General de Bases del Medio Ambiente y *sus modificaciones*
- D.S. N° 95, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (DO 07.12.02), Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

4.2. Referencias técnicas

- Norma Chilena NCh 1.333/78, del INN, Oficializada por el D.S. N° 867 y por DS N° 105, de 1987, del Ministerio de Obras Públicas. Requisitos del agua de riego.

5. Aplicación de efluentes agroindustrias al suelo

Los criterios de evaluación que se presentan a continuación, se refieren a la aplicación en suelo, de efluentes generados en procesos como elaboración de vinos de la industria vitivinícola, procesos agroindustriales de frutas y hortalizas y *producción pecuaria*.

5.1. Descripción del proyecto

- Ubicación geográfica del establecimiento (UTM: Datum WGS 84 y Huso), identificando el contorno de éste (vértices del polígono).
- Descripción general de los procesos productivos unitarios, con énfasis en aquellas fases donde se generan o se prevé la generación de los riles. Especificando los requerimientos de materia prima, agua e insumos en cada proceso.
- Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) y giro específico asociado a la generación de residuos líquidos.
- Descripción general de los tratamientos para abatir los *elementos críticos* que permitirán alcanzar los valores de concentración comprometidos en el proyecto.
- Caudal y temporalidad de la generación del residuo líquido.
- Caracterización física y química del residuo líquido antes y después del tratamiento, considerando los parámetros críticos de estos riles, los cuales dependerán del CIIU y tipo de proceso productivo.
- *Descripción de la zona de aplicación de efluentes caracterizando al menos las siguientes aspectos:*
 - o *Descripción de los usos actuales y potenciales del suelo*
 - o *Cartografía de recursos hídricos subterráneos del área de influencia del proyecto.*
- Estudio agrológico del sitio de aplicación a nivel de detalle (escala 1: 10.000), que entrega la Serie y las Clases de Capacidad de uso del suelo.
- Caracterización climática: precipitación mensual, evaporación potencial mensual y evaporación efectiva mensual de la zona del proyecto.
- Red hidrológica y distancias a cursos de aguas superficiales, incluyendo canales de regadío.

Otros antecedentes y/o requisitos que puedan ser exigibles por parte de otros Servicios con competencia ambiental, tales como profundidad de napa subterránea, diseño de embalses para acumulación de efluentes, entre otros.

5.2. Antecedentes ambientales del proyecto

En este capítulo corresponde demostrar que el proyecto no generará impactos negativos, o en su defecto deberá presentar las medidas ambientales que se hagan cargo de los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables, en particular respecto a factor limitante representado por él o los parámetros críticos.

Los antecedentes de referencia en términos generales, son los que se presentan a continuación:

a) Concentración máxima recomendada de parámetros en los efluentes de agroindustrias

Parámetro Químico	Unidad	Valor máximo Recomendado
Aceites y Grasas (A&G)	mg/L	10
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	600
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5
Fenoles	mg/L	41
Sólidos Suspendidos Biodegradables	mg/L	80
<i>Sólidos Suspendidos Totales</i>	<i>mg/L</i>	<i>80</i>
<i>pH</i>		<i>6,0 a 9,0</i>
<i>Temperatura</i>	<i>°C</i>	<i>35</i>

Fuente : Guía: Condiciones básicas para aplicación de efluentes de agroindustrias en riego”, ATM Ingeniería, 2004, con modificaciones incorporadas por el SAG.

b) En el caso que se supere el valor de DBO₅ antes señalado, se utiliza como referencia la aplicación de una carga orgánica máxima de:

Parámetro crítico	Carga orgánica máxima
DBO ₅	112 Kg/ ha*día.

Fuente : Guía: Condiciones básicas para aplicación de efluentes de agroindustrias en riego”, ATM Ingeniería, 2004, con modificaciones incorporadas por el SAG.

#

5.2.1. Plan de Aplicación de efluentes en suelos

En la descripción del proyecto se considera la presentación de un Plan de Aplicación de efluentes al Suelo, que incluya entre otros antecedentes:

- Balance hídrico: *que considere las condiciones climáticas* que demuestre que se alcanzará un equilibrio y estabilidad interanual entre los volúmenes de efluentes generados (y/o acumulados) y los volúmenes aplicados en suelos, que contenga:
 - o Oferta hídrica: Caudal a aplicar al suelo y estacionalidad o período de la aplicación.
 - o Demanda hídrica de acuerdo a las especies vegetales indicando los Kc utilizados según región y estado fisiológico.
- Estimación de la superficie necesaria para su aplicación, sustentado en un balance hídrico, *balance de masa*, tasa de aplicación y características de los suelos: Textura superficial, profundidad efectiva, estructura, presencia de estratas impermeables, densidad aparente, drenaje, permeabilidad, además de otros factores tales como: pendiente, topografía, entre otros.
- Sectorización de las áreas de aplicación del efluente: Ubicación geográfica de los sitios que dispone el proyecto para la aplicación de los riles, identificando el contorno de éste (vértices del polígono) (UTM: Datum WGS 84 y Huso) y su representación en un plano a escala predial.
- Definición del sistema de aplicación de efluentes al suelo sustentado en criterios técnicos y agronómicos, que permita evitar riesgos de saturación del suelo, indicando entre otros factores los siguientes:
 - o Relación entre los tiempos de aplicación y las frecuencias, de acuerdo a las características de los suelos del área de aplicación.
 - o *Según el método de aplicación (sistema de riego) señalar la eficiencia de riego y la fuente bibliográfica que respalda el valor.*
 - o Descripción de las prácticas agronómicas y/o culturales (uso de maquinaria y otras labores) que permitan su distribución homogénea, control de la velocidad de avance del efluente aplicado en el suelo e impidan la formación de costras orgánicas en la superficie, en los casos que corresponda.

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

- Estacionalidad de la aplicación: *Se debe relacionar la época del año en la que se genera el ríl con la factibilidad agronómica y climática de ser aplicado en el suelo.*
- *Estimación de la capacidad de embalsamiento requerido para acumular los efluentes, diseño de la infraestructura necesaria para la acumulación del efluente en aquellos casos tales como: época de lluvia donde no puede ser aplicación.*
- Control de escurrimiento superficial: zanjas perimetrales, otras.
- Características del sitio de aplicación que permitan evitar riesgos, entre otras:
 - o No estar expuestos a inundaciones periódicas y/o afloramientos de agua.
 - o Terrenos con pendiente igual o inferior 15 %, *en caso contrario*, contar con medidas que aseguren que no existirá escorrentía a cursos de agua superficial, *respaldado con mapas de pendiente.*
 - o Emplazamiento a una distancia a *cuerpos de agua superficiales naturales o artificiales mayor o igual a 15 m.*
 - o Contar con un a plan de contingencias o de control de accidentes.

5.3. Plan de Seguimiento

El diseño del Plan de Monitoreo considera lo siguiente:

- Caracterización del efluente: Considera los parámetros críticos del efluente de muestras captadas en el punto de salida del sistema de tratamiento.
- Frecuencia de muestreos: El número total de muestreos se define en función del caudal de aplicación del efluente en suelo *y la composición del ríl*, y se distribuyen en forma proporcional a la aplicación de riles durante el año.

#

- Los métodos de análisis son los establecidos en el D.S. N° 90/00.
- Registro del caudal del efluente: se refiere a la mantención de un registro de los caudales de efluente aplicados al suelo, para lo cual se requiere la instalación de caudalímetros.

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

- En los casos que corresponda, además de lo anteriormente señalado, se requiere contar con un registro que permita verificar que la carga orgánica aplicada al suelo, no supera el valor de referencia, que contenga al menos con la siguientes información:
 - o Concentración de DBO₅ del efluente aplicado
 - o Superficie y ubicación de terrenos donde se aplica el efluente y tipo de cultivo.
 - o Determinación de la carga orgánica: Cálculo de la DBO₅ (kg /ha*día) aplicada al suelo, en base a la concentración de DBO₅ contenida en el efluente (mg/l), el caudal del efluente aplicado y la superficie de los terrenos donde se aplica el efluente.
- En aquellos casos en el que se aplica el rill en sectores con plantas perennes evaluar la condición de la cobertura vegetal para corregir daños por exceso de humedad, ejemplo muerte de árboles.

6. Aplicación al suelo de purines de explotaciones y manejo ganadero

Los efluentes o purines generados en plantales porcinos, corresponden a la mezcla de excretas animales líquidas y sólidas, agua de lavado de pisos, y restos de cama animal; paja, viruta u otro material.

Los efluentes o purines generados en explotaciones de bovinos en lecherías, corresponden a mezclas de excretas animales líquidas y sólidas, agua de lavado de pisos y de sala de ordeña.

Los efluentes o purines generados en ferias ganaderas corresponden a mezclas de excretas animales líquidas y sólidas

Los criterios de evaluación que se presentan a continuación se refieren a la aplicación de efluentes generados principalmente en plantales de explotaciones ganaderas en suelos:

6.1. Descripción del proyecto

- Ubicación geográfica del establecimiento (UTM: Datum WGS 84 y Huso), identificando el contorno de éste (vértices del polígono).
- Descripción general de los procesos productivos unitarios, con énfasis en aquellas fases donde se generan o se prevé la generación de los purines, *especificando los requerimientos de materia prima, agua e insumos en cada proceso.*
- Descripción general de los tratamientos o sistemas de abatimiento de los parámetros críticos que permitirán alcanzar los valores de concentración comprometidos en el proyecto.
- Caudal y temporalidad de generación de purines en el proyecto.
- *Caracterización física y química del residuo líquido antes y después del tratamiento, considerando los parámetros críticos de estos riles, los cuales dependerán del CIU y tipo de proceso productivo.*
- *Descripción de la zona de aplicación de efluentes caracterizando al menos las siguientes aspectos:*
 - o *Descripción de los usos actuales y potenciales del suelo*
 - o *Cartografía de recursos hídricos subterráneos del área de influencia del proyecto.*
- Estudio agrológico del sitio de aplicación a nivel de detalle (escala 1: 10.000), que entrega la Serie y las Clases de Capacidad de uso del suelo.
- Caracterización climática: precipitación mensual, evaporación potencial mensual y evaporación efectiva mensual de la zona del proyecto.
- Red hidrológica y distancias a cursos de aguas superficiales, incluyendo canales de regadío.
- Otros antecedentes y/o requisitos que puedan ser exigibles por parte de otros Servicios con competencia ambiental, tales como profundidad de napa subterránea, diseño de embalses para acumulación de efluentes, entre otros.

6.2. Antecedentes ambientales del proyecto

En este capítulo corresponde demostrar que el proyecto no generará impactos negativos, o en su defecto *deberá presentar* las medidas ambientales que se hagan cargo de los efectos adversos significativos sobre los recursos naturales renovables, *en particular respecto al factor limitante representado por el o los parámetros críticos.*

#

Los antecedentes de referencia en términos generales, son los que se incluyen en el Plan de aplicación de purines, que se describe a continuación:

6.2.1. Plan de aplicación de purines al suelo

El Plan de aplicación de purines debe estar basado en el análisis integrado del balance de nitrógeno y del balance hídrico. De estos dos balances se debe seleccionar aquel que represente el factor más limitante para la aplicación.

1. Balance de nitrógeno:

Dicho balance debe entregar la tasa de aplicación de nitrógeno por ha, calculada con base en las estimaciones de entradas y salidas de nitrógeno del sistema suelo-agua-planta del área de aplicación.

Entre las entradas de nitrógeno al sistema, se debe considerar la fertilidad natural del suelo (contenido de Nitrógeno total), que debe evaluarse al inicio de cada temporada de aplicación a través de muestreo y análisis de suelo. Un segundo aporte lo constituye el N atmosférico que normalmente se estima por bibliografía.

Entre las salidas de nitrógeno del sistema se debe considerar la volatilización y la extracción por parte de las plantas. Se debe justificar por bibliografía los requerimientos de nitrógeno de cada cultivo asociándolo a un rendimiento potencial esperado.

El balance de N no debe incluir las pérdidas por lixiviación como parte de las salidas de este balance, por cuanto se permite en el plan de aplicación la disposición de hasta 1,4 toneladas de nitrógeno por hectárea, por sobre los requerimientos del sistema, valor que incluye pérdidas por lixiviación.

2. Balance hídrico:

Debe indicar la cantidad de agua que se debe aplicar al suelo, en función de la época del año y de las características climáticas de la zona en la que se ubica el proyecto. Estos antecedentes son fundamentales para definir la tasa y frecuencia de riego considerando los siguientes aspectos técnicos:

Oferta hídrica:

Caudal a aplicar al suelo (m³/día) y estacionalidad o período de la aplicación. Este punto es muy importante ya que es necesario considerar la necesidad de complementar el riego de una determinada superficie con agua de riego y no de purines en aquellos casos en los que se sobrepase la cantidad de nitrógeno residual que se acepta en el suelo para la temporada.

Demanda hídrica:

De acuerdo a las especies vegetales indicando los Kc utilizados y su fuente bibliográfica (estado sanitario, vigor y cobertura de plantas).

3. Tasa de aplicación, período y frecuencia de aplicación al suelo: en base a las características del sistema de aplicación y de los suelos: textura superficial, profundidad efectiva, estructura, presencia de estratas impermeables, densidad aparente, drenaje, permeabilidad, además de otros factores tales como: pendiente, topografía, entre otros.
4. Superficie necesaria para su aplicación, *la que se determinará de acuerdo con los resultados obtenidos del análisis realizado entre el balance de nitrógeno total y el balance hídrico. Se seleccionará el balance que no sobrepase los requerimientos de nitrógeno total o la demanda hídrica del cultivo. Para estos efectos se debe tener en cuenta que el valor máximo de nitrógeno remanente en el suelo es de 1,400 toneladas.*
5. Sectorización de las áreas de aplicación del purín: Ubicación geográfica de los sitios que dispone el proyecto para la aplicación de los purines, identificando el contorno de éste (vértices del polígono) (UTM: Datum WGS 84 y Huso) y su representación en un plano a escala predial, según sea el tamaño del predio.
6. Definición del sistema de aplicación del purín al suelo sustentado en criterios técnicos y agronómicos, que permita evitar riesgos de saturación del suelo, indicando entre otros factores los siguientes:
 - Descripción de las prácticas agronómicas y/o culturales (uso de maquinaria y otras labores) que permitan la distribución homogénea

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

del purín en el suelo, controlar la velocidad de avance del purín aplicado en el suelo, y evitar la formación de costras orgánicas en la superficie.

- Estacionalidad de la aplicación del purín en suelos.
 - *En aquellos casos en que el sistema de aplicación sea a través del riego, se debe aplicar el factor de eficiencia del método de riego exclusivamente al balance hídrico.*
7. Indicar la capacidad de las piscinas de almacenamiento de purín a utilizar en los períodos en que no puede ser aplicado por condiciones de saturación del suelo u otras situaciones no previstas.
8. Obras de control de escurrimiento superficial: zanjas perimetrales, otras.
9. Las características del sitio seleccionado para la aplicación del purín deben cumplir los siguientes requisitos de prevención de riesgos, entre otras:
- No estar expuestos a inundaciones periódicas y/o afloramientos de agua.
 - Terrenos con pendiente igual o inferior 15 %, en caso contrario, contar con medidas que aseguren que no existirá escorrentía a cursos de agua superficial.
 - Emplazamiento a una distancia igual o superior a 15 m a cuerpos de agua superficiales naturales o artificiales.
10. Plan de contingencias o de control de accidentes.

6.3. Plan de Monitoreo

El diseño del Plan de Monitoreo considera lo siguiente:

- Caracterización del purín: Considera los parámetros críticos del purín de muestras captadas en el punto de salida del sistema de tratamiento, como son: concentración total de Nitrógeno, DBO₅, pH y C.E.
- Frecuencia de muestreos: El número total de muestreos se define en función del caudal de aplicación del purín en suelo y se distribuyen en forma proporcional a la aplicación durante el año. Cada muestreo debería considerar una muestra compuesta la cual debería ser constituida por la mezcla homogénea de al menos tres muestras puntuales.

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

- Métodos de análisis: los señalados en el D.S. N° 90.
- Mantención de un sistema de registro que permita verificar que la carga de N total aplicada al suelo no supera el valor comprometido en el proyecto, que contenga al menos la siguientes información:
 - o Caudal del purín aplicado al suelo.
 - o Superficie y ubicación de terrenos donde se aplica el purín.
 - o Especie vegetal cultivada *con registro de rendimientos*.
 - o Determinación de la carga de Nitrógeno: Corresponde al N total aplicado al suelo (Kg N total/ha/año), el cual se calcula en base a la concentración de N contenida en el purín (mg/l), el caudal del purín aplicado y la superficie de los sitios de aplicación del purín.
- *Muestras de suelo al inicio de cada temporada de aplicación, que permita evaluar la acumulación de nitrógeno en el suelo.*

7. Aplicación de residuos líquidos mineros o efluentes mineros al suelo

Los criterios de evaluación que se presentan a continuación se refieren a la aplicación al suelo de residuos líquidos mineros correspondientes a aguas claras de tranques de relaves y a efluentes generados en plantas de concentrados de cobre (rim). En la definición de los criterios se utilizó como referencia técnica la metodología de Evaluación de Riesgo (ER) descrita en el “Manual Técnico de Aplicación de RIM al Suelo”, de ATM Ingeniería, 2006 (disponible en www.sag.gob.cl).

7.1. Descripción del proyecto

- Ubicación geográfica del establecimiento (UTM: Datum WGS 84 y Huso), identificando el contorno de éste (vértices del polígono).
- Descripción general de los procesos productivos unitarios, con énfasis en aquellas fases donde se generan o se prevé la generación de los riles. Especificando los requerimientos de materia prima, agua e insumos en cada proceso.

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

- Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) y giro específico asociado a la generación de los residuos líquidos.
- Descripción general de los tratamientos o sistemas de abatimiento de los contaminantes que permitirán alcanzar los valores de concentración comprometidos en el proyecto.
- Caudal y temporalidad de generación del rim en el proyecto.
- Caracterización del rim antes y después del tratamiento, considerando los parámetros relacionados al proceso o actividad (listado CIIU), respecto a la NCh 1333.

7.2. Línea Base

- Descripción de la zona de aplicación de efluentes caracterizando al menos las siguientes aspectos:
 - o Descripción de los usos actuales y potenciales del suelo (especialmente en los cultivos más utilizados en la zona del proyecto)..
 - o Cartografía re recursos hídricos subterráneas del área de influencia del proyecto.
 - o Mapa de pendiente.
- Estudio agrológico del sitio de aplicación a nivel de detalle (escala 1: 10.000), que entrega la Serie y las Clases de Capacidad de uso del suelo. En particular en cada suelos de aplicación, se debería describir las siguientes características edáficas:
 - o Profundidad
 - o Textura
 - o Permeabilidad
 - o pH
 - o Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
- Caracterización agroclimática: precipitación mensual, evaporación potencial mensual y evaporación efectiva mensual de la zona del proyecto.
- Red hidrológica y distancias a cursos de aguas superficiales, incluyendo canales de regadío.

- Profundidad mínima de la napa subterránea (invierno). Otras variables que inciden en la protección del acuífero, son evaluadas por los Servicios competentes.

7.3. Evaluación Ambiental

La metodología de Evaluación de Riesgos para los riles mineros que se aplican en suelo (ER), descrita en el “Manual Técnico de Aplicación de RIM al Suelo”, de ATM Ingeniería, 2006, es aplicable a los rim que presenten las siguientes características:

- Calidad química comparable a las aguas claras de tranques de relaves generados en la minería del cobre, y/o a las aguas tratadas provenientes del transporte de concentrado de cobre (aguas de concentrado).
- Los parámetros químicos que sobrepasan los valores señalados en la norma técnica NCh 1333, denominados parámetros químicos críticos, son: Boro (B), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) Molibdeno (Mo) y Fluoruro (F), Conductividad Eléctrica, Sodio porcentual y/o RAS.

Síntesis de los pasos que incluye la ER:

- Evaluación de la Fuente emisora en función de la Calidad Química Global del rim (CR), la cual depende de los siguientes Valores de Riesgos (VR):
 - o Número de parámetros que sobrepasan los valores de la NCh 1333 para los parámetros críticos (VR_{NP}).
 - o Nivel de superación de los valores de la NCh 1333 de los parámetros críticos: Metales pesados (VR_M) Conductividad Eléctrica (VR_{CE}) y Sodio % (VR_{CNa}).
- Valor de Riesgo asociado a los vegetales (no consumo humano) en el área de aplicación del rim (in situ): la determinación de este VR se basa en los valores recomendados para agua de riego silvoagropecuario, tomado como referencia técnica la NCh 1333, información aportada por investigaciones nacionales y referencias internacionales.
- Evaluación de la capacidad del suelo de mitigar el impacto de la aplicación, la cual depende de los siguientes Valores de Riesgos (VR):
 - o El Valor de Riesgo del suelo según su Clase de Aplicación : se basa en las características edáficas que le confieren una capacidad particular de mitigar el impacto de la aplicación, como son

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

principalmente: Profundidad, Textura, Permeabilidad, pH y CIC (VR_{CA}).

- El Valor de Riesgo del suelo según su curva de retardación: corresponde al tiempo estimado de aplicación del rim que producirá saturación del perfil de suelo agrícola a los 90 cm de profundidad. Lo anterior se obtiene mediante ensayos de simulación en columnas de lixiviación, y se requiere para los parámetros: Cu, Mn y Mo (VR_{Cr}).
- Valores de Riesgos asociados a las condiciones de la napa: la profundidad de la napa, el tipo de uso del agua subterránea y la distancia a los pozos.

7.4. Medidas Ambientales

Las medidas ambientales incluyen el abatimiento de la concentración de los parámetros químicos críticos, a través de sistemas de tratamiento, y/o medidas de mitigación complementarias descritas en un Plan de Aplicación de Rim en Suelos.

7.4.1. Requisitos o condiciones de la aplicación

- Sistema de Riego: La aplicación del rim deberá ser vía sistema tecnificado de alta eficiencia, como son: sistema por goteo y/o microaspersión.

#

- Excluir especies vegetales de consumo humano en el sitio de aplicación del rim.
- El rim que supere el contenido de Molibdeno (Mo) al valor señalado para agua de riego en la NCh 1333 (IR mayor 1) no debería ser utilizado para regar especies forrajeras (Familia Fabaceae).
- Manejo de la salinidad y de la sodicidad: En el supuesto de que el rim presente una Conductividad Eléctrica (CE) y/o una Relación de absorción de Sodio (RAS) que lo clasifique con potencial de salinizar o sodificar un determinado suelo, se debería incluir un programa de manejo que contemple los criterios y aspectos técnicos para evitar la generación de estos efectos adversos sobre el suelo. Estas acciones se describen en el documento: “Análisis de Información Técnica”, de ATM, 2006.

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

- El Valor de Riesgo Total (VRT) no debería superar el máximo aceptable para aplicar el rim en suelos (VRT =5).
- El área bajo aplicación del rim, debería contar con un cierre perimetral del sitio (acceso controlado y restringido).
- Emplazamiento a una distancia igual o superior a 3 m a cuerpos de agua superficiales naturales o artificiales.
- Las características del sitio seleccionado para la aplicación del rim debería cumplir los siguientes requisitos de prevención de riesgos, entre otras:
 - o No estar expuestos a inundaciones periódicas y/o afloramientos de agua.
 - o Terrenos con pendiente igual o inferior 15 %, en caso contrario, contar con medidas que aseguren que no existirá escorrentía a cursos de agua superficial.
- Ubicación del sitio a más de 3 km de distancia a zonas sensibles (tales como unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado - SNASPE).
- En sustratos con contenido <2%, evaluar la necesidad de aplicar materia orgánica.
- En suelos con nivel de pedregosidad > 40%, incluir despedrado del terreno de aplicación.

7.4.2. Plan de Aplicación del Rim en Suelos

#

- Balance hídrico: *Debe indicar la cantidad de agua que se debe aplicar al suelo, en función de la época del año y de las características climáticas de la zona en la que se ubica el proyecto. Estos antecedentes son fundamentales para definir la tasa y frecuencia de riego considerando los siguientes aspectos técnicos:*
 - o *Oferta hídrica: Caudal a aplicar al suelo (m³/día) y estacionalidad o período de la aplicación. Este punto es muy importante ya que es necesario considerar la necesidad de complementar riego complementario de una determinada superficie con agua de riego y no de purines en aquellos casos en los que se sobrepase la cantidad de nitrógeno residual que se acepta en el suelo para la temporada. Se deberá indicar en tal caso si se realizarán riegos exclusivos con*

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

agua de riego para aportar el déficit hídrico o el purín será diluido hasta completar el requerimiento hídrico.

- Demanda hídrica de acuerdo a las especies vegetales *indicando los Kc utilizados y su fuente bibliográfica en concordancia a una condición óptima de la siembra o plantación (estado sanitario, vigor y cobertura de plantas).*
- Tasa de aplicación, período y frecuencia de aplicación al suelo: en base a las características de los suelos: profundidad efectiva, textura superficial, estructura, presencia de estratas impermeables, densidad aparente, drenaje, permeabilidad, además de otros factores tales como: pendiente, topografía, entre otros.
- Estacionalidad de la aplicación del riego en suelos.
- Superficie requerida para lograr evapotranspirar el total del volumen del riego.
- Sectorización de las áreas de aplicación del riego: Ubicación geográfica de los sitios que dispone el proyecto para la aplicación del riego, identificando el contorno de éste (vértices del polígono) (UTM: Datum WGS 84 y Huso) y su representación en un plano a escala predial.
- Sistema de aplicación del riego al suelo: sistema por goteo y/o microaspersión y su eficiencia de riego.
- Estimación de la capacidad de las piscinas de almacenamiento de riego, a utilizar en los períodos en que no puede ser aplicado al suelo porque éste se encuentre saturado, u otras situaciones no previstas.
- Obras de control de escurrimiento superficial: zanjas perimetrales, otras.
- Descripción de las medidas a implementar, en terrenos con pendiente superiores a 15 %, que aseguren que no existirá escorrentía a cursos de agua superficial.
- Plan de contingencias o de control de accidentes.
Incluye las medidas para enfrentar situaciones de riesgos que impidan implementar el Plan de Aplicación de riego, como son: fallas en el sistema tratamiento de los riego, precipitaciones extemporáneas, u otros eventos como: pluviosidad que afecte la capacidad de las piscinas de almacenamiento de riego.

7.5. Plan de Monitoreo

Monitoreo del residuo líquido minero (rim)

- Parámetros químicos críticos: pH, B, Cu, Mn, Mo Cloruros, Fluoruros, CE, pH, Na porcentual y/o RAS. En el caso de que la CE presente un IR > 1, se incluyen los sulfatos y los Sólidos Disueltos Totales (SDT).
- La frecuencia de monitoreo de los parámetros críticos, varía desde una frecuencia baja (anual) a una frecuencia alta (mensual), dependiendo del VRT in situ determinado en la evaluación de riesgo.
- Frecuencia del monitoreo complementarios: corresponden al resto de los metales pesados establecidos en la NCh 1333, cuya frecuencia de monitoreo es semestral.
- Las muestras deberían extraerse desde la piscina de acumulación del rim

Monitoreo de suelo receptor

- Caracterización de los parámetros químicos críticos en el suelo receptor del rim.
- Frecuencia de monitoreo: En función de VR de los parámetros críticos que se haya determinado en la evaluación ambiental, oscila entre una frecuencia trimestral a una frecuencia anual.
- Metodología de muestreo:
 - o toma de muestras captadas a 30 y 60 cm de profundidad.
 - o Mezcla a analizar compuesta por de 10 submuestras de una superficie que presente características homogéneas.
- Evaluación estadística de los resultados obtenidos en los análisis de suelo, que indiquen la tendencia de los parámetros críticos, según:
 - o Retención y lixiviación de los metales: capacidad Buffer del suelo
 - o Respuesta del suelo al manejo de las sales y/ manejo del Sodio

Monitoreo de aguas subterráneas:

- Ubicación de los puntos de muestreos en áreas que sean representativas de captaciones para uso en riego de cultivos agropecuarios.
- Parámetros: Se consideran los parámetros químicos críticos del rim

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

Monitoreo de cuerpos de aguas superficiales:

- Caracterización de los parámetros químicos críticos del rim en aguas de cuerpos superficiales cercanos al sitio de aplicación (5 Km).

Monitoreo de tejido vegetal:

- Caracterización de parámetros químicos: B, Cu, Mn, Mo.
- Frecuencia de monitoreo estarán en función del valor de riesgo total (VTR):
- Parámetros de desarrollo biológico: Biomasa, índice foliar y profundidad de raíces, con una frecuencia anual
- Toxicidad: monitoreo visual de la aparición de síntomas de toxicidad a los metales pasados, debería ser permanente y en función del desarrollo fisiológico de la especie vegetal.

Todos los puntos de monitoreo deberían estar Georeferenciados.

Los análisis de muestras de riles y de aguas cuerpos de agua se deberían realizar en laboratorios acreditados por el Instituto Nacional de Normalización (INN).

Recomendación general para las aplicaciones de efluentes al suelo

Considerando que durante la operación del proyecto el Plan de Aplicación puede estar sujeto a modificaciones (rotación de cultivos, otros), se recomienda establecer que el titular presente la propuesta de modificación del Plan de Aplicación al SAG y a la Autoridad Ambiental para su aprobación correspondiente, previo a su implementación, y que las modificaciones propuestas deben mantener o mejorar las condiciones ambientales del Plan de Aplicación aprobado en el proceso de evaluación ambiental.

8. Bibliografía

- ATM Ingeniería Ltda. (2004), Guía: Condiciones básicas para la aplicación de riles de agroindustrias en riego (www.sag.gob.cl).
- ATM Ingeniería Ltda. (2006), Estudio de impactos ambientales de riles mineros aplicados al suelo: Análisis de Información Técnica y Manual Técnico de Aplicación de RIM al Suelo (www.sag.gob.cl).

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

- INIA (2004), Generación de información local en aplicación de purines de cerdo al suelo como apoyo a la implementación de los Acuerdos de Producción Limpia (APL). Proyecto FONDO-SAG (www.sag.gob.cl).
- INIA (2005), Recomendaciones técnicas para la gestión ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina (Producto del Proyecto FONDO-SAG).
- Ministerio de Agricultura (2005), Pauta técnica para la aplicación de guano, del Sistema de Recuperación de Suelos Degradados, SIRSD (www.sag.gob.cl).
- Universidad de Chile (2005), Criterios de calidad de suelos agrícola y de calidad de aguas o efluentes tratados para uso en riego (www.sag.gob.cl).

9. Control de cambios

N° de Capítulo del documento	Párrafo/Figura/Tabla	Breve resumen del cambio
---	Título Documento	<i>Se tipifica documento</i>
1	Par. 1	<i>Cambia la palabra contemplan por consideren y se agregar el artículo la</i>
2	Alcance	<i>Nuevo Título Se incorpora el párrafo 2 del punto 1</i>
2, 3, 3.1, 3.2, 4, 4.1, 4.5, 5, 5.1, 5.5, 6, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5	Títulos	<i>Cambio en el numeral de los capítulos por 3, 4, 4.1, 4.2, 5, 5.1, 5.3, 6, 6.1, 6.3, 7, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5; respectivamente</i>
3.1, 5.2, 5.2.1, 5.3, 6.2, 6.2.1, 7.4.1, 7.4.2, 8, 9	Título	<i>Nuevo título</i>
4.2	Título y texto	<i>Se elimina numeral y se incorpora al punto 5.1</i>
4.3, 4.4	Título	<i>Se elimina numeral y se incorpora al punto 5.2</i>
5.2, 5.3, 5.4	Título	<i>Se elimina numeral y se incorporan al punto 6.2</i>
2.1	Texto	<i>Se acotan la definición de Aplicación de efluentes al suelo y Efluentes</i>

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

N° de Capítulo del documento	Párrafo/Figura/Tabla	Breve resumen del cambio
4.1	Normas Jurídicas de Competencias del SAG	<i>Se incorpora las modificaciones de la Ley 19.300.</i>
5	Texto	<i>Se elimina las frese: agrícola y/o forestal, de agroindustriales, tales, entre otros Se agrega producción pecuaria</i>
5.1	Texto	<i>Se cambia contaminantes por elementos críticos Se modifica redacción de la viñeta 1 y 5 Se agrega “Cartografía de recursos hídricos subterráneos del área de influencia del proyecto.”</i>
5.2	Texto	<i>Se agregan a la Tabla Concentraciones máxima.... los parámetros Sólidos suspendidos totales, pH y temperatura. Se elimina último párrafo.</i>
5.2.1	Texto	<p><i>Se agrega a:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Balance hídrico: que considera las condiciones climáticas</i> - <i>Demanda hídrica: indicando los Kc utilizados según región y estado fisiológico.</i> - <i>viñeta 2: balance de masa</i> - <i>viñeta 4.1 Según el método de aplicación (sistema de riego) señalar la eficiencia de riego y la fuente bibliográfica que respalda el valor.</i> - <i>Viñeta 9.2 “en caso contrario” y “respaldado con mapas de pendiente”</i> <p><i>Se modifica viñeta 5 por Se debe relacionar la época del año en la que se genera el ril con la factibilidad agronómica y climática de ser aplicado en el suelo</i></p> <p><i>Se modifica viñeta 6 por Estimación de la capacidad de embalsamiento requerido para acumular los efluentes, diseño de la infraestructura necesaria para la acumulación del efluente en aquellos casos tales como: época de lluvia donde no puede ser aplicación.</i></p> <p><i>Se modifica viñeta 9.3 por a cuerpos de agua superficiales naturales o artificiales mayor o igual a 15 m.</i></p>

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

N° de Capítulo del documento	Párrafo/Figura/Tabla	Breve resumen del cambio
5.3	Texto	<p>Se agrega a: <i>Frecuencia de muestreos: y la composición del ril,</i></p> <p>Se elimina: <ul style="list-style-type: none"> - Viñeta 3 - título D.S. N° 90 - en viñeta 5 la “palabra tratados” y “calibrados” </p>
6	Título y Texto	<p>Se modifica el Título a <i>Aplicación al suelo de purines de explotaciones y manejo ganadero.</i></p> <p>Se agrega párrafo 3</p>
6.1	Texto	<p>Se agrega la frase “especificando los requerimientos de materia prima, agua e insumos en cada proceso.”</p> <p>Se reordena y fusionan viñetas.</p> <p>Se agrega “Cartografía de recursos hídricos subterráneos del área de influencia del proyecto.”</p> <p>Se elimina la frase “Se debiera utilizar la Pauta para Estudios de Suelo del SAG”</p> <p>Se elimina drenaje</p>
6.2	Texto	<p>Se agrega las frases “deberá presentar”, “en particular respecto al factor limitante representado por el o los parámetros críticos.”</p> <p>Se agrega último párrafo.</p> <p>Se elimina párrafo</p>
6.2.1	Texto	<p>Se reemplaza frase por párrafo primero.</p> <p>Se reemplaza texto de Balance de nitrógeno, Balance hídrico</p> <p>Se agrega texto en punto Oferta Hídrico y demanda hídrica, punto 4, punto 6</p> <p>Se mejora redacción al punto 7</p> <p>Se modifica punto 9.3” 3 m” por ”15 m”.</p>
6.3	Texto	<p>Se agrega la frase “con registro de rendimientos y “Muestras de suelo al inicio de cada temporada de aplicación, que permita evaluar la acumulación de nitrógeno en el suelo.”</p>

GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL APLICACIÓN DE EFLUENTES AL SUELO

N° de Capítulo del documento	Párrafo/Figura/Tabla	Breve resumen del cambio
7.2	Texto	<p><i>Se reordena y fusionan viñetas.</i></p> <p><i>Se agrega “Cartografía de recursos hídricos subterráneos del área de influencia del proyecto.” Y “Mapa de pendiente”</i></p>
7.4.1	Texto	<p><i>Se elimina viñeta</i></p>
7.4.2	Texto	<p><i>Se reemplaza texto de Balance hídrico</i></p> <p><i>Se agrega texto en punto Oferta Hídrico y demanda hídrica</i></p>