

**EN LO PRINCIPAL, SE TENGA PRESENTE; EN EL OTROSÍ, ACOMPAÑA DOCUMENTOS.**

**SR. SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE**

**Sebastián Avilés Bezanilla**, apoderado por **Celulosa Arauco y Constitución S.A.** (“Arauco”), Rol Único Tributario número 93.458.000-1, ambos domiciliados para estos efectos en calle Isidora Goyenechea 3250, piso 9, Las Condes, Santiago, al señor Superintendente del Medio Ambiente (“Superintendente”) respetuosamente digo:

Que, en relación al recurso de reposición deducido por esta parte, con fecha 13 de febrero de 2017, en contra de la Resolución Exenta N° 71, de fecha 1° de febrero del mismo año, de la Superintendencia del Medio Ambiente (“SMA” o “Superintendencia”), por medio de la cual se resolvió el procedimiento administrativo sancionatorio Rol F-020-2016, seguido en contra de Arauco (“Resolución Recurrída”), vengo en hacer presente a Ud. las siguientes consideraciones, que permitirán contribuir a una adecuada resolución del recurso de reposición presentado.

**A) En relación con la infracción N° 2: Errónea estimación del beneficio económico.**

Conforme expusimos en el referido recurso de reposición, para el improbable caso que esta Superintendencia estimase que ha existido una infracción administrativa en relación al cargo N° 2, solicitamos la enmienda de la Resolución Recurrída, toda vez que consideramos que el razonamiento relacionado con el beneficio económico calculado por la SMA incurre en errores y no cumple con el estándar de fundamentación exigible a las resoluciones de término de los procedimientos administrativos sancionatorios. En efecto, la Resolución Recurrída aplicó como costo de



oportunidad del dinero una tasa de descuento que no fue debidamente motivada, siendo imposible determinar cómo se definieron los criterios que permitieron establecer que dicha tasa correspondería a un 13,1%, ni los datos de referencia del rubro mencionado que se habrían considerado para ese efecto, pues no consta la incorporación o fundamentación de éstos en parte alguna del expediente. Finalmente, se indicó que dicha tasa de descuento supera el porcentaje real aplicable a la industria forestal, la que sobre la base de información pública, como expondremos a continuación corresponde a un 6,31% en moneda nominal; y un 4,74% en moneda real.

**A.1) Costo de oportunidad del dinero y tasa de descuento.**

En las Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales de la SMA (“Bases”), se señala que un concepto central en la estimación del beneficio económico corresponde al costo de oportunidad del dinero para el infractor, *“el cual representa el valor alternativo que tiene el dinero que debe destinar al cumplimiento de la normativa. Al tener el dinero un valor alternativo, el incurrir en determinados costos en una fecha posterior a la debida, significa un beneficio económico para el infractor. En el caso de una organización con fines de lucro, el costo de oportunidad del dinero corresponde al rendimiento mínimo exigido para los proyectos de inversión de su negocio”*<sup>1</sup>.

Precisamente en dicho sentido, la SMA asume que el dinero no destinado al cumplimiento normativo es asignado a proyectos de inversión en su rubro de actividad. Desde esta perspectiva, el costo de oportunidad representa el valor del dinero en el tiempo para el infractor, al reflejar la rentabilidad sobre el dinero en cada período de tiempo en el cual éste se encuentra disponible.

---

<sup>1</sup> Bases Metodológicas para la Determinación de Sanciones Ambientales de la SMA, p.33.



Consecuentemente, el costo de oportunidad permite obtener el valor presente, a una determinada fecha, de flujos económicos en cualquier momento del tiempo, permitiendo efectuar comparaciones entre diferentes escenarios. *“Dicho costo de oportunidad se asimila a la tasa de descuento (o de capitalización, según corresponda), utilizada en el modelo para poder comparar los valores económicos asociados a cada uno de los escenarios considerados, los cuales se constituyen por flujos que ocurren en diferentes momentos del tiempo”*<sup>2</sup>.

En la práctica, la SMA estima la tasa de descuento en base al “costo promedio ponderado del capital” o WACC<sup>3</sup>, que corresponde al método más aceptado internacionalmente, y que también es considerado por Arauco en el marco de sus operaciones.

Pues bien, en el marco de la evaluación de proyectos de inversión, se utilizan dos conceptos básicos, a saber, por una parte, el de “inversión inicial”, que corresponde al desembolso en el “periodo cero” de la evaluación y, por otra parte, el concepto “flujos de caja”, que se refiere a la cantidad de dinero anual que retornará la inversión inicial.

Luego, para poder hacer una comparación entre los flujos de caja (“futuro”) y la inversión inicial (“hoy”), con el fin de encontrar la diferencia entre ellos y obtener la ganancia neta, conocida como Valor Actual Neto, es necesario calcular el valor actual de cada flujo de caja, haciéndose pertinente la aplicación de la llamada **tasa de descuento**.

---

<sup>2</sup> Idem.

<sup>3</sup> Acrónimo inglés de *Wheighted Average Cost of Capital*.



## A.2) Elementos del WACC.

El WACC, es un promedio ponderado entre la proporción de recursos propios y la proporción de recursos de terceros, siendo la fórmula para su obtención, escrita de manera empírica:  $WACC = [\text{Porcentaje Financiamiento que es Patrimonio} \cdot \text{Costo del Patrimonio}] + [\text{Porcentaje Financiamiento que es Deuda} \cdot \text{Costo Deuda} \cdot (1 - \text{Tasa de Impuesto})]$ .

Su expresión matemática corresponde a:

$$WACC = \left( \frac{E}{E + D} \cdot R_e \right) + \left( \frac{D}{E + D} \cdot R_d \cdot (1 - tax) \right)$$

**D**, corresponde al monto de la deuda, es decir, el financiamiento externo; **E**, es el monto equivalente al patrimonio (*Equity*) de la empresa; **R<sub>d</sub>**, equivaldrá al costo de la deuda, en términos de una tasa de interés que representa el costo que tiene para una empresa el obtener financiamiento externo, ya sea en forma de créditos, préstamos o emisión de bonos nacionales y/o extranjeros; **R<sub>e</sub>**, es el costo del patrimonio, en términos del retorno exigido por los accionistas; y, **tax**, la tasa corporativa de impuestos.

Al respecto, es importante destacar que el retorno exigido por los accionistas (**R<sub>e</sub>**) no es un dato de obtención trivial, toda vez que implica la utilización de otra expresión matemática basada en términos como la tasa bajo la cual el riesgo es mínimo, el premio por tomar una inversión con un cierto riesgo y la volatilidad de la industria en sí. Dicha expresión está definida como:

$$R_e = R_f + \beta_{lev} \cdot EMRP$$



Donde,  $R_e$ , corresponde al retorno exigido por los accionistas;  $R_f$ , será la tasa libre de riesgo, haciendo referencia a la alternativa de inversión bajo la cual el riesgo del inversionista es nulo;  $\beta_{lev}$ , equivaldrá al Coeficiente Beta Apalancado, que indica la volatilidad de una industria respecto a los retornos del mercado, es decir el riesgo, en función de la coyuntura y fluctuación del mercado. Este riesgo no puede eliminarse, ya que es inherente a la actividad operacional y financiera de la empresa; y, **EMRP** o Equity Market Risk Premium (Premio por Riesgo), será la diferencia entre el valor esperado de la rentabilidad del mercado y la tasa libre de riesgo, ejemplificando el “atractivo” de la inversión.

En dicha fórmula, el Coeficiente Beta Apalancado ( $\beta_{lev}$ ), se obtiene mediante el empleo del Coeficiente Beta Sin Apalancar. La expresión que define la relación entre ambos coeficientes es:

$$\beta_{lev} = \beta_{unlev} \cdot \left( 1 + \frac{E}{D} \cdot (1 - tax) \right)$$

Donde,  $\beta_{lev}$ , equivaldrá al Coeficiente Beta Apalancado;  $\beta_{unlev}$ , al Coeficiente Beta Sin Apalancar, obtenido desde sitios especializados en cálculo de coeficientes financieros;  $E$ , será el monto equivalente al patrimonio (Equity);  $D$ , corresponderá al monto de la deuda; y,  $tax$ , a la tasa corporativa de impuestos.

### **A.3) WACC de la Industria Forestal.**

Definidos los términos que componen la ecuación de la obtención del WACC, a continuación, procederemos a calcular el WACC para la Industria Forestal Chilena, que es precisamente aquel que esta Superintendencia debió utilizar en la Resolución Recurrída, a efectos de determinar el



beneficio económico que habría reportado a mi representada el haber incurrido en la infracción N° 2. Para ello, se considerarán los siguientes datos:

$\frac{D}{E} = 1$	<p>Se considera que el porcentaje financiado por deuda es igual al porcentaje financiado por patrimonio, es decir, que ambos ascienden a un 50%. Esto, debido a que se busca que el WACC para la Industria esté lo más ligado posible a los datos públicos y no a las decisiones de la empresa. Se considera la relación 50/50 como un estándar.</p>
$R_d = 4,5\%$	<p>Para la obtención del Costo de la Deuda, se considerará la tasa del bono emitido por Arauco en el año 2014, la cual es una fiel representación de la Industria Forestal, debido a la trayectoria de la compañía en dicha Industria. El bono propuesto posee una tasa anual y fue informado a la Superintendencia de Valores y Seguros en el Hecho Esencial enviado el 15 de Julio de 2014<sup>4</sup>.</p>
$tax = 21,5\%$	<p>Para considerar una tasa lo más libre de fluctuaciones puntuales, se calcula promedio de las tasas de impuesto a las empresas vigente en Chile para el período 2012-2016, a saber: 2012 y 2013: 20%; 2014: 21%; 2015:22,5% y 2016:24%.</p>
$R_f = 0,696\%$	<p>Como Tasa Libre de Riesgo, se considera la Tasa del Bono del Tesoro de Estados Unidos a 5 años, debido a que se estima que la probabilidad de no pago de un bono emitido por Estados Unidos es muy cercana a cero. Para su utilización, se calculó el</p>

<sup>4</sup> Véase: [http://www.arauco.cl/file/file\\_6943\\_15606-06-hecho-esencial-bones-15-julio-2014.pdf](http://www.arauco.cl/file/file_6943_15606-06-hecho-esencial-bones-15-julio-2014.pdf)



	promedio simple de los valores dados a diciembre del año 2012 <sup>5</sup> .
$\beta_{unlev} = 0,83$	Se toma como valor del Coeficiente Beta Sin Apalancar, el propuesto por el <i>Profesor A. Damodaran</i> para la Industria Forestal y del Papel ( <i>Paper/Forest Products</i> ), la cual considera un promedio histórico de Coeficientes Beta Sin Apalancar de la Industria asociada. Dicha información se encuentra publicada en la base de datos de uso público de la <i>New York University Stern, School of Business</i> <sup>6</sup> .
$EMRP = 5,67\%$	Se considera el promedio de los EMRP calculado en el periodo 2012-2016, obtenido de la publicación " <i>Implied Premium (FCFE)</i> ", realizada por el <i>Profesor A. Damodaran</i> , profesor de la <i>New York University Stern, School of Business</i> <sup>7-8</sup> .

Pues bien, el reemplazo de dichos valores en las fórmulas propuestas en el punto A.2), se manifiesta de la siguiente manera:

Cálculo del Coeficiente Beta Apalancado:

$$\beta_{lev} = \beta_{unlev} \cdot \left( 1 + \frac{E}{D} \cdot (1 - tax) \right)$$

$$\beta_{lev} = 0,83 \cdot (1 + 1 \cdot (1 - 0,215))$$

$$\beta_{lev} = 1,48$$

<sup>5</sup> Véase: <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldYear&year=2012>

<sup>6</sup> Véase: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/totalbeta.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/totalbeta.html)

<sup>7</sup> Véase: <http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/histimpl.xls>.

<sup>8</sup> Los documentos e investigaciones del profesor Aswath Damodaran constituyen una fuente fiable de información. Es reconocido internacionalmente por su calidad docente y la robustez de sus trabajos y aplicaciones, siendo un gran exponente en su área de investigación, desempeñándose en una de las más afamadas y reconocidas instituciones académicas del mundo (New York University).



Cálculo del Costo del Patrimonio

$$R_e = R_f + \beta_{lev} \cdot EMRP$$

$$R_e = 0,00696 + 1,48 \cdot 0,0567$$

$$R_e = 0,090876$$

Cálculo del WACC:

$$WACC = \left( \frac{E}{E + D} \cdot R_e \right) + \left( \frac{D}{E + D} \cdot R_d \cdot (1 - tax) \right)$$

$$WACC = (0,5 \cdot 0,090876) + (0,5 \cdot 0,045 \cdot (1 - 0,215))$$

$$WACC = 0,0455 + 0,0177 = \mathbf{0,0631}$$

El cálculo precedente corresponde al WACC en moneda nominal. Sin embargo, dado que la SMA está calculando el Valor Actual Neto de una moneda que incorpora el efecto de la inflación (como lo es la Unidad Tributaria Anual), siendo consistentes con ello lo que corresponde es incorporar este efecto en la tasa de descuento usada, de la siguiente forma:

$$(1 + WACC_{nominal}) = (1 + WACC_{real}) * (1 + inflación)$$

$$WACC_{real} = \left( \frac{1 + WACC_{nominal}}{1 + inflación} \right) - 1 = \left( \frac{1 + 6,31\%}{1 + 1,5\%} \right) - 1 = 4,74\%$$

Consecuentemente, a partir de un correcto y fundado cálculo, basado en antecedentes objetivos aplicados al caso concreto, en los que además se ha adoptado un criterio conservador<sup>9</sup>, es posible concluir que el valor del WACC que debiese ser aplicado a la Industria Forestal equivale a un **4,74%**, y no a un **13,1%**, como errónea e infundadamente sostuvo esta Superintendencia en la Resolución Recurrída.

Por lo tanto, considerando todo lo anteriormente expuesto, es que se solicita a esta Superintendencia tener presente la tasa de descuento

---

<sup>9</sup> Por ejemplo, tener presente que la inflación que se usó como referencia es la de los Estados Unidos de América. En caso de usarse la inflación chilena, el WACC sería incluso menor.



propuesta, a efectos de que, para el improbable caso que considere efectiva la infracción imputada a mi representada en el cargo N°2, proceda a recalcular el beneficio económico en base a ella, disminuyendo significativamente la sanción impuesta en cuanto corresponda.

**B) En relación con la infracción N° 2: Inconsistente ponderación de los hechos para la calificación de gravedad y del peligro ocasionado, como factor de incremento del valor de seriedad de la infracción (artículo 40 letra a) de la LOSMA).**

A propósito de la infracción N° 2, la SMA estimó que no haber efectuado el abandono de la laguna de tratamientos “conforme a la RCA N° 308/2006”, sería un incumplimiento grave a una medida para minimizar los efectos adversos del proyecto y que podría implicar la generación de un riesgo o peligro de importancia al menos de tipo media.

Ahora bien, como se indicó en nuestro recurso de reposición, mi representada no incurrió en el incumplimiento imputado. A este respecto, nos remitimos a lo ya señalado en dicho recurso. Ahora bien, en el improbable caso que la SMA insistiere en señalar que se verificó un incumplimiento, es necesario destacar que la entidad de dicho supuesto incumplimiento no es grave en ni términos cuantitativos ni cualitativos. En efecto, como hemos señalado, la gran mayoría de las acciones del plan de abandono ya fueron realizadas, y la única acción -vaciado y retratamiento de los efluentes- posible de ser considerada como una para minimizar los efectos adversos, fue debidamente ejecutada en la oportunidad correspondiente.

Por otro lado, respecto del eventual peligro o riesgo ocasionado, la SMA no contaba ni cuenta con ningún antecedente que permita fundar en



forma más o menos razonable su concurrencia, importancia, ni mucho menos su posibilidad de concreción.

Sobre este punto, cabe recalcar que la SMA, a nuestro juicio en contravención a las reglas de la sana crítica, inexplicablemente restó todo valor probatorio al Anexo N° 17 del escrito de descargos, que demostraba que los lodos de la ex laguna corresponden a residuos no peligrosos para la salud de las personas y el medio ambiente.

Con todo, y a mayor abundamiento, en otrosí se acompaña copia de “Informe de Análisis Respel Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Licancel, Lodo Laguna Efluentes”, elaborado en Febrero de 2017 por Análisis Ambientales S.A. (“ANAM”)<sup>10</sup> (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (“ETFA”), Código SMA: ANAM Centro N° 011-01 y ANAM Pto. Montt N° 011-02), en el que se concluye que las muestras de lodos ahí indicadas, obtenidas del sector laguna de efluentes, no presentan ninguna de las características de peligrosidad.

En este contexto, habiendo analizado la totalidad de los antecedentes que obran el procedimiento sancionatorio y los acompañados a esta presentación, no podría desprenderse en forma lógica una confirmación suficiente de la hipótesis del riesgo o peligro, sino que por el contrario, existen antecedentes que permiten descartarlo, no procediendo, por tanto, que en la Resolución Recurrída esta Superintendencia considerase la circunstancia consagrada en el artículo 40 letra a), de la LOSMA, como un factor de incremento del valor de seriedad de la infracción, y mucho menos, que asumiese la concurrencia de un peligro de importancia al menos de tipo media.

---

<sup>10</sup> Acreditado INN LE 111 - LE 112 - LE 651 - LE 652 - LE 773 para ANAM Centro; Av. Américo Vespucio 451, Quilicura; Acreditado INN LE 147 - LE 148 para ANAM sede Puerto Montt; Pte. Ibañez N° 700, Puerto Montt.



Por lo tanto, considerando los antecedentes aportados y los fundamentos expuestos en las diversas presentaciones realizadas en el presente procedimiento administrativo, es que se solicita la reclasificación a leve y que esta circunstancia no sea considerada como un factor de incremento del valor de seriedad de la infracción y, por ende, que la SMA descuenta de la multa aplicada el incremento dado por la clasificación y esta circunstancia, modificando en lo pertinente la Resolución Recurrída.

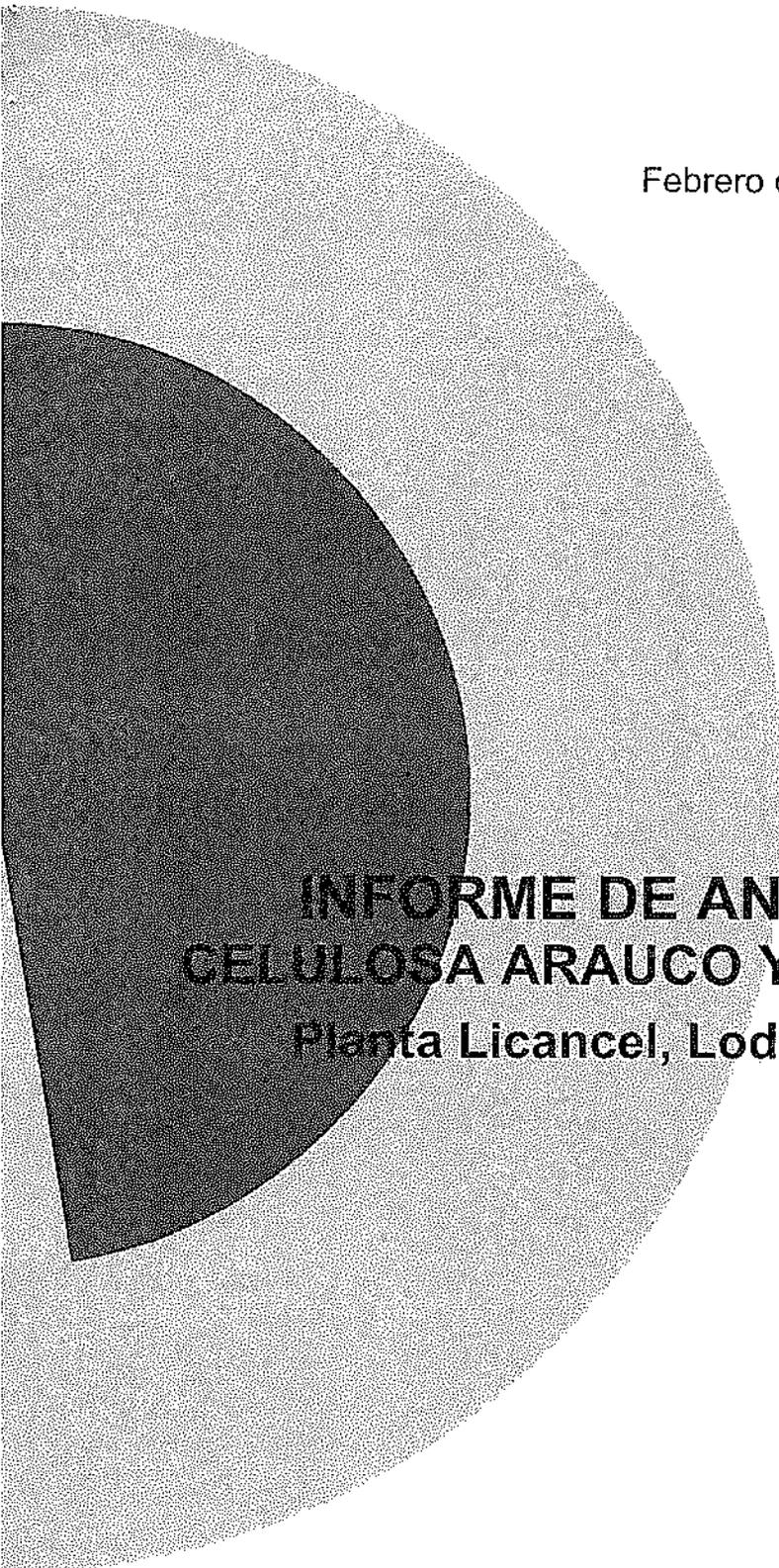
**POR TANTO:**

Se solicita al señor Superintendente se sirva tener presente las consideraciones expuestas, para la adecuada resolución del recurso de reposición interpuesto por esta parte en contra de la Resolución Recurrída, procediendo a acogerlo en todas sus partes.

**OTROSÍ:** Sirvase el señor Superintendente tener por acompañado Informe titulado “Informe de Análisis Respel Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Licancel, Lodo Laguna Efluentes”, elaborado en Febrero de 2017 por Análisis Ambientales S.A. (“ANAM”), en el que se concluye que las muestras de lodos ahí indicadas, obtenidas del sector laguna de efluentes, no presentan ninguna de las características de peligrosidad.

S. Avelar B





Febrero de 2017

**INFORME DE ANÁLISIS RESPEL  
CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCIÓN S.A.  
Planta Licancel, Lodo Laguna Efluentes**

Análisis Ambientales S.A.  
Av. Américo Vespucio 451, Quilicura, Santiago de Chile  
Fono: (56) 2 2569 4400



# ÍNDICE

<b>I. PLAN DE MUESTREO</b>	<b>4</b>
1. Objetivos	5
2. Programación	5
3. Antecedentes del Cliente	5
4. Antecedentes Fuente Emisora	5
5. Antecedentes Visita Previa al Muestreo	6
6. Antecedentes del Punto de Muestreo	6
7. Diseño Estadístico del Muestreo	6
8. Procedimiento de Muestreo	7
9. Condiciones de Seguridad	8
10. EPPs Requeridos	10
11. Antecedentes del Muestreo	10
12. Fotos Punto de Muestreo	11
12.1 Fotos Visita Previa	11
<b>II. ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>	<b>12</b>
1. Objetivos	13
2. Metodología de Ensayo	13
2.1 Toxicidad Extrínseca	13
2.2 Toxicidad Aguda	14
2.3 Toxicidad Crónica	14
2.4 Inflamabilidad	15
2.5 Reactividad	15
2.6 Corrosividad	15
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>16</b>
<b>IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>21</b>
1. Toxicidad Extrínseca	21
2. Toxicidad Aguda	21
3. Toxicidad Crónica	22
4. Inflamabilidad	23
5. Reactividad	23
6. Corrosividad	23
<b>VI. CONCLUSIÓN</b>	<b>24</b>

# INTRODUCCIÓN

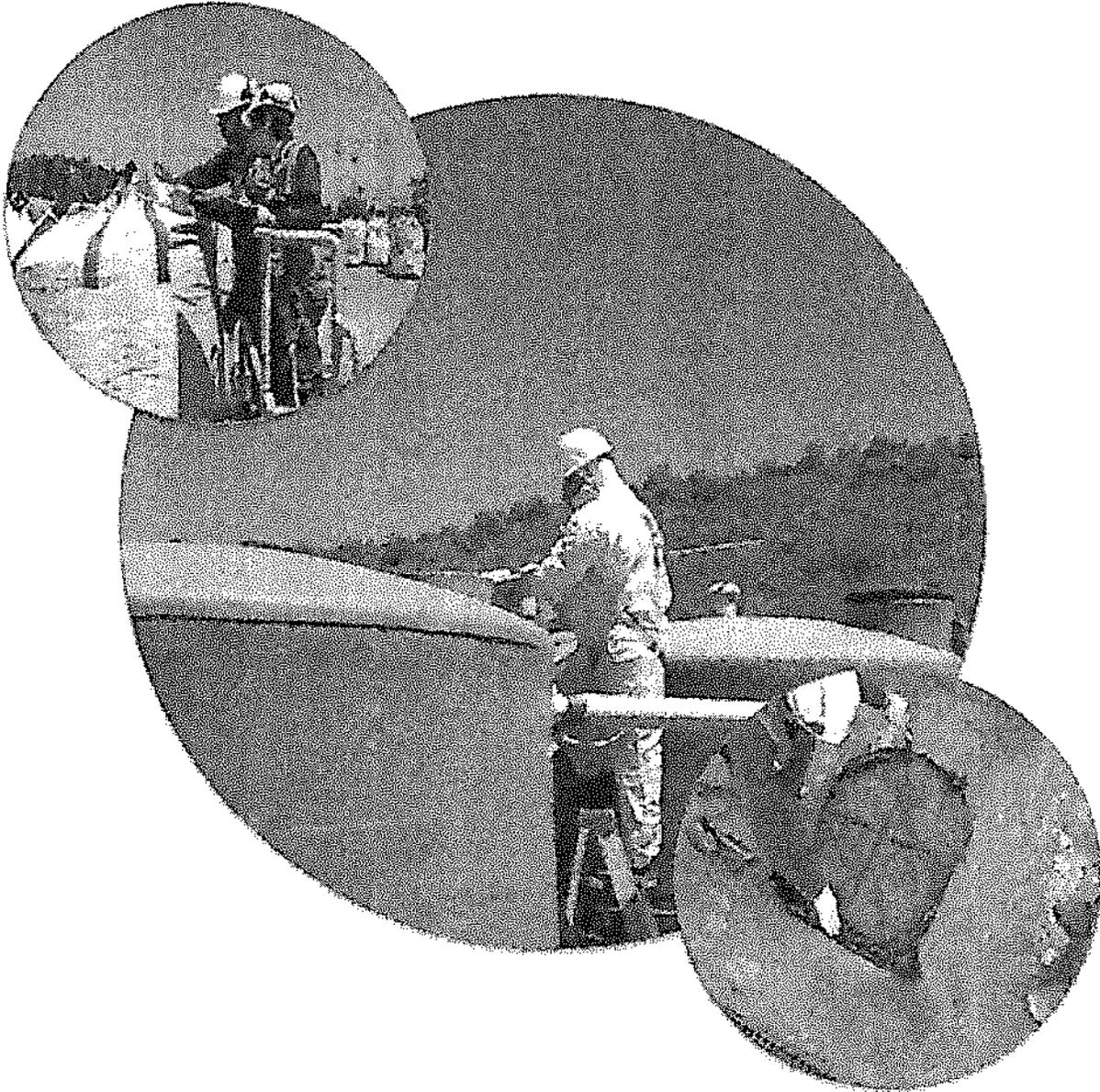
---

La correcta caracterización, evaluación y disposición de los residuos ha cobrado gran importancia en nuestra sociedad debido al aumento de conciencia ambiental de la población y las organizaciones gubernamentales.

El presente informe busca satisfacer parte de esta necesidad, presentando la caracterización y evaluación de una muestra colectada de manera representativa de un residuo. Para cumplir con este objetivo, ANAM S.A. ha implementado procedimientos para la toma de muestras de acuerdo a los protocolos establecidos en la guía técnica *Toma de Muestras de Residuos Peligrosos* del Ministerio de Salud, primera edición.

La caracterización de los residuos se realiza en base a lo estipulado en el Título II del Decreto Supremo N°148 *Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos* y en el Decreto Supremo N°209 que fija los valores de toxicidad de las sustancias para efectos del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.

# I. PLAN DE MUESTREO

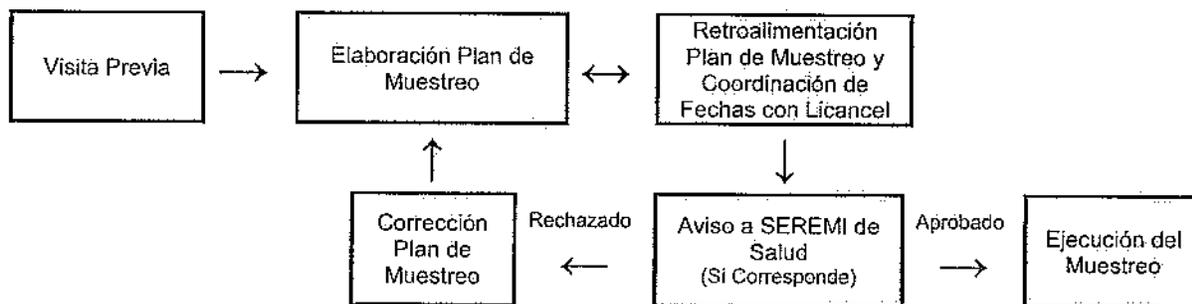




## 1. Objetivos

Evaluar la factibilidad técnica, condiciones de acceso y seguridad del punto de muestreo, implementar una metodología de muestreo y hacer un levantamiento de los recursos necesarios para realizar un muestreo representativo, que permita generar estimaciones precisas y no sesgadas de la situación de campo de acuerdo a lo establecido en la guía técnica "Toma de Muestras de Residuos Peligrosos" del Ministerio de Salud.

## 2. Programación



Aviso a SEREMI de Salud	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
-------------------------	-----------------------------	--

## 3. Antecedentes del Cliente

Empresa Solicitante	Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Licancel
Dirección	Camino a Iloca Km 3
Comuna / Región	Licanten, VII Región
RUT	93.458.000-1
Contacto	Jean Porcel M.
Cargo de Contacto	Ingeniero Sistema de Gestión

## 4. Antecedentes Fuente Emisora

Fuente Emisora	Planta Licancel
Actividad	Planta de Celulosa
Dirección	Camino a Iloca Km 3
Comuna / Región	Licanten, VII Región



### 5. Antecedentes Visita Previa al Muestreo

Fecha	14-06-2016
Hora	11:30
Responsable de Visita y Cargo	Daniel Sierra, Analista de Calidad Paula Lopez, Prevencionista de Riesgos José Pedro de Oliveira, Ingeniero de Servicios
Contacto en Terreno y Cargo	Jean Porcel M. Ingeniero Sistema de Gestión

### 6. Antecedentes del Punto de Muestreo

Identificación Puntos de Muestreo	Laguna Efluentes
Procedencia del Residuo	Lodo de laguna de sistema de tratamiento de efluentes
Estado del Residuo	Solido <input type="checkbox"/> Liquido <input type="checkbox"/> Mezcla S/L <input checked="" type="checkbox"/>
Descripción del Residuo	Lodo color marrón en superficie y negro en el interior, se aprecia olor a similar a huevo podrido, acumulación de aguas lluvias en algunos sectores del terreno
Volumen de almacenamiento	6 ha
Características del Contenedor	Laguna seca
Número de Contenedores	N/A
Ubicación del o los Contenedores	Al noreste de la planta de tratamiento de RILes 771769.3 E – 6124883.9 S

### 7. Diseño Estadístico del Muestreo

Con la finalidad de realizar un muestreo en el cual todos los elementos de la población tengan la probabilidad de ser incluidos en la muestra, se ha optado, dada las condiciones de acopio y a la distribución del residuo descritas en el punto 6, por el siguiente método estadístico:

Método Estadístico	Muestreo Aleatorio Sistemático
Número de Muestras	1

La figura 1, representa a la Laguna de Efluentes, esta ha sido dividida en seis sectores de muestreo (recuadros en color azul), del cual se obtendrá una muestra compuesta y los incrementos serán tomados a intervalos regulares.

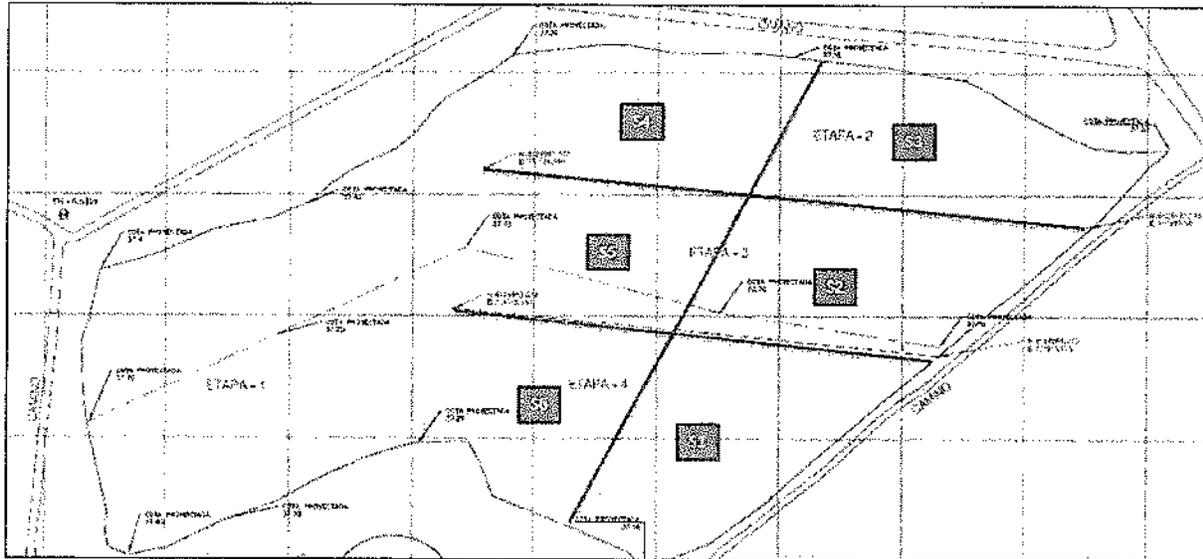


Figura 1. Plano Laguna Efluentes indicando los sectores de muestreo.

## 8. Procedimiento de Muestreo

### Materiales requeridos:

Barreno.

Pala plástica.

Balde de 20 L

Lienzo plástico.

Envases definitivos para muestras

Neveras.

Hielo sustituto (Ice Pack)

### Toma de Muestras

- Ensamblar el equipo de manera que permita tomar muestras de a lo menos 40 cm de profundidad.
- Seleccionar uno de los 6 sectores de muestreo y tomar 10 incrementos de acuerdo a lo establecido en el punto que sigue.
- Introducir el barreno en forma perpendicular en el lodo acumulado hasta completar la capacidad máxima del cilindro tomador de muestras y retirar cuidadosamente del lodo.
- Disponer el residuo colectado sobre lienzo plástico.
- Repetir el procedimiento de toma de incrementos en todo el sector
- Repetir el procedimiento de muestreo en los sectores restantes.

- Registrar en el Reporte de Terreno RESPEL el número de incrementos colectados con el barreno.

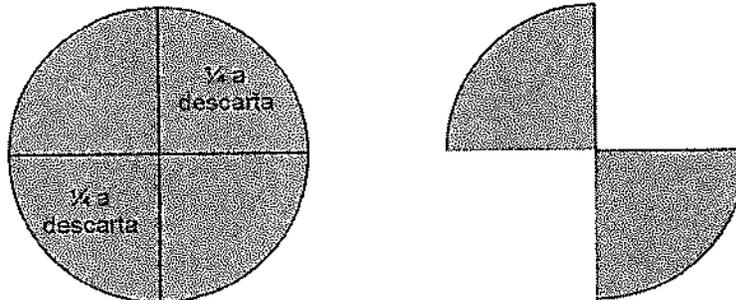
**Preparación de Muestra Compuesta:**

- Una vez colectados todos los incrementos, proceder a mezclar el residuo acumulado sobre el lienzo plástico, volteando este sobre sí mismo con una pala plástica.
- Formar una torta con el residuo ya mezclado y dividir en cuatro partes iguales, tal como se muestra en la figura 3.
- Descartar dos de los cuartos opuestos y mezclar el residuo restante tal como se indica en el primer punto.
- Repetir el proceso de cuarteo hasta obtener la cantidad de muestra requerida para llenar los envases de muestreo. El procedimiento de cuarteo de repetirse como mínimo 3 veces.

Los envases con muestras deben ser dispuestos en neveras con sistema de refrigeración y transportados al laboratorio lo antes posible.

Registrar en Reporte de Terreno RESPEL, la fecha y hora de comienzo y término del muestreo, además de las condiciones ambientales.

Se debe llenar un Reporte de Terreno RESPEL por cada muestra compuesta colectada.



Torta de Lodo, dividida en cuartos. Lodo restante para formar nueva torta.

Figura 3. Reducción por cuarteo.

**9. Condiciones de Seguridad**

En la presente tabla se detalla las Etapas del Trabajo, Los Riesgos Presentes y Las Medidas Preventivas para evitar la ocurrencia de un Incidente durante la actividad de Muestreo. El desplazamiento al interior de la Empresa siempre deberá realizarse por las zonas habilitadas o que designe para ello el personal a cargo, quienes deberán acompañar a los técnicos en muestreo para indicar la zona de muestreo e indicar las zonas en las cuales se pueden desplazar.



Actividad	Riesgos Presentes	Medidas Preventivas
El personal de muestreo llegara en vehículo a la instalación, en la cual deberán informar su presencia y solicitar el ingreso al cliente.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Colisión.</li><li>✓ Atropello.</li><li>✓ Choque</li><li>✓ Volcamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Respetar normas de velocidad y estacionarse en lugar habilitado para ello.</li><li>✓ Precaución debido al tránsito de vehículos livianos y pesados.</li></ul>
Traslado a la laguna (Zona a muestrear) en vehículo.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Colisión.</li><li>✓ Choque</li><li>✓ Volcamiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Precaución debido al tránsito de vehículos livianos y pesados.</li><li>✓ Respetar normas internas de tránsito.</li></ul>
Descarga de herramientas, elementos de protección personal y materiales necesarios para realizar el muestreo.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Caída mismo nivel.</li><li>✓ Atropello.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Transitar con precaución por zonas autorizadas y demarcadas.</li><li>✓ Transitar con precaución por las condiciones del terreno.</li><li>✓ Estacionar y Señalizar con conos de seguridad.</li><li>✓ Utilización de elementos de protección personal.</li><li>✓ Uso de chaleco reflectante.</li><li>✓ Guantes de cabritilla</li></ul>
Ingreso a la laguna	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Caída mismo nivel</li><li>✓ Exposición a radiación solar UV</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Transitar con precaución por las condiciones del terreno, terreno irregular y en pendiente.</li><li>✓ Descender siempre afirmado de algún elemento que pueda soportar su peso. (poste, árbol..etc)</li><li>✓ Uso de lentes de seguridad con protección uv.</li><li>✓ Uso de bloqueador solar.</li></ul>
Toma de muestra de lodo	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Caída mismo nivel.</li><li>✓ Golpeado por.</li><li>✓ Exposición riesgos biológicos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Transitar solo por la orilla del lago.</li><li>✓ Transitar con precaución por las condiciones del terreno.</li><li>✓ Evitar acercarse a terreno pantanoso y a charcos de agua.</li><li>✓ Respetar procedimientos de trabajo seguro y aplicar técnicas de autocuidado.</li></ul>



		<input checked="" type="checkbox"/> Uso de elementos de protección personal. <input checked="" type="checkbox"/> Uso de botas de goma.
Una vez finalizado el servicio, los muestreadores deberán preocuparse de dejar el área completamente limpia y guardarán las muestras, equipos, herramientas dentro del vehículo.	<input checked="" type="checkbox"/> Caída mismo nivel. <input checked="" type="checkbox"/> Atropello	<input checked="" type="checkbox"/> Transitar con precaución por las condiciones del terreno (terreno irregular y en pendiente).

### 10. EPPs Requeridos

Casco	<input checked="" type="checkbox"/>	Mascarilla con Filtro de Gases	<input type="checkbox"/>
Lentes de Seguridad Claros	<input type="checkbox"/>	Mascarilla con Filtro de partículas	<input type="checkbox"/>
Lentes de Seguridad Oscuros	<input checked="" type="checkbox"/>	Protector Facial	<input type="checkbox"/>
Chaleco Reflectante	<input checked="" type="checkbox"/>	Botas de Goma	<input checked="" type="checkbox"/>
Guantes de Nitrilo	<input checked="" type="checkbox"/>	Zapatos de Seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
Guantes de Goma	<input type="checkbox"/>	Conos	<input checked="" type="checkbox"/>
Guantes de cabritilla	<input checked="" type="checkbox"/>	Protector Solar	<input checked="" type="checkbox"/>
Protector Auditivo	<input type="checkbox"/>	Arnés y Cabo de Vida	<input type="checkbox"/>

### 11. Antecedentes del Muestreo

Condiciones Ambientales	Despejado, temperatura ambiente 25°C	
Equipos y/o materiales Utilizados	Barreno, pala, balde de 20 L.	
Envases Utilizados	Vidrio protegido de la luz	1 L
	HDPE	2 L
Observador en Terreno	Jean Porcel, Ingeniero Sistema de Gestión Licancel	

Identificación de la Muestra	Lodo
Número LIMS	4093700
Tipo de Muestreo	Manual Compuesto
Fecha y Hora de Muestreo	30-01-2017 11:40
Responsable del Muestreo	Daniel Tapia, Muestreador
Cantidad de Contenedores	N/A
Cantidad de Contenedores muestreados	N/A
Cantidad de Sub-muestras	60
Estado de la Muestra	Lodo de color negro con olor característico
Observaciones	El día del muestreo la laguna se encontraba completamente seca

## 12. Fotos Punto de Muestreo

### 12.1 Fotos Visita Previa

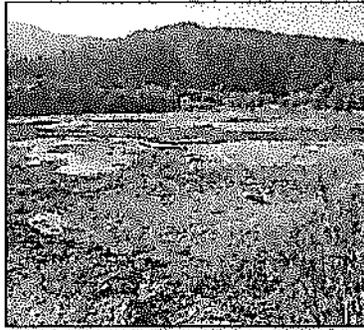


Foto 1. Laguna Efluentes.

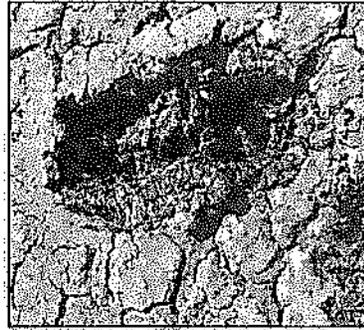
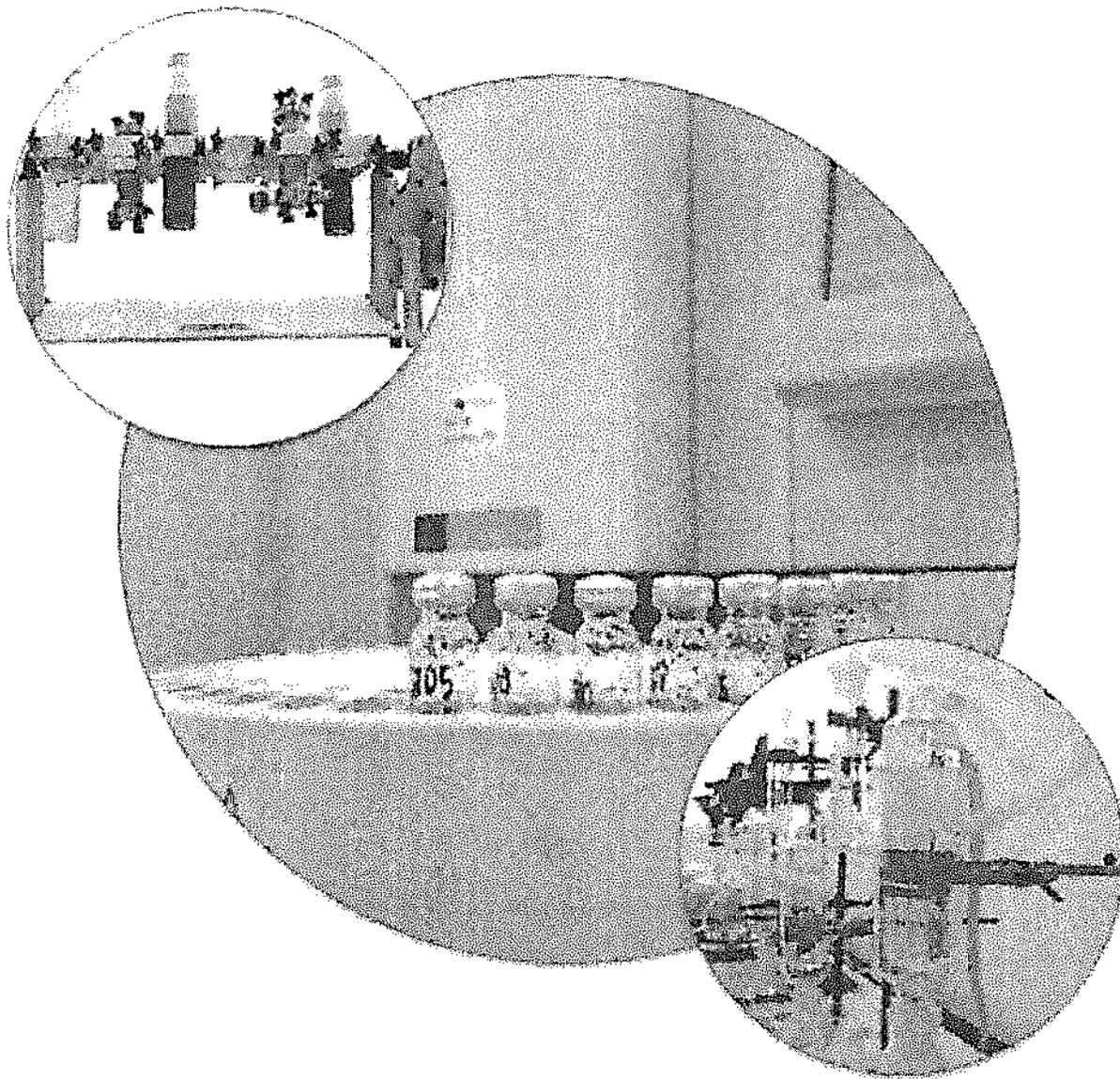


Foto 3. Lodo de Laguna Efluentes.

## II. ANÁLISIS DE LABORATORIO



## 1. Objetivos

El presente capítulo tiene como objetivo entregar un detalle de las metodologías de análisis utilizadas para la caracterización de residuos según los criterios establecidos en el Decreto Supremo N°148 Título II y el Decreto Supremo 209.

## 2. Metodología de Ensayo

### 2.1 Toxicidad Extrínseca

Una sustancia tendrá la característica de toxicidad extrínseca cuando en su eliminación pueda dar origen a sustancias tóxicas en concentraciones que pongan en riesgo a la salud de la población, debido a interacción con el medioambiente.

La caracterización del residuo se realiza por medio de la lixiviación bajo condiciones controladas de acuerdo a lo establecido en la NCh-2754 Of2003, prueba EPA 1311, Toxicity Characteristic Leaching Procedure TCLP, lo que permite determinar la movilidad de los analitos tóxicos orgánicos e inorgánicos presentes en la muestra.

#### Elementos de Toxicidad Característica, Prueba de TCLP Compuestos Inorgánico

Elemento	Método	Límite de detección (mg/L)	Concentraciones máximas permisibles (mg/L) DS 148
Plomo	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,01	5
Cadmio	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,02	1
Mercurio	AA / Vapor frío (SM 3112 B*)	0,001	0,2
Cromo	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,05	5
Bario	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,03	100
Selenio	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,01	1
Arsénico	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,01	5
Plata	Plasma Óptico (SM 3120 B*)	0,02	5

\* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>th</sup> edition, 2005

#### Compuestos de Toxicidad Característica, prueba TCLP Compuestos Orgánicos

Los compuestos de la siguiente tabla son determinados, mediante la técnica de Cromatografía Gaseosa con detector FID o de Captura Electrónica.

Compuesto	Límite de detección (mg/L)	Concentración máxima permisible (mg/L) DS 148
Benceno	0,0052	0,5
Tetracloruro de carbono	0,0003	0,5
Clordano	0,0021	0,03
Clorobenceno	0,003	100
Cloroformo	0,0002	6
o-cresol	0,0018	200
m-cresol	0,0018	200
p-cresol	0,0018	200
Cresol	0,0018	200

2,4-D	0,00133	10
1,4-diclorobenceno	0,0035	7,5
1,2-dicloroetano	0,0002	0,5
1,1-dicloroetileno	0,0007	0,7
Edrín	0,0015	0,02
2,4-dinitrotolueno	0,0018	0,13
Heptaclor (y su epóxido)	0,0018	0
Hexaclorobenceno	0,0018	0,13
Hexaclorobutadieno	0,0012	0,5
Hexacloroetano	0,0015	3
Lindano	0,0015	0,4
Metoxiclor	0,0015	10
Metiletilcetona	0,0088	200
Nitrobenzeno	0,0015	2
Pentaclorofenol	0,00063	100
Piridina	0,0012	5
Tetracloroetileno	0,0003	0,7
Toxafeno	0,0258	0,5
Tricloroetileno	0,0003	0,5
2,4,5-triclorofenol	0,0015	400
2,4,6-triclorofenol	0,0018	2
2,4,5-TP (silvex)	0,00133	1
Cloruro de vinilo	0,0094	0,2

## 2.2 Toxicidad Aguda

El residuo tendrá la característica de toxicidad aguda, cuando es letal en bajas dosis en seres humanos. La toxicidad aguda de un residuo podrá estimarse en base a la información técnica disponible respecto de la toxicidad aguda de sus sustancias componentes, cuando el contenido porcentual en el residuo de una sustancia tóxica aguda reconocida mediante decreto supremo del Ministerio de Salud (DS 148 Art. 88 y 89, DS 209/05), sea superior a la menor de las concentraciones tóxicas agudas límite, CTAL, definidas para este constituyente.

$$CTAL_{\text{oral}} = [DL_{50 \text{ oral}} / 50 \text{ mg/Kg}] \times 100$$

$$CTAL_{\text{inhalación}} = [DL_{50 \text{ inhalación}} / 2 \text{ mg/L}] \times 100$$

$$CTAL_{\text{dermal}} = [DL_{50 \text{ dermal}} / 200 \text{ mg/Kg}] \times 100$$

En caso que el residuo contenga más de una sustancia toxica aguda, se considerará peligroso si la suma de las concentraciones porcentuales de tales sustancias, divididas por sus respectivas CTAL, es mayor o igual a 1, para cualquiera de las vías de exposición.

## 2.3 Toxicidad Crónica

Un residuo tendrá la característica de toxicidad crónica si contiene alguna sustancia capaz de causar un efecto toxico acumulativo, efecto cancerígeno o mutagénico en seres humanos, estas sutancias se encuentran listadas en el Artículo 89 del DS 148 y en DS 209/05, y sus concentración expresada como

porcentaje, no deben superar sus respectivas CTAL/1000 para sustancias cancerígenas y CTAL/100 para sustancias con efecto acumulativo teratogénico o mutagénico.

En caso que el residuo contenga más de una sustancia tóxica crónica, se considerará peligroso si la suma de las concentraciones porcentuales de tales sustancias, divididas por sus respectivas CTAL, es mayor o igual a 0,001 (para sustancias cancerígenas) o 0,01 (para sustancias con efecto acumulativo teratogénico o mutagénico), para cualquiera de las vías de exposición.

#### 2.4 Inflamabilidad

Para el ensayo de inflamabilidad se considerara el estado de la muestra y dependiendo de este, es el método utilizado.

a) **Sólidos:** La inflamabilidad es determinada por la velocidad de propagación de una llama generada al someter al residuo a una fuente de calor bajo condiciones controladas. Si la velocidad de propagación de la llama es mayor a 2,2 mm/s, se considera al residuo como inflamable, método EPA 1030.

b) **Líquidos:** Las muestras líquidas son calentadas en un sistema cerrado al cual se le aumenta la temperatura hasta que la muestra inflama. Si la muestra inflama a una temperatura inferior a 61°C, se considera al residuo como inflamable, método de Copa Cerrada Pensky-Martens, EPA 1010.

#### 2.5 Reactividad

Se refiere a la posible formación de compuestos tóxicos, como resultado de reacciones químicas entre los constituyentes de un residuo o por su interacción con el medio al cual está expuesto. La formación de ácido cianhídrico y/o sulfhídrico a un rango de pH determinado, es un indicador de la reactividad del residuo.

Ensayo	Método	Límite de detección (mg/kg)
Ácido cianhídrico	EPA 9010 B mod.	0,5
Ácido sulfhídrico	EPA 9030 B mod.	10

#### 2.6 Corrosividad

La corrosividad puede ser evaluada por dos métodos diferentes, dependiendo de las características de la muestra:

a) Cuando este sea capaz de corroer el acero (SAE 1020), a una tasa mayor a 6,35 mm por año, esto se determina bajo condiciones experimentales que simulan la exposición del acero con el residuo durante un año, de acuerdo a lo estipulado en el método EPA 1110 A.

b) Cuando el residuo es acuoso y tiene un pH  $\leq 2$  o  $\geq 12,5$ , esto se determina por método potenciométrico EPA 9040C.



### III. RESULTADOS

---

Los resultados de los ensayos realizados a la muestra de Lodo Laguna Efluentes, se resumen en los Informes de Ensayos ANAM N° **4093700**, que se presentan a continuación.



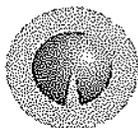
**RESULTADO DE ENSAYO**

<b>Muestra 4093700</b>					
<b>Análisis/Método</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisito Normativo</b>	<b>Límite de Detección</b>
1,1-dicloroetileno EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0007	mg/L	<=0,7	0,0007
1,2-dicloroetano EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0002	mg/L	<=0,5	0,0002
1,4-diclorobenceno EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0035	mg/L	<=7,5	0,0035
2,4,5-TP EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,00133	mg/L	<=1	0,00133
2,4,5-triclorofenol EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0015	mg/L	<=400	0,0015
2,4,6-triclorofenol EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0018	mg/L	<=2	0,0018
2,4-D EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,00133	mg/L	<=10	0,00133
2,4-dinitrotolueno EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0018	mg/L	<=0,13	0,0018
Ácido Cianhídrico EPA 9010B/9014(*)	Inicio 07/02/2017 12:10 Fin 12/02/2017 19:50	<0,5	mg/Kg	<=250	0,5
Ácido Sulfhídrico EPA 9030B/9034(*)	Inicio 07/02/2017 12:10 Fin 12/02/2017 19:50	<10,0	mg/Kg	<=500	10,0
Antimonio Total (Sb) M.S. SM 3120 B (*)	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	<2,0	mg/Kg	-	2,0
Arsénico Total SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	<0,010	mg/L	<=5	-
Arsénico Total (As) M.S. SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	1,86	mg/Kg	-	1,2
Bario Total SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	0,485	mg/L	<=100	-
Bario Total (Ba) M.S. SM 3120 B (*)	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	132,27	mg/Kg	-	0,176
Benceno EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0052	mg/L	<=0,5	0,0052
Cadmio Total SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	<0,002	mg/L	<=1	-
Cadmio Total (Cd) M.S. SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	1,00	mg/Kg	-	0,1
Clordano EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0021	mg/L	<=0,03	0,0021
Clorobenceno EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,003	mg/L	<=100	0,003
Cloroformo EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0002	mg/L	<=6	0,0002
Cloruro de vinilo EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0094	mg/L	<=0,2	0,0094
Cobre Total (Cu) M.S. SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	56,63	mg/Kg	-	1,4
Coordenada UTM E	Inicio 30/01/2017 11:40 Fin 30/01/2017 11:40	72116		-	-

**Análisis Ambientales S.A.**

Av. Américo Vespucio N°451 Quilicura Santiago - Fono: +56(2)2569 4400 / Av. Presidente Ibañez N°700-Puerto Montt-Fono: +56(2)2569 4450

e-mail: anam@anam.cl - www.anam.cl



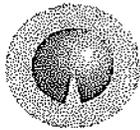
**RESULTADO DE ENSAYO**

<b>Muestra 4093700</b>					
<b>Análisis/Método</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisito Normativo</b>	<b>Límite de Detección</b>
<b>Coordenada UTM N</b>	Inicio 30/01/2017 11:40 Fin 30/01/2017 11:40	<b>345857</b>		-	-
<b>Cresol</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0018</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=200</b>	<b>0,0018</b>
<b>Cromo Total</b> SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	<b>&lt;0,024</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=5</b>	-
<b>Cromo Total (Cr) M.S.</b> SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	<b>35,90</b>	<b>mg/Kg</b>	-	<b>2,4</b>
<b>Endrín</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0015</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=0,02</b>	<b>0,0015</b>
<b>Heptaclor (y su epóxido)</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0018</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=0,008</b>	<b>0,0018</b>
<b>Hexaclorobenceno</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0018</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=0,13</b>	<b>0,0018</b>
<b>Hexaclorobutadieno</b> EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0012</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=0,5</b>	<b>0,0012</b>
<b>Hexacloroetano</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0015</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=3</b>	<b>0,0015</b>
<b>Humedad</b> SM 2540G (2012)	Inicio 31/01/2017 14:50 Fin 02/02/2017 17:52	<b>39,80</b>	<b>%</b>	-	-
<b>Lindano</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0015</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=0,4</b>	<b>0,0015</b>
<b>m-cresol</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0018</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=200</b>	<b>0,0018</b>
<b>Mercurio total (Hg)</b> SM 3112B	Inicio 03/02/2017 16:33 Fin 03/02/2017 16:57	<b>&lt;0,0003</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=0,2</b>	-
<b>Mercurio total (Hg) M.S.</b> SI Met 3112B	Inicio 02/02/2017 13:41 Fin 03/02/2017 08:12	<b>&lt;1,00</b>	<b>mg/Kg</b>	-	<b>1</b>
<b>Metil etil cetona</b> EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0088</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=200</b>	<b>0,0088</b>
<b>Metoxiclor</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0015</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=10</b>	<b>0,0015</b>
<b>Niquel Total (Ni) M.S.</b> SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	<b>29,38</b>	<b>mg/Kg</b>	-	<b>1,2</b>
<b>Nitrobenzeno</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0015</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=2</b>	<b>0,0015</b>
<b>o-cresol</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0018</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=200</b>	<b>0,0018</b>
<b>p-cresol</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0018</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=200</b>	<b>0,0018</b>
<b>Pentaclorofenol</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,00063</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=100</b>	<b>0,00063</b>
<b>Piridina</b> EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<b>&lt;0,0012</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=5</b>	<b>0,0012</b>
<b>Plata total</b> SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	<b>0,028</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=5</b>	<b>0,006</b>
<b>Plata Total (Ag) M.S.</b> SM 3120 B (*)	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	<b>0,84</b>	<b>mg/Kg</b>	-	<b>0,6</b>
<b>Plomo Total</b> SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	<b>&lt;0,012</b>	<b>mg/L</b>	<b>&lt;=5</b>	-

**Análisis Ambientales S.A.**

Av. Américo Vespucio N°451 Quilicura Santiago - Fono: +56(2)2569 4400 / Av. Presidente Ibañez N°700-Puerto Montt-Fono: +56(2)2569 4450

e-mail: anam@anam.cl - www.anam.cl



**RESULTADO DE ENSAYO**

<b>Muestra 4093700</b>					
<b>Análisis/Método</b>	<b>Fecha de ensayo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Requisito Normativo</b>	<b>Límite de Detección</b>
Plomo Total (Pb) M.S. SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	123,21	mg/Kg	-	1,2
Razón Inflamabilidad EPA 1030	Inicio 01/02/2017 10:16 Fin 12/02/2017 19:49	No Inflama		-	-
Selenio Total SM 3120 B	Inicio 05/02/2017 11:27 Fin 06/02/2017 11:53	<0,009	mg/L	<=1	-
Selenio Total (Se) M.S. SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	10,06	mg/Kg	-	0,9
Sólidos Totales St Met 2540G	Inicio 31/01/2017 14:50 Fin 02/02/2017 17:52	60,2	%	-	-
Talio Total (Tl) M.S. SM 3120 B (*)	Inicio 09/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	<2,00	mg/Kg	-	2
Tasa de corrosión EPA 1110A	Inicio 07/02/2017 08:51 Fin 12/02/2017 16:45	1,07	mm/año	<=6,35	1
Tetracloroetileno EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0003	mg/L	<=0,7	0,0003
Tetracloruro de carbono EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0003	mg/L	<=0,5	0,0003
Toxafeno EPA 1311 y 8270C	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0258	mg/L	<=0,5	0,0258
Tricloroetileno EPA 1311 y 5021	Inicio 03/02/2017 14:41 Fin 06/02/2017 14:42	<0,0003	mg/L	<=0,5	0,0003
Vanadio Total (V) M.S. SM 3120 B (*)	Inicio 09/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	55,27	mg/Kg	-	1,2
Zinc Total (Zn) M.S. SM 3120 B	Inicio 08/02/2017 09:30 Fin 09/02/2017 11:40	253,25	mg/Kg	-	2,8

(\*) Fuera del alcance de la acreditación

Los resultados de los análisis reportados en el presente informe corresponden a ANAM Santiago con excepción de los siguientes:  
- S1: Análisis realizado en Laboratorio ANAM sede Puerto Montt.

**Los parámetros analizados cumplen con lo estipulado en la norma**

## IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 1. Toxicidad Extrínseca

La muestra de Lodo, sometida a los ensayos de TCLP orgánico e inorgánico, no presentó sustancias o elementos lixiviables en concentraciones superiores a los límites máximos permisibles indicados en el D.S.148, por lo cual el residuo no tiene la característica de toxicidad extrínseca.

Elemento o Compuesto Detectado	Concentración (mg/L)	Límite Normativo	Evaluación
Bario Total	0,485	<=100	No Tóxico
Plata Total	0,028	<=5	No Tóxico

Tabla 1. Elementos o sustancias lixiviables presentes en la muestra Lodo.

### 2. Toxicidad Aguda

Las siguientes tablas presentan las evaluaciones de las sustancias tóxicas agudas, que están o se presume están presentes en la muestra de Lodo, Las presunciones se realizaron en función de los elementos evidenciados por los ensayos de laboratorio.

#### Evaluación de Sustancias Agudas en Forma Individual

Sustancia	Concentración %	CTAL <sub>oral</sub>	CTAL <sub>inhalaación</sub>	CTAL <sub>dermal</sub>	Evaluación
Ag(CN)	0,00010	---	---	---	*
AgK(CN) <sub>2</sub>	0,00026	41,8	---	---	No Tóxico
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00025	20	---	---	No Tóxico
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00029	16	---	---	No Tóxico
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	0,00035	96	---	---	No Tóxico
BaCl <sub>2</sub>	0,04918	236	---	---	No Tóxico
CdCl <sub>2</sub>	0,00016	144	---	---	No Tóxico
CdO	0,00011	176	---	---	No Tóxico
CuCN	0,00798	2,53	---	---	No Tóxico
Ni(CN) <sub>2</sub>	0,00554	---	---	---	*
Ni(CO) <sub>4</sub>	0,00855	---	22	---	No Tóxico
Pb(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub>	0,01922	24,6	42,5	---	No Tóxico
SeC(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,00157	100	---	---	No Tóxico
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01279	20	---	---	No Tóxico
H <sub>3</sub> VO <sub>4</sub>	0,00987	116,2	390	---	No Tóxico
NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>	0,01269	116,2	390	---	No Tóxico
Zn(CN) <sub>2</sub>	0,04547	---	---	---	*
Zn <sub>3</sub> P <sub>2</sub> **	0,03332	81	---	1000	No Tóxico

\* Sin literatura científica relevante a la fecha

\*\* Cuando está presente en concentraciones mayores al 10%

Tabla 2. Sustancias tóxicas agudas presentes en la muestra de Lodo.



### Evaluación de la Sumatoria de las Sustancias Agudas

Muestra N° 3770168, Lodo Sector 1			
Sumatoria Sustancias Toxicas Agudas Divididas por sus Respectivos CTAL		Valor de Comparación	Evaluación
Oral	0,0054	1	No Toxico
Inhalatoria	0,0009	1	No Toxico
Dermal	---	1	---

Las evaluaciones individuales de las sumatorias de las sustancias constituyentes de las muestras de Lodo, han permitido determinar que el residuo podría no tener la característica de toxicidad aguda.

### 3. Toxicidad Crónica

Las siguientes tablas presentan las evaluaciones de las sustancias toxicas crónicas, que están o se presume están presentes en la muestra de Lodo, Las presunciones se realizaron en función de los elementos evidenciados por los ensayos de laboratorio.

#### Evaluación de Sustancias Crónicas Cancerígenas en Forma Individual

Sustancia Toxicas Crónicas Cancerígenas	Concentración %	Oral	Inhalatoria	Dermal	Evaluación
		CTAL/1000	CTAL/1000	CTAL/1000	
CaCrO <sub>4</sub>	0,01077	0,654	---	---	No Toxico
Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,01934	---	---	---	*
Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> *2Pb(OH) <sub>2</sub>	0,01601	---	---	---	*
Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	0,01608	---	---	---	*
Pb <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub>	0,01984	---	---	---	*

Tabla 4. Sustancias toxicas crónicas cancerígenas presentes en la muestra de Lodo.

#### Evaluación de Sustancias Crónicas con Efecto Acumulativo, Teratogénico o Mutagénico en Forma Individual

Sustancia Toxicas Crónicas con Efecto Acumulativo, Teratogénico o Mutagénico	Concentración %	Oral	Inhalatoria	Dermal	Evaluación
		CTAL/100	CTAL/100	CTAL/100	
Se <sub>3</sub> S <sub>5</sub>	0,00169	2,76	---	---	No Toxico
SeO <sub>2</sub>	0,00185	1,36	---	---	No Toxico
H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	0,00164	---	---	---	*
Zn <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	0,03332	0,81	---	10,00	No Toxico

\* Sin literatura científica relevante a la fecha

Tabla 5. Sustancias toxicas crónicas con efecto acumulativo, teratogénico o mutagénico presentes en la muestra de Lodo.

#### Evaluación de la Sumatoria de las Sustancias Crónicas Cancerígenas

Las muestras de lodo de la Laguna de Efluente, no presentan ninguna de las sustancias estudiadas, en concentraciones suficientes o con información científica relevante para realizar esta evaluación.

**Evaluación de la Sumatoria de las Sustancias Crónicas con Efecto Acumulativo, Teratogénico o Mutagénico**

Sumatoria Sustancias Tóxicas Crónicas con efecto Acumulativo, Teratogénico o Mutagénico Divididas por sus Respectivos CTAL		Valor de Comparación	Evaluación
Oral	0,0004	0,01	No Tóxico
Inhalatoria	----	0,01	---
Dermal	----	0,01	---

Las evaluaciones individuales de las sumatorias de las sustancias constituyentes de las muestras de Lodo, han permitido determinar que el residuo podría no tener la característica de toxicidad crónica.

**4. Inflamabilidad**

La muestra de Lodo, sometida al ensayo de inflamabilidad, presentó un ratio <0,8 mm/s, siendo este menor al límite máximo permisible de 2,2 mm/s, por lo tanto se considera que el residuo no es inflamable.

**5. Reactividad**

La muestra de Lodo, sometida a los ensayos de generación de ácido cianhídrico y sulfhídrico no presentó estos compuestos en concentraciones mayores a los límites de detección de cada método de análisis en particular, por lo tanto el residuo no tiene la característica de reactividad.

Compuesto	Concentración (mg/Kg)	Límite Normativo	Evaluación
HCN	<0,5	<=250	No Reactivo
H <sub>2</sub> S	<10,0	<=500	No Reactivo

Tabla 9. Concentraciones de HCN y H<sub>2</sub>S detectadas en la muestra de Lodo.

**6. Corrosividad**

La muestra de Lodo, sometida al ensayo de corrosividad, presentó un efecto corrosivo sobre el acero (SAE 2010), de 1,07 mm/año, siendo este menor al máximo normado de 6,35 mm/año, por lo tanto el residuo no tienen la característica de corrosividad.



## VI. CONCLUSIÓN

Los estudios de toxicidad extrínseca, toxicidad aguda, toxicidad crónica, inflamabilidad, reactividad y corrosividad, realizados en base a la información técnica entregada por Celulosa Arauco y Constitución S.A. y a los requerimientos del Decreto Supremo N° 148 Título II, han permitido determinar que las muestras N° 4093700, identificada como **Lodo Laguna Efluentes**, respectivamente, no presentan ninguna de las características de peligrosidad indicadas en el Decreto Supremo N° 148 Artículo 11, por lo tanto el residuo podría ser calificado como **no peligroso**.



Validez desconocida

Digitally signed by Arturo Eugenio Givovich Hernández  
Date: 2017.02.22 14:17:44 [AR]  
Reason: Firma Electrónica ANAM  
Location: ANAM

Gerente Técnico de Laboratorios  
Arturo Givovich H.  
Código IA SMA [REDACTED]