



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

**“PLAN DE MANEJO APLICADO A LOS RESIDUOS  
GENERADOS DURANTE EL PROCESO DE PRODUCCIÓN  
SUPERINTENSIVA DE BIOMASA DE *HAEMATOCOCCUS  
PLUVIALIS*”**

Tesis para optar al Grado de Magíster en Gestión Ambiental

**MARTA ELENA MORALES MERINO**

Profesor Guía: Rodrigo Poblete Chávez

COQUIMBO, AGOSTO 2017



## FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

Los miembros de esta comisión designada para revisar la tesis de Magíster de MARTA ELENA MORALES MERINO, la han encontrado satisfactoria y recomienda que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Magíster en Gestión Ambiental

Fecha:

Aprobado Comisión de Calificación

---

Dr. Juan Macchiavello Armengol  
Decano

---

Dr. Rodrigo Poblete Chávez  
Profesor Guía

---

Dr. Ernesto Cortés Pizarro  
Profesor Corrector

---

M.Sc. Roberto Andueza Naveas  
Profesor Corrector



## **FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR**

### **DECLARACION DEL AUTOR**

*Se permiten citas breves sin permiso especial de la Institución o autor, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente. En cualquier otra circunstancia, se deberá solicitar permiso de la Institución o el autor*

Marta Morales Merino

Firma

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo está dedicado muy especialmente a mi hijo, mi marido y mis padres por el amor, ayuda y apoyo incondicional.....los amo y honro siempre.*

## AGRADECIMIENTOS

*Al término del trabajo realizado agradezco especialmente el apoyo de mi profesor guía, comité evaluador y a cada una de las personas y profesionales que me ayudaron de manera directa e indirectamente en el desarrollo de mi tesis. En especial a Manuel, Francisco, Mercedes, Carolina, Ernesto y Daniel.*

*De manera muy especialmente agradezco a mi padre por ser parte de este proceso.*

*Muchas gracias!*

## I.- RESUMEN

El presente Plan de Manejo aplicado a los residuos generados durante el proceso de producción súper-intensiva de biomasa de *haematococcus pluvialis* (en adelante *Hp*) fue desarrollado con el objetivo de ser una herramienta de gestión ambiental para la industria asociada al cultivo de Astaxantina en Chile.

Para llevar a cabo este plan de manejo fue necesario realizar un levantamiento de datos y antecedentes en terreno en una empresa dedicada al cultivo súper-intensivo de biomasa de *Hp* ubicada en la Región de Coquimbo durante un ciclo productivo anual.

Con las visitas a terreno fue posible conocer en detalle el proceso productivo de la planta de cultivo, con la información primaria recopilada se realizó un diagnóstico de situación el cual reflejó la necesidad y pertinencia de desarrollar el plan de manejo de residuos. La información recogida fue sistematizada por área de trabajo, cantidad y frecuencia de generación, lo cual permitió clasificar e identificar los requerimientos de gestión.

El plan de gestión de residuos diseñado y desarrollado en este documento siguen los lineamientos planteados en distintas guías y normativas vigentes. El plan contempla la habilitación de una unidad de acopio primaria en distintas áreas de la planta de cultivo, la implementación de una unidad intermedia de acopio de 9 m<sup>2</sup> y todas las directrices para clasificar, manipular y gestionar los residuos generados durante el proceso productivo.

Por último se presenta una evaluación financiera para la implementación del plan de manejo. La primera parte de la evaluación corresponde al análisis y cálculo de costos para la implementación, esta arrojó un costo total de \$11.998.970, de los cuales \$5.818.970 corresponde a costos de implementación y \$6.180.000 corresponden a costos de mantención. La segunda parte de la evaluación muestra el análisis de costo-beneficio que tiene para la empresa la implementación del plan de manejo. Este análisis se realizó

tomando en consideración un monto anual estimado de producción, precio de venta de la biomasa y las sanciones a las cuales se podría ver expuesta la empresa en caso de no cumplir con las exigencias legales al respecto.

Bajo la óptica del análisis planteado resulta ser mucho más beneficioso para la empresa invertir en la implementación del plan de manejo, ya que no solo da respuesta a las exigencias legales sino que también la hace avanzar hacia una producción más responsable con el medio ambiente.

## II.- ABSTRACT

The present Management Plan applied to the waste generated during the super-intensive biomass production process of *haematococcus pluvialis* (hereinafter *Hp*) was developed with the objective of being an environmental management tool for the industry associated with the cultivation of Astaxanthin in Chile .

In order to carry out this management plan, it was necessary to carry out a data collection and field record in a company dedicated to the super-intensive biomass crop of *Hp* located in the Region of Coquimbo during an annual productive cycle.

With field visits it was possible to know in detail the production process of the crop plant, with the primary information collected a situation diagnosis was made which reflected the need and relevance of developing the waste management plan. The information collected was systematized by area of work, quantity and frequency of generation, which allowed to classify and identify the management requirements.

The waste management plan designed and developed in this document follow the guidelines set out in different guides and regulations in force. The plan contemplates the habilitation of a primary collection unit in different areas of the crop plant, the implementation of an intermediate storage unit of 9 m<sup>2</sup> and all the guidelines for classifying, manipulating and managing the waste generated during the production process.

Finally, a financial evaluation is presented for the implementation of the management plan. The first part of the evaluation corresponds to the analysis and calculation of costs for the implementation, which resulted in a total cost of \$ 11,998,970, of which \$ 5,818,970 corresponds to implementation costs and \$ 6,180,000 correspond to maintenance costs. The second part of the evaluation shows the cost-benefit analysis

that the company has for the implementation of the management plan. This analysis was carried out taking into consideration an estimated annual amount of production, biomass sales price and penalties to the Which could be exposed the company in case of not complying with the legal requirements in this regard.

From the perspective of the analysis presented, it is much more beneficial for the company to invest in the implementation of the management plan, since it not only responds to legal requirements but also moves it towards a more responsible production with the environment.

### III.- INDICE

| Contenido                                                                                                  | Páginas |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| I.- RESUMEN.....                                                                                           | 6       |
| II.- ABSTRACT.....                                                                                         | 8       |
| III.- INDICE.....                                                                                          | 10      |
| IV.- INDICE DE TABLAS.....                                                                                 | 12      |
| V.- INDICE DE FIGURAS .....                                                                                | 13      |
| 1.- INTRODUCCIÓN.....                                                                                      | 14      |
| 1.1 Antecedentes:.....                                                                                     | 14      |
| 2.- OBJETIVOS:.....                                                                                        | 18      |
| 2.1 Objetivo General:.....                                                                                 | 18      |
| 2.2 Objetivos Específicos: .....                                                                           | 18      |
| 3.- MARCO TEÓRICO .....                                                                                    | 19      |
| 3.1 Los Residuos en Chile .....                                                                            | 19      |
| 3.2 Normativa Chilena. ....                                                                                | 21      |
| 4.- METODOLOGÍA.....                                                                                       | 23      |
| 4.1 Diagnóstico de la Situación de manejo de residuos. ....                                                | 23      |
| 4.2. Dimensionamiento y clasificación de los residuos generados en las distintas etapas de producción..... | 24      |
| 4.3 Diseño de un plan de manejo para los residuos generados en la planta de producción .....               | 25      |
| 4.3.1 Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos .....                            | 25      |
| 4.3.2 Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile                    | 27      |
| 4.3.3 Sistema de registro de emisiones y transferencias de contaminantes. ....                             | 28      |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4. Evaluación financiera de la implementación del plan de manejo. ....                               | 29 |
| 5.- RESULTADOS .....                                                                                   | 30 |
| 5.1 Situación del manejo actual de los residuos de la empresa. ....                                    | 30 |
| 5.1.1 Estado de Situación.....                                                                         | 33 |
| 5.1.2 Árbol de Problemas.....                                                                          | 34 |
| 5.2 Dimensionamiento y Clasificación de los Residuos .....                                             | 36 |
| 5.2.1 Cantidad de Residuos Generados.....                                                              | 41 |
| 5.3 DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS .....                                                        | 42 |
| 5.3.1. Plan de Manejo de Residuos. ....                                                                | 42 |
| 5.3.2 Objetivos del plan .....                                                                         | 44 |
| 5.3.3 Clasificación y segregación en el punto de generación.....                                       | 45 |
| 5.3.4 Medidas de Disminución o Minimización de Desechos .....                                          | 52 |
| 5.3.5 Disposición y Retiro de Residuos .....                                                           | 54 |
| 5.3.6 Registro y seguimiento de los residuos.....                                                      | 59 |
| 5.3.7 Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)..... | 62 |
| 5.4. Evaluación Financiera para la Implementación del Plan de Manejo de Residuos. ....                 | 63 |
| 5.4.1 Costos de implementación del plan de manejo de residuos.....                                     | 63 |
| 5.4.2 Análisis Costo-Beneficio de implementación.....                                                  | 66 |
| 6. DISCUSIÓN .....                                                                                     | 71 |
| 7. CONCLUSIONES .....                                                                                  | 76 |
| 8. REFERENCIAS.....                                                                                    | 78 |
| 9. ANEXOS .....                                                                                        | 81 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Anexo n°1: Planilla para recolección de datos en terreno..... | 81 |
| Anexo n°2: Guías de trámites .....                            | 82 |
| Anexo n°3: Etiquetas de Identificación de Residuos. ....      | 88 |
| Anexo n°4: Código de Riesgos para Residuos Peligrosos .....   | 90 |
| Anexo n°5: Pictogramas para Residuos Peligrosos. ....         | 91 |
| Anexo n°6: Señalética.....                                    | 92 |
| Anexo n°7: Registro de Residuos No Peligrosos.....            | 93 |
| Anexo n°8: Registro de Residuos Peligrosos.....               | 94 |
| Anexo n°9: Registro de Retiro de Residuos.....                | 95 |
| Anexo n°10: Registro de Identificación del Gestor .....       | 96 |

#### IV.- INDICE DE TABLAS

| Tabla                                                                                  | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Tabla 1: Resumen de leyes y decretos asociados a la gestión de residuos en Chile. .... | 21     |
| Tabla 2: Clasificación actual de residuos en planta de cultivo de Hp.....              | 33     |
| Tabla 3: Detalle de residuos generados en cada Área de Trabajo.....                    | 37     |
| Tabla 4: Frecuencia de generación de residuos.....                                     | 40     |
| Tabla 5: Cantidad de residuos generados anualmente. ....                               | 41     |
| Tabla 6: Contenedores de residuos según tipo, capacidad y color.....                   | 45     |
| Tabla 7: Clasificación y segregación de residuos no peligrosos.....                    | 50     |
| Tabla 8: Tabla resumen disposición y destino de residuos según tipo. ....              | 56     |
| Tabla 9: Gestores de residuos presentes en la región de Coquimbo. ....                 | 57     |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 10: Datos de producción e ingreso por venta de biomasa <i>Hp</i> ..... | 67 |
| Tabla 11: Sanciones del SMA según tipo de infracción. ....                   | 68 |
| Tabla 12: Escenarios potenciales de infracción (pesos chilenos). ....        | 69 |

## V.- INDICE DE FIGURAS

| Figura                                                                                                   | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 1: Sistema de clasificación de residuos peligrosos .....                                          | 26     |
| Figura 2: Acciones para la gestión de residuos plásticos .....                                           | 28     |
| Figura 3: Diagrama de Flujo Proceso Productivo para Obtener Biomasa de <i>Hp</i> .....                   | 32     |
| Figura 4: Árbol de Problemas.....                                                                        | 34     |
| Figura 5: Registro declaración de Residuos Peligrosos, identificación del generador.....                 | 60     |
| Figura 6: Registro declaración de Residuos Peligrosos, identificación transportista y destinatario. .... | 61     |
| Figura 7: Balances de costo de implementación del plan de manejo.....                                    | 65     |

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes:

Las microalgas son fuente de un gran número de compuestos bioactivos de interés industrial, como los carotenoides, que se utilizan como colorantes naturales en alimentación animal y humana, así como en la industria farmacéutica, cosmética y acuicultura. Además, se han propuesto como agentes efectivos en la prevención de una variedad de enfermedades, debido a su capacidad antioxidante, inmunoreguladora, anti-inflamatoria y anticancerígena. El kerocarotenoide astaxantina es el más importante desde el punto de vista bio-tecnológico<sup>1</sup>.

Hoy en Chile existen tres empresas dedicadas al cultivo, producción y comercialización de biomasa de *Haematococcus pluvialis* (en adelante Hp) para la obtención del pigmento natural astaxantina, correspondiente al colorante natural usado en la industria nutracéutica y animal.

Las características climáticas de la región de Coquimbo son muy propicias para el cultivo de Hp debido a la radiación solar y temperatura, es por esta razón que aquí se encuentra emplazada las más importantes empresas productoras de biomasa de Hp en Chile y existe otra en etapa de diagnóstico y pre-inversión de proyecto. Este tipo de empresas cultiva de manera súper-intensiva la microalga Hp en sistemas de circulación semi-cerrado o mixtos. Entre las fases productivas que poseen, están las siguientes: (1) manejo de cepas, (2) masificación de cultivos en laboratorio y (3) la producción masiva de ésta microalga en biorreactores de circuito semi-cerrado.

Algunos estudios señalan que el tamaño del mercado mundial de astaxantina natural tendrá una tendencia creciente, se estima que el mercado global superará los USD

---

<sup>1</sup> Camacho J., Gonzalez G. & Klotz B. (2013). Producción de Astaxantina en haematococcus pluvialis bajo diferentes condiciones de estrés. Artículo ISSN: 1794-2470, (Vol 11), 93-104.

1.5 mil millones en 2020<sup>2</sup>. Actualmente, la astaxantina natural principalmente se utiliza en la industria farmacéutica que sólo tiene la capacidad de atender los mercados Europeos, Estados Unidos y Japón, dejando sin atención al resto del mundo<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta estos antecedentes y tal como se indicó anteriormente, la región de Coquimbo posee condiciones climáticas óptimas para desarrollar esta industria, un ejemplo de ello es Alimtec S.A., empresa que lleva operando y produciendo en la región hace más de 5 años. Además hoy existe un nuevo proyecto en etapa de diagnóstico y pre-inversión, lo cual apunta al inicio y desarrollo en aumento de este tipo de empresas. Por esta razón es que se hace interesante y atractivo el desarrollar áreas de las compañías que ayuden a consolidarlas como empresas sustentables y responsables medioambientalmente.

Como la mayoría de las industrias productivas cada una de sus etapas, en este caso implicadas en la producción del pigmento, generan diversos tipos de residuos inherentes al proceso, los cuales, debido principalmente a su masividad y en otros casos debido a la complejidad de los residuos peligrosos hace indispensable incorporar en las organizaciones instrumentos para gestionar y manejar los distintos aspecto ambientales.

Debido a la especificidad y aún bajo desarrollo de este tipo de empresas en Chile, no existen antecedentes respecto al manejo de los residuos generados en este tipo de industria. Pero al realizar la inspección y revisión de los residuos generados en Alimtec, la empresa con mayores exportaciones de biomasa de Astaxantina en Chile<sup>4</sup>, se pudo constatar que la mayor parte de estos residuos corresponden a sustancias no peligrosos

---

<sup>2</sup> Panis, G. and J. Rosales Carreon (2016). Commercial astaxanthin production derived by green alga *Haematococcus pluvialis*.

<sup>3</sup> CORFO (2016). Informe 1: Análisis de Mercado, PROFO 16PROFO-61143, Producción de Astaxantina Natural IV región

<sup>4</sup> ProChile (2016). Base de datos exportaciones chilenas años 2012-2016.

(más de 8000 kg. anuales aprox.) y alrededor de 400 kg. anuales corresponden a residuos del tipo peligroso tóxicos, corrosivos e inflamables, según clasificación de DS 148.

Los residuos inorgánicos y en especial los residuos plásticos generados durante el proceso productivo, requieren de un claro y eficiente manejo debido especialmente a la masa de ellos. De esta forma se debe buscar evitar que se conviertan en una fuente de contaminación, si bien es cierto, aun cuando el volumen es significativo si la empresa no genera más de 12 toneladas anuales no tiene la obligación de establecer una gestión específica ni declaración de este tipo de residuos en el sistema nacional de declaración de residuos<sup>5</sup> (en adelante SINADER), por lo que la responsabilidad de la gestión de este tipo de residuos podría quedar solo en manos del municipio correspondiente.

Es importante tener en consideración que en Chile la gestión de este tipo de residuos ha tenido históricamente un enfoque lineal, es decir, todo lo que se consume se elimina directamente en sitios de disposición final (vertederos o rellenos sanitarios). Si bien este sistema ha mostrado ser efectivo en excluir los desechos residenciales e industriales; en términos ambientales y económicos ha mostrado ser muy poco eficiente. No ha operado adecuadamente un sistema de separación selectiva que permita recuperar por ejemplo los residuos plásticos en condiciones de ser empleados por la industria del reciclaje, muy contrario a lo que sucede en países desarrollados, donde en ocasiones se extrae más del 50% de los residuos plásticos<sup>6</sup>. Por otra parte, en el caso de los residuos peligrosos, independiente del volumen generado por una empresa, estos deben ser gestionados y tratados según lo indicado en DS 148 y la nueva normativa de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (en adelante RETC) del ministerio de medio ambiente (en adelante MMA) al respecto.

---

<sup>5</sup> MMA (2016), DS N°1/2013 Reglamento RETC.

<sup>6</sup> Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA), CORFO, MMA, ASIPLA “Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile”, Concepción (2014).

Por los antecedentes expuestos y por la necesidad de construir y contribuir con la responsabilidad ambiental en los diversos escenarios productivos del país con el fin de seguir por la senda de la gestión ambiental, nace la motivación de generar y crear un “Plan de Manejo de Residuos” apropiado y pertinente para este tipo de industria en crecimiento en Chile.

El plan de manejo de residuos a diseñar, y que tiene por objetivo este trabajo, pretende ser una herramienta de gestión que no solo de respuesta a las exigencias legales debido a que se generan residuos peligrosos del tipo corrosivos, inflamables o tóxicos, sino que también tiene como función el hacerse cargo y gestionar los residuos no peligrosos generados durante las actividades productivas de la planta de cultivo y de esta forma prevenir los impactos ambientales como contaminación de suelo, contaminación de aguas subterráneas o superficiales y contaminación visual, que pueden estar asociados el cultivo súper-intensivo de *Hp*.

## **2.- OBJETIVOS:**

### **2.1 Objetivo General:**

Diseñar un plan de manejo aplicado a los residuos generados durante el proceso de producción superintensiva de biomasa de *Haematococcus pluvialis*.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

1. Realizar diagnóstico del manejo actual de los residuos en una determinada empresa regional del área.
2. Dimensionar y clasificar los residuos generados en las distintas etapas de producción acorde a los procedimientos y/o directrices existentes y normativas vigentes aplicables.
3. Diseñar un plan de manejo para los residuos generados en la planta de producción.
4. Evaluar financieramente la implementación del plan de manejo.

### 3.- MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Los Residuos en Chile

Los residuos son sustancias u objetos que habiendo llegado al final de su vida útil se desechan, procediendo a tratarlos mediante valorización o eliminación. Entre los principales impactos ambientales que puede generar una disposición inadecuada de los residuos, se pueden señalar: la afectación de la calidad del agua y alteración de las características hidráulicas; alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos; emisión de gases de efecto invernadero; enfermedades provocadas por vectores sanitarios, que se pueden relacionar en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas del manejo de los residuos; impactos paisajísticos, mal olor y contaminación acústica derivada del transporte de residuos, entre otras.<sup>7</sup>

En mayo del año 2010, Chile pasó a ser el primer miembro pleno de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE en América del Sur, condición que le obligó a elevar los estándares a las políticas públicas en materia ambiental. Uno de los compromisos adquiridos por Chile fue desarrollar una serie de acciones y políticas asociadas principalmente a la generación, valorización y eliminación de residuos que facilitaran la obtención de indicadores. Además de requerir información a la población sobre el manejo de residuos<sup>8</sup>.

En Chile la generación de desechos aumentó cerca de un 30% al año 2009 y mientras los vertederos absorbieron el 96% de los desechos municipales sólidos tratados en 2010-2011, tan solo el 4% de estos se recuperaron o reciclaron. Por otra parte, dos de cada tres municipalidades no tenían acceso a rellenos sanitarios en 2010, el gobierno en busca de una solución y para ampliar el acceso se propuso duplicarlos hasta el año 2020. Sin embargo, si se re-enfoca la gestión a un mayor fomento en la prevención de la

---

<sup>7</sup> MMA (2011), Informe del Estado del Medio Ambiente, Capítulo 3: Residuos.

<sup>8</sup> Conama (2010), Primer Reporte Sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile.

producción de desechos y del reciclado se puede reducir la necesidad de expandir la capacidad existente<sup>9</sup>.

Hoy en Chile se generan más de 17 millones de toneladas de residuos al año, de las cuales se recicla apenas un 10%<sup>10</sup>. Lo anterior se explica principalmente porque el país no cuenta con una industria de reciclaje desarrollada, lo que se vincula con los escasos incentivos para la reducción y reutilización de desechos, por ejemplo; las municipalidades pueden cobrar a sus habitantes por la recolección de desechos, pero alrededor del 80% de los hogares están exentos del pago correspondiente, por otra parte aproximadamente el 80% de las municipalidades no han adoptado planes de gestión de desechos y muchas no disponen de los recursos necesarios para aplicar programas adecuados para su gestión<sup>11</sup>

Para aumentar los porcentajes de reciclaje y los indicadores en material de gestión de residuos, una buena medida es incrementar las tasas de recuperación y valorización de estos, de manera que Chile sea capaz de reducir significativamente la disposición final de basura en vertederos o rellenos sanitarios, favorecer el ahorro de energía y racionalizar el uso de nuestros recursos naturales.<sup>12</sup>

Para avanzar en esta materia y cumplir con las recomendaciones de la OCDE sobre gestión adecuada de desechos es que el año 2013 ingresó al congreso el proyecto de ley respectivo, el cual dio como resultado en mayo del 2016 la promulgación de la LEY 20.920 que establece el Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje.

---

<sup>9</sup> OCDE – CEPAL (2016), Evaluaciones del Desempeño Ambiental – Chile 2016.

<sup>10</sup> MMA (2016), [online] Available at: <http://www.leydereciclaje.mma.gob.cl>.

<sup>11</sup> OCDE – CEPAL (2016), Evaluaciones del Desempeño Ambiental – Chile 2016, (25).

<sup>12</sup> MMA (2016), Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile: “Informe País; Estado del Medio Ambiente en Chile Comparación 1999-2015”

La Ley de Fomento al Reciclaje busca disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje o valoración. La normativa promueve un modelo de desarrollo en que los residuos de los productos pasan a ser un recurso de valor, ya que se incorporan nuevamente a la cadena de producción como materia prima o energía, así nada se desperdicia. De esta manera, se busca proteger a las personas y el medio ambiente; bajar el impacto ambiental relacionado a la extracción de materias primas y disminuir el uso de recursos naturales; aumentar la vida útil de los productos; prevenir la generación de desechos y avanzar como país hacia una economía circular, como ya lo vienen haciendo varios países desarrollados<sup>13</sup>.

### 3.2 Normativa Chilena.

En el transcurso de los años, Chile ha ido avanzando en sus exigencias y normativas asociadas a la salud y medio ambiental. A continuación se presenta la Tabla N°1, la cual recopila un resumen cronológico de la normativa nacional aplicable y/o asociada a la gestión de residuos.

**Tabla 1: Resumen de leyes y decretos asociados a la gestión de residuos en Chile.**

| <b>Año de vigencia</b> | <b>Leyes y Decretos</b>                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1967</b>            | DFL N°725, del Ministerio de Salud, que establece el Código Sanitario.                                                                                                                                                                                            |
| <b>1992</b>            | DS 685/1992 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea, el cual regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición. |
| <b>1994</b>            | Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que incorpora el tema de los residuos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 10 letras i) y o).                                                                                           |

<sup>13</sup> MMA (2016). Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile: “Informe País; Estado del Medio Ambiente en Chile Comparación 1999-2015”.

**Continuación Tabla 1: Resumen de leyes y decretos asociados a la gestión de residuos en Chile.**

| <b>Año de vigencia</b> | <b>Leyes y Decretos</b>                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2000</b>            | DS 594/2000 del MINSAL sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993).                                                                                                           |
| <b>2004</b>            | DS 148/2004 del MINSAL, que establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.                                                                                                                                                  |
| <b>2005</b>            | RE 359: Aprueba documento de declaración de residuos peligrosos.                                                                                                                                                                                    |
| <b>2007</b>            | DS 45/2007 de MINSEGPRES, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.                                                                                                                                             |
| <b>2008</b>            | DS 189/2008 del MINSAL, que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.                                                                                                                                    |
| <b>2009</b>            | DS 6/2009 del MINSAL, sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.                                                                                                                                               |
| <b>2009</b>            | DS 4/2009 de MINSEGPRES, para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.                                                                                                                                             |
| <b>2010</b>            | DS 78/2010 Aprueba reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas.                                                                                                                                                                           |
| <b>2010</b>            | Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley 20.417, establece como función del Ministerio del Medio Ambiente proponer políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70 letra g). |
| <b>2013</b>            | DS 1/2013 Aprueba reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes RETC                                                                                                                                                       |
| <b>2014</b>            | RE 1139: Aprueba norma básica para aplicación del reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes RETC                                                                                                                       |
| <b>2015</b>            | DS 43/2015: Aprueba el reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas                                                                                                                                                                        |
| <b>2016</b>            | Ley 20.920 establece el Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje.                                                                                                                       |

*Fuente:* Elaboración propia, basada en información del MMA y del “Informe del Estado del Medio Ambiente”, Capítulo 3: Residuos, MMA, (2011).

## **4.- METODOLOGÍA**

A continuación se describe la metodología utilizada para llevar a delante el cumplimiento de los objetivos planteados y la descripción detallada de las actividades desarrolladas.

### **4.1 Diagnóstico de la Situación de manejo de residuos.**

Con el objetivo de realizar el diagnóstico del manejo de los residuos generados en una empresa de cultivo súper-intensivo de Hp en la región de Coquimbo, el levantamiento se realizó por medio de fuentes primarias, las que consistieron en visitas semanales y recorridos en terreno por las distintas áreas de trabajo para hacer recolección de información in-situ y conocer en lo específico el funcionamiento y desarrollo de la planta, para lo cual se realizó un diagrama de procesos de la empresa. Debido a que el ciclo de producción es variable, el periodo de levantamiento de la información se realizó el transcurso de un año (2014) de producción en régimen regular de la planta de cultivo, el cual tiene como inicio marzo y termino enero del año siguiente, las visitas en terreno para la recolección de datos se realizaron cada 15 a 30 días, de esta manera se pudo considerar la máxima carga de producción y por ende de generación de residuos.

Durante el trabajo en terreno para el levantamiento de información primaria, se contó con la colaboración de la Encargada de aseguramiento de calidad, Jefa de laboratorio y encargados de las distintas áreas de producción de la empresa.

Para el diagnóstico de situación se empleó un “árbol de problemas” como herramienta de análisis e identificación del problema central, el cual se busca solucionar mediante la utilización de la relación causa-efecto.

El Árbol de Problemas es un apoyo metodológico, cuya aplicación ayuda al establecimiento de los objetivos general y específico de un determinado trabajo. Esto

permite visualizar y establecer las alternativas de solución, y estructurar tales objetivos de una forma más expedita y fácil.

#### **4.2. Dimensionamiento y clasificación de los residuos generados en las distintas etapas de producción**

En las visitas en terreno comentadas en el apartado 4.1 y por medio de una planilla diseñada especialmente para la recopilación de información en terreno, la cual se puede ver en el Anexo N°1, fue posible recopilar información de todo el proceso productivo y el sistema vigente que tenía la empresa, identificando, cuantificando y clasificando los residuos generados lo cual fue llevado a cabo por medio de la revisión de los protocolos y procedimientos internos de la compañía.

La información recopilada en terreno mediante el uso de la planilla se clasificó en residuos peligrosos y no peligrosos según los criterios establecidos en el DS 148<sup>14</sup> y DS 594<sup>15</sup>. Para la cuantificación de los residuos generados se utilizó una balanza industrial con plataforma de acero inoxidable con capacidad de hasta 300 kg., marca covery modelo 3635200.

Tal como se mencionó anteriormente, durante las visitas se contó con la colaboración de la Encargada de aseguramiento de calidad, Jefa de laboratorio y encargados de las distintas áreas de producción de la empresa.

Una vez conocida y recopilada esta información, ésta se sistematizó por área de trabajo, cantidad y frecuencia de generación para llevar a cabo una adecuada clasificación y requerimiento de gestión. Conjuntamente a lo anterior se hizo revisión de normativas vigentes aplicables para la gestión de residuos que fueron identificados en el proceso de diagnóstico y para ello se consultó información secundaria pertinente.

---

<sup>14</sup> Ministerio de Salud (2004). Decreto Supremo n°148, Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.

<sup>15</sup> Ministerio de Salud (2000). Decreto Supremo n°594, Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

### 4.3 Diseño de un plan de manejo para los residuos generados en la planta de producción.

Conocido el diagnóstico de situación de acuerdo a lo explicado en los apartados 4.1 y 4.2, la dimensión y clasificación de los residuos generados en la planta de cultivo, se diseñó el plan de manejo de residuos en base a la información primaria recopilada y a información secundaria descrita en las siguientes guías; “Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos”<sup>16</sup> y la “Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile”<sup>17</sup>. Estas fueron tomadas como referencia y se consideraron las recomendaciones y directrices propuestas en ellas.

A continuación se describen los mecanismos planteados por las guías utilizadas como referencia para la gestión de residuos.

#### 4.3.1 Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos

Los elementos que debe tener un plan de manejo de RP según esta guía son:

- Descripción del proceso productivo, donde se identifique flujo de materiales y puntos que generan RP.
- Identificación de características de peligrosidad de los residuos y estimación de la cantidad anual de cada uno de ellos.
- Detalle de procedimientos para recoger, transportar, etiquetar y almacenar los residuos.
- Definición del perfil del profesional responsable de la ejecución del plan
- Definición de equipos, lugares y señalética que debe emplearse para el manejo de los residuos.
- Hojas de seguridad para la manipulación y transporte de los residuos.

---

<sup>16</sup> CONAMA, MINSAL, GTZ (2005): Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos.

<sup>17</sup> MMA, CORFO, CIPA, ASIPLA (2014): “Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile”.

- Capacitaciones requeridas para el personal que maneja los residuos.
- Identificación de los procesos de eliminación, reciclaje y/o re-uso de los residuos.
- Sistema de registro de los residuos generados.

La metodología que utiliza y plantea la guía para la elaboración de planes de manejo de residuos peligrosos respecto al cómo identificar y clasificar los residuos generados en peligrosos o no peligroso se puede ver en la Figura 1, donde según la clasificación de lista se separan y clasifican los residuos.



**Figura 1: Sistema de clasificación de residuos peligrosos**

*Fuente:* Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos

#### 4.3.2 Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile

Esta guía plantea cuatro etapas de acción general para la elaboración del plan de gestión de residuos plásticos, a continuación se describen cada una de ellas:

- 1) Situación de la empresa: Contempla una primera instancia de identificación de fortalezas y debilidades de la empresa, así como también un análisis de la situación del manejo actual de los residuos y designación del responsable del sistema, el cual también será el responsable de los reportes al SINADER.
- 2) Planificación: Diseño del plan que contempla identificación de las áreas que generan residuos, caracterización en términos de volumen o cantidad, tipología, origen, tratamiento y destino final. Determinación de procedimientos de separación, acopio y retiro de los residuos. Identificación de gestores externos
- 3) Ejecución: Momento de ejecutar los procedimientos planteados anteriormente, reforzar el compromiso y empoderamiento del personal de la empresa para llevar adelante con éxito el plan. Mantener registro de los residuos generados para asegurar el cumplimiento de futuras metas que se establezcan por normativa y para las declaraciones requeridas en el SINADER
- 4) Evaluación y seguimiento: Toma relevancia la información registrada, la cual debe considerar origen, cantidad o volumen, características y tratamiento efectuado a los residuos, de esta forma se podrá determinar los avances del plan tomando como referencia la situación base definida. Esta etapa permitirá reevaluar procedimientos y realizar ajustes para mejorar el plan. La evaluación debe ser frecuente para así detectar problemas o actuar con antelación.

A continuación la Figura 2, muestra un diagrama con el resumen de las acciones, que propone la guía, a realizar para realizar la gestión de residuos plásticos.



**Figura 2: Acciones para la gestión de residuos plásticos**

*Fuente:* Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile

#### 4.3.3 Sistema de registro de emisiones y transferencias de contaminantes.

Acorde a la normativa vigente y contemplando el nuevo sistema integrado de declaración de emisiones y contaminantes que el Ministerio del Medio Ambiente ha puesto en marcha desde el año 2014, se ha considerado incorporar al final del plan de manejo un apartado respecto al uso y funcionamiento de la plataforma de internet denominada sistema de registro y transferencias de contaminantes (RETC).

Para hacer uso de esta plataforma de internet, cada empresa que este obligada a declarar ante la autoridad medioambiental debido a su tamaño, naturaleza de sus actividades o por requerimientos impuestos en su resolución de calificación ambiental (en adelante RCA), debe registrarse, ser autorizada y declarar sus emisiones y/o contaminantes por medio de este sitio de internet denominado ventanilla única. Aquí se debe inscribir y designar a un responsable de sitio, el cual deberá cumplir con la obligación de declarar y dejar registro según corresponda en; el sistema de registro de

residuos peligrosos (SIDREP), en el sistema nacional de declaración de residuos (SINADER) cuando se trate de residuos no peligrosos y/o en el sistema de declaración de emisiones de fuentes fijas.

#### **4.4. Evaluación financiera de la implementación del plan de manejo.**

Para dar respuesta al último objetivo planteado, una vez desarrollado el Plan de Manejo de Residuos, se realizó una evaluación financiera requerida para valorizar su implementación. Como primer paso se realizó una sistematización de los requerimientos físicos, materiales y profesionales que se necesitan para la implementación.

En segundo lugar, una vez conocidas las cantidades de insumos y materiales requeridos se realizó la evaluación, en base a una ronda de cotizaciones y valorizaciones de servicios para obtener el presupuesto de costos del plan.

Teniendo las cotizaciones requeridas, a continuación se realizaron las valorizaciones y calcularon los costos, estos se dividieron en costos de implementación y costos de mantención, los cuales dieron como resultado el presupuesto maestro del plan.

En la segunda parte de la evaluación financiera se realizó un análisis respecto al costo-beneficio que significa la implementación del plan de manejo de residuos para la empresa. Para este análisis se tomó en consideración un monto anual estimado de producción de biomasa de *Hp* obtenido de información primaria y secundarias disponible, se calculó un precio promedio de venta de la biomasa según información secundarias disponible y las sanciones a las cuales se podría ver expuesta la empresa en caso de no cumplir con las exigencias legales al respecto. Dicha información fue obtenida de las bases metodológicas para la determinación de sanciones ambientales de la superintendencia de medio ambiente (en adelante SMA).

## 5.- RESULTADOS

Una vez aplicada la metodología descrita y recopilada la información requerida es posible tener como resultados la caracterización general del proceso productivo, el diagnóstico de situación de la empresa y la clasificación e identificación de los residuos generados durante el proceso productivo. Todo lo anterior da los insumos necesarios para desarrollar y sugerir el “Plan de manejo aplicado a los residuos generados durante el proceso de producción súper-intensiva de biomasa de *Haematococcus Pluvialis*” y para realizar una evaluación económica de este plan.

### 5.1 Situación del manejo actual de los residuos de la empresa.

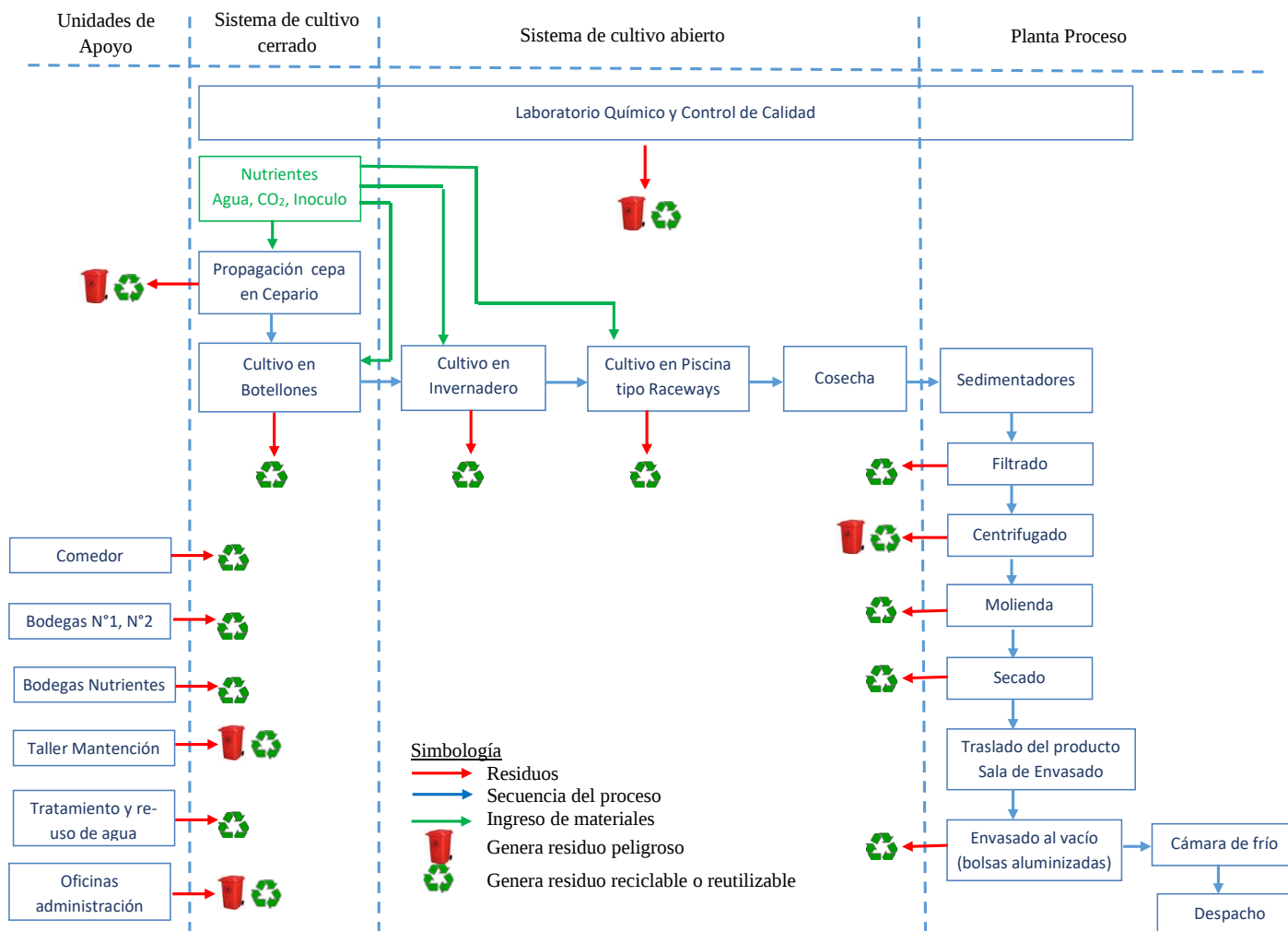
Tanto la planta de cultivo de biomasa de *Hp* que se encuentra funcionando en la región de Coquimbo, cómo también la que se está proyectando en fase de pre inversión, son del tipo denominados sistemas mixtos. Estas combinan las etapas de crecimiento del cultivo en fotobiorreactores y estanques abiertos (Raceways). Estos sistemas consisten en una primera etapa en sistemas cerrados (indoor) de producción de la biomasa en sistemas tipo cámara de algas y/o fotobiorreactores donde hay mayor control de las condiciones ambientales, minimizando la contaminación y maximizando la división celular. Para luego dar paso a una segunda etapa en sistemas de cultivos abiertos (outdoor) donde las microalgas son cultivadas en estanques tipo raceways para la acumulación de producto inducido por manejo de nutrientes y otros.

La etapa de cultivo masivo outdoor se realiza con las condiciones climáticas (temperatura y luz) de campo (exterior), lo que hace cambiar el contenido de clorofila de las algas de forma que se ajusten a la mayor cantidad de luz disponible. Este proceso sólo se controla con ensombrecimiento parcial de las unidades de cultivo de forma de no afectar el aparato fotosintético de las microalgas. Es en esta etapa del proceso productivo que se alcanzan su máximo nivel de pigmentación, por lo que se encuentran en

condiciones de someterse al proceso de decantación y cosecha para luego entrar a la última fase de producción desarrollada en la planta de proceso; donde se concentra la biomasa para luego entrar al proceso de molienda, secado y finalmente envasado final.

A continuación se presenta la Figura 3, la cual muestra el diagrama de flujo del proceso productivo, en ella se detalla cada una de las fases de producción masiva y comercial de *Hp* en una planta del tipo mixto.

En el diagrama de flujo se puede apreciar en cada unidad del proceso si estas son generadoras de residuos o no según información primaria recopilada. Esta descripción será utilizada luego para la identificación y clasificación de los residuos generados por cada área de producción.



Fuente: Elaboración propia en base a información primaria recopilada

**Figura 3: Diagrama de Flujo Proceso Productivo para Obtener Biomasa de *Hp***

### 5.1.1 Estado de Situación

Se pudo constatar durante la visita, algunas entrevistas y documentos revisados, que durante los años de desarrollo y crecimiento de la planta de cultivo se ha ido complejizando y creciendo todos los ámbitos productivos y administrativos a medida de los requerimientos. Pero no ha habido un crecimiento similar en el ámbito de la gestión de residuos, ya que si bien existe un conocimiento y una cierta clasificación de los residuos, estos son bastante generales.

Se pudo evidenciar que no existen los procedimientos específicos descritos respecto a la segregación, almacenamiento y gestión de todos los desechos generados en el proceso. Solo existe una descripción y documentación general respecto a los desechos peligrosos. Además también se evidenció la falta de actualización respecto a los procedimientos de declaración y gestión actuales requeridos por el sistema.

La siguiente tabla presenta la manera y nivel de detalle en el cual se clasificaban los residuos generados en las distintas áreas de la planta de cultivo al momento del levantamiento de información, según información recopilada y revisión de documentos internos.

**Tabla 2: Clasificación actual de residuos en planta de cultivo de Hp.**

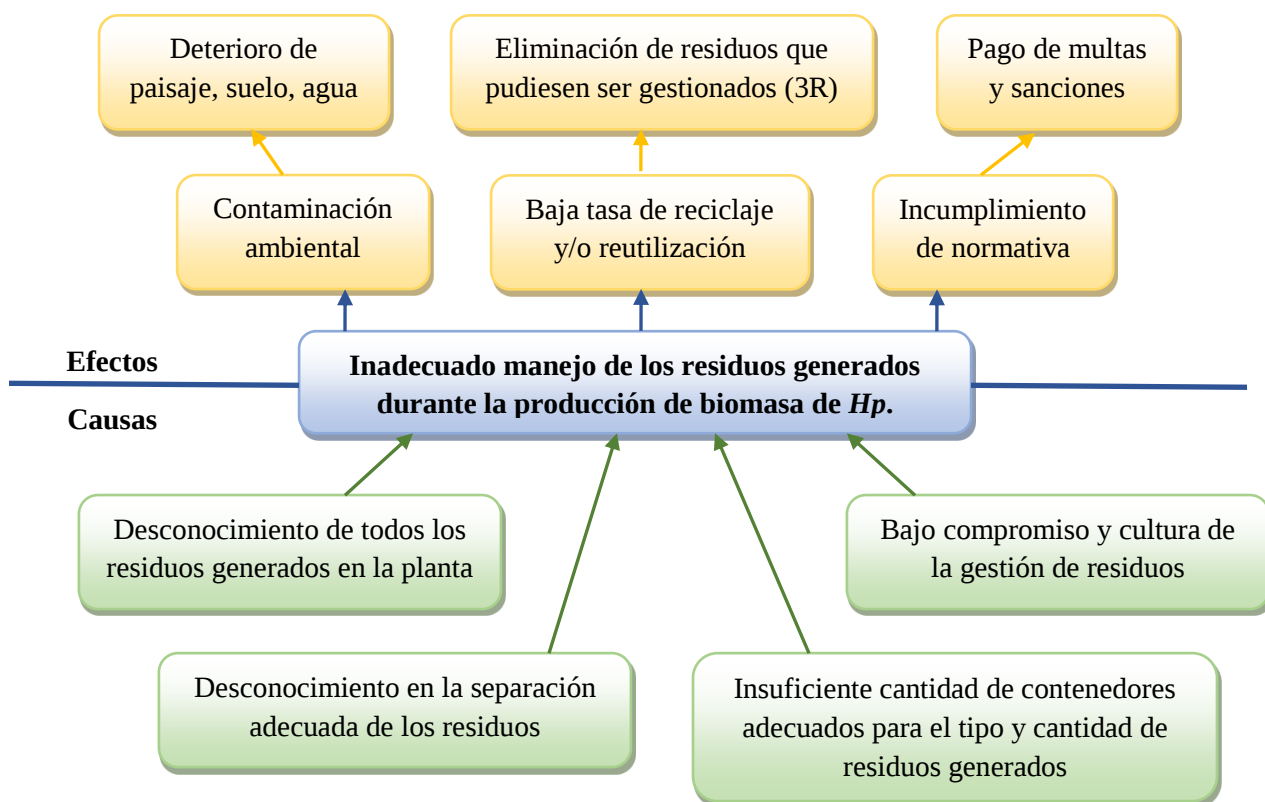
| Componente       |           | Generación de Residuos por Área de Trabajo   |                     |          |                                                                |                                             |                                   |
|------------------|-----------|----------------------------------------------|---------------------|----------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
|                  |           | Cepario y Laboratorio                        | Invernaderos        | Raceways | Planta de Proceso                                              | Oficinas adm. y Comedor                     | Taller de Mantenimiento           |
| D. S. Orgánicos: |           | ----                                         | ----                | ----     | Residuos de producto, son asimilables a Residuos domiciliarios | Residuos domiciliarios (resto de alimentos) |                                   |
| R. Inorgánicos:  | Generales | -Papeles<br>-Cartón<br>-Vidrio<br>-Plásticos | -Cartón<br>-Vidrios | ----     | ----                                                           | -Papeles<br>-Cartón<br>-Plásticos           | -Papeles<br>-Cartón<br>-Plásticos |
|                  | Pétreos   | ----                                         | ----                | ----     | ----                                                           | ----                                        | ----                              |

**Continuación Tabla 2: Clasificación actual de residuos en planta de cultivo de Hp.**

|                |                                       |       |                              |                  |                  |       |                                     |
|----------------|---------------------------------------|-------|------------------------------|------------------|------------------|-------|-------------------------------------|
|                | Industriales                          |       | Plásticos(Bolsas de Cultivo) | Aguas de Proceso | Aguas de Proceso | ----- | -Fierros y Metales                  |
| R. Peligrosos: | -Residuos de Laboratorio.<br>-Acetona | ----- | -----                        | -----            | -----            |       | - Aceites y grasas<br>- Combustible |

### 5.1.2 Árbol de Problemas

Para validar el proceso de diagnóstico y estado de situación en el cual se encuentra la planta de cultivo, a continuación se presenta el análisis realizado por medio de la metodología de “árbol de problemas” para la identificación del problema central y su relación con las causas y efectos que este produce.



**Figura 4: Árbol de Problemas**

*Fuente:* Elaboración propia en base a información primaria recopilada.

El problema central identificado al aplicar la metodología del árbol de problemas es el inadecuado manejo de los residuos generados durante el proceso productivo de biomasa de *Hp*. Para llegar a esta identificación, se detectó cuatro hechos relevantes como causantes del problema central, estos son:

1. Desconocimiento de la totalidad de residuos generados en la planta de cultivo. Esta causa hace referencia a que la empresa identifica como residuos de su proceso productivo a los residuos peligrosos y algunos residuos no peligrosos, dejando de lado varios de ellos al no considerarlos como tal.
2. Desconocimiento en la separación adecuada de los residuos, al no tener considerados e identificado todos los residuos generados en el proceso productivo genera una inadecuada separación y gestión de los mismos.
3. Insuficiente cantidad de contenedores adecuados para el tipo y cantidad de residuos generados, debido al desconocimiento de todos los residuos generados se evidencio la falta de contenedores adecuados para los tipos y cantidades de residuos generados.
4. Bajo compromiso y cultura de la gestión de residuos, esta causa hace referencia a la falta de compromiso de la organización con temas ambientales y por ende de la gestión de residuos.

Por otra parte, los efectos del problema central identificado son:

1. Contaminación ambiental, la cual puede significar la contaminación del agua y suelo, así como también el deterioro del entorno en el cual se encuentra emplazada la planta de cultivo.
2. Baja tasa de reciclaje y/o reutilización, la consecuencia directa de este efecto es que muchos de los residuos generados que pudiesen ser gestionados bajo el

criterio de las 3R (reduce, reusa, recicla), son eliminados o desaprovechados para nuevos fines.

3. Incumplimiento de normativa, por último al no contar con una gestión adecuada a los residuos generados, la empresa puede caer en incumplimiento de normativa y como consecuencia de ello verse expuesta al pago de multas.

Como se pudo constatar, y dado que la empresa ha consolidado su línea de producción, se hace necesario generar un sistema de gestión de residuos más amplio y detallado, el cual sea específico por área de producción, cantidad, frecuencia y tipo de residuo generado en los distintos procesos y actividades involucrados en el proceso productivo de la planta de cultivo.

## **5.2 Dimensionamiento y Clasificación de los Residuos**

Una vez que realizado el levantamiento de información y haber evidenciado el estado de situación y las necesidades a las cuales se debe dar respuesta según los objetivos planteados, se dimensionaron y clasificaron los residuos generados durante el proceso de producción de biomasa de *Hp*. Para lo cual se realizó una revisión a los procedimientos existentes en la planta de cultivo, además de cotejarlos con bibliografía pertinente y normativas vigentes aplicables.

Una vez recorrida la totalidad de las instalaciones y etapas de producción de la empresa, es posible identificar los residuos generados en cada parte del proceso según descripción realizada en el punto 3.2. A continuación se presenta la Tabla 3, la cual muestra el detalle de los residuos generados en cada una proceso de la planta de cultivo.

**Tabla 3: Detalle de residuos generados en cada Área de Trabajo**

| Etapas del proceso         |                          | Residuo                           | Tipo       | Frecuencia | Lista  | Peligrosidad     |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------|------------|--------|------------------|
| <b>Cepario</b>             | Sala lavado material     | -Mezcla soluciones ácidas         | Peligroso  | Diario     | A 4090 | CO <sup>18</sup> |
|                            | Sala preparación medios  | -Papeles                          | Orgánico   | Diario     | B 3020 |                  |
|                            | Sala Matraces            | -Vidrios                          | Inorgánico | mensual    | B 2020 |                  |
|                            | Sala Botellones          | -Huincha aisladora (plástico)     | Inorgánico | Diario     | B 3010 |                  |
| <b>Laboratorio</b>         | Sala de Análisis         | -Mezclas soluciones ácidas.       | Peligroso  | Diario     | A 4090 | CO               |
|                            |                          | -Residuos Acetona sucia           | Peligroso  | Diario     | A 3140 | IN <sup>19</sup> |
|                            |                          | -Envases vacíos c/cloruro férrico | Peligroso  | mensual    | A 4130 | TC <sup>20</sup> |
|                            |                          | -Papeles y Cartón                 | Orgánico   | Semanal    | B 3020 |                  |
|                            |                          | -Guantes látex contaminado        | Peligroso  | Diario     |        |                  |
|                            |                          | -Vidrios                          | Inorgánico | mensual    | B 2020 |                  |
|                            | Sala Pesaje              | -Muestras producto final          | Orgánico   | semestral  |        |                  |
|                            |                          | -Placas de aluminio               | Inorgánico | semestral  | B 1020 |                  |
| <b>Área Administrativa</b> | Oficinas                 | -Papel y Cartón                   | Orgánico   | Diario     | B 3020 |                  |
|                            | Sala reuniones           | -Residuos domésticos.             | Orgánico   | Diario     |        |                  |
|                            | Baños (H/M)              | -Plásticos                        | Inorgánico | Semanal    | B 3010 |                  |
|                            |                          | -Tóner                            | Peligroso  | mensual    | A 1180 | TC               |
|                            |                          | - Pilas                           | Peligroso  | mensual    | A 1180 | TC               |
| <b>Bodegas</b>             | Bodega N°1<br>Bodega N°2 | -Cartón                           | Inorgánico | Semanal    | B 3020 |                  |
|                            |                          | -Papel                            | Orgánico   | Semanal    | B 3020 |                  |
|                            |                          | -Plásticos de embalaje            | Inorgánico | mensual    | B 3010 |                  |
|                            |                          | -Envases plásticos                | Inorgánico | mensual    | B 3010 |                  |

<sup>18</sup> CO: Corrosivo

<sup>19</sup> IN: Inflamable

<sup>20</sup> TC: Tóxico

**Continuación Tabla 3: Detalle de residuos generados en cada Área de Trabajo**

|                                            |                           |                                           |            |           |        |    |
|--------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|------------|-----------|--------|----|
| <b>Comedor</b>                             |                           | -Residuos domésticos                      | Orgánico   | Diario    |        |    |
|                                            |                           | -Aluminio                                 | Inorgánico | Diario    | B 1020 |    |
|                                            | Comedor                   | -Vidrio                                   | Inorgánico | mensual   | B 2020 |    |
|                                            |                           | -Plásticos (envases, bolsas)              | Inorgánico | Diario    | B 3010 |    |
| <b>Sistema semi-cerrado (Invernaderos)</b> | Invernadero N°1           | -Papel                                    | Orgánico   | Semanal   | B 3020 |    |
|                                            |                           | -Plástico                                 | Inorgánico | Diario    | B 2020 |    |
|                                            | Invernadero N°2           | -Restos de Mangueras                      | Inorgánico | mensual   | B 2020 |    |
|                                            | Invernadero N°3           | -Puntas de jeringas (agujas s/uso)        | Inorgánico | Diario    |        |    |
|                                            | Planta de Medios          | -Sacos de rafia                           | Inorgánico | Diario    | B 2020 |    |
|                                            |                           | -Plásticos (envases)                      | Inorgánico | semestral | B 2020 |    |
| <b>Sistema abierto raceways</b>            | Raceways de 200m2 y 500m2 | -Cadenas metálicas (motor)                | Inorgánico | mensual   |        |    |
|                                            |                           | -Correas goma (motor)                     | Inorgánico | mensual   | B 3040 |    |
|                                            |                           | -Mangueras                                | Inorgánico | Anual     | B 2020 |    |
|                                            |                           | -Geomembrana (HDPE)                       | Inorgánico | Anual     | B 2020 |    |
|                                            |                           | -Envases silicona                         | Inorgánico | Mensual   | B 2020 |    |
|                                            | Planta de Medios          | -Sacos de rafia                           | Inorgánico | Diarios   | B 2020 |    |
|                                            |                           | -Plásticos (envases)                      | Inorgánico | mensual   | B 2020 |    |
|                                            |                           |                                           |            |           |        |    |
| <b>Planta de Proceso</b>                   | Filtración                | -Restos orgánicos (ramas, hojas, insecto) | Orgánico   | Diarios   |        |    |
|                                            | Centrifugación            | -Envase de grasa (lubricante del equipo)  | Peligroso  | semestral | A 3020 | TC |
|                                            | Molienda                  | -Perlas (bolas) de circonio               | Inorgánico | Anual     |        |    |
|                                            | Secado                    | -polvo Hp (producto de limpieza equipo)   | Orgánico   | Semanal   |        |    |
|                                            |                           | -Tarros plásticos (contenedores)          | Inorgánico | Anual     | B 2020 |    |
|                                            | Envasado                  | -Papeles                                  | Orgánico   | mensual   | B 3020 |    |
|                                            |                           | -Cartón                                   | Orgánico   | mensual   | B 3020 |    |

**Continuación Tabla 3: Detalle de residuos generados en cada Área de Trabajo**

|                                          |                    |                                 |            |           |        |    |
|------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------|-----------|--------|----|
|                                          |                    | -Guantes látex                  | Inorgánico | Semanal   |        |    |
|                                          |                    | -Bolsas aluminizadas            | Inorgánico | Semanal   | B 2020 |    |
|                                          |                    | -Envases plásticos              | Inorgánico | mensual   | B 2020 |    |
| <b>Cámara de frío</b>                    |                    | No genera                       |            |           |        |    |
| <b>Tratamiento y re-uso de agua</b>      |                    | -Barro residual del proceso     | Orgánico   | Anual     |        |    |
| <b>Unidades de apoyo a la producción</b> | Bodega Materiales  | -Tubos fluorescentes malos      | Peligroso  | semestral | A 1030 | TC |
|                                          |                    | - Cartón, papel                 | Orgánico   | mensual   | B 3020 |    |
|                                          |                    | - Envases plásticos             | Inorgánico | mensual   | B 2020 |    |
|                                          | Bodega Nutrientes  | -Plástico de embalaje           | Inorgánico | mensual   | B 2020 |    |
|                                          |                    | -Envases plásticos (cloro 20L)  | Inorgánico | Semanal   | B 2020 |    |
|                                          |                    | -Pallet                         | Orgánico   | mensual   | B 3050 |    |
|                                          | Taller Mantenición | -Paños sucios (aceites, grasas) | Peligroso  | semestral | A 3020 | TC |
|                                          |                    | -Envases plásticos              | Inorgánico | semestral | B 2020 |    |
|                                          |                    | -Cartón y papel                 | Orgánico   | semestral | B 3020 |    |
|                                          |                    | -Residuos metálicos             | Inorgánico | semestral | B 1020 |    |
|                                          |                    | -Residuos de PVC                | Inorgánico | semestral | B 2020 |    |
|                                          |                    | - Pilas y baterías              | Peligroso  | semestral | A 1180 | TC |
|                                          |                    | -Solventes sucios               | Peligroso  | semestral | A 3140 | IN |
|                                          |                    | -Mezclas aceites c/lubricantes  | Peligroso  | semestral | A 3020 | TC |
|                                          |                    | -Mezclas de solventes c/aceite  | Peligroso  | semestral | A 3140 | IN |

*Fuente:* Elaboración propia, en base a información primaria.

Los residuos generados han sido agrupados por el tipo de residuo generado. En la Tabla 4 se puede encontrar el detalle de la frecuencia con la cual se generan los distintos tipos de residuos en la planta de cultivo de *Hp*.

**Tabla 4: Frecuencia de generación de residuos.**

| <b>Categoría</b>                       | <b>Tipo de Residuo</b>        | <b>Diario</b> | <b>Semanal</b> | <b>Mensual</b> | <b>Semestral</b> | <b>Anual</b> |
|----------------------------------------|-------------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|--------------|
| <b>Orgánico asimilable a domestico</b> | Domésticos                    | x             |                |                |                  |              |
|                                        | Restos biomasa Hp             |               | x              |                |                  |              |
| <b>Industrial No Peligrosos</b>        | Vidrio                        |               |                | x              |                  |              |
|                                        | Plásticos                     | x             |                |                |                  |              |
|                                        | Fierros y Metales             |               |                |                |                  | x            |
|                                        | Aluminio                      | x             |                |                |                  |              |
|                                        | Madera                        |               |                | x              |                  |              |
|                                        | Cartón - Papel                |               | x              |                |                  |              |
| <b>Peligroso</b>                       | Solventes ( <i>Acetona</i> )  | x             |                |                |                  |              |
|                                        | Soluciones ácidas             | x             |                |                |                  |              |
|                                        | Mezclas Aceites c/lubricantes |               |                |                | x                |              |
|                                        | Mezclas solventes c/aceite    |               |                |                | x                |              |
|                                        | Pilas y Tóner                 |               |                | x              |                  |              |
|                                        | Tubos fluorescentes           |               |                |                |                  | x            |

*Fuente:* Elaboración propia.

### 5.2.1 Cantidad de Residuos Generados

La cantidad estimada de residuos generados durante el proceso productivo de biomasa de *Hp* en el transcurso de un año se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 5: Cantidad de residuos generados anualmente.**

| <b>Tipo de Residuo</b>       | <b>Cantidad Generada (kg.)</b> |
|------------------------------|--------------------------------|
| Vidrio                       | 250                            |
| Plásticos                    | 9000                           |
| Fierros y Metales            | 100                            |
| Aluminio                     | 20                             |
| Domésticos                   | 1000                           |
| Restos biomasa Hp            | 8                              |
| Madera                       | 600                            |
| Cartón - Papel               | 300                            |
| Solventes ( <i>Acetona</i> ) | 500                            |
| Soluciones ácidas            | 400                            |
| Mezcla aceites/lubricantes   | 60                             |
| Mezcla solvente/aceite       | 80                             |
| Pilas y tóner                | 30                             |
| Tubos fluorescentes          | 45                             |

*Fuente:* Elaboración propia.

Como se puede ver en la Tabla 5, el total de residuos generados en una planta de cultivo súper-intensivo de *Hp* en el transcurso de un año es de 12.393 kg. de los cuales 11.278 kg. corresponden a residuos No Peligrosos concentrándose mayormente en los residuos plásticos, mientras que los residuos Peligrosos hacen un total de 1.115 kg. concentrándose mayoritariamente solventes y soluciones ácidas.

## 5.3 DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS

Al conocer los residuos generados durante el proceso productivo para obtener biomasa de *Hp*, fue posible reconocer la variedad y tipos de residuos generados en las distintas áreas de trabajo de la planta de cultivo. Entre los que se encuentran residuos asimilables a domiciliarios, residuos no peligrosos y residuos peligrosos.

A continuación se presenta el diseño que propone un plan de manejo de residuos acorde y pertinente para esta actividad económica.

### 5.3.1. Plan de Manejo de Residuos.

El plan de manejo de residuos define los distintos procedimientos para clasificar en la fuente, almacenar correctamente, reutilizar, reciclar y hacer disposición final adecuada de los residuos peligrosos y no peligrosos generados en el proceso productivo, según corresponda.

El instrumento a diseñar para la gestión adecuada de los residuos debe promover y considerar la estrategia jerarquizada de ellos, junto con los aspectos económicos y sociales asociados. Esta jerarquización tiene la siguiente prioridad: Evitar, Minimizar, Tratar y Disponer. Este orden implica desde el punto de vista ambiental que la mejor alternativa es prevenir para evitar la generación, en segundo lugar (si no es posible evitar la generación) se debe buscar la minimización aplicando el criterio de la 3R (Reducir en cantidad y/o peligrosidad, Reusar y Reciclar) y en tercer lugar, si no es posible minimizar se debe buscar su tratamiento para por último llegar a la disposición final de los residuos generados.

Es por ello que para todos los lugares de generación que fueron identificados se recomendará el manejo adecuado que conlleve los criterios planteados a cada uno de los residuos generados con el objeto de que estos no tengan impacto en el medio ambiente.

Los impactos que se busca prevenir con la implementación del plan de manejo de residuos son:

- Contaminación de suelo: Evitar el derrame y/o lixiviación de cualquier sustancia proveniente de alguno de los residuos generados en la planta producto de una mala disposición o manejo de ellos.
- Contaminación de aguas subterráneas o superficiales: Evitar la infiltración de lixiviados provenientes de residuos sólidos que haya contaminado el suelo o cualquier tipo de residuo generado en el proceso que por su mal manejo puedan llegar a algún cause o agua superficial.
- Contaminación Visual: Evitar la contaminación visual del lugar y alrededores donde se emplaza la planta de cultivo por el mal manejo y/o disposición de los residuos generados en el proceso productivo.

En el levantamiento de información realizado en la planta de cultivo se han identificado 3 tipos distintos de residuos:

- a. *Residuo Orgánico asimilable a domiciliarios*: Son residuos sólidos que dadas sus características de no peligrosidad pueden ser dispuestos en instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos domiciliarios. En este caso corresponde a la basura o desperdicio generado en oficinas, además de aquellos desechos provenientes de podas y restos de biomasa.
- b. *Residuos Industrial No peligrosos*: Se entiende como aquel residuo que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; los residuos NO peligrosos no son combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son

biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto, ejemplo de ellos es; plástico, chatarras, papel, madera.

- c. *Residuo Peligroso*: Se entiende como aquel residuo o mezcla de residuos que presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características señaladas en el artículo 11 del DS 148.

### 5.3.2 Objetivos del plan

1. Cumplir con la normativa vigente.
2. Implementar sistema de gestión de residuos, utilizando el principio de reducción, reciclaje y re-uso así como también someter a tratamiento y disposición final a aquellos residuos que lo requieran.
3. Describir los mecanismos de clasificación y almacenamiento de los residuos generados en la planta de cultivo.
4. Dar propuesta de tratamiento y destino final a aquellos desechos que no tienen posibilidad o valor para ser reciclados, con el fin de evitar contaminación del medio ambiente.
5. Eliminar, prevenir y/o minimizar los impactos ambientales que se vinculen a los residuos generados en la producción súper-intensiva de *Hp*

El alcance del Plan de Manejo de Residuos es aplicable a todas las áreas de trabajo y producción que estén identificadas como unidades generadoras de residuos dentro de la planta de cultivo súper-intensiva de *Hp*.

El responsable(s) del plan será el encargado y/o coordinador de Medio Ambiente o quien sea designado por la empresa, quien deberá implementar, cumplir y llevar adelante el Plan de Manejo de Residuos.

### 5.3.3 Clasificación y segregación en el punto de generación

Los residuos generados en los distintos procesos de la planta de cultivo deberán ser clasificados y segregados de acuerdo a su tipo en la misma fuente generadora, para llevar a cabo lo anterior se deberán instalar recipientes de materiales y tamaño apropiado para cada uno de ellos los cuales deberán estar debidamente identificados con nombre como también en el color, según normativa de colores del MMA, ejemplo de los contenedores que se describen se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6: Contenedores de residuos según tipo, capacidad y color.**

| Contenedor                                                                          | Capacidad      | Tipo de Residuo             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|
|  | 8 litros       | Pilas y baterías pequeñas   |
|  | 10 y 20 litros | Solventes<br>Mezclas ácidas |

**Continuación Tabla 6: Contenedores de residuos según tipo, capacidad y color.**

|                                                                                     |            |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|
|    | 10 litros  | Orgánicos                                       |
|    | 26 litros  | Plástico<br>Papel<br>Cartón<br>Vidrio           |
|    | 120 Litros | Orgánicos<br>Asimilable a<br>domiciliario       |
|   | 240 Litros | Plástico<br>Papel –Cartón<br>Vidrios            |
|  | 360 Litros | Cartón<br>Papel                                 |
|  | 660 Litros | Plásticos provenientes<br>de cultivos en bolsas |

*Fuente:* Elaboración propia.

El responsable del plan de manejo en conjunto con los colaboradores y encargados de cada área de trabajo que genere residuos, deberá aplicar las siguientes indicaciones para el almacenamiento, etiquetado y uso de envases y/o contenedores de residuos:

- a. Establecer en el área de trabajo un sitio de almacenamiento visible, de fácil acceso, que no afecte la seguridad del lugar el cual deberá ser identificado como “*Zona de Almacenamiento primario de Residuos*”. El espacio deberá ser un lugar que permita su limpieza, ventilación y protección en caso de estar en zonas abiertas.
- b. Debido a que la mayor parte de las áreas productivas de este tipo de plantas se encuentran al aire libre (“outdoor”), las zonas de almacenamiento designadas deberán tener para los residuos sólidos, contenedores de plástico con tapa de a lo menos 240 L. de capacidad para de esta forma proteger del clima y evitar riesgos de dispersión de los residuos.
- c. Para los residuos no peligrosos se dispondrá de un punto de acopio temporal o unidad de transferencia de residuos de 9 m<sup>2</sup>, cerrada, techada y provista de contenedores adecuados y suficientes para la cantidad de residuos que reciba, tal como lo dice su nombre esta unidad es intermedia entre las zonas de almacenamiento primario de cada área de trabajo y las áreas de almacenamiento secundario.
- d. Una vez que los distintos contenedores llenen su capacidad, estos deberán ser trasladados hasta un área de *almacenamiento temporal secundaria*, ubicada al interior de las instalaciones de la empresa. Para los residuos asimilables a domiciliarios esta área será la *Sala de Basura*, para los residuos No peligrosos esta área será el *Patio de Salvataje* y en el caso de los residuos Peligrosos el área de almacenamiento secundario deberá ser la *Bodega Residuos Peligrosos*.

- e. Cada una de las instalaciones antes mencionadas deben cumplir con especificaciones técnicas y requisitos descritos en las guías de trámites respectivas. (Anexo n°2).
- f. Se deberá identificar correctamente los residuos que se generan en el lugar de trabajo por medio de la etiqueta de identificación (Anexo n°3), la cual deberá incluir nombre, tipo de residuo, clase de peligrosidad si corresponde (Anexo n°4 y 5).
- g. Para la recolección de los residuos líquidos, los recipientes deberán ser utilizados solo hasta el 90% de la capacidad total del envase. Además se deberá procurar que tanto los contenedores de residuos sólidos y líquidos no excedan los 30 kg en peso para que su traslado no sea dificultoso.
- h. Se deberá mantener siempre los contenedores en posición vertical sobre una superficie lisa. Procurar no cargar un envase y/o recipiente sobre otro.
- i. Una vez recolectados y correctamente identificados los distintos residuos, se deberá realizar su transferencia a los sitios de reúso, reciclaje o disposición final según corresponda, a esta etapa se le denominará *Almacenamiento Terciario*.
- j. En las zonas de Almacenamiento de Residuos, deberán estar claramente señalizadas los riesgos (Anexo n°6), las recomendaciones de manipulación y el uso de EPP requeridos para la manipulación de los distintos tipos de residuos que se dispongan.
- k. Se deberá mantener un registro actualizado de todos los residuos generados en la planta de cultivo, para tener control de las cantidades generadas y el destino de ellos (Anexo n°7 y 8)

#### a) Clasificación y segregación residuos orgánicos asimilables a domiciliarios

Los residuos orgánicos asimilables a domiciliarios generados son principalmente residuos provenientes del casino, oficina y restos de biomasa recolectados de las actividades de limpieza del proceso de secado y envasado.

Para la clasificación y segregación de ellos en las zonas destinadas se deberán almacenar en contenedores plásticos con tapa de 10, 20 y/o 120 L. capacidad según el lugar donde esté dispuesto, deberán ser de color gris oscuro y en su interior deberá tener una bolsa de basura del tamaño adecuado al recipiente.

#### b) Clasificación y segregación residuos industriales No peligroso.

Los residuos industriales no peligrosos generados son principalmente envases plásticos, bolsas plásticas, vidrio, metales y aluminio. Para la clasificación y segregación de ellos en las distintas áreas de trabajo se deberá cumplir con los siguientes pasos:

**Tabla 7: Clasificación y segregación de residuos no peligrosos**

| Tipo de Residuo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plástico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Vidrio                                                                                                                                                                                                                                | Metales                                                                                                                                                                    | Aluminio                                                                                                                                                                         | Madera                                                                                                                                                 | Papeles<br>Cartones                                                                                                                                                             |
| Disponer limpio en contenedores de color amarillo.<br>Las bolsas plásticas desechadas que han sido utilizadas en el área de invernaderos, se dispondrá de un contenedor exclusivo para ellas, debido a la cantidad diaria generada y volumen de las mismas.                                                                        | Disponer limpios en contenedores de color verde de 50 o 60 L de capacidad, sin bolsa en su interior.<br>Su manipulación se debe realizar con protección en las manos y ojos para evitar cortes y/o lesiones oculares por esquivarlas. | Disponer en contenedores de color gris de 120 o 240 L de capacidad. Los residuos deben estar limpios de cualquier otra sustancia como aceites, lubricantes, grasas u otro. | Corresponde a los envases que contienen los almuerzos y latas de bebidas, por lo tanto se deberán disponer limpios y reducidos en tamaño (aplastados) en el contenedor asignado. | Corresponde casi exclusivamente a los pallet en los cuales vienen algunas materias primas, por su volumen y cantidad específica mensual (3 unidades),  | Disponer en los contenedores de color azul, las cajas de cartón deberán siempre ser desarmadas y aplastadas para disminuir volumen y hacer más eficiente el uso del contenedor. |
| Las bolsas deben ser recolectadas al final del día, agrupar las bolsas desechadas dentro de una de ellas y luego depositar dentro del contenedor señalado en el sitio de acopio temporal. Al término de semana deben ser trasladadas al pto. de acopio mayor, dispuesto en el “patio de salvataje” a la espera de su retiro final. | Cada vez que se llegue a capacidad máxima de acopio en fuente primaria se deberá trasladar a punto de acopio temporal para luego gestionar su retiro.                                                                                 | Cada vez que se llegue a capacidad máxima de acopio en fuente primaria se deberá trasladar a punto de acopio temporal para luego gestionar su retiro.                      | Cada vez que se llegue a capacidad máxima de acopio en fuente primaria se deberá trasladar a punto de acopio temporal para luego gestionar su retiro.                            | Serán almacenados en un sitio designado e identificado para tal fin dentro del “patio de salvataje” para ser reutilizados internamente si se requiere. | Cada vez que se llegue a capacidad máxima de acopio en fuente primaria se deberá trasladar a punto de acopio temporal para luego gestionar su retiro.                           |

*Fuente:* Elaboración propia.

### **c) Clasificación y segregación de residuos peligrosos**

La gestión de residuos peligrosos generados en la planta deben cumplir con la normativa vigente, DS N°148/2004 y las nuevas normativa de declaración del MMA. Los residuos peligrosos generados son: solventes sucios, mezclas acidas, mezclas de aceites-lubricantes, mezclas aceites-solvente, algunos reactivos químicos, tubos fluorescentes, pilas y tóner. Para la clasificación y segregación de ellos en las distintas áreas de trabajo se deberá cumplir con los siguientes pasos:

- a. En las áreas de cepario, laboratorio, taller de mantención y bodega se dispondrán de bidones de boca ancha con tapa de 5, 10 y/o 20 L. de capacidad según la tasa de generación correspondiente al residuo.
- b. Todos los recipientes y/o contenedores de residuos peligrosos deberán estar correctamente identificados según la normativa NCh 2190. Deben ser identificado según Código de seguridad (Anexo 4), pictograma (Anexo 5), e identificación de la sustancia y el generador. (Anexo 2, B)
- c. Todos los recipientes que recolecten residuos peligrosos líquidos deben ser llenados solo hasta el 90% de su capacidad.
- d. Todos los recipientes deben permanecer en posición vertical y deberán almacenarse dentro de bandejas de contención para derrames.
- e. La manipulación de cualquier tipo de residuo peligroso debe realizarse usando correctamente los implementos de protección personal requeridos para ello.
- f. Se deberá llevar un registro de todos los residuos peligrosos generados en la planta de cultivo. (Anexo n° 8)
- g. Los tubos fluorescentes malos que se generen por reemplazo deberán ser enguinchados y guardados dentro de una caja para evitar el quiebre de ellos, la caja debe estar debidamente identificada y trasladada a almacenamiento secundario.

- h. Para los residuos peligrosos generados en oficinas administrativas, que corresponde a tóner y pilas, se deberá tener contenedor cerrado de color rojo de 8 y/o 10 L para disponer estos residuos y un contenedor de color burdeo para disponer residuos electrónicos.
- i. En las áreas de trabajo donde se generen y en la bodega RESPEL donde se almacenen los residuos peligrosos será obligatorio mantener las fichas de seguridad respectiva a cada sustancia peligrosa presente en el lugar.

#### 5.3.4 Medidas de Disminución o Minimización de Desechos

Con el objetivo de disminuir o minimizar los desechos generados en la planta de cultivo, se deberá implementar medidas preventivas para la generación de desechos, las cuales deben considerar la política de las 3R, es decir, reducir, reusar y reciclar en la medida de lo posible. De esta manera se busca disminuir el impacto ambiental asociado a esta actividad productiva y conseguir hacer disposición final solo de lo estrictamente necesario.

A continuación se detallan las medidas a considerar e implementar para disminuir y/o minimizar los desechos generados:

- a. Establecer un compromiso real y sostenible en el tiempo por parte de la gerencia de la compañía, con los requerimientos y recursos necesarios para llevar adelante la implementación del Plan de Manejo de Residuos y con todos los temas en relación a la gestión ambiental.
- b. La disminución de desechos puede llegar a ser una práctica permanente que requiere de la implementación y actualizar de un plan de capacitación para todos

los colaboradores de la compañía en relación a la clasificación, manejo, riesgos asociados, reciclaje y re-uso de residuos generados en el proceso productivo.

- c. Se deberá dar cumplimiento al sistema de clasificación y segregación descrito, realizando siempre la compactación o reducción de volumen cada vez que sea posible, de esta manera reducir al máximo los desechos y optimizar el uso de los contenedores primarios y espacio de las zonas de almacenamientos temporales.
- d. Incorporar como política de la empresa, un criterio de adquirir insumos que puedan, en la medida de lo posible, ser reusados y/o reciclados una vez utilizados.
- e. Establecer como política interna que cada vez que se requiera algún material para reparar o realizar mantención, antes de adquirir nuevos, revisar los residuos disponibles para ver la posibilidad de reusar algún material antes usado y de esta manera disminuir la generación de residuos.
- f. Todo material que no sea reusado, se deberá buscar realizar reciclaje dentro o fuera de la planta de cultivo.
- g. En el área administrativa se implementará el uso de hojas por ambos lados (cuando sea posible) para realizar por ejemplo; Block de apuntes o relleno para envío de encomiendas.
- h. Se deberá promover el uso eficiente de las impresoras, imprimiendo solo los documentos estrictamente necesarios.
- i. Los equipos que requieran algún tipo de pila o batería para su funcionamiento, se deberá buscar el uso de pilas o materias recargables (cuando sea posible), para así disminuir la generación de residuos peligrosos.
- j. Se sugiere implementar un espacio de compostaje para verter en él alguno de los residuos orgánicos generados (Por ejemplo: restos de muestras de biomasa), el

material orgánico generado podrá ser útil en el mantenimiento de algunas áreas de verdes de la compañía.

#### 5.3.5 Disposición y Retiro de Residuos

Todos aquellos residuos generados en el proceso productivo que no sea posible re-usar o reciclar internamente se deberá buscar continuar su gestión fuera de la planta de cultivo, para ello en asociación con agentes externos autorizados se deberán coordinar las acciones que a continuación se detallan.

Los residuos asimilables a domiciliarios deberán ser entregados semanalmente para retiro domiciliario por parte de la municipalidad que corresponda. En el caso de los restos de biomasa que se generan de las muestras de análisis en laboratorio, limpieza del secador y limpieza de la sala de envasado se recomienda ser utilizado en compostaje o fertilización en áreas verdes.

La madera proveniente de pallet o cualquier otra fuente, podrá ser reutilizada para fines de reparación o construcción dentro de la misma planta, así como también podrá ser regalada a cualquiera de los colaboradores que la requiera y solicite para estos mismos fines.

En cartón se deberá separar aquella cantidad o unidades que se destinarán al re-uso interno para contener materiales en bodegaje o envío de encomiendas y todo el resto de cartón no reusado deberá ser retirado o enviado a un gestor autorizado para su reciclaje. En el caso del papel se reusara la mayor cantidad posible en algunas actividades administrativas y como material de embalaje, el resto deberá ser retirado o enviado a un gestor autorizado para su reciclaje.

Una vez que los contenedores dispuestos para la recolección de residuos de vidrios lleguen a su máxima capacidad se deberá coordinar el retiro o envío a un gestor autorizado para su reciclaje cada cuatro o seis meses según tasa de generación.

Los residuos de plástico generado de las distintas labores de la planta una vez acopiados en la zona de almacenamiento transitorio secundario, se deberá coordinar retiro mensualmente por parte de un gestor autorizado para su reciclaje. Algunos de los envases plásticos desechados podrán ser destinados a re-uso interno como recipientes para nuevos residuos líquidos, siempre que estén en buenas condiciones y correctamente identificados.

Los materiales metálicos generados en las distintas labores de la planta podrán ser reutilizada para fines de reparación o construcción dentro de la misma planta, el resto deberá ser retirado o enviado a un gestor autorizado para su reciclaje una vez que se llegue al total de la capacidad de acopio. Los residuos de aluminio generados se deberán enviar o entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

Todos los residuos peligrosos generados en las distintas etapas de producción de la planta de cultivo deben ser retirados y tratados por un gestor autorizado quien será responsable de realizar disposición final de ellos. La declaración y seguimiento de estos residuos deben ser realizados por medio del sistema RETC del MMA.

**Tabla 8: Tabla resumen disposición y destino de residuos según tipo.**

| <b>Tipo de Residuo</b>       | <b>1° Almacenamiento</b>   | <b>2° Almacenamiento</b> | <b>Destino</b>                 | <b>3° Almacenamiento</b> |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <b>Domésticos</b>            | Cont. Gris oscuro (Basura) | Retiro Domiciliario      | Disposición Final              | Relleno sanitario        |
| <b>Madera</b>                | Patio Salvataje            | Patio Salvataje          | Re-uso                         | Re-uso interno           |
| <b>Cartón - Papel</b>        | Cont. Azules               | Patio Salvataje          | Re-uso y Reciclaje             | Reciclador autorizado    |
| <b>Resto biomasa Hp</b>      | Cont. Naranja              | Compostaje               | Adsorción Natural              | Áreas verdes             |
| <b>Vidrio</b>                | Cont. Verdes               | Patio Salvataje          | Reciclaje                      | Reciclador autorizado    |
| <b>Plásticos</b>             | Cont. Amarillos            | Patio Salvataje          | Re-uso y Reciclaje             | Reciclador autorizado    |
| <b>Fierros y Metales</b>     | Cont. Gris                 | Patio Salvataje          | Re-uso y Reciclaje             | Reciclador autorizado    |
| <b>Aluminio</b>              | Contenedores Gris          | Patio Salvataje          | Reciclaje                      | Reciclador autorizado    |
| <b>Solventes (Acetona)</b>   | Cont. rojo (Lab.)          | Bodega R.Peligroso       | Tratamiento/ Disposición final | Operador autorizado      |
| <b>Soluciones ácidas</b>     | Cont. rojo (Lab.)          | Bodega R.Peligroso       | Tratamiento/ Disposición final | Operador autorizado      |
| <b>Aceites y lubricantes</b> | Cont. rojo (Taller)        | Bodega R.Peligroso       | Tratamiento/ Disposición final | Operador autorizado      |
| <b>Pilas y Tóner</b>         | Cont. Rojo(oficina)        | Bodega R.Peligroso       | Tratamiento/ Disposición final | Operador autorizado      |
| <b>Tubos fluorescentes</b>   | Bodega R.Peligrosos        | Bodega R.Peligroso       | Tratamiento/ Disposición final | Operador autorizado      |

Fuente: Elaboración propia

El tiempo de permanencia en la planta de cultivo de los residuos que se destinen a reciclaje dependerá de su frecuencia de generación, la cual puede variar dependiendo del tipo de residuo esta puede ser mensual, semestral o anual según corresponda. En el caso de los residuos peligrosos el tiempo de permanencia máximo en la bodega de residuos peligrosos deberá ser seis meses hasta su retiro para disposición final por parte de la empresa contratada para dicho fin.

Todos aquellos residuos generados en el proceso productivo que tengan como destino ser reciclados o que requieran de tratamiento para disposición final se deberán enviar o solicitar retiro por parte de alguna entidad calificada para dicho fin según corresponda. Entre las entidades y gestores de residuos autorizados y disponibles en la región a continuación se presenta un listado de algunos de ellos con los cuales se puede coordinar el trabajo conjunto.

**Tabla 9: Gestores de residuos presentes en la región de Coquimbo.**

| <b>Tipo de Residuo</b>       | <b>Destino</b>                  | <b>Gestor Autorizado</b>     | <b>Ubicación</b>                                                             |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cartón - Papel</b>        | Re-uso y Reciclaje              | Sorepa                       | Calle Cinco N° 1281<br>B.Industrial, Coquimbo                                |
| <b>Vidrio</b>                | Reciclaje                       | Coaniquem                    | Balmaceda 417, Of.26, La Serena                                              |
|                              |                                 | Upasol                       | La Estrella N° 3499 Cía.<br>Alta, La Serena                                  |
|                              |                                 | Cristoro                     | Gerónimo Méndez 1581,<br>B.Industrial Coquimbo                               |
| <b>Plásticos</b>             | Re-uso y Reciclaje              | Inversiones Los Alpes Ltda.  | Gerónimo Méndez 1851,<br>B. Industrial, Coquimbo                             |
| <b>Fierros y Metales</b>     | Re-uso y Reciclaje              | Punto Limpio Triciclo        | Av Francisco de Aguirre<br>2 Mall Pta del Mar, La Serena                     |
|                              |                                 | Reciclaje Blas Ocaranza      | Sta Ester 460, Coquimbo                                                      |
| <b>Aluminio</b>              | Reciclaje                       | Punto Limpio Triciclo        | Av Francisco de Aguirre<br>2 Mall Pta del Mar, La Serena                     |
| <b>Solventes (Acetona)</b>   | Tratamiento y Disposición final | Serv. Técnicos Urbanos Ltda. | Cerro los cóndores 9701-3.<br>Parque industrial portezuelo, Quilicura, Stgo. |
| <b>Soluciones ácidas</b>     |                                 |                              |                                                                              |
| <b>Aceites y lubricantes</b> |                                 | Anfibio                      | Av Panorámica 4391,<br>Sector Aeroparque, La Serena                          |
| <b>Pilas y Tóner</b>         |                                 |                              |                                                                              |
| <b>Tubos fluorescentes</b>   |                                 |                              |                                                                              |

*Fuente:* Elaboración propia.

Se deberá mantener un calendario de retiro de residuos el cual debe ser actualizado trimestralmente y debe estar disponible en forma permanente con el responsable del plan de manejo.

Los residuos No peligrosos generados, podrán ser trasladados desde almacenamiento primario al secundario al interior de la planta de cultivo en los vehículos de carga disponibles en la empresa, bajo autorización del encargado del plan.

Todos los residuos No peligrosos que sean trasladados desde la planta hasta el punto de gestión podrán ser trasladados en alguno de los vehículos de carga disponibles en la empresa o en vehículo dispuesto por el gestor.

Los residuos Peligrosos generados al interior de las instalaciones de la planta de cultivo deberán ser retirados para tratamiento y disposición final solo por el gestor autorizado que sea contratado para este fin.

Previo al traslado de los residuos, el generador debe verificar las siguientes condiciones:

- a. Que todos los residuos estén contenidos en los envases proporcionados para ello y que en lo posible no sobrepasen el 90% de su capacidad ni 30 kg en peso.
- b. Que los envases estén limpios y sin derrames, con la etiqueta de identificación y clase de peligrosidad en condiciones legibles.
- c. Que los contenedores estén debidamente cerrados con sus tapas originales.
- d. En el caso de residuos contenidos dentro de bolsas (al interior de los contenedores), estas se encuentren debidamente cerradas y sin sobrepasar su capacidad, de manera de evitar roturas y dispersión del contenido.
- e. Al momento del retiro de los residuos se debe dejara registro del procedimiento (Anexo n°7).

En caso que no se cumpla con algunas de las medidas descritas, los residuos no podrán ser trasladados y/o retirados.

### 5.3.6 Registro y seguimiento de los residuos

Todos los residuos generados que se han descrito deben estar correctamente registrados en su cantidad, tipo, peligrosidad y destino. Para ello el encargado del Plan de manejo debe contar con un registro escrito y ser respaldado digitalmente. (Anexo n°7).

En caso de los registros No peligrosos, el generador no está obligado a declarar e informar la gestión de los mismos a través del *Sistema Nacional de Residuos* (SINADER), si no supera las 12 toneladas anuales. Pero en el caso que la actividad productiva aumente y por consecuencia la cantidad de residuos generados también se incremente, por ejemplo; debido a una ampliación de las instalaciones. Será responsabilidad del generador, en este caso la empresa, de ingresar y declarar los residuos generados en el año.

En el caso de los residuos Peligrosos generados durante las actividades productivas, el generador tiene la obligación legal de ingresar y declarar sus residuos peligrosos a través del *Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos* (SIDREP).

Las declaraciones de residuos requeridas se deben realizar a través del sistema que el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) ha dispuesto para ello. Este sistema integrado de información se denomina *Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes* (RETC).

A continuación se muestran en las Figuras 4 y 5 los registros completos de declaración de residuos peligrosos en el sistema SIDREP por medio del sistema ventanilla única.

20/4/2015

Formulario de Declaración - SIDREP

| Estado : Cerrado             |                                                                      | DOCUMENTO DE DECLARACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS |           | N° Folio :382143 |          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|------------------|----------|
| GENERADOR                    |                                                                      |                                                 |           |                  |          |
| 1. Nro. Identificación       | R04G00322                                                            | 2. Autoridad Sanitaria                          | SEREMI IV |                  |          |
| 3.Nombre Empresa             |                                                                      | 4. RUT Empresa                                  |           |                  |          |
| 5. Dirección Establecimiento | D-425 S/N                                                            | 6. Comuna                                       | VICUÑA    |                  |          |
| 7.Teléfono                   |                                                                      | 8. Fax                                          |           |                  |          |
| 9. Persona Responsable       |                                                                      | 10. Correo Electrónico                          |           |                  |          |
| 11. Empresa Transportista    | SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA                                      |                                                 |           |                  |          |
| 12. Empresa Destinataria     | SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA   QUILICURA, CERRO LOS CONDORES 9701 |                                                 |           |                  |          |
| 13. OBSERVACIONES            |                                                                      | 14. Firma                                       |           | 15. Fecha        | 16. Hora |
|                              |                                                                      |                                                 |           | 09/04/2015       | 12:00:21 |

#### DETALLE DE RESIDUOS GENERADOS

|       | Descripción Residuo                                        | Código Principal | Código Secundario | Lista A | Peligrosidad | E. Físico | Contenedor         | Cantidad (kg) |
|-------|------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|---------|--------------|-----------|--------------------|---------------|
| 1     | ACETONA                                                    | II.24            |                   | A3140   | IN           | LÍQUIDO   | 1 tambores 200 lts | 100           |
| 2     | Tubos fluorescentes                                        | II.11            |                   | A1030   | TC           | SÓLIDO    | 1 tambores 200 lts | 45            |
| 3     | MEZCLA DE SOLVENTES CON ACEITE                             | II.24            |                   | A3140   | IN           | LÍQUIDO   | 1 tambores 200 lts | 40            |
| 4     | DISOLUCIONES ACIDAS                                        | II.16            |                   | A4090   | CO           | LÍQUIDO   | 1 tambores 200 lts | 230           |
| 5     | ENVASES VACIOS CONTAMINADOS CON CLORURO FERRICO            | II.12            |                   | A4130   | TC           | SÓLIDO    | 1 tambores 200 lts | 3             |
| 6     | Residuos de aceites y lubricantes (excepto las emulsiones) | I.8              |                   | A3020   | TC           | LÍQUIDO   | 1 tambores 200 lts | 30            |
| TOTAL |                                                            |                  |                   |         |              |           |                    | 448           |

Fuente: Documento extraído desde sistema SIDREP de ventanilla única del MMA.

**Figura 5: Registro declaración de Residuos Peligrosos, identificación del generador**

| TRANSPORTISTA                 |                                 |                             |                     |          |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|
| 1. Nro Identificación         | R13T00011                       | 2. Autoridad Sanitaria      | SEREMI RM           |          |
| 3. Nombre Empresa N°1         | SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA | 4. RUT Empresa              | 77.462.400 - 7      |          |
| 5. Dirección Sucursal         | EL QUILLAY 466 - VALLE GRANDE   | 6. Comuna                   | LAMPA               |          |
| 7. Teléfono                   | 4826500                         | 8. Fax                      | 7386979             |          |
| 9. Persona Responsable        | TANIA MARIA KAMUES LOZANO       | 10. Correo Electrónico      | gerencia@stultda.cl |          |
| 11. Identificación Transporte | NW7244                          | 12. Identificación Acoplado | 0                   |          |
| 13. Cantidad Recibida         | 480 (kg)                        |                             |                     |          |
| 14. OBSERVACIONES             | OT 14881                        | 15. Firma                   | 16. Fecha           | 17. Hora |
|                               |                                 |                             | 16/04/2015          | 10:25:09 |

| DESTINATARIO                  |                                 |                             |                     |  |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|--|
| 1. Nro. Identificación        | R13D00041                       | 2. Autoridad Sanitaria      | SEREMI RM           |  |
| 3. Nombre Empresa             | SERVICIOS TECNICOS URBANOS LTDA | 4. RUT Empresa              | 77.462.400 - 7      |  |
| 5. Dirección Establecimiento  | CERRO LOS CONDORES 9701         | 6. Comuna                   | QUILICURA           |  |
| 7. Teléfono                   | 7471678                         | 8. Fax                      |                     |  |
| 9. Persona Responsable        | TANIA MARIA KAMUES LOZANO       | 10. Correo Electrónico      | GERENCIA@STULTDA.CL |  |
| 11. Identificación Transporte | NW7244                          | 12. Identificación Acoplado | 0                   |  |

[http://sidrep.minsal.cl/sidrepVU/sid\\_formulariogtd.php?folio=382143](http://sidrep.minsal.cl/sidrepVU/sid_formulariogtd.php?folio=382143)
1/2

20/4/2015 Formulario de Declaración - SIDREP

|                                                                                    |                   |           |            |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|------------|----------|
| 13. Cantidad Recibida                                                              | 480 (kg)          | 14. Firma | 15. Fecha  | 16. Hora |
|                                                                                    |                   |           | 16/04/2015 | 10:29:09 |
| 17. OBSERVACIONES                                                                  | 18. DISCREPANCIAS |           |            |          |
| <div style="text-align: center;"> <span>Imprimir</span> <span>Cerrar</span> </div> |                   |           |            |          |

Fuente: Documento extraído desde sistema SIDREP de ventanilla única del MMA.

**Figura 6: Registro declaración de Residuos Peligrosos, identificación transportista y destinatario.**

### 5.3.7 Sistema Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).

El sistema RETC, es un inventario o base de datos con información ambiental, de ámbito nacional o regional, de sustancias químicas potencialmente peligrosas o contaminantes emitidas a la atmósfera, al agua y al suelo y transferidas fuera del establecimiento para su tratamiento o eliminación. Chile, es el único país de Sudamérica en disponer de un RETC y está en funcionamiento desde el año 2014.

Este sistema opera a través de un portal en internet del Ministerio del Medio Ambiente y tiene como objetivo; concentrar en un solo portal las distintas obligaciones de reportar de las industrias (por ejemplo; SIDREP y SINADER), permite comparar el comportamiento ambiental entre industrias similares, centraliza los certificados de declaración de reportes en un solo sistema y estimula a las industrias para reducir emisiones y adoptar Mecanismos de Producción Limpia.

Para ser usuario y poder utilizar el portal se debe cumplir con las siguientes acciones por parte de la industria y/o generadores:

- a. Designar a un “encargado de establecimiento”. El titular de la empresa debe designar notarialmente a un encargado por cada establecimiento.
- b. El encargado debe completar la información solicitada y la geolocalización de su empresa para así realizar la “solicitud de establecimiento” en [www.vu.mma.gob.cl](http://www.vu.mma.gob.cl)
- c. Confirmar la solicitud de establecimiento en el sistema ventanilla única (VU), se debe buscar el número de solicitud y adjuntar la documentación requerida digitalmente al sistema.

- d. El ministerio del medio ambiente revisa y contrasta la información enviada. De ser aprobada la solicitud, se recibe un correo electrónico con la contraseña y usuario del sistema VU al encargado del establecimiento.

Una vez registrado en el sistema VU, se puede tener acceso a los distintos manuales de usuario, procedimientos y formularios para realizar la gestión de residuos requerida

#### **5.4. Evaluación Financiera para la Implementación del Plan de Manejo de Residuos.**

Para desarrollar la evaluación financiera del *Plan de Manejo de Residuos* fue necesario sistematizar todos los requerimientos de insumos e infraestructura necesarios para su implementación. Una vez obtenidas las cotizaciones necesarias, se procedió a valorizar y calcular los costos de implementación para generar los balances. En segundo lugar se realizó un análisis del costo-beneficio que le implica a la empresa la implementación o no implementación del plan de manejo de residuos.

##### **5.4.1 Costos de implementación del plan de manejo de residuos**

Teniendo en cuenta los recursos físicos y profesionales disponibles en la empresa, se determinó re destinar e instalar contenedores primarios en las distintas áreas de la planta que generan residuos, además se proyectó y valorizó la construcción de una instalación de acopio intermedia o unidad de transferencia de 9 m<sup>2</sup>, la cual considera ser implementada con los distintos contenedores requeridos para la recolección de residuos no peligrosos generados.

Por otra parte, se consideró que una vez instalado e implementado el plan de manejo de residuos este no requiere de dedicación exclusiva, ya que la operación del plan debe ser parte de las acciones y operaciones diarias de todos los colaboradores de la planta. Pero si requiere ser controlado y guiado por alguno de los profesionales

disponibles en las áreas de control de calidad y/o sistema de gestión, al cual se le consigna un monto de honorarios para dicho fin.

Para el caso de los residuos peligrosos y domiciliarios en esta evaluación no está considerada la infraestructura para almacenamiento temporal, ya que la empresa en la cual se realizó el levantamiento de datos tenía construidas y aprobadas dichas instalaciones.

Los costos obtenidos de los balances se clasificaron en costos de implementación y costos de mantención, ya que se requiere de una inversión inicial para implementar el plan y de un presupuesto para la mantención y seguimiento del mismo.

A continuación, se presenta en la Figura 6 el balance financiero con los montos para la implementación del plan.

| Balance de Recursos Humanos                |                       |                |                |               | COSTOS DE<br>MANTENCIÓN  |
|--------------------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------|--------------------------|
| Cargo                                      | Horas Mensuales       | Costo Unitario | Costo Mensual  | Costo Anual   |                          |
| Profesional a cargo del Plan               | 40                    | \$ 8.500       | \$ 340.000     | \$ 4.080.000  |                          |
| Total                                      |                       |                | \$ 340.000     | \$ 4.080.000  |                          |
|                                            |                       |                |                |               |                          |
| Balance de Propiedades, Plantas y Equipos  |                       |                |                |               | COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN |
| Item                                       | Unidad                | Cantidad       | Costo Unitario | Costo Total   |                          |
| Contenedor de Residuos 660                 |                       | 1              | \$ 168.520     | \$ 168.520    |                          |
| Contenedor de Residuos 360                 |                       | 2              | \$ 59.934      | \$ 119.868    |                          |
| Contenedor de Residuos 240                 |                       | 4              | \$ 37.851      | \$ 151.404    |                          |
| Contenedor de Residuos 120                 |                       | 4              | \$ 24.508      | \$ 98.032     |                          |
| Contenedor de Residuos 50                  |                       | 16             | \$ 11.704      | \$ 187.264    |                          |
| Contenedor de Residuos 26                  |                       | 4              | \$ 6.600       | \$ 26.400     |                          |
| Contenedor de Residuos 10                  |                       | 8              | \$ 5.775       | \$ 46.200     |                          |
| Contenedor de Residuos 5                   |                       | 2              | \$ 17.500      | \$ 35.000     |                          |
| Kit antiderrame                            |                       | 1              | \$ 50.000      | \$ 50.000     |                          |
| Señaleticas                                |                       | 1              | \$ 100.000     | \$ 100.000    |                          |
| Habilitacion de Infraestructura, Radier    | 9 M2                  | 1              | \$ 2.836.282   | \$ 2.836.282  |                          |
| Total                                      |                       |                |                | \$ 3.818.970  |                          |
|                                            |                       |                |                |               |                          |
| Balance de Servicios Externalizados        |                       |                |                |               | COSTOS DE<br>MANTENCIÓN  |
| Item                                       | Unidad                | Cantidad       | Costo Unitario | Costo Total   |                          |
| Retiro y tratamiento de residuos peligroso | Suscripción Semestral | 2              | \$ 650.000     | \$ 1.300.000  |                          |
| Diseño e Implementación                    | Servicio inicial      | 3              | \$ 500.000     | \$ 1.500.000  |                          |
| Gestión y Autorizaciones                   | Servicio adicional    | 1              | \$ 500.000     | \$ 500.000    |                          |
| Auditoría y Asistencia técnica             | Servicio adicional    | 2              | \$ 400.000     | \$ 800.000    |                          |
| Total Anual                                |                       |                |                | \$ 4.100.000  |                          |
|                                            |                       |                |                |               |                          |
| COSTO DE IMPLEMENTACIÓN                    |                       |                |                | \$ 5.818.970  | COSTOS DE<br>MANTENCIÓN  |
| COSTO DE MANTENCIÓN ANUAL                  |                       |                |                | \$ 6.180.000  |                          |
| TOTAL COSTO PLAN DE MANEJO                 |                       |                |                | \$ 11.998.970 |                          |

Fuente: Elaboración propia en base a información primaria obtenida.

**Figura 7: Balances de costo de implementación del plan de manejo**

Como se puede ver en el balance de costos, el valor total de implementación del plan de manejo es de \$11.998.970 anual, de este monto un total de \$5.818.970 corresponde a costos de implementación y \$6.180.000 corresponden a costos de mantención.

Los \$5.818.970 de costos de implementación, se desglosan en \$3.818.970 correspondientes a gastos en infraestructura y equipamiento, \$1.500.000 que representa el servicio externo a contratar para el diseño e implementación y \$500.000 correspondiente al servicio en gestión de autorizaciones, este último monto se considera como opcional ya que la empresa mandante podría contratar el servicio o realizarlos ellos mismos.

Respecto a los \$6.180.000 de costos de mantención, estos se desglosan en \$1.300.000 correspondientes al gasto anual que representa la contratación del servicio externo de gestión de residuos peligrosos por parte de una empresa autorizada, cotizado según la carga de residuos peligrosos generados anualmente. Además este costo contempla un gasto anual de \$4.080.000 correspondiente a la valorización de los honorarios del encargado del plan de gestión de residuos al interior de la empresa, este cargo no requiere de dedicación exclusiva, por lo cual puede ser asumido por alguna jefatura técnica asociada por ejemplo a control de calidad, laboratorio, prevención de riesgo, medioambiente y/o sistema de gestión.

Por último en este ítem se considera un servicio externo de asistencia técnica y auditorías al plan de gestión de residuos por un monto anual de \$800.000.

#### 5.4.2 Análisis Costo-Beneficio de implementación

A continuación se presenta el análisis de escenarios respecto al costo-beneficio de implementar o no el plan de manejo de residuos planteado. Para ello, en primer lugar se calculó los ingresos anuales de la compañía por ventas del producto (biomasa de *Hp*).

Los datos de kilos de biomasa producidos anualmente fueron obtenidos de fuente primaria y ratificados por información secundaria<sup>21</sup>. Mientras que el precio por kilo de biomasa fue obtenido calculando el promedio entre el valor más bajos encontrado (USD 133)<sup>22</sup> publicado en el programa estratégico regional y el valor esperado (USD 180)<sup>23</sup> publicado en el informe de Análisis de Mercado del profo 16PROFO-61143, “Producción de Astaxantina Natural IV región”.

**Tabla 10: Datos de producción e ingreso por venta de biomasa *Hp***

| Datos de Producción                     |                  |
|-----------------------------------------|------------------|
| <b>Kilos de biomasa <i>Hp</i> anual</b> | 7000 kg.         |
| <b>Valor x kg. BM (USD)</b>             | 156,50 USD       |
| <b>Total ingreso anual (USD)</b>        | 1.095.500,00 USD |
| <b>Total ingreso anual (\$)</b>         | \$728.781.375    |
| <b>Valor ingreso x día de prod.(\$)</b> | \$2.024.393      |

*Fuente:* Elaboración propia en base a información secundaria.

La Tabla 10 muestra el total de ingresos anuales por venta de biomasa de *Hp* para una producción anual de 7000 kg. vendidos a USD 156,50 el kilo, es de USD 1.095.500, es decir \$728.781.375, ahora si este valor lo calculamos por día de producción, el valor de ingreso diario resulta ser de \$2.024.393.

En segundo lugar se realizó el cálculo monetario de las infracciones a las cual se puede ver expuesta la empresa por parte de la autoridad medioambiental, en caso de no contar con una adecuada gestión de sus residuos o por caer en infracciones producto de un mal manejo en su gestión de residuos.

<sup>21</sup> <sup>22</sup> CORFO-UCN (2016): Programa Estratégico Regional (PER)

<sup>23</sup> CORFO (2016). Informe 1: Análisis de Mercado, PROFO 16PROFO-61143, Producción de Astaxantina Natural IV región

\*Valor promedio dólar (junio 2017): USD 665,25

De acuerdo a la legislación vigente, es el MMA por medio de la SMA a través de los artículos 35, 36, 38, 39 y 40 de la ley orgánica de la superintendencia (en adelante LO-SMA), la responsable de aplicar las sanciones en relación a las faltas y/o infracciones medioambientales, para este fin la SMA dispone de una metodología para la determinación de sanciones ambientales.

En base a lo descrito en dicha metodología las infracciones se clasifican en leve, graves y gravísimas. A continuación la Tabla 11, muestra el costo y tipo de sanciones del SMA.

**Tabla 11: Sanciones del SMA según tipo de infracción.**

| Tipo de Infracción | Sanción monetaria | Sanción administrativa                          |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Leve</b>        | 1 a 1000 UTA*     | Amonestación por escrito                        |
| <b>Grave</b>       | hasta 5000 UTA    | Clausura temporal o definitiva / Revocación RCA |
| <b>Gravísima</b>   | hasta 10000 UTA   | Clausura temporal o definitiva / Revocación RCA |

*Fuente:* SMA, metodología para la determinación de sanciones ambientales.

A continuación se presenta el análisis de los montos y los potenciales escenarios a los cuales se pueden ver enfrentada la empresa por incumplir con la legislación vigente.

Se consideró solo las sanciones del tipo leve y graves, ya que la metodología del SMA considera entre sus factores para aplicación de sanciones pecuniarias, el tamaño de la empresa según sus ventas anuales y en este caso según clasificación del servicio de impuestos internos se considera como mediana empresa lo cual hace improbable ser sancionada con multas de la categoría gravísimas.

**Tabla 12: Escenarios potenciales de infracción (pesos chilenos).**

| Infracción leve |               | Clausura temporal | Infracción Grave |                 |
|-----------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|
| <i>mínimo</i>   | <i>máximo</i> |                   | <i>mínimo</i>    | <i>máximo</i>   |
| \$561.444       | \$561.444.000 |                   | \$561.444        | \$2.807.220.000 |
|                 |               | 1 día             | \$2.585.837      | \$2.809.244.393 |
|                 |               | 2 día             | \$4.610.229      | \$2.811.268.785 |
|                 |               | 3 día             | \$6.634.622      | \$2.813.293.178 |
|                 |               | 4 día             | \$8.659.015      | \$2.815.317.571 |
|                 |               | 5 día             | \$10.683.408     | \$2.817.341.964 |

*Fuente:* Elaboración propia, según multas descritas en sanciones del SMA.

\*Valor UTA (julio 2017): \$ 561.444

La Tabla 12, muestra las sanciones económicas a las cuales se puede ver enfrentada la empresa en caso de incumplir con la legislación y normativa medioambiental vigente. Para el caso de las infracciones leves, que van de 1 a 1000 UTA y amonestación por escrito, se puede caer en este tipo de falta si por ejemplo no se entrega adecuadamente y a tiempo con la información requerida por la autoridad a través del sistema RETC, lo cual es probable de incurrir si no se cuenta con un plan de manejo de residuos adecuado.

Ahora si consideramos este escenario, a modo de ejemplo, la empresa se puede ver afectada como mínimo con una multa de \$561.444 y como máximo con una multa de \$561.444.000, tan solo este monto corresponde al 77% de los ingresos por ventas de un año de producción, lo cual puede poner en riesgo la sustentabilidad del negocio.

Mientras que en caso de cometer infracciones graves, que puedan implicar cierre temporal de la planta de cultivo, a los montos ya calculados por infracción se le debe sumar la pérdida de ingresos por día de cierre y si consideramos que un día de ingresos corresponde a \$2.024.393 (Tabla 10), los montos aumentan exponencialmente tal como lo muestran las columnas cuatro y cinco de la Tabla 12.

Por lo tanto, si consideramos el costo total de implementación del plan de manejo, \$11.998.970 (Figura 6), el cual representa 1,65% de los ingresos de un año, y consideramos las sanciones a las cuales puede quedar expuesta la empresa por no tener implementado un adecuado sistema de gestión de residuos, queda en evidencia que el costo-beneficio de incorporar e implementar el plan de manejo de residuos propuesto en este trabajo le va a significar un beneficio a la empresa y un ahorro desde el punto de vista económico de a lo menos \$561.444 hasta \$561.444.000.

## 6. DISCUSIÓN

Chile experimentó un crecimiento económico sostenido durante la mayor parte de los últimos 15 años, lo que ha mejorado sustancialmente los niveles de vida y una serie de grandes inversiones ampliaron el acceso de la población a servicios clave. No obstante, este crecimiento se ha visto acompañado de una persistencia en la desigualdad de los ingresos y de mayores presiones sobre el medio ambiente.

Para dar respuesta a los desafíos en materia de medio ambiente, durante la última década, Chile logró avances considerables en el fortalecimiento del marco de política y de las instituciones ambientales en sintonía con las recomendaciones hechas por la OCDE en la primera evaluación del desempeño ambiental del año 2005. El año 2010, se creó el Ministerio del Medio Ambiente, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, una superintendencia y un servicio de evaluación ambiental. Estas medidas ayudaron a elevar el perfil de la política ambiental y a esclarecer las responsabilidades en materia de gestión ambiental y desarrollo sostenible. No obstante, todavía no se han cosechado los beneficios ambientales de las reformas institucionales, ya que se requiere una implementación rigurosa a fin de abordar las presiones que sufre el medio ambiente conforme el nivel de ingresos del país y de esta manera continuar cerrando la brecha con el promedio de los países de la OCDE<sup>24</sup>.

Respecto a la gestión de desechos, la cantidad generada de residuos sólidos en el período 2000-2009 ha experimentado un crecimiento estimado del 42%<sup>25</sup>. Como se comentó anteriormente, los vertederos debieron absorber el 96% de los desechos municipales sólidos tratados en 2010-2011, mientras que la recuperación o reciclaje fue de tanto solo el 4%. Por otra parte dos de cada tres municipios no tuvieron acceso a

---

<sup>24</sup> OCDE – CEPAL (2016), Evaluaciones del Desempeño Ambiental – Chile 2016.

<sup>25</sup> Conama (2010), Primer Reporte Sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile

rellenos sanitarios en el 2010 y para ampliar el acceso a ellos, el Gobierno ha propuesto duplicarlos al año 2020<sup>26</sup>.

Chile no cuenta con una industria de reciclaje, lo que se vincula con los escasos incentivos para la reducción y reutilización de desechos<sup>27</sup>. Por lo tanto teniendo en cuenta lo anterior, resulta ser absolutamente entendible porque hay pequeñas y medianas empresas, como la conocida en este trabajo, que no poseen planes de manejo de residuos adecuados y más completos que tengan como alcance la totalidad de los residuos generados en sus procesos productivos, hoy es común encontrar planes de manejo de residuos enfocados solo a los residuos peligrosos generados, debido a que la legislación y normativa al respecto que lo exige data de mucho más tiempo y es ampliamente conocida.

Ahora bien, la ley marco para la gestión de residuos, que entró en vigencia hace tan solo un año (mayo 2016), espera dar un mayor alcance a la normativa sobre la materia, dejando de concentrarse en la eliminación adecuada de desechos para aplicarse también a su reducción y reutilización. La nueva ley establece un sistema de responsabilidad extendida del productor para una lista de productos, denominados “prioritarios” dañinos para el medio ambiente<sup>28</sup>. Se espera que la plena aplicación de la ley contribuiría a reducir significativamente el volumen de desechos sólido descargados en los vertederos.

Conjuntamente a la ley 20.920, (ley marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje), el MMA también está formulando una política sobre prevención de la eliminación y reutilización de desechos, disposiciones sobre el movimiento transfronterizo de residuos y una normativa revisada

---

<sup>26 27</sup> OCDE – CEPAL (2016), Evaluaciones del Desempeño Ambiental – Chile 2016.

<sup>28</sup> MMA (2017), [online] Available at: <http://www.leydereciclaje.mma.gob.cl>.

sobre la gestión de desechos peligrosos, esta última ya tiene una actualización por medio del DS 43/2015.

Como queda en evidencia en el desarrollo de este trabajo, hoy es común encontrar que las empresas solo se limitan a cumplir con las exigencias legales en torno a la gestión de residuos y se enfocan principalmente al cumplimiento de la normativa en base a las sanciones aplicables. Por otra parte, la legislación sobre gestión adecuada de desechos es muy reciente y falta aún implementar varios de sus reglamentos para su total puesta en marcha, por lo tanto los resultados de ella se verán en los próximos años. Por otra parte, se pudo evidenciar las nuevas exigencias del sistema de seguimiento de residuos que se están llevando adelante, ejemplo de ello son el sistema de declaración y seguimiento RECT, el cual fue puesto en marcha el año 2014.

Con la entrada en vigencia de la ley de reciclaje y sus reglamentos, se comienza a cumplir y avanzar en los compromisos ambientales adquiridos, pero aún queda pendiente de implementar alguna de las otras recomendaciones realizadas por la OCDE en relación a la gestión de residuos, como por ejemplo: Fomentar la prevención de la producción de desechos, el reciclaje y la reutilización de productos no contemplados en la ley de responsabilidad extendida del productor (por ejemplo, desechos orgánicos y otros desechos distintos a los seis priorizados), mediante lo siguiente: i) el uso más generalizado de multas e impuestos sobre la generación de desechos; ii) la consideración de incentivos fiscales al reciclaje de productos; iii) el examen de los incentivos y los mecanismos de financiamiento de la gestión de desechos en los municipios de menor tamaño; iv) aumentar el grado de sensibilización de la ciudadanía<sup>29</sup>.

Si bien se inició el camino hacia un crecimiento verde, aún queda mucho por avanzar para alcanzar, por ejemplo, los objetivos planteados por la comisión europea (CE) sobre prevención y reciclado de residuos quienes ya el año 2005 se plantearon como

---

<sup>29</sup> OCDE – CEPAL (2016), Evaluaciones del Desempeño Ambiental – Chile 2016

visión y objetivo a largo plazo la denominada “sociedad de reciclaje”, así como también lo establecido en la directiva 2008/98 del CE que plantea alcanzar tasas de reciclaje en torno al 50% para los residuos domésticos (incluidos al menos los flujos de papel, metal, plástico y vidrio)<sup>30</sup>.

Por otra parte, durante el trabajo desarrollado se pudo evidenciar; a través del diagnóstico de situación en la cual se encontraba la compañía; que existía una brecha entre las acciones desarrolladas por la empresa en torno a los residuos generados y las acciones demandadas en esta materia producto de las nuevas exigencias. Brecha que además se acentúa teniendo en cuenta el crecimiento productivo que ha experimentado y respecto a las proyecciones de expansión que posee la empresa.

Una vez identificado el problema central respecto a los residuos generados y los potenciales efectos que este problema puede traer al medioambiente y a la empresa, se diseña el plan de manejo de residuos con el fin de dar respuesta a las necesidades identificadas para de esta forma disminuir las brechas detectadas.

Por lo tanto el plan de manejo de residuos planteado en este trabajo, no solo apunta a ser una herramienta de gestión ambiental enfocado a contribuir al desarrollo sustentable de la empresa, sino que también apunta a ser una herramienta de valor agregado a la compañía para impulsar procesos de economía circular, entendiendo esta como; además de reducir, reutilizar y reciclar, permita disminuir el impacto causado por las actividades humanas sobre el medio ambiente. Este modelo otorga al residuo un papel dominante y se sustenta en la reutilización inteligente de los residuos, independiente de su naturaleza (orgánica, inorgánica o de origen tecnológico), en un modelo cíclico que imita a la naturaleza y se conecta con ella. Bajo este enfoque, el residuo pierde su condición de tal

---

<sup>30</sup> Lazarevica D., Aoustina E., Bucletb N. & Brandtc N.(2010), Plastic waste management in the context of a European recycling society: Comparing results and uncertainties in a life cycle perspective.

y se convierte en materia prima que “alimenta” los ciclos naturales o se transforma para formar parte de nuevos productos, con un mínimo gasto energético<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> Lina A. Lett (2014), Global threats, waste recycling and the circular economy concept. Rev. argent. microbiología. vol.46 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires mar. 2014

## 7. CONCLUSIONES

En primer lugar se puede concluir que la información recopilada durante el estudio fue la pertinente y suficiente para diseñar un plan de manejo de residuos adecuado y completo para este tipo de industria. El plan de gestión de residuos diseñado contempla la gestión de todos los residuos generados en el proceso productivo y no solo los RESPEL.

El plan de gestión de residuos como el presentado en este trabajo es de fácil implementación y seguimiento. El éxito del mismo dependerá del nivel de compromiso de la organización con el plan.

La implementación de un plan de residuos como el propuesto implica un beneficio directo para la compañía o empresa que lo incorpore, ya que no solo da respuesta y cumple con las obligaciones legales vigentes, sino que también los guía a ser más activo y participe de acciones ambientales responsables que ayuden a tener un desarrollo sustentable de la empresa. Esto último le pone valor agregado a su producto y por ende los hace más atractivos y competitivos en los distintos mercados.

La implementación del plan de manejo de residuos para la empresa le puede significar un beneficio económico al mediano y largo plazo, ya que si el plan es correctamente implementado y manejado, le puede evitar caer en infracciones y sanciones medioambientales.

La inversión a realizar para implementar el plan de residuos y luego su costo de mantención para este mismo, según opinión de la misma empresa, es asequible teniendo en cuenta el nivel de inversión con la que cuenta la plantas de cultivos y las proyecciones de ampliación de la misma.

El plan de manejo de residuos diseñado podría ser replicado en otras empresas u organizaciones que lo requieran haciendo las adaptaciones requeridas según la naturaleza de la organización.

Por último se concluye que el trabajo realizado en esta tesis puede ser el paso inicial para profundizar en futuras investigaciones en relación a la valorización de los residuos asociados a la producción y/o industria relacionada a la astaxantina.

## 8. REFERENCIAS

- Camacho J., Gonzalez G. & Klotz B. (2013). Producción de Astaxantina en *haematococcus pluvialis* bajo diferentes condiciones de estrés. Artículo ISSN: 1794-2470, (Vol 11), 93-104.
- Bob Capelli - Dr. Gerald Cysewski, Natural Astaxanthin: King of the Carotenoids, (7); 2007.
- Panis, G. and J. Rosales Carreon (2016). Commercial astaxanthin production derived by green alga *Haematococcus pluvialis*: A microalgae process model and a techno-economic assessment all through production line. *Algal Research*, 18, 175-190.
- Li, J., Zhu, D., Niu, J., Shen, S., & Wang, G. (2011). An economic assessment of astaxanthin production by large scale cultivation of *Haematococcus pluvialis*. *Biotechnology advances*, 29(6), 568-574.
- Marine Drugs (2016). *Marine Drugs* | An Open Access Journal from MDPI. [online] Available at: <http://www.mdpi.com/journal/marinedrugs>
- Nguyen, K. D. (2013). Astaxanthin: A comparative case of synthetic vs. natural production.
- CORFO (2016). Informe 1: Análisis de Mercado, PROFO 16PROFO-61143, Producción de Astaxantina Natural IV región.
- CONAMA (2010). Primer Reporte Sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente: Informe del Estado del Medio Ambiente, Capítulo 3: Residuos, (2011).
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): Evaluaciones del Desempeño Ambiental – Chile 2016, Santiago (2016).

- Centro de Análisis de Políticas Públicas, Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile: “Informe País; Estado del Medio Ambiente en Chile Comparación 1999-2015”, (2016).
- Ministerios del Medio Ambiente (MMA), Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Universidad de Concepción, Centro de Investigación de Polímeros Avanzados (CIPA), Industria del Plástico (ASIPLA): “Guía para la Elaboración de Estrategias de Gestión de Residuos Plásticos en Chile”, Concepción (2014).
- Ministerio del Medio Ambiente (2017) [online] available at: <http://www.mma.gob.cl>
- Ministerio del Medio Ambiente (2017) [online] available at: <http://www.leydereciclaje.mma.gob.cl>
- Ministerio del Medio Ambiente (2017) [online] available at: <http://www.retc.cl>
- Ministerio del Medio Ambiente (2017) [online] available at: <http://www.vu.mma.gob.cl/index.php?c=home>
- Ministerio de Salud: Decreto Supremo DS 148/2004, Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
- Ministerio del Medio Ambiente: Ley 20.920, Ley marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida al Productor y Fomento al Reciclaje.
- CONAMA (2005): Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- CONAMA, MINSAL, GTZ: Guía para la Elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos, (2005).
- SMA (2015): Bases metodológicas para la determinación de sanciones ambientales. R.E. n°1002/2015.
- CORFO-UCN (2016): Programa Estratégico Regional (PER), código 14PEDR-35776, “Región de Coquimbo: Fuente de Bioproductos Marinos”, Identificación de

Oportunidad y Levantamiento de Brechas y Diseño Hoja de Ruta Fuente Bioproductos Marinos, 11.

- Lazarevica D., Aoustina E., Bucletb N. & Brandtc N.(2010), Plastic waste management in the context of a European recycling society: Comparing results and uncertainties in a life cycle perspective. [online] Available at journal homepage [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com), Resources, conservation and recycling 55(2010)246-259.
- Lina A. Lett, “Global threats, waste recycling and the circular economy concept”. Revista argentina de microbiología. vol.46 no.1, ISSN 0325-7541. Ciudad Autónoma de Buenos Aires (mar/2014).

## 9. ANEXOS

### Anexo n°1: Planilla para recolección de datos en terreno

| Planilla para la recolección de datos en terreno |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|--------------------------------------------------|----------|--|------------------------------------|--|--------------|----------|--|------------|--|
| Área de trabajo:                                 |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
| Responsable del área                             |          |  | Cantidad de personas que trabajan: |  |              |          |  |            |  |
| Descripción de la actividades que se realizan:   |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
| Residuo(s) detectado(s)                          |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
| Peligroso                                        | Si       |  | No                                 |  | No peligroso | Si       |  | No         |  |
| Tipo                                             | Cantidad |  | Frecuencia                         |  | Tipo         | Cantidad |  | Frecuencia |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
| Observaciones:                                   |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |
|                                                  |          |  |                                    |  |              |          |  |            |  |

## Anexo n°2: Guías de trámites

### A) Sala de Basura



#### **GUIA DE TRÁMITE SITIOS DE ALMACENAMIENTO TRANSITORIO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS (SALAS DE BASURAS)**

**1.-** Nota solicitud dirigida al Jefe de la Oficina Comunal correspondiente, Seremi de Salud Región de Coquimbo, en la cual se indique la siguiente información:

- a) Nombre o Razón Social y RUT de la empresa
- b) Representante Legal
- c) Domicilio
- d) Rubro de la actividad o Giro comercial de la empresa
- e) Teléfono, Fax, Correo electrónico
- f) Resolución de calificación Ambiental, si corresponde

**2.-** Memoria Técnica, en la cual se especifique al menos los siguientes aspectos:

- a) Tipo y cantidad de residuos generados en la empresa o establecimiento
- b) Cantidad diaria a almacenar
- c) Permanencia de los residuos en la sala de basuras
- d) Procedimientos sobre manejo, almacenamiento y transporte interno de los diferentes residuos
- e) Disposición final de los residuos, en lugares debidamente autorizado
- f) Frecuencia de retiro hacia su disposición final, en vehículos debidamente autorizados
- g) Especificaciones y características técnicas de los contenedores en los puntos de generación y en la sala
- h) Especificaciones y características técnicas de la sala de almacenamiento.
- i) Sistema de registro de ingreso y salida de los residuos desde la sala de almacenamiento hasta la disposición final
- j) Indicar los procedimientos de restricción de ingreso al sitio de almacenamiento
- k) Equipos y elementos de protección personal
- l) Evaluación de riesgos y medidas de control
- m) Equipos y elementos de limpieza de la sala de almacenamiento
- n) Persona responsable de la operación

**3.-** Plano de emplazamiento de la sala de basuras respecto a las demás instalaciones de la empresa.

**4.-** Plano en planta y elevación de la sala de basuras, señalando todas sus instalaciones (desagüe, pilón y/o secciones).

**5.-** Copia de la constitución legal de la sociedad y acreditación del representante legal

**6.-** Copia del certificado de título del proyectista.

**REQUISITOS:**

- a) Debe existir receptáculos de fácil transporte, resistentes, que faciliten la limpieza y el lavado, de capacidad suficiente al volumen máximo de residuos generados
- b) El lugar de almacenamiento debe ser de estructura sólida, que permita el lavado de los receptáculos y superficies, de tono claro, con llave de agua, manguera para limpieza e iluminación adecuada. Este lugar deberá permanecer cerrado, con protecciones contra roedores e insectos. El piso debe ser de material impermeable, no absorbente, lavable, antideslizante y con desagüe al exterior hacia una pileta o sumidero de alcantarillado conectado a un sistema de disposición autorizado.
- c) Debe estar provista de puertas perfectamente ajustadas, las que se mantendrán permanentemente cerradas, según corresponda.
- d) Con rasgos de ventilación protegidos con malla fina contra insectos y roedores.
- e) Debe estar habilitada con útiles de aseo necesarios
- f) Pavimento del piso liso e impermeable con desagüe

**NOTA:**

- a) La memoria con las especificaciones técnicas de construcción y planos deberán ser presentados en 4 ejemplares.
- b) La memoria y los planos deben venir firmados por el propietario o el representante legal de la empresa y por el proyectista

## B) Patio de Salvataje



### **GUIA DE TRÁMITE SITIOS DE ALMACENAMIENTO TRANSITORIO DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS (PATIO DE SALVATAJE)**

#### **Normativa Aplicable:**

#### **D.S. N° 594/1999 "Reglamento sobre las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo"**

**1.-** Nota solicitud dirigida al Jefe de la Oficina Comunal correspondiente, Seremi de Salud Región de Coquimbo, en la cual se indique la siguiente información:

- Nombre o Razón Social y RUT de la empresa
- Representante Legal
- Domicilio
- Rubro de la actividad o Giro comercial de la empresa
- Teléfono, Fax, Correo electrónico
- Resolución de calificación Ambiental de la actividad principal , si correspondiera

**2.-** Memoria Técnica, en la cual se especifique al menos los siguientes aspectos:

- Indicar tipos de residuos a almacenar
- Estimación de la cantidad mensual y anual a almacenar.
- Permanencia de los residuos en el sitio de almacenamiento.
- Disposición final de los residuos en empresa autorizada
- Descripción de las actividades que se desarrollan en el proceso productivo.
- Características del cierre perimetral, altura y dimensiones del sitio de almacenamiento.
- Características del terreno donde se instalará el sitio de almacenamiento

a) Sistema de registro de ingreso y salida de los residuos desde el sitio de almacenamiento (la cual se adjunta).

- Señalética del sitio de almacenamiento y de los distintos residuos almacenados
- Indicar los procedimientos de restricción de ingreso
- Responsable de la operación del sitio de almacenamiento
- Programa o acciones de control de riesgos.
- Plan de Contingencia
- Adjuntar Manual de Procedimientos sobre manejo, transporte y disposición de los residuos.

**3.-** Plano de emplazamiento del sitio de almacenamiento respecto a las demás instalaciones de la empresa, firmados por el propietario y proyectista.

**4.-** Plano en planta y elevación del sitio de almacenamiento, especificando el tipo de material a almacenar, firmados por el propietario y el proyectista.

**5.-** Copia simple de la constitución legal de la sociedad y acreditación del representante legal

**6.-** Copia del certificado de título del proyectista.

**NOTA:** La memoria con las especificaciones técnicas de construcción y planos deberán ser presentados en 4 ejemplares.

### C) Bodega RESPEL



## **GUIA DE TRÁMITE SITIOS DE ALMACENAMIENTO TRANSITORIO DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)**

### **Normativa Aplicable:**

#### **D.S. N° 148/2003 "Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos"**

1. **1.-** Nota solicitud dirigida al Jefe de la Oficina Comunal correspondiente, Seremi de Salud Región de Coquimbo, en la cual se indique la siguiente información:

- a) Nombre o Razón Social y RUT de la empresa
- b) Representante Legal
- c) Domicilio
- d) Rubro de la actividad o Giro comercial de la empresa
- e) Teléfono, Fax, Correo electrónico
- f) Resolución de calificación Ambiental de la actividad principal si correspondiera

**2.-** Memoria Técnica, en la cual se especifique al menos los siguientes aspectos:

- a) Descripción de las actividades que se desarrollan en el proceso productivo e identificación de los puntos en que se generan los residuos peligrosos.
- b) Identificar las características de peligrosidad de los residuos peligrosos generados (toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad y corrosividad).
- c) Indicar el Código de cada Residuo Peligroso Generado (Lista I, II, III, Lista A)
- d) Indicar la estimación de la cantidad anual de cada uno de los residuos peligrosos generados.
- e) Detalle de los procedimientos internos para recoger, embalar, etiquetar, almacenar y transportar hasta el sitio de almacenamiento transitorio de los residuos.
- f) Permanencia de los residuos en el sitio de almacenamiento.
- g) Disposición final de los residuos en empresa autorizada.
- h) Características del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos, artículo 33 del D.S. N° 148/2003 y sus dimensiones.
- i) Característica del terreno donde se instalará el sitio de almacenamiento.
- j) Señalética, artículo 33 del D.S. N° 148/2003
- k) Tipos y características de los contenedores de residuos peligrosos
- l) Equipos de protección personal.
- m) Equipos de control de emergencia.
- n) Capacitación de los trabajadores, debidamente acreditada
- o) Persona responsable de la instalación.
- p) Definición de los equipos, rutas y señalización que deberán emplearse para el manejo interno de los residuos peligrosos.
- q) Hojas de seguridad para el transporte de los diferentes residuos peligrosos generados.
- r) Plan de Contingencia.
- s) Identificar el lugar de disposición final de los residuos peligrosos, el cual deberá estar debidamente autorizado.
- t) Planilla de registro de los residuos peligrosos generados por la instalación (la cual se adjunta).
- u) Indicar los procedimientos de restricción de ingreso

- v) Programa o acciones de control de riesgos
- w) Adjuntar un Manual de Procedimientos sobre manejo y disposición de los residuos peligrosos

**3.-** Plano de emplazamiento del sitio de almacenamiento respecto a las demás instalaciones de la empresa, firmados por el propietario y proyectista.

**4.-** Plano en planta y elevación del sitio de almacenamiento, especificando el tipo de residuo a almacenar, firmados por el propietario y proyectista. ( en escala que permita su clara visualización)

**5.-** Copia simple de la constitución legal de la sociedad y acreditación del representante legal, si corresponde.

**6.-** Fotocopia del Certificado de Título del Proyectista. (firmar cruzado por el proyectista)

**NOTA:**

a) La memoria con las especificaciones técnicas de construcción y planos deberán ser presentados en 4 ejemplares.

b) Si la empresa da origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán presentar, para la aprobación de su sitio de almacenamiento, previamente un Proyecto de Ingeniería, para su aprobación correspondiente. Dicha empresa además deberá haber presentado previamente el Plan de manejo de residuos Peligrosos

**NOTA:**

La Resolución de Aprobación de Proyecto y/o puesta en servicio del sistema de agua potable particular, sólo podrá emitirse previa inspección y será resuelta dentro del plazo de 30 días hábiles contados desde que se completen los antecedentes exigidos para ello. En dicho periodo se practicarán todas las visitas, inspecciones, análisis y otras actuaciones o diligencias necesarias para decidir sobre su aceptación o rechazo.

La existencia de observaciones podrá significar la devolución de los antecedentes y por ende la paralización del trámite.

**SE ADJUNTA ASPECTOS TÉCNICOS A CONSIDERAR:**

**CARACTERÍSTICAS QUE DEBE TENER EL SITIO DE ALMACENAMIENTO**

- Tener una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos.
- Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 mts de altura que impida el libre acceso de personas y animales.
- Estar techado y protegido de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Garantizar que se minimizará la volatilización, el arrastre o la lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tener una capacidad de retención de escurrimiento o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni el 20% del volumen total en los contenedores almacenados.
- Contar con señalización de acuerdo a la Norma Chilena INN 2190 Of. 1993.
- Deberá tener acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación.
- El sitio de almacenamiento de residuos reactivos o inflamables, deberá estar a 15 metros, a lo menos, de los deslindes de la propiedad.

**CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN TENER LOS CONTENEDORES DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Los contenedores de residuos peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener un espesor adecuado y estar contruidos con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones.
- Estar diseñados para ser capaces de resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.

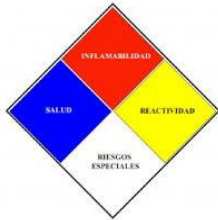
- Estar en todo momento en buenas condiciones, debiéndose reemplazar todos aquellos contenedores que muestren deterioro de su capacidad de contención.
- Estar rotulados indicando, en forma claramente visibles, las características de peligrosidad del residuo contenido de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2.190 Of 93, el proceso en que se originó el residuo, el código de identificación y la fecha de su ubicación en el sitio de almacenamiento.

Anexo n°3: Etiquetas de Identificación de Residuos.

A) Identificación de Residuos No Peligrosos

|                                 |                                          |           |              |
|---------------------------------|------------------------------------------|-----------|--------------|
| (Logo)                          | <b><u>Plan de Manejo de Residuos</u></b> |           |              |
| <b>RESIDUO NO PELIGROSO</b>     |                                          |           |              |
| Tipo de Residuo:                |                                          |           |              |
| Unidad Generadora:              |                                          | Destino:  |              |
| Fecha inicio<br>almacenamiento: | ___/___/___/                             | Cantidad: | _____ L./Kg. |
| Nombre Empresa:                 |                                          |           |              |
| Dirección:                      |                                          | Teléfono: |              |
| Observaciones:                  |                                          |           |              |

## B) Identificación de Residuos Peligrosos

|                              |                                                                                      |                                                                                                                |                 |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| (Logo)                       | <b><u>Plan de Gestión de Residuos</u></b>                                            |                                                                                                                |                 |
| <b>RESIDUO PELIGROSO</b>     |                                                                                      | <br><b>Código de Riesgo</b> |                 |
| Tipo de Residuo:             |                                                                                      |                                                                                                                |                 |
| Unidad Generadora:           |                                                                                      | Destino:                                                                                                       |                 |
| Fecha inicio almacenamiento: | ___/___/___/                                                                         | Cantidad:                                                                                                      | _____ L./Kg.    |
| Nombre Empresa:              |                                                                                      |                                                                                                                |                 |
| Dirección:                   |                                                                                      |                                                                                                                | Teléfono: _____ |
| Pictograma:                  |  |                                                                                                                |                 |

#### Anexo n°4: Código de Riesgos para Residuos Peligrosos

Todo contenedor o recipiente que contenga un residuo peligroso debe incorporar en su etiquetado el Código de Riesgo asociado según su ficha de seguridad. Este código debe ser hecho según los siguientes criterios:



## Anexo n°5: Pictogramas para Residuos Peligrosos.

Todo contenedor o recipiente que contenga un residuo peligroso debe incorporar en su etiquetado el o (los) Pictograma (s) asociado (s) según su ficha de seguridad.

| Rotulación según NCh 2190                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b><br>EXPLOSIVOS                                   |                                                                                                      | <b>2</b><br>GASES                                       |    |                                                                                                                |
| <b>3</b><br>LÍQUIDOS INFLAMABLES                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>4</b><br>SÓLIDOS INFLAMABLES                         |     |                                                                                                                |
| <b>5</b><br>SUSTANCIAS COMBURENTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS |                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>6</b><br>SUSTANCIAS TÓXICAS Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS |                                                                                       |                                                                                                                |
| <b>7</b><br>SUSTANCIAS RADIATIVAS                        |      |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                |
| <b>8</b><br>SUSTANCIAS CORROSIVAS                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>9</b><br>SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS      |                                                                                                                                                                         | SUSTANCIAS PELIGROSAS<br> |

## Anexo n°6: Señalética.

En las áreas de almacenamiento de los residuos se deberá mantener la señalética necesaria para la manipulación y manejo de los residuos según corresponda. Esta debe estar puesta en lugares visibles y se debe mantener en buen estado. La(s) señalética(s) puede ser por ejemplo como las presentadas a continuación:



Anexo n°7: Registro de Residuos No Peligrosos

| (Logo)                                    | <u>Plan de Manejo de Residuos</u> |       |                    |                        |                  |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|-------|--------------------|------------------------|------------------|
| <b>REGISTRO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS</b> |                                   |       |                    |                        |                  |
| Tipo/Nombre del Residuo                   | Área Generadora                   | Fecha | Cantidad (L. /Kg.) | Contenedor (capacidad) | Observaciones    |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
|                                           |                                   |       |                    |                        |                  |
| Supervisión:                              |                                   |       |                    |                        | Fecha: __/__/__/ |

Anexo n°8: Registro de Residuos Peligrosos

| (Logo)                                 | <u>Plan de Manejo de Residuos</u> |              |                    |       |                       |                           |                  |
|----------------------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------|-------|-----------------------|---------------------------|------------------|
| <b>REGISTRO DE RESIDUOS PELIGROSOS</b> |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
| Tipo/Nombre<br>del Residuo             | Clasificación                     |              | Área<br>Generadora | Fecha | Cantidad<br>(L. /Kg.) | Contenedor<br>(capacidad) | Observaciones    |
|                                        | Lista                             | Peligrosidad |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
|                                        |                                   |              |                    |       |                       |                           |                  |
| Supervisión:                           |                                   |              |                    |       |                       |                           | Fecha: __/__/__/ |

Anexo n°9: Registro de Retiro de Residuos

|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------|---------------|
| (Logo)                                | <u>Plan de Manejo de Residuos</u> |                                |                               |         |               |
| <b>REGISTRO DE RETIRO DE RESIDUOS</b> |                                   |                                |                               |         |               |
| Fecha:                                |                                   |                                | Ubicación:                    |         |               |
| Nombre del Residuo a Retirar          | Cantidad generada (L. /Kg.)       | Volumen o Capacidad contenedor | N° de contenedores entregados | Destino | Observaciones |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
|                                       |                                   |                                |                               |         |               |
| Responsable de entrega:               |                                   |                                |                               |         |               |

Anexo n°10: Registro de Identificación del Gestor

|                                              |                                   |           |  |                    |              |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|--|--------------------|--------------|
| (Logo)                                       | <u>Plan de Manejo de Residuos</u> |           |  |                    |              |
| <b>REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL GESTOR</b> |                                   |           |  |                    |              |
| Nombre del Gestor:                           |                                   |           |  |                    |              |
| Dirección:                                   |                                   |           |  |                    |              |
| Teléfono:                                    |                                   | Mail:     |  |                    |              |
| Tipo Residuos que Gestiona:                  |                                   |           |  | Cantidad (L. /Kg.) |              |
| Destino                                      |                                   |           |  |                    |              |
| Re-Uso                                       |                                   | Reciclaje |  | Disposición Final  |              |
| Responsable entrega:                         |                                   |           |  | Fecha:             | ___/___/___/ |

