



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA

PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL APROVECHAMIENTO Y REDUCCIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR UNA PLANTA QUÍMICA MULTIPROPÓSITO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL QUÍMICA

VALENTINA REBECA DUARTE SOTO

PROFESOR GUÍA:

FELIPE ANDRÉS DÍAZ ALVARADO

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

J. CRISTIAN SALGADO HERRERA

CRISTIAN GONZALO DÍAZ GAJARDO

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por Clariant Colorquímica Ltda.

SANTIAGO DE CHILE

2016

Resumen

El futuro del planeta requiere que hoy en día exista un uso sustentable de los recursos que dispone, pues de otro modo las generaciones posteriores tendrán condiciones de vida significativamente diferentes a las actuales. Es por esto que surge la inquietud de la realización de proyectos e investigación de nuevas tecnologías que sean sostenibles y ayuden a reducir la huella y el impacto en el medio ambiente.

Entre los años 2005 y 2020 la Compañía en donde se realizó este proyecto buscó reducir indicadores, entre los que se encuentran los residuos industriales líquidos (RILes) y residuos industriales sólidos (RISes), con el fin de ser reconocida como una Empresa amigable con el medio ambiente y hacer más atractivo el negocio para inversionistas.

Este trabajo busca proponer y evaluar, de manera técnica, económica y ambiental, alternativas para la reducción y manejo de los flujos de salida de RISes en una de las Plantas de la Empresa, considerando como RIS los envases de materias primas que se utilizan en el proceso y las trazas de componente adheridas a estos. Así, este mismo deberá responder la pregunta: ¿Cuál alternativa de aprovechamiento será la más atractiva para la Compañía?, presentando la mejor dados los resultados de las evaluaciones mencionadas, a fin de aumentar el beneficio económico y medioambiental para la Empresa.

Tomando en consideración las jerarquías para la gestión de residuos que proponen la Ley General de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente, y la Directriz Corporativa de la Empresa, se definieron los siguientes pasos para encontrar propuestas de estrategias para el aprovechamiento de RISes generados por la Planta: 1) Evitar que el residuo exista; 2) Minimizar la masa del residuo; 3) Encontrar destinos para envase y componente adherido; 4) Encontrar destinos para envase y componente adherido, por separado.

Basándose en la clasificación anterior, fue posible encontrar algunas propuestas como por ejemplo, para evitar que el residuo exista: Pedir materia prima a granel o en otro formato; Minimizar la masa del residuo: Tratamiento con microorganismos o solicitar contenedores de mayor tamaño; Destinos posibles para envase y componente adherido: Valorización del residuo o reciclaje con Empresas; Destinos posibles para envase y componente adherido, por separado: Reciclaje con Empresas.

Las alternativas fueron evaluadas técnicamente, con la ayuda de expertos, descartando aquellas que no eran seguras para los operadores ni el medio ambiente o que alterarían el proceso productivo de alguna manera.

Se realizó un análisis económico proyectado a 10 años y se decidió qué propuestas eran rentables y cuáles debían ser combinadas para que logran serlo, concluyendo que las mejores opciones (ambiental y económicamente) son solicitar materia prima a granel o la siguiente combinación: comprar envases de mayor tamaño y luego de utilizarlos, soplar las trazas y vender los recipientes a Empresas que reciclan el material de estos, entregando un beneficio económico que varía entre 1.000.000 [CLP] y 30.000.000 [CLP], dependiendo del componente y de la alternativa.

*Este trabajo va dedicado a una gran persona,
que se fue antes de tiempo: Nicolás Beltrán.
Mi queridísimo padrino quien falleció en
Diciembre de 2014.
Gracias a él y a mi padre nació mi motivación
por las matemáticas y la ingeniería
(la que claramente no fue eléctrica).
A pesar de que es triste que alguien
tan querido se haya ido de nuestro lado,
sabemos que tenemos un angelito en el cielo
y que esté donde esté, me estará apoyando en este
instante tan importante de mi carrera y de mi vida.*

Agradecimientos

Para comenzar, quiero agradecer a mis padres (Lilita y Manuel), hermanas (Isi y Javi), sobrinas (Juli y Mali) y a todo el resto de mi familia que me apoyó en todo momento de la carrera, desde el comienzo, no sabiendo qué opción tomar porque no había ingresado a la U. Chile, hasta el final, que es esta memoria que estoy entregando. A pesar de que pasé mucho tiempo ocupada con las tareas, informes y hasta esta misma memoria y no tenía tiempo para Uds., me entendieron y supieron que iba a ser una etapa, pero que nunca los iba a dejar de lado. Por lo que agradezco infinitamente su amor incondicional y su paciencia tan grande que fueron capaces de entregarme.

Otro apoyo fundamental fueron mis amigos del colegio: Pato, Kuky, Cami Bustos, Richi y Chío Ramírez. Quienes a pesar de no ver tanto, me apoyaron tanto en el inicio como en el fin de mi carrera universitaria. Con quienes seguí y seguiré compartiendo momentos especiales y lindos. Gracias por estar ahí cuando llegaba estresada y por apoyarme en cada momento.

Amigas de la vida, mis BFF bellas, Caro y Sofi. A pesar que hemos pasado por etapas muy duras, nuestra amistad sigue aquí y es lo más importante y lo que agradezco, gracias por este apoyo gigante en el período de U, donde ustedes no han faltado nunca, porque cada vez que las necesito, están ahí.

También, a mis amigos de la USM: Dani, Ro, Mirko, Miguel y Erick, quienes fueron un apoyo y unos grandes amigos el año que estuve en la Santa María. Gracias por esos momentos de estudio, carrete, risa y de amistad que me brindaron, no solamente en ese entonces, sino que hasta hoy en día. Los quiero mucho y sé que si nuestra amistad no se acabó cuando me fui de la U, menos se acabará ahora que comenzaré una nueva etapa en mi vida.

Además, agradecer a todas aquellas personas que me han acompañado desde el 2010 hasta hoy. Jesu, Omar y Coni y sopapín, gracias por todo el cariño, amor y por todas las alegrías que me ha hecho pasar y porque han estado apoyándome a pesar de los altos y bajos que hemos tenido en nuestra amistad. Estoy segura que no existe otra como ésta y que tendremos muchísimas aventuras más, los amo mucho.

Diego Guzmán (Guz), muchísimas gracias por estos años de amistad, por todos esos buenos momentos y comidas que compartimos, por tu apoyo incondicional y ánimo diario este último tiempo. Sé que seguiremos viviendo momentos muy buenos de carrete, relajó, trekking y obvio de series. Te quiero mucho y aquí estoy para lo que necesites.

Mauro Opazo, Coni Salas son unas personas maravillosas que agradezco todos los días habérmelos cruzado en mi vida, se viene una nueva etapa y no tengo dudas que serán parte de ella y seguiremos compartiendo momentos tan lindos como los que hemos vivido. Gracias por su apoyo incondicional y por su cariño eterno hacia mí.

Mis IQBT's queridos, muchas gracias a todos por acogerme tan bien, somos el mejor departamento y lo mejor de ser uno pequeño, es que somos los más unidos. A la generación 2012, que más que compañeros encontré amigos: Tati J (sobre todo los últimos meses), Pancho U, Coni G (en los trabajos de Reactores II), Sev, Joaco, Stefan, José A, Coni R, Camilo U y Catala (Pellet-Feed!). Gracias por esas tardes de estudio, por las risas que me sacaron cuando estaba que no daba más, por los viajes que compartimos y todo ese apoyo que me entregaron durante todo mi período

universitario. Además quiero agradecerles por lo más importante, su amistad y por acogerme durante todos estos años.

Nacho, Carlágoras, Panchi y Cheko, por estar ahí cuando necesitaba desahogarme, oídos que me escucharan y por darme consejos sabios que OBVIO no iba a cumplir x) y por todo el apoyo que me dieron en los momentos difíciles y en este proceso. También por los buenos momentos compartidos (tecitos, carretes y chancheos) y por el cariño que me entregaron en mi paso por la U.

Fede, gracias por ser mi apoyo incondicional y por todos los buenos momentos vividos, las películas vistas, los carretes, por las huellas que dejaste en mí y por los consejos que me diste. Gracias por ser quien eres y por todas esas peleas que tuvimos, que nos hicieron ser más grandes como compañeros, personas y amigos, te quiero mucho y ¡Haz de cuenta que soy esta graduada!

Felitss, mi mofeta favorita, te quiero agradecer por todas esas conversaciones, subidas de ánimo, chistes y cariño que me diste cuando lo necesitaba. Nunca voy a olvidar nuestras aventuras en la Patagonia, las canciones que cantábamos ni tampoco actividades como los bombones del día de la madre (nunca se me olvidará que amas la menta con locura). Te quiero mucho y espero que al terminar esta etapa, sigamos compartiendo como siempre.

Felipe Maldonado (Mota), muchas gracias, me acompañaste en el período más difícil y supiste cómo lidiar conmigo, cómo soportarme en los peores momentos y cómo hacerme sentir grande en los mejores. Gracias por los lindos momentos que compartimos y el cariño entregado.

Felipe Díaz, profesor que me fue guiando en esta etapa final de mi carrera y que también estuvo presente a lo largo de ella, muchas gracias por el apoyo y por las enseñanzas que dejaste.

Finalmente agradecer a Clariant, en particular a Cristian Díaz, por darme la oportunidad de realizar este proyecto en su compañía y por soportarme 5 meses. También agradecer a Claudio, Felipe, Danny, Nacho, Pato, Pancho y todos los trabajadores de la Empresa, que me enseñaron demasiado y terminé esta etapa con un conocimiento mucho mayor gracias a Uds.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
1.1	Antecedentes de la Empresa	1
1.1.1	Clariant Mundial	1
1.1.2	Clariant Chile	1
1.1.3	Residuos de Clariant Mundial	2
1.1.4	Residuos de Clariant Chile	3
1.2	Residuos en Chile.....	4
1.3	Objetivo General.....	9
1.4	Objetivos Específicos.....	9
1.5	Alcances del Proyecto y su Presentación en este Informe	9
2.	Metodología	10
3.	Cuantificación y Caracterización de los Residuos	12
3.1	Cuantificación de los Residuos.....	12
3.2	Caracterización Visual de los Residuos.....	13
4.	Generación y Análisis de Propuestas.....	18
4.1	Análisis Técnico.....	18
4.1.1	Evitar que el Residuo Exista.....	18
4.1.2	Minimizar la Masa del Residuo	20
4.1.3	Encontrar Destinos Posibles para Envase y Componente	23
4.1.4	Encontrar Destinos Posibles para Envase y Componente por Separado	24
4.1.5	Síntesis de Factibilidad Técnica de Propuestas.....	25
4.2	Análisis Económico y Ambiental	26
4.2.1	Análisis Económico de Cada Materia Prima	26
	8-quinolinol.....	26
	Naftalina	27
	Anhídrido maleico.....	29
	Ácido adípico	31
	Monocloroacetato de sodio.....	32
4.2.2	Síntesis de Análisis de Propuestas	33
5.	Conclusiones	36
6.	Bibliografía	40
7.	Anexos.....	42
	Anexo A: Artículos del Decreto Supremo N°148.....	42
	Anexo B: Plan de Trabajo y Actividades	45
	Anexo C: Caracterización de Residuos que se Valorizan.....	46
	Anexo D: Dimensionamiento de Silos.....	48
	Ejemplo de cálculo para silo de 8-quinolinol (Producto 1):	48
	Anexo E: Resultados Experimento de Hidrolavar	50
	Ejemplo de cálculo para masa recuperada de Naftalina:	53
	Anexo F: Cotización Empresa Aguamarina	55
	Anexo G: Cálculo de costos de operación e inversión para propuestas	56
	Anexo H: Análisis Económico 8-quinolinol.....	69

Anexo I: Análisis Económico Naftalina	77
Anexo J: Análisis Económico Anhídrido maleico	82
Anexo K: Análisis Económico Ácido adípico.....	88
Anexo L: Análisis Económico Monocloroacetato de sodio	95

Índice de Tablas

Tabla 1. Aporte por sector a la generación de residuos sólidos industriales.	5
Tabla 2. Caracterización materias primas según residuos generados y peligrosidad.	12
Tabla 3. Envases de las materias primas y sus destinos.	12
Tabla 4. Nivel de adherencia del componente en el envase.	14
Tabla 5. Resumen de dimensionamiento de silos.	19
Tabla 6. Resultados de experimento de hidrolavar.	22
Tabla 7. Cotizaciones de tamaños de envases.	23
Tabla 8. Resumen factibilidad técnica para evitar que residuo exista y minimizar masa final.	25
Tabla 9. Resumen factibilidad técnica para destinos de envase y componente juntos y separado... 25	
Tabla 10. Propuestas y costos asociados para cada materia prima.	33
Tabla 11. Propuestas combinadas y costos asociados para cada materia prima.	34
Tabla 12. Resumen factibilidad técnica para evitar que residuo exista y minimizar masa final.	37
Tabla 13. Resumen de factibilidad técnica para destinos juntos y separados.	37
Tabla 14. Datos para el dimensionamiento de silo de 8-quinolinol.	48
Tabla 15. Datos para el dimensionamiento de silo de Naftalina.	49
Tabla 16. Datos para el dimensionamiento de silo de Anhídrido maleico.	49
Tabla 17. Datos para el dimensionamiento de silo de Ácido adípico.	49
Tabla 18. Datos para el dimensionamiento de silo de Monocloroacetato de sodio.	49
Tabla 19. Datos de bolsas de 8-quinolinol entre Enero y Julio.	50
Tabla 20. Resultados de medición de dimensiones de envases.	51
Tabla 21. Datos de sacos de Naftalina entre Enero y Julio.	52
Tabla 22. Datos de sacos de Anhídrido maleico entre Enero y Julio.	52
Tabla 23. Datos de sacos de Ácido adípico entre Enero y Julio.	52
Tabla 24. Datos de maxi-sacos de Monocloroacetato de sodio entre Enero y Julio.	53
Tabla 25. Resultados de masa recuperada por cada materia prima.	53
Tabla 26. Tiempo de descarga al estanque y carga al reactor para cada materia prima.	57
Tabla 27. Costos de actividad de descarga al estanque y carga al reactor para cada MP.	57
Tabla 28. Costos de inversión para cada materia prima.	58
Tabla 29. Tiempo de carga por envase de cada materia prima.	59
Tabla 30. Costos de carga al reactor de materias primas.	59
Tabla 31. Costos del Relleno Sanitario de Santiago, por tonelada.	60
Tabla 32. Costos del Relleno de Seguridad (Bravo Energy), por tonelada.	60
Tabla 33. Costos asociados a Naftalina en contenedores.	60
Tabla 34. Costo mensual de hidrolavar para 8-quinolinol y Ácido adípico.	62
Tabla 35. Costos de tratamiento asociados a propuesta de hidrolavar.	62
Tabla 36. Costos de tratamiento de situación actual para 8-quinolinol y Ácido adípico.	62
Tabla 37. Costo mensual de soplar para las materias primas.	63
Tabla 38. Costos de tratamiento asociados a propuesta de soplar.	63
Tabla 39. Costos de tratamiento de situación actual para las materias primas.	64
Tabla 40. Datos y costos de nuevos tamaños de materias primas.	64
Tabla 41. Datos y costos de carga al reactor de materias primas.	64
Tabla 42. Datos y costos de tratamiento de envases de mayor tamaño.	65

Tabla 43. Costos asociados al transporte desde Clariant a Inproplas Ltda.	65
Tabla 44. Precio pagado por Inproplas según el material de envase.	66
Tabla 45. Costos asociados al transporte desde Clariant a Cambiaso HNOS.	66
Tabla 46. Precio pagado por Inproplas según el material de envase.	66
Tabla 47. Costos de disponer, según los valores de Hidronor.	67
Tabla 48. Datos y costo de agua utilizada para limpieza de envases.	67
Tabla 49. Costo final de tratamiento de limpieza.	68
Tabla 50. Precio pagado por Greenplast S.A. según el material de envase.	68
Tabla 51. Análisis económico de propuesta a granel para 8-quinolínol.	69
Tabla 52. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para 8-q.	69
Tabla 53. Análisis económico de propuesta de hidrolavar para 8-q.	70
Tabla 54. Análisis económico de propuesta de hidrolavar (actual) para 8-q.	70
Tabla 55. Análisis económico de propuesta de soplar para 8-q.	71
Tabla 56. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para 8-q.	71
Tabla 57. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño para 8-q.	72
Tabla 58. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño (actual) para 8—q.	72
Tabla 59. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. para 8-q.	73
Tabla 60. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. (actual) para 8-q.	73
Tabla 61. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Cambiaso HNOS. para 8-q.	74
Tabla 62. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Cambiaso HNOS. (actual) para 8-q.	74
Tabla 63. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para 8-q.	75
Tabla 64. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para 8-q.	75
Tabla 65. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. para 8-q.	76
Tabla 66. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio Greenplast S.A. (actual) para 8-q.	76
Tabla 67. Análisis económico de propuesta a granel para Naftalina.	77
Tabla 68. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para N.	77
Tabla 69. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido contenedores) para N.	78
Tabla 70. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido contenedores) (actual) para N.	78
Tabla 71. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido ISO tanques) para N.	79
Tabla 72. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido ISO tanques) (actual) para N.	79
Tabla 73. Análisis económico de propuesta de soplar para N.	80
Tabla 74. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para N.	80
Tabla 75. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para N.	81
Tabla 76. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para N.	81
Tabla 77. Análisis económico de propuesta a granel para Anhídrido maleico.	82
Tabla 78. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Anhídrido maleico.	82
Tabla 79. Análisis económico de propuesta de soplar para Anhídrido maleico.	83
Tabla 80. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para Anhídrido maleico.	83
Tabla 81. Análisis económico de propuesta de envases mayor tamaño Anhídrido maleico.	84
Tabla 82. Análisis económico de propuesta de envases mayor tamaño (actual) Anhídrido maleico.	84
Tabla 83. Análisis económico de propuesta de reciclaje Inproplas Ltda. Anhídrido maleico.	85
Tabla 84. Análisis económico de propuesta de reciclaje Inproplas Ltda. (actual) Anhídrido maleico.	85
Tabla 85. Análisis económico de propuesta de valorización COACTIVA para Anhídrido maleico.	86

Tabla 86. Análisis económico de propuesta de valorización COACTIVA (actual) para A. m.	86
Tabla 87. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio Greenplast S.A. A. m.	87
Tabla 88. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio Greenplast S.A. (actual) A. m.	87
Tabla 89. Análisis económico de propuesta a granel para Ácido adípico.	88
Tabla 90. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Ácido adípico.	88
Tabla 91. Análisis económico de propuesta de hidrolavar para Ácido adípico.	89
Tabla 92. Análisis económico de propuesta de hidrolavar (actual) para Ácido adípico.	89
Tabla 93. Análisis económico de propuesta de soplar para Ácido adípico.	90
Tabla 94. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para Ácido adípico.	90
Tabla 95. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño para Ácido adípico.	91
Tabla 96. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño (actual) Ácido adípico. ..	91
Tabla 97. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. para Ácido adípico.....	92
Tabla 98. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. (actual) Ácido adípico.	92
Tabla 99. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para Ácido adípico.	93
Tabla 100. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) Ácido adípico.	93
Tabla 101. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. Ácido adípico.	94
Tabla 102. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. (actual) Á. a...	94
Tabla 103. Análisis económico de propuesta a granel para Monocloro.	95
Tabla 104. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Monocloro.	95
Tabla 105. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para Monocloro.	96
Tabla 106. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) Monocloro.	96

Índice de Ilustraciones

Figura 1. Participación de los sectores económicos en el PIB de Chile 2009.	4
Figura 2. Generación estimada de residuos sólidos entre los años 2000 y 2009.	5
Figura 3. Porcentaje de valorización de residuos en Chile durante el período 2000-2009.....	7
Figura 4. Detalle de porcentaje de valorización por tipo de residuo.	7
Figura 5. Jerarquización sugerida por la Ley General de Residuos, del MMA.....	8
Figura 6. Metodología de trabajo.	10
Figura 7. Esquema de propuesta de soplar.....	20
Figura 8. Esquema de propuesta de hidrolavar.	21
Figura 9. Esquema para el cálculo de área en contacto con el componente.....	51
Figura 10. Porcentaje de costos asociados al equipo principal.....	58

1. Introducción

1.1 Antecedentes de la Empresa

1.1.1 Clariant Mundial

Clariant es una destacada Compañía mundial que ofrece una amplia variedad de productos químicos especializados, los cuales satisfacen las necesidades de diversas industrias.

Esta agrupación se formó en 1995 como una filial de la Empresa química Sandoz, la cual nació en 1886 en la ciudad suiza de Basilea. A través de esta ascendencia directa, Clariant ha acumulado conocimiento y experiencia durante más de 120 años [1]. Actualmente, tiene su sede principal en Muttenz, Suiza y es representada por más de 100 unidades industriales y comerciales distribuidas en los cinco continentes, donde trabajan alrededor de 20.000 personas. Sus operaciones en Latinoamérica tienen su base en Brasil, desde donde se coordinan las actividades de las unidades, centros tecnológicos y filiales de ventas que se encuentran distribuidas en otros siete países: Argentina, Chile, Colombia, Guatemala, México, Perú y Venezuela [2].

Clariant cuenta con once unidades de negocio, en las cuales se fabrica una amplia gama de productos. Entre éstos se encuentran aditivos, catalizadores, productos para la agricultura, adhesivos, pigmentos y un gran número de productos y soluciones para distintas industrias como la minería, del papel y tratamiento de agua, entre otras [3].

1.1.2 Clariant Chile

En Chile, la Compañía posee una sede administrativa y unidad industrial que está ubicada en Camino a Melipilla N°15170, Maipú, Santiago y opera con tres unidades de negocio [4]:

- *Masterbatches*
- *Pigmentos*
- *Oil & Mining Services (OMS)*

La última área ofrece productos para las industrias de minería, cosmética y madera, entre otros. Entrega soluciones para las distintas etapas de estos procesos, las que están orientadas principalmente a la mejora de la conminución de un amplio rango de minerales, control de polvo dentro de la mina y aumento de la estabilidad y calidad de la madera [2]. Es en esta unidad donde se llevará a cabo el proyecto de “Propuesta y evaluación de estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos generados por una Planta productiva multipropósito”.

Entre 2005 y 2020 la Empresa buscó reducir 6 indicadores, entre los cuales se encuentran los residuos industriales líquidos (RILes), residuos industriales sólidos (RISes), energía y agua consumida. Clariant trabaja para estar bajo las normas nacionales e internacionales, para así ser reconocida como una Empresa amigable con el medio ambiente y hacer más atractivo el negocio para inversionistas. En el año 2013, la Compañía logró cumplir las metas propuestas y desde el año 2015 hasta el 2025, se pretende reducir aún más los residuos generados y los recursos utilizados.

Hoy en día, el medio ambiente necesita de acciones que sean sustentables, sobre todo en el área de las industrias, debido a que los residuos que generan no están siendo aprovechados ni los recursos siendo utilizados de manera eficiente. Es por lo anterior que brota la inquietud de la realización de proyectos que sean sustentables y reduzcan la huella y el impacto en el planeta.

Es aquí donde nace la motivación del presente trabajo, dado que es de suma importancia cuidar el medio ambiente y sensibilizar con respecto al poco aprovechamiento de los residuos generados y la poca eficiencia en la utilización de recursos, para así entregar a las generaciones futuras un mejor lugar para vivir.

1.1.3 Residuos de Clariant Mundial

Los residuos en Clariant tienen diferentes orígenes y características. Previo a caracterizar tales residuos, y para facilitar su descripción, se presenta un glosario de términos utilizados en Clariant según la Directriz Corporativa de Gestión de Residuos de la Empresa [5]:

- Residuos: Sólido, semisólido o líquido no incorporado al producto o proceso final, o generado por cualquier actividad sin presentar uso benéfico o valor comercial.
- Materiales (componentes): Compuesto químico que se utiliza como materia prima en un proceso.
- Contenedores (envases o recipientes): Dispositivos para colecta, almacenamiento y transporte de residuos.
- Reutilización: El uso directo de materiales reciclados como ingredientes en el proceso de producción de un producto, o el uso de esos materiales en función o aplicación específica como reemplazante efectivo de un producto comercial en un proceso diferente o para otro propósito.
- Recuperación: Procesamiento de residuos para recuperar un producto utilizable o energía.
- Reciclaje: Reutilización o recuperación de elementos útiles de residuos. Incluye la utilización directa de residuos minerales apropiados como material de construcción. No son considerados materiales de reciclaje cuando se usan de manera que constituya descarte.
- Tratamiento: Cualquier método, técnica o proceso, inclusive neutralización, destinados a alterar el carácter o la composición física, química o biológica de los residuos, con el fin de neutralizar, recuperar la energía o materiales de los residuos, tomar los menos peligrosos o inofensivos, o dejarlos más seguro para transporte, almacenamiento, descarte o reducción en su volumen. Se considerará pretratamiento sinónimo de tratamiento.

Para la gestión de residuos, utilizando como referencia la Directriz Corporativa Clariant, se sugiere aplicar la siguiente jerarquía:

- 1) Reducción de la fuente
- 2) Reciclaje de residuos (reutilización/recuperación)
- 3) Tratamiento
- 4) Descarte

La reducción de residuos, o sea, su disminución y reciclaje, es preferible al tratamiento o al descarte, caso sea económicamente viable.

A pesar que la Ley Chilena propone la reutilización/reciclaje por sobre la incineración, lo cual será explicado más adelante en la sección de Antecedentes Generales, Clariant estipula que la recuperación de energía por incineración es preferible al reciclaje/reutilización de materiales, en caso de ser el método económicamente más viable para minimizar el impacto en el medio ambiente.

También, Clariant sugiere restringir el descarte de residuos a los materiales remanecientes después de evaluar todas las opciones viables desde el punto de vista ecológico y económico.

En relación con los envases, para minimizar el residuo de éstos, se le da preferencia a la adquisición de materiales entregados en camiones cisterna, contenedores a granel o retornables.

La reutilización o reciclaje de material de envase es preferible a la recuperación de energía, en caso de ser el método económicamente más viable para minimizar el impacto en el medio ambiente.

Para reducir los riesgos ambientales a largo plazo, el vertedero de residuos no minerales o inertes debe ser minimizado siempre que sea posible.

1.1.4 Residuos de Clariant Chile

Entre Enero y Julio de 2015, ambos meses incluidos, la generación de residuos sólidos, en particular de envases de materias primas utilizadas en el proceso y sus respectivas trazas de componentes, en la Planta de OMS llegó a las 25 toneladas aproximadamente. De ellas, cerca de un 93% pertenece a diez materias primas utilizadas para los procesos de producción.

Las anteriores son las siguientes:

- 1) Dimetilaminopropilamina
- 2) Epiclorhidrina
- 3) Dietilentriamina
- 4) 8-quinolinol
- 5) Genamin LA 302D
- 6) Genamin 12-R302D
- 7) Naftalina
- 8) Anhídrido maleico
- 9) Monocloroacetato de sodio
- 10) Ácido adípico

El número de componentes que se consideró, se debe al tiempo disponible para realizar la investigación y propuestas para el aprovechamiento de los RISes.

El no aprovechamiento de los residuos sólidos en la industria genera los siguientes problemas:

- El flujo de residuos asociado al proceso va de la mano con un impacto ambiental negativo. Al existir flujo mayor de residuos, el impacto también es mayor.
- Debe existir disposición de ellos, ya sea en rellenos sanitarios o en rellenos de seguridad, lo que genera gastos por parte de la Empresa.
- Existe un costo de oportunidad ligado al potencial aprovechamientos de residuos mediante reciclaje. Lo anterior implica que mayores recursos naturales deberán ser explotados si no se opta por la opción de reciclar los residuos.
- En el caso de que no se tenga un control adecuado con los residuos peligrosos generados, algunos indicadores pueden llegar a estar por sobre la norma nacional o internacional.

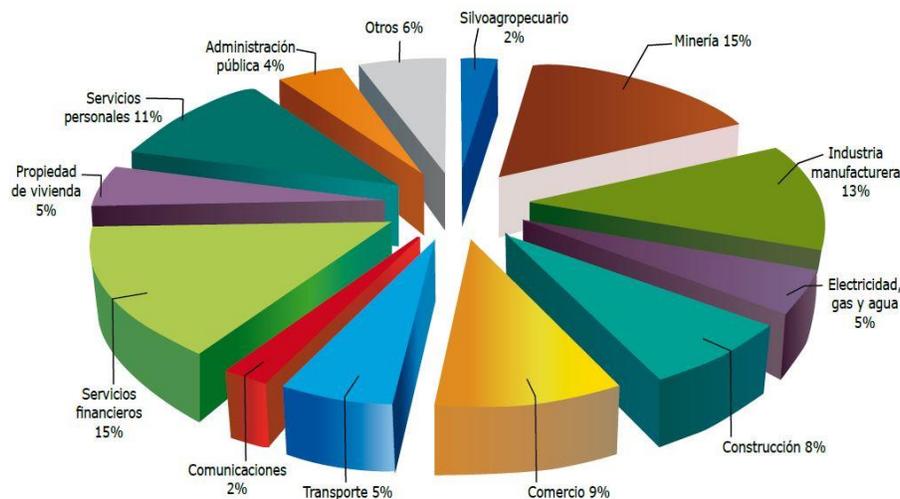
Para poder reducir el impacto que provocan los residuos sólidos que se generan, es importante investigar acerca de ellos (cuantificarlos y caracterizarlos) y de sus posteriores aprovechamientos o tratamientos, para así reducir la huella de contaminantes en la comuna y ser un ejemplo para otras Empresas del mismo u otro rubro. También es posible generar beneficios económicos, ya sea

reduciendo costos o incorporándolos (en el caso que se pueda vender algún residuo para una posterior utilización). Finalmente, la reducción del impacto generará una mejora en la imagen pública de la Empresa, y el consiguiente atractivo para inversionistas.

La Planta no lleva un registro detallado de los residuos sólidos que ésta ha generado antes del 2015, por lo que a partir de este año, se implementó un sistema de control y registro de residuos sólidos, el cual se va completando según la producción de cada mes. Es por lo anterior que se trabajará con el período comprendido entre Enero y Julio de 2015, utilizando la producción de OMS y los residuos generados entre aquellos meses.

1.2 Residuos en Chile

Chile experimentó un crecimiento económico importante desde 1990 a 2010, cada vez más diversificado y liderado principalmente por las exportaciones. Las principales actividades productivas de acuerdo al PIB del año 2009 corresponden a los sectores de minería, industria manufacturera, construcción, energía y agua, y silvoagropecuario. El sector manufacturero se considera una sub-clasificación en 12 actividades industriales, entre las que se encuentran las industrias químicas, como Clariant. A continuación se presenta un gráfico que indica los porcentajes de participación de los sectores económicos en el PIB de Chile 2009.



Fuente: Cuentas Nacionales de Chile 2003-2009, Banco Central, 2009.

Figura 1. Participación de los sectores económicos en el PIB de Chile 2009 [6].

Se puede apreciar en la Figura 1, que la industria manufacturera aporta en un gran porcentaje al PIB de Chile, casi tan alto como lo hace la minería y los servicios financieros. Es por lo anterior que la producción en estas industrias ha ido aumentando a lo largo de los años y en consecuencia, sus residuos sólidos generados.

En la Figura 2 se presenta la generación estimada de residuos sólidos industriales en el período 2000-2009. El aumento de la tasa de generación se estima en un 53% durante este período, lo que significa un incremento del 4,8% anual.

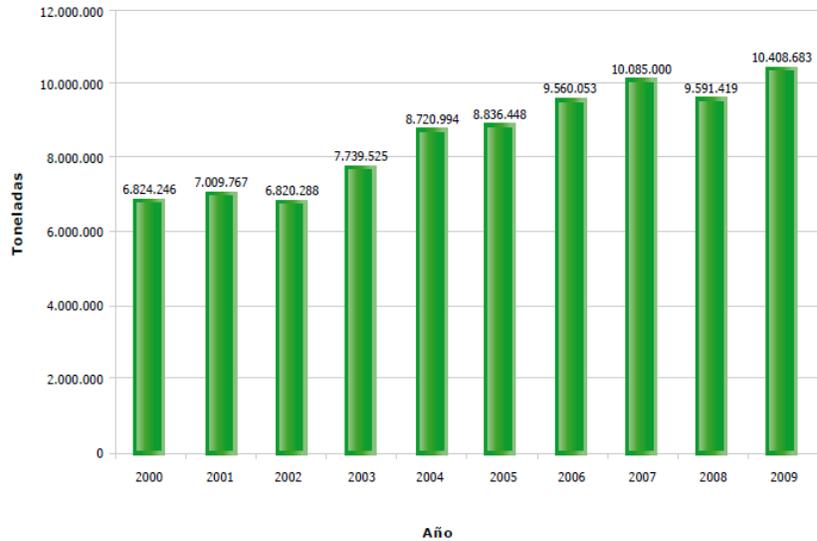


Figura 2. Generación estimada de residuos sólidos entre los años 2000 y 2009 [6].

En la Tabla 1 se puede apreciar que para el año 2009, el porcentaje más alto de aporte a la generación de residuos sólidos industriales recae en el sector de la construcción, seguido por la industria manufacturera, que incluye las industrias químicas como Clariant.

Tabla 1. Aporte por sector a la generación de residuos sólidos industriales [6].

Sector	Generación de RSI (millones de toneladas)	Porcentaje (%)
Agrícola y forestal	1,56	15
Minería y cantera	0,63	6
Industria manufacturera	1,83	18
Producción de energía	0,47	5
Purificación y distribución de agua	0,08	1
Construcción	5,82	56

Dentro de la clasificación de los residuos sólidos industriales se encuentran los residuos sólidos peligrosos y los no peligrosos. La regulación de los residuos peligrosos comienza en Chile a fines de la década de los '90, a través de la elaboración del Decreto Supremo 148 (D.S. 148), publicado en el año 2004, y de la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobada en el año 2005.

El D.S. 148, Reglamento Sanitario de Manejo de Residuos Peligrosos, establece categorías de residuos peligrosos, por proceso y composición, respectivamente. Establece además que las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad, deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la Autoridad Sanitaria. Por otra parte, define las características de peligrosidad (inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad) de los residuos peligrosos y los métodos para verificarlas.

Algunos conceptos que presenta el D.S. 148 son [7]:

- **Disposición final:** Procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo.

- Eliminación: Cualquiera de las operaciones señaladas en el artículo 86, encontrado en Anexo A.
- Minimización: Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y/o peligrosidad de los residuos peligrosos generados. Considera medidas tales como la reducción de la generación, la concentración y el reciclaje.
- Reciclaje: Recuperación de residuos peligrosos o de materiales presentes en ellos, por medio de las operaciones señaladas el artículo 86 letra B, en Anexo A, para ser utilizados en su forma original o previa transformación, en la fabricación de otros productos en procesos productivos distintos al que los generó.
- Relleno de seguridad: Instalación de eliminación destinada a la disposición final de residuos peligrosos en el suelo, diseñada, construida y operada cumpliendo los requerimientos específicos señalados en el presente Reglamento.
- Residuo o desecho: Sustancia, elemento u objeto que el generador elimina, se propone eliminar o está obligado a eliminar.
- Reuso: Recuperación de residuos peligrosos o de materiales presentes en ellos, por medio de las operaciones señaladas en el artículo 86 letra B en Anexo A, para ser utilizados en su forma original o previa transformación como materia prima sustitutiva en el proceso productivo que les dio origen.
- Tratamiento: Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/o químicas de los residuos peligrosos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad.

En Anexo A se pueden apreciar algunos de los artículos del D.S. 148 que fueron considerados importantes y se tomaron en cuenta para desarrollar el proyecto.

El crecimiento en términos de la actividad industrial de Chile ha provocado un aumento en la generación de residuos peligrosos. Estos residuos no siempre han sido manejados de manera ambiental y sanitariamente correcta, generando impactos ambientales negativos.

El promedio de generación estimada de residuos peligrosos en el período 2000-2010 se estima en 230.600 toneladas [6].

La generación de residuos y su gestión son aspectos importantes para el desarrollo sustentable del país. En Chile, el proceso más ampliamente utilizado para el manejo de residuos es la disposición final y en forma incipiente, su valorización. La valorización es una alternativa de manejo de residuos, que si se desarrolla teniendo presente el concepto de sustentabilidad, facilita la disminución de residuos cuyo destino es la disposición final, evita la utilización de nuevas materias primas, disminuye la energía necesaria para su transformación, reduciendo las emisiones de gases contaminantes y evitando la utilización de productos químicos en procesos industriales y de los vertidos que se generan. La Figura 3 presenta el indicador correspondiente a la tasa de valorización de residuos en Chile durante el período 2000-2009.

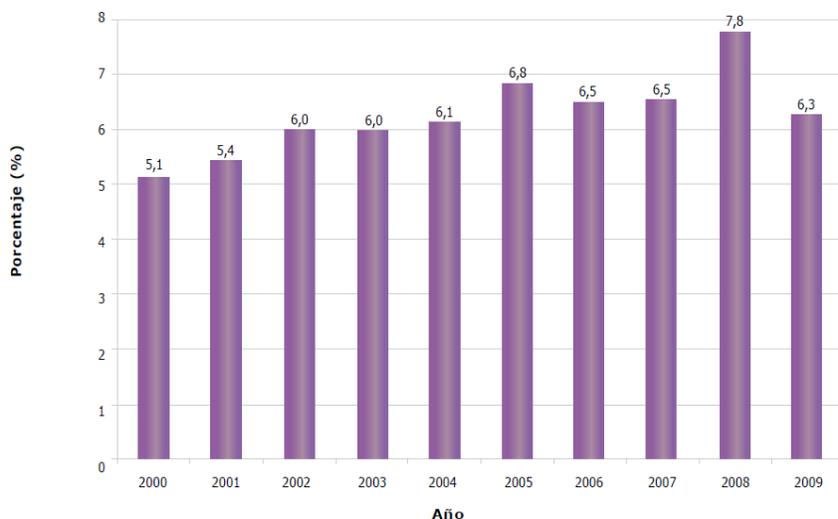


Figura 3. Porcentaje de valorización de residuos en Chile durante el período 2000-2009 [6].

Se puede observar que entre los años 2000 y 2008 existió un aumento en la tasa de valorización, desde el 5,1% hasta el 7,8%. En el año 2009 la tasa de valorización disminuye al 6,3%, debido principalmente a que la valorización en Chile de chatarra disminuye al 47%, pasando de 440.477 toneladas (año 2008) a 235.073 toneladas (año 2009).

La Figura 4 presenta detalladamente la tasa de valorización por tipo de residuo. Se puede observar que la chatarra o metal ferroso presenta la mayor tasa de valorización en Chile, con un valor estimado de 82% para el año 2009, seguido por aceite usado con el 55%, y papel y cartón 41%.

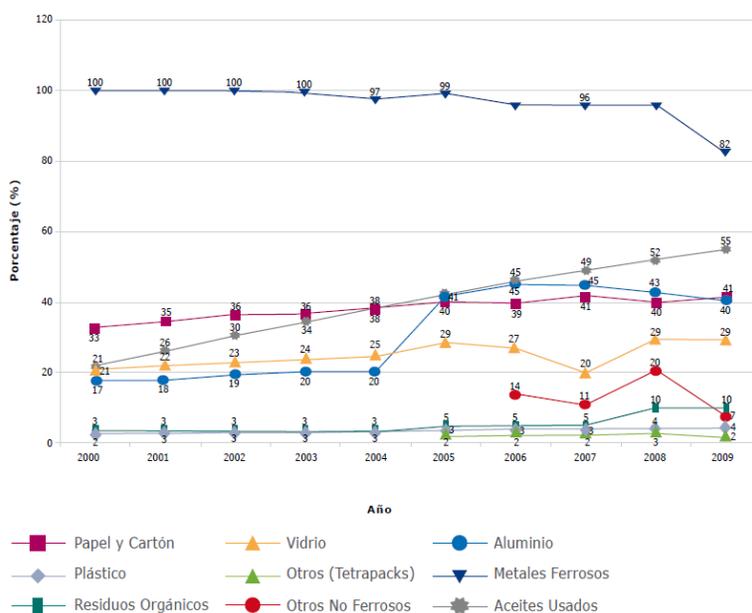


Figura 4. Detalle de porcentaje de valorización por tipo de residuo [6].

A partir de los antecedentes mencionados, del período 2000 a 2009, se puede extrapolar a que hoy en día, al existir un aumento la producción y en consecuencia un aumento en los residuos, se vuelve cada vez más importante y esencial el tratar los desechos, reducirlos y entregarles un futuro, para

así disminuir la huella de contaminantes en el mundo, reciclar y utilizar los residuos sólidos en otro proceso, en lugar de disponerlos en los rellenos sanitarios o de seguridad, para así aportar con el medio ambiente y cuidar el planeta.

Según la Ley General de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente [8], un residuo es una sustancia u objeto que se valoriza o elimina, está destinado a ser valorizado o eliminado y debe, por disposiciones de la legislación nacional, ser valorizado o eliminado. También esta Ley sugiere la siguiente jerarquía en el manejo de residuos:

- 1) Prevención: el mejor residuo es el que no se genera
- 2) Valorización: aprovechar el residuo como recurso, materia prima y/o fuente de energía
- 3) Eliminación: disposición final

Donde la valorización abarca los términos de reuso, aprovechar el producto, reciclaje, aprovechar los recursos materiales y valorización energética, aprovechar el valor energético.

Por otra parte, la eliminación se refiere a colocar en forma definitiva un residuo en un sitio habilitado para ello o su destrucción total o parcial. La Figura 5 resume la jerarquía que sugiere la Ley, la cual tiene por objetivo regular la gestión sustentable de residuos, orientada a la prevención de generación de residuos y el fomento de su valorización, con el fin de proteger el medio ambiente.



Figura 5. Jerarquización sugerida por la Ley General de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente [8].

Junto con lo anterior, se suma la Ley N°324, la cual estipula que las Empresas deben hacerse cargo de sus residuos generados: Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). La anterior tiene por objetivo disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

Es por esto que las propuestas que se presenten en este proyecto, deberían ser tomadas en cuenta por Clariant, para así reducir el impacto que produce la generación de sus residuos, y si se puede realizar algún tratamiento o valorizar el residuo, es una mejor opción que disponerlo en rellenos de seguridad o sanitarios.

Habiendo revisado los conceptos descritos por distintas entidades, se entenderá por residuo para poder continuar con el proyecto: “Un sólido, semisólido o líquido no incorporado al producto o proceso final, o generado por cualquier actividad sin presentar uso benéfico o valor comercial”. La definición anterior corresponde a la que dicta la Directriz Corporativa de Gestión de Residuos de la Empresa Clariant, que tiene relación con lo que propone la Ley Chilena.

1.3 Objetivo General

Este trabajo busca evaluar alternativas para la reducción y el manejo de residuos sólidos en Clariant. Así, este mismo deberá responder la pregunta: ¿Cuál alternativa de aprovechamiento será la más atractiva para la Empresa?

El objetivo general de este proyecto, por lo tanto, es proponer alternativas para la reducción de los flujos de salida de RISes de la Planta OMS, considerando como RIS los envases de materias primas que se utilizan en el proceso y las trazas de componente adheridas a estos, presentando a la Empresa la mejor ante una evaluación técnica y económica de aprovechamiento o tratamiento de los mismos, a fin de disminuir su impacto en el medio ambiente.

1.4 Objetivos Específicos

- Decidir cuáles serán los residuos sólidos que se incluirán en el estudio
- Caracterizar la peligrosidad de los RISes determinados y definir sus restricciones de manejo
- Estudiar con las hojas de seguridad de los componentes que se consideran residuos sólidos
- Definir los tipos de envase que se consideran como residuos sólidos
- Estudiar el proceso productivo donde se generan los residuos
- Investigar opciones y proponer proyectos de aprovechamiento o tratamiento para los RISes generados
- Evaluar la factibilidad de los proyectos, aplicando criterios técnicos, medioambientales y económicos

1.5 Alcances del Proyecto y su Presentación en este Informe

Debido a que este trabajo está en la primera etapa de su desarrollo, se enmarcará en la Ingeniería Conceptual de un proyecto, evaluando la prefactibilidad, en los ámbitos técnico, económico y medioambiental.

Para poder encontrar opciones de aprovechamiento de residuos sólidos generados, otras Empresas han contactado Compañías encargadas de reciclar los materiales de los envases de sus materias primas con sus componentes adheridos. En particular, para el caso de Clariant, no es posible encontrar soluciones aplicadas anteriormente, debido a que el problema para cada Empresa es específico, ya que los componentes son distintos en peligrosidad, en la adherencia a su recipiente y en el tipo de material del envase en el cual llegan. De todas maneras esta estrategia puede ser de gran ayuda para encontrar posibles soluciones.

Los siguientes capítulos presentarán la metodología y resultados obtenidos en cada etapa de ella, los cuales están relacionados directamente con los objetivos mencionados anteriormente. Serán presentados los resultados con sus respectivos análisis justo a continuación de ellos, debido a que se utilizaron resultados como decisiones para obtener nuevos y así lograr realizar análisis y comparaciones para obtener conclusiones capaces de cumplir con los objetivos.

2. Metodología

En esta sección se presenta la estrategia metodológica que busca sistematizar el trabajo a desarrollar. La siguiente figura exhibe esta estrategia para lograr los objetivos propuestos anteriormente a través de una serie de pasos específicos. Esta metodología se basa en la aplicación del método científico al análisis de proceso en ingeniería.



Figura 6. Metodología de trabajo.

A continuación se describe cada punto de la metodología propuesta en la Figura 6:

- 1) Clasificar y escoger: Para comenzar, se deberán separar las materias primas según su peligrosidad y según el porcentaje de generación de residuos sólidos en la división de OMS, para decidir cuáles incluir en el estudio. Con lo anterior se podrá escoger un componente y su recipiente para poder seguir con los pasos posteriores, tomando en cuenta los parámetros de peligrosidad y de porcentaje de generación de residuos sólidos encontrados en el paso de clasificación.
- 2) Caracterizar: En esta etapa se buscará caracterizar de manera visual los componentes y sus envases: la adherencia al recipiente, cómo son incorporados al proceso, los productos que forman y el destino actual de los residuos que generan estas materias primas, entre otras características. El objetivo es familiarizarse con cada materia prima en estudio y los procesos donde están involucradas.
- 3) Generar alternativa: Ésta debe ser de reducción de residuos sólidos, ya sea cambios en variables del proceso, alternativas de aprovechamiento y/o tratamiento. Para lo anterior, es necesario primero familiarizarse con el proceso productivo en el cual se utiliza la materia prima, también visualizar el componente y el envase, para así tener en consideración los parámetros reales en los que se desarrolla el problema. Luego, será importante reunirse con expertos, para poder tomar decisiones técnicas; explorar y cotizar alternativas vía Empresas que se dedican al reciclaje de materiales, para conocer el mercado y las Compañías activas en este rubro; y adicionalmente, asistir a seminarios para estar al tanto de las Leyes vigentes que involucran la reducción de residuos y las nuevas tecnologías para poder lograr un uso sustentable de los residuos generados.

- 4) Discutir alternativa: Para esta etapa se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica del método propuesto en el punto anterior. El análisis técnico se realizará en conjunto con expertos de Clariant y del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, definiendo los equipos necesarios para cada alternativa y las operaciones unitarias adicionales al proceso, entre otros, para así obtener una evaluación operativa de la opción. Por otro lado, el análisis económico se efectuará utilizando costos de cotizaciones realizadas y de datos proporcionados por Clariant, creando un flujo de caja básico con proyecciones temporales, considerando costos de inversión y de operación, que compare cada alternativa actual con la propuesta generada, entregando como resultado los beneficios o pérdidas económicas que cada una conlleva.
- 5) Calcular beneficio de alternativa: Éste debe ser el que conlleva aplicar el método propuesto, debe evaluarse tanto el beneficio económico como medioambiental. Es importante insistir que por construcción, todas las alternativas deben cumplir con restricciones medioambientales como por ejemplo, que el residuo se vea disminuido, obedeciendo la jerarquía antes mencionada, y que exista seguridad, para el operador y el medio ambiente, en la operación y emanación de sólidos de la propuesta. Cabe destacar que el beneficio medioambiental será estudiado de manera cualitativa y aplicando sentido común a las comparaciones que se realizarán. En cambio, el beneficio económico se estudiará de manera cuantitativa, entregando resultados numéricamente comparables.
- 6) Proponer nueva alternativa: Se deberá investigar otro método, distinto al anterior, discutir y calcular su beneficio, tal como se hizo con la alternativa preliminar.
- 7) Comparar alternativas: A continuación se compararán los métodos realizando un análisis técnico y económico para luego seleccionar el mejor, según los beneficios identificados. En este punto se deberá contar con la ayuda de profesionales de la Empresa y cotizaciones en Empresas externas, para llegar a una decisión final factible técnica y económicamente.
- 8) Escoger otra materia prima: Por último, se volverá a seleccionar un componente y su envase, para continuar con el punto 2) de caracterizarlos y abarcar todas las materias primas involucradas en el estudio.

En Anexo B se puede apreciar en detalle el plan de trabajo y las actividades propuestas al inicio del proyecto.

3. Cuantificación y Caracterización de los Residuos

En este capítulo se presenta la información y los resultados de la cuantificación y caracterización de los residuos sólidos generados en la Planta de OMS. La sección de cuantificación presenta una tabla con la masa asociada a los residuos generados por las distintas materias primas, entendiendo como tal los envases de estos componentes con sus trazas adheridas; el porcentaje asociado a cada valor, que está obtenido con respecto a la masa total de los RISes generados en la Planta; también presenta la descripción de la peligrosidad de cada materia prima y por último, los destinos actuales de los envases. En la sección de caracterización se abarca el proceso de incorporación de la materia prima en el proceso, especificando parámetros relevantes obtenidos a través de las hojas de seguridad de cada componente. Por otro lado, se presentan los distintos formatos en los que llegan las materias primas y el nivel de adherencia de los componentes que se estudiarán, de manera de visualizar el problema que se está estudiando.

3.1 Cuantificación de los Residuos

En la etapa de clasificación, la que tiene como objetivo cuantificar y caracterizar las materias primas según su peligrosidad y porcentaje de generación de residuos sólidos, se obtuvo la Tabla 2. Adicionalmente, la Tabla 3 presenta los envases en los cuales viene el componente y el destino que toman actualmente cada uno de ellos.

Los datos rescatados para construir las Tablas son de la producción desde Enero hasta Julio de 2015, ambos incluidos, considerando un total de aproximadamente 25 toneladas de residuos sólidos entre los meses mencionados, en la Planta de OMS.

Tabla 2. Caracterización de materias primas según porcentaje de residuos generados y peligrosidad.

Nombre	Masa [kg]	% Masa total	Peligrosidad
Dimetilaminopropilamina	9.088	36,2%	Corrosivo
Epiclorhidrina	4.365	17,4%	Tóxico/inflamable
Dietilentriamina	4.285	17,1%	Corrosivo
8-quinolinol	1.435	5,7%	No peligroso
Genamin LA 302D	1.142	4,6%	Corrosivo
Genamin 12-R302D	759	3,0%	Corrosivo
Naftalina	735	2,9%	Sólido inflamable
Anhídrido maleico	538	2,2%	Corrosivo
Monocloroacetato de sodio	474	1,9%	Tóxico
Ácido adípico	461	1,9%	No peligroso
Suma Top 10	23.282	92,9%	
Otros residuos	1.795	7%	
Total	25.077	100%	

Tabla 3. Envases de las materias primas y sus destinos.

Nombre	Envase	Destino
Dimetilaminopropilamina	Tambor metálico	Comercial LML
Epiclorhidrina	Tambor metálico	Comercial LML
Dietilentriamina	Tambor metálico	Comercial LML
8-quinolinol	Cilindro de cartón (cuñete) + 2 bolsas plásticas	Recicla y Relleno de Santiago
Genamin LA 302D	Tambor metálico	Comercial VCH
Genamin 12-R302D	Tambor metálico	Comercial VCH
Naftalina	Saco de papel	Hidronor SA/Bravo Energy
Anhídrido maleico	Saco plástico	Hidronor SA/Bravo Energy
Monocloroacetato de sodio	Maxi-saco	Hidronor SA/Bravo Energy
Ácido adípico	Saco de papel	Relleno Sanitario de Santiago

Los destinos mencionados tienen distintos objetivos, los cuales se describen a continuación:

- 1) Comercial LML: Empresa que se dedica al reacondicionamiento de los tambores metálicos y otros, para luego venderlos. Esta Compañía compra los envases a Clariant, los cuales son su materia prima para poder realizar el tratamiento.
- 2) Comercial VCH: Compañía que se dedica al reacondicionamiento de los tambores metálicos y otros, para venderlos a Clariant a un precio menor que a sus otros clientes. Los envases son entregados a Comercial VCH, por lo que Clariant está pagando por el servicio de reacondicionado y no por la compra de nuevos envases.
- 3) Reciclaje Gerdau Aza: Compañía que se dedica al reciclaje de chatarra.
- 4) Reciclaje Sorepa: Empresa especializada en el reciclaje de cartón y papel.
- 5) Relleno Sanitario de Santiago: Se encarga de disponer los residuos sólidos que no son peligrosos.
- 6) Relleno de Seguridad Hidronor S.A.: Es la Empresa encargada de disponer los residuos sólidos que son peligrosos y no pueden, por norma, ir a los rellenos sanitarios.
- 7) Relleno de Seguridad Bravo Energy: Cumple con el mismo objetivo que Hidronor S.A.

Las últimas dos Empresas se diferencian en el precio que le cobran a Clariant por disponer, por tonelada, sus residuos peligrosos. Dependerá de este costo a qué Empresa envían sus RISes.

Dado el concepto de residuo que fue mencionado y el estudio realizado hasta el momento, las materias primas las cuales hay que reducir su porcentaje, buscar un aprovechamiento o tratamiento para disminuir su peligrosidad son: 8-quinolinol, Naftalina, Anhídrido maleico, Ácido adípico y Monocloroacetato de sodio.

Las materias primas que no entrarán en el estudio finalmente fueron descartadas y no incluidas en las propuestas que este documento presenta, ya que se les entrega un valor comercial, por lo tanto no caben en la definición de residuos. Es por lo anterior que Dimetilaminopropilamina, Epiclorhidrina, Dietilentriamina, Genamin LA 302D y Genamin 12-R302D son las que quedan fuera del estudio de propuestas.

3.2 Caracterización Visual de los Residuos

Para la reducción de RISes, ya sea cambios en variables del proceso, alternativas de aprovechamiento y/o tratamiento, es necesario familiarizarse con el proceso productivo en el cual se utiliza la materia prima, también visualizar el componente y el envase, para que esta caracterización visual permita sostener la futura propuesta de procesos en un diagnóstico del modo de presentación de los residuos.

En la Planta de OMS se trabaja con procesos de tipo batch, por lo que el reactor se carga con las materias primas y luego se homogenizan para formar el producto final, existen procesos en los cuales es necesario alcanzar una temperatura para que se produzca la reacción o que alcancen parámetros adecuados para poder aprobar las pruebas de control de calidad.

Las cinco materias primas que se dejaron fuera debido a que se valoriza el envase con trazas del componente, de todas maneras fueron tomadas en cuenta al realizar la caracterización visual de los residuos, el detalle se puede encontrar en Anexo C.

- Es un sólido blanco (o rosado) de apariencia similar al talco, con una densidad de 1,16 [g/cm³] a 80 [°C] [9].
- Nivel de adherencia al recipiente: 4

b. Proceso:

- Elementos de protección personal (EPP): zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, traje blanco que cubre todo el cuerpo y cabeza, mascarilla que cubre toda la cara y casco.
- En primer lugar, el operador sitúa el extractor de aire sobre la boca del reactor.
- Se golpean los cuñetes, para que el componente se ablande, ya que viene muy duro y en trozos grandes.
- Abre las bolsas que vienen selladas y las acomoda para poder verter el componente al reactor.
- Vierte al reactor con fuerza de brazos.
- Espera que caiga lo máximo posible del componente y luego separa la bolsa que está en contacto con el componente y la sacude hacia los lados por 3 segundos aproximadamente.
- Introduce las bolsas ya utilizadas, arrugadas en el cuñete.

c. Información adicional:

- Es una materia prima no peligrosa que se utiliza para dar origen a dos productos corrosivos. Es un compuesto sólido que se utiliza en su proceso en un formato de 25 [kg] en bolsas de polietileno de baja densidad (PEBD), contenidas en un cuñete de cartón barnizado (cilindro de cartón con bordes metálicos y tapa de madera). Actualmente, las bolsas plásticas son llevadas al relleno sanitario de Santiago y los cuñetes son separados en el cartón, enviado a Sorepa y el metal, enviado a Gerdau Aza. Debido a que la persona que se dedica a separar los materiales es alguien que Clariant contrata solamente para esta labor, él es el que se lleva los ingresos del negocio de reciclaje.

2) Naftalina

a. Apariencia:

- Viene envasado en sacos de papel de 20 [kg].
- Es un sólido de incoloro a pardo que tiene una densidad relativa del vapor (referida al aire) de 4,4 [10].
- Nivel de adherencia al recipiente: 3

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, traje blanco que cubre todo el cuerpo y cabeza, mascarilla que cubre toda la cara y casco.
- En primer lugar, el operador sitúa el extractor de aire sobre la boca del reactor.
- Se acomodan los sacos y se cortan a lo ancho del envase y le hace un pequeño corte a lo largo de éste.
- Vierte al reactor con fuerza de brazos.
- Espera que caiga lo máximo posible del componente y luego lo sacude hacia los lados por 3 segundos aproximadamente.
- Introduce los sacos ya utilizados, doblados en una bolsa plástica más grande.

c. Información adicional:

- Es una materia prima considerada como sólido inflamable, que se utiliza para dar origen a un producto no peligroso. Es un compuesto sólido que se integra al proceso en un formato de 20 [kg] en sacos de papel. Actualmente, las bolsas con trazas de naftalina son desechadas para luego ser llevadas a un relleno de seguridad (Hidronor o Bravo Energy), debido a su peligrosidad.

3) Anhídrido maleico

a. Apariencia:

- Viene envasado en sacos de polipropileno (PP) tejido de 25 [kg].
- Es un sólido de color blanco, con una densidad de 1,32 [g/cm³] a 20[°C] [11].
- Nivel de adherencia al recipiente: 2

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, lentes y casco.
- En primer lugar, el operador sitúa el extractor de aire sobre la boca del reactor.
- Corta a lo ancho el saco y le hace un pequeño corte a lo largo de éste.
- Vierte al reactor con fuerza de brazos.
- Espera que caiga lo máximo posible del componente y luego lo sacude hacia los lados por 3 segundos aproximadamente.
- Introduce las bolsas ya utilizadas, dobladas en una bolsa plástica más grande.

c. Información adicional:

- Es una materia prima corrosiva que se utiliza para dar origen a dos productos, uno inflamable y el otro no peligroso. Es un compuesto sólido que ingresa al proceso en un formato de 25 [kg] en sacos de polipropileno tejido (PP). Actualmente, los sacos con trazas de anhídrido maleico son desechados para luego ser llevados a un relleno de seguridad (Hidronor o Bravo Energy), debido a su peligrosidad.

4) Ácido adípico

a. Apariencia:

- Viene envasado sacos de polipropileno tejido de 25 [kg].
- Es un sólido blanco de apariencia similar a la sal, con una densidad de 1,36 [g/cm³] a 25 [°C] [12].
- Nivel de adherencia al recipiente: 3

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, lentes y casco.
- En primer lugar, el operador sitúa el extractor de aire sobre la boca del reactor.
- Corta a lo ancho el saco y le hace un pequeño corte a lo largo de éste.
- Vierte al reactor con fuerza de brazos.
- Espera que caiga lo máximo posible del componente y luego lo sacude hacia los lados por 3 segundos aproximadamente.
- Introduce las bolsas ya utilizadas, dobladas en una bolsa plástica más grande.

c. Información adicional:

- Es una materia prima no peligrosa que se utiliza para dar origen a dos productos no peligrosos. Es un compuesto sólido que se utiliza para el proceso en un formato de 25 [kg] en sacos de polipropileno tejido (PP). Actualmente, los sacos son desechados y llevados a un relleno sanitario, debido a que el compuesto no es peligroso.

5) Monocloroacetato de sodio

a. Apariencia:

- Viene envasado en maxi-sacos de 1.000 [kg].
- Es un sólido (polvo) de color blanco [13].
- Nivel de adherencia al recipiente: 4

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, traje blanco que cubre todo el cuerpo y cabeza, mascarilla que cubre toda la cara y casco.
- Para comenzar, el operador sitúa los sacos de Monocloroacetato en el segundo piso con la grúa horquilla.
- Los reactores donde se utiliza el componente, cuentan con un sistema de levantamiento con tecla, el cual posee poleas, ganchos y cadenas que son capaces de levantar el envase y vaciarlo dentro del reactor, sin que el operador ejerza una fuerza desmedida.
- El operador sitúa el saco por arriba del reactor, con ayuda del sistema mencionado.
- Se abre una tapa de abajo que deja caer todo el contenido de dentro del maxi saco.
- Se agita una vez que quedan pocas trazas dentro del envase.

c. Información adicional:

- Es una materia prima tóxica que se utiliza para fabricar un producto no peligroso. Es un compuesto sólido que ingresa al proceso en un formato de 1.000 [kg] en maxi-sacos de polipropileno tejido (PP). Actualmente, los sacos con trazas de anhídrido maleico son desechados para luego ser llevados a un relleno de seguridad (Hidronor o Bravo Energy), debido a su peligrosidad.

4. Generación y Análisis de Propuestas

Tomando en consideración las jerarquías para la gestión de residuos que proponen la Ley General de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente, y la Directriz Corporativa de Gestión de Residuos de Clariant, se definieron los siguientes pasos para encontrar propuestas de estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos generados por OMS:

- 1) Evitar que el residuo exista
- 2) Minimizar la masa del residuo
- 3) Encontrar destinos posibles envase y componente
- 4) Encontrar destinos posibles envase y componente por separados

En este capítulo se presenta el análisis técnico de las alternativas propuestas, siguiendo los pasos antes mencionados, y a partir de éste, el análisis económico y medioambiental de las propuestas que no fueron descartadas. Cabe destacar que a partir de la jerarquía, ya se está evaluando ambientalmente la propuesta, es una restricción que debe cumplir para así lograr disminuir el impacto en el medio ambiente.

4.1 Análisis Técnico

Para cada una de las cinco materias primas, se consideraron diferentes propuestas incluidas en cada punto anterior. El análisis técnico fue realizado en conjunto con expertos de Clariant y del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, definiendo los equipos necesarios para cada alternativa y las operaciones unitarias adicionales al proceso, entre otros, para así obtener una evaluación operativa de la opción. Luego de este filtro, se analizaron las opciones restantes de manera económica y ambiental, por separado, entregando así, una o más propuestas completas para que la Empresa decida cuál implementar a futuro.

A continuación se desarrollan técnicamente las propuestas de reducción y aprovechamiento de residuos, siguiendo la jerarquía definida anteriormente.

4.1.1 Evitar que el Residuo Exista

En esta sección se presentan 3 opciones que buscan evitar la existencia de los residuos generados por las materias primas ya listadas. Las alternativas serán presentadas de un modo genérico para todos los componentes, ya que la adaptación a diferentes residuos puede ser o no factible, lo cual es detallado en cada propuesta. Tal análisis de factibilidad será resumido en la sección de Síntesis de la factibilidad técnica de propuestas, donde se presentará la factibilidad técnica de todas las opciones para cada residuo.

- 1) Para evitar que los residuos de las cinco materias primas existan, se propone cambiar su formato de presentación y comprarlas a granel, es decir, que sean recibidas en camiones y sean almacenadas en silos capaces de fraccionar la masa deseada para fabricar los productos finales. Hoy en día, ninguno de los proveedores actuales de Clariant vende estos componentes a granel, por lo que se debe buscar otro que ofrezca la materia prima en este formato. Aquel puede ser nacional o internacional, sin embargo, los costos asociados al transporte aumentan al considerar uno fuera del país. Una de las desventajas de esta propuesta es que el silo debe ser de uso único para cada componente, ya que al almacenar un tipo de material quedarán trazas de éste, lo que contaminará el próximo producto que se desee fabricar. Para esta idea fue necesario considerar un tamaño aproximado de los

silos, por lo que se dimensionaron según la masa mensual promedio, en 6 meses de producción debido a que son los datos más recientes de la Compañía, que se utilizó para todos los productos finales en donde es necesaria esta materia prima y la densidad aparente que fue obtenida de las hojas de seguridad de los componentes. Además, se consideró un 20% de margen de seguridad, entregando los volúmenes que muestra la Tabla 5.

Para el dimensionamiento de los estanques se utilizó la masa mensual promedio para que así el período de abastecimiento de las materias primas fuera un mes. En Anexo D se puede apreciar con mayor detalle la obtención de los volúmenes de los estanques.

Tabla 5. Resumen de dimensionamiento de silos.

Componente	Masa componente al mes [kg]	Densidad componente [kg/L]	Volumen silo [L]
8-quinolinol	1.875	1,16	2.000
Naftalina	7.500	1,15	8.000
Anhídrido maleico	11.275	1,32	10.300
Ácido adípico	10.300	1,36	9.100
Monocloroacetato de sodio	14.000	1,40	12.000

Técnicamente la propuesta es viable para todos los componentes, dependerá de los proveedores si tienen en venta este tipo de formato y a medida que la peligrosidad del componente aumenta, las probabilidades de que sea enviado a granel, disminuye por temas de seguridad.

- 2) La segunda propuesta para evitar que exista el residuo, es buscar otro compuesto que reemplace el actual. Tras una discusión con los expertos de Clariant, esta opción fue descartada, debido a que se tendrá el mismo problema actual, ya que generará de todas maneras un residuo que será similar. Junto con esto, es necesario llevar a cabo pruebas de laboratorio en donde se experimenten los distintos compuestos, los cuales deberán tener casi las mismas propiedades para que el producto final no se vea alterado.
- 3) La tercera y última propuesta para evitar que el residuo exista, es comprar la materia prima en otro estado. Se investigó la posibilidad para las cinco materias primas y la única que es vendida en estado líquido es la Naftalina. Existen dos opciones: Puede ser comprada en contenedores de 1.000 [L] (IBC). Esta opción puede experimentar un cambio en la calidad del componente, por lo que se debería evaluar en pruebas de laboratorio si esta nueva materia prima es compatible con la calidad que se requiere para el producto final. La segunda opción, es que el mismo proveedor envíe Naftalina líquida en ISO tanques. El proceso para hacer llegar el componente a Clariant consta de fundirlo, ya que es la misma Naftalina sólida que se utiliza, luego vaciarla a un ISO tanque y ser transportado a Chile en camión, el componente se comienza a enfriar con el viaje y luego cuando llega a la Planta de Clariant, se debe fundir nuevamente para sacarla del vehículo y almacenarla en un estanque calefaccionado, para poder utilizarla en el proceso. Esta propuesta reducirá además de residuos, tiempo de operación, debido a que este componente se funde en el reactor como primera etapa en el proceso de fabricación.

Ambas opciones son factibles según los expertos, pero es necesario realizar pruebas a la Naftalina líquida que llega en los IBC.

4.1.2 Minimizar la Masa del Residuo

En esta sección se presentan 4 opciones que buscan minimizar la masa total del residuo, de manera de utilizar el máximo posible de las trazas que quedan en los envases adheridos. Así, la masa recuperada en cada lote de producción se sumará a la masa recuperada en otros, haciendo significativa la recuperación total. Con lo anterior se verá reflejada una disminución en los residuos a largo plazo y un ahorro para la Empresa si se desea disponer en relleno de seguridad o sanitario. Las alternativas serán presentadas de un modo genérico para todos los componentes, ya que la adaptación a diferentes residuos puede ser o no factible, lo cual es detallado en cada propuesta.

- 1) La primera opción es soplar el contenido dentro del reactor con un compresor de aire y que la masa recuperada se incorpore por acción de la gravedad al proceso, como muestra la Figura 7. Para esta idea se consideró en un comienzo utilizar un soplador de hojas, el cual fue descartado, debido a que en este aparato no es posible regular la presión con la que actúa, pero sí el flujo de aire. En cambio, en el compresor de aire es posible regular la presión y el flujo de aire que se desea utilizar. Adicionalmente, para esta opción es necesario considerar una pinza distancia o brazo extensible para fijar los sacos que se van a soplar y para que éstos queden dentro del reactor para poder realizar la acción.

Esta propuesta es técnicamente factible, pero no puede ser aplicada a aquellas materias primas que tengan una alta peligrosidad, debido a que existirían riesgos de salud para el operador que manipule este componente, por lo que se descarta esta opción para el Monocloroacetato de sodio.

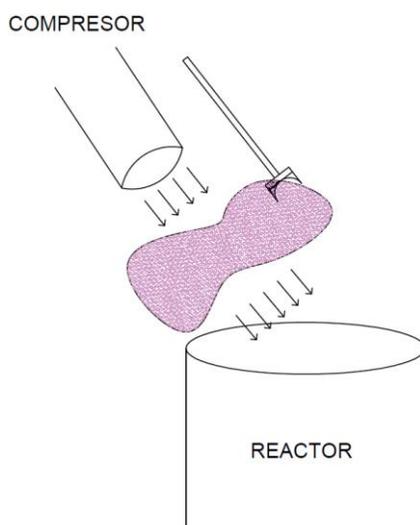


Figura 7. Esquema de propuesta de soplar.

- 2) La segunda propuesta es utilizar una hidrolavadora, que sea capaz de arrastrar con agua a presión, lo máximo posible de las trazas del componente del envase, como muestra la Figura 8. Lo anterior reducirá la masa final del componente adherido al envase,

recuperando componente para el proceso y ahorrando costos de disposición por parte de la Empresa, ya que se estará disminuyendo la masa final del residuo. Para poder realizar esta propuesta, es necesario contar con una hidrolavadora y baldes, además de agua potable, que en este caso será la misma necesaria para el proceso, solamente que será involucrada en éste de otra manera y no directamente en el reactor. Dado lo anterior, aquellos procesos que incluyan agua potable en la receta de producción serán candidatos para la recuperación de materias primas mediante hidrolavado.

Por lo tanto, este método es factible para el 8-quinolinol y Ácido adípico, ya que sus procesos requieren de agua potable. Por lo tanto la Naftalina, Anhídrido maleico y Monocloroacetato de sodio son descartados para esta opción.

Además de la aprobación técnica por expertos con respecto a esta opción, se realizó un experimento de lavado de bolsas, el cual consistió en masar antes y después de realizar el lavado, las bolsas en contacto con el componente. El resultado del experimento anterior dio a conocer que se puede llegar a recuperar un total estimado de 15 [g] en cada bolsa de 8-quinolinol. El resultado se extendió para otros envases, tomando como supuesto que la masa recuperada de componente está directamente relacionada con el área del envase que está en contacto con el componente. También estos resultados fueron considerados para la propuesta anterior, la de soplar, debido a que se estima que es, en orden de magnitud, masa similar la que se ahorra en ambos tratamientos. La Tabla 6 muestra los resultados para las distintas materias primas, utilizando los supuestos mencionados. En Anexo E se encuentra el detalle de estos resultados.

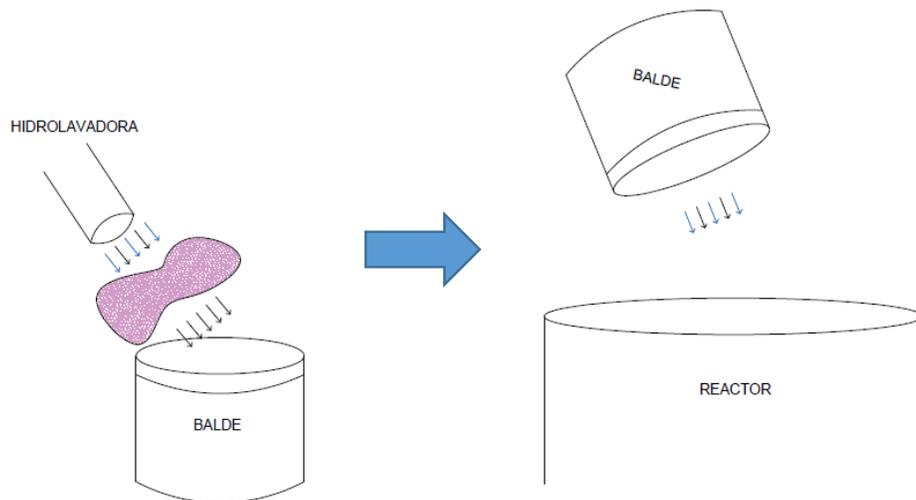


Figura 8. Esquema de propuesta de hidrolavar.

Tabla 6. Resultados de experimento de hidrolavar.

Componente	Área [cm ²]	Masa ahorrada por envase [g]	Masa ahorrada al mes [g]
8-quinolinol	16.960	14,80	1.110
Naftalina	9.116	7,96	2.983
Anhídrido maleico	12.240	10,68	4.817
Ácido adípico	9.588	8,37	3.447
Monocloroacetato de sodio	60.000	52,36	785

- 3) La tercera propuesta es realizar un tratamiento biológico capaz de degradar las trazas de componente y dejar el envase limpio de ellas. También existe la opción de degradar biológicamente el envase en el cual viene el componente. Se investigó que las dos opciones pueden ser llevadas a cabo con la Empresa Aguamarina. Se cotizó la primera etapa de esta propuesta, entregando un valor de 238 [UF], lo que equivale a 6.063.764 [CLP] [14]. Debido al alto costo de la cotización, no se pudo desarrollar con mayor detalle esta propuesta, impidiendo obtener resultados para incluir en el proyecto. Pese a lo anterior, Clariant podría pagar este costo en el caso de estar dispuesto a barajar esta posibilidad en el futuro.

La cotización realizada por la Empresa puede ser encontrada en el Anexo F y abarca los siguientes contenidos:

- i. Estado del arte de tratamientos biológicos para los 5 residuos en estudio
- ii. Estado del arte de normativas internacionales para la eliminación de estos residuos
- iii. Factibilidad técnica de tratamiento para la escala requerida
- iv. Recomendación de proceso y tratamiento

Esta propuesta tiene un potencial atractivo, ya que parece menos intensiva en el uso de recursos energéticos e hídricos que las dos anteriores.

A pesar de que no se pudo continuar con esta opción, se tiene el contacto con la Empresa Aguamarina, están interesados en desarrollar y ampliar su área a tratamiento de residuos, por lo que se dio el primer paso por si esta propuesta se quiere desarrollar de manera más profunda. Es necesario en el futuro analizar los subproductos que son generados luego de degradar los componentes y tomar en consideración qué hacer con ellos, también investigar acerca de qué tipo de microorganismos es capaz de degradar cada componente, realizar pruebas y luego montar una Planta de tratamiento. Lo anterior y otros análisis se podrán realizar una vez hecha la primera etapa que propone la Empresa Aguamarina.

- 4) Finalmente, como cuarta propuesta se consideró que los proveedores enviaran sus materias primas en envases de mayor tamaño, ya que de esta manera se produce una reducción de masa de los residuos finales y un ahorro en la disposición de ellos.

Para esta propuesta fue necesario contactarse con los proveedores actuales de las materias primas e investigar en páginas internacionales (Molbase) las opciones que tenían de proveer un tamaño de envase de mayor tamaño que el actual. La Tabla 7 da a conocer las distintas cotizaciones realizadas, tomando para en análisis económico, los envases que el actual proveedor puede suministrar.

Además de lo anterior, Clariant cuenta con un sistema de levantamiento con tecla, el cual carga sacos que pesan más de lo permisible por ley (como los sacos de 1.000 [kg] de Monocloroacetato de sodio). Aquél sistema cuenta con poleas, ganchos y cadenas que son capaces de levantar el envase y vaciarlo dentro del reactor, sin que el operador ejerza una fuerza desmedida. Lo anterior es importante de considerar si se desea realizar un cambio de tamaño del envase.

Tabla 7. Cotizaciones de tamaños de envases.

Componente	Molbase [15]	Proveedor actual
8-quinolinol	100 [kg] y 1.000 [kg]	1.000 [kg]
Naftalina	25 [kg] y 1.000 [kg]	-
Anhídrido maleico	1.000 [kg]	1.000 [kg]
Ácido adípico	1.000 [kg]	600 [kg]
Monocloroacetato de sodio	1.000 [kg]	1.000 [kg]

4.1.3 Encontrar Destinos Posibles para Envase y Componente

En esta sección se presentan 3 destinos posibles para el envase con el componente adherido, los cuales pertenecen a los residuos generados por las distintas materias primas ya mencionadas. Las alternativas serán presentadas de un modo genérico para todos los componentes, ya que la adaptación a diferentes residuos puede ser o no factible, lo cual es detallado en cada propuesta.

- 1) Dentro de los destinos posibles que se investigaron para el envase y componente, es decir, sin sacar las trazas adheridas al envase, se encontró la opción de vender a una cementera, debido que este tipo de industrias utiliza residuos sólidos como combustibles alternativos para poder operar sus equipos. La Empresa encargada de valorizar los residuos y darles este uso, para la cementera Polpaico, es COACTIVA. Esta alternativa no pudo llegar a ser concretada, debido a que al solicitar una cotización de precios y para verificar si los residuos que Clariant genera pueden ser utilizados como combustibles alternativos, no se llevó a cabo. Una alternativa es seguir insistiendo por algún medio, ya que se dejó de presionar luego de intentar reiteradas ocasiones concretar esta propuesta. A pesar de no tener los datos de la Empresa, de todas maneras se contactó a una Ingeniera de Procesos que trabaja en Hidronor, Valeria Probeste, quien entregó una estimación de 6 [UF/ton] por disponer los residuos sólidos con esta Empresa y 5 [UF/ton] por el retiro de ellos. Debido a esto, se puede concluir que como máximo, debido a que valorizar genera beneficios para la Empresa, se puede llegar a algún acuerdo con la Empresa que valoriza (COACTIVA u otra) de bajar el precio de venta de sus servicios.

Esta propuesta se considerará factible para todas las materias primas, ya que no se obtuvo respuesta por parte de la Empresa COACTIVA.

- 2) Dado que los envases son principalmente plásticos (polipropileno tejido y polietileno de baja densidad), a excepción de la Naftalina, se asistió a una feria internacional del plástico: Fullplast Chile 2015. Fue aquí en donde se encontraron algunas Empresas dispuestas a reciclar este tipo de residuos, entregándoles un valor comercial y dejando de ser considerados estos componentes con sus envases como residuos para Clariant.

Las Empresas Cambiaso HNOS e Inproplast Ltda. reciclan estos tipos de plásticos, sin necesidad de ser limpiados de manera previa, es importante que exista un análisis de todas maneras para poder estar seguros que las trazas de los componentes no afectarán el proceso de estas Empresas, pero de todas maneras una opción es dejarlo con la menor masa posible de componente, utilizando una de las alternativas desarrolladas anteriormente. Se cotizaron los precios de transporte con la Empresa que Clariant externaliza y también el costo que tiene vender los residuos a las Empresas mencionadas.

Rigk Chile SPA es una Empresa alemana dedicada a la recuperación y reciclaje de plásticos. Fundada en 1992, es pionera en el ámbito del reciclaje en Europa. Esta Compañía recicla envases fitosanitarios, plásticos industriales, productos peligrosos y láminas agrícolas, entre otros. El año 2015, Rigk Chile inicia sus operaciones apuntando a los desafíos que impondrá a la industria la Ley REP, mencionada en secciones anteriores. Su participación en todo el ciclo del reciclaje asegura el desarrollo de sistemas de gestión probados y con tecnología que permita optimizar la cadena de valor en la operación y manejo sustentable de los residuos. Esta Empresa cumple con el perfil de las propuestas que se desean desarrollar, lamentablemente, Rigk cuenta solamente con una sede administrativa y no una Planta de reciclaje en Chile. De todas maneras se realizó el contacto con esta Empresa y se piensa que es una alternativa que puede ser innovadora, en particular para reciclar el Monocloroacetato de sodio, componente tóxico que es difícil de encontrar un destino para sus residuos, fuera del relleno de seguridad. Por lo que se recomienda seguir en contacto con la Empresa para cuando exista una Planta de tratamiento en el país.

- 3) Por último, se barajó la posibilidad de utilizar el cuñete de cartón que genera el 8-quinolinol para almacenar materia prima fraccionada. Con esta propuesta, se evitaría comprar otro contenedor para almacenar materias primas fraccionadas, pero en general se utiliza el mismo envase en que llega la materia prima. La desventaja de esta propuesta, es que tarde o temprano el cuñete se deberá desechar. A pesar que se le esté dando otro uso, se estarán comprando nuevos cuñetes, por lo que se deberán eliminar en algún minuto. Además, cuando se va a cargar esta materia prima, se golpea el cuñete para despegar el componente, que viene compacto y si cae de esa manera, puede dañar el reactor. Por lo anterior esta opción queda descartada.

4.1.4 Encontrar Destinos Posibles para Envase y Componente por Separado

Para esta alternativa se lograron encontrar dos Empresas que tienen como negocio el reciclar plásticos con las características de los residuos de OMS, las cuales son Ferroplast y Greenplast S.A. La diferencia entre estas Empresas y las del punto anterior, es que el proceso de reciclaje de estas Compañías debe ser en presencia de envases completamente limpios. Es por lo anterior que para hacer técnicamente factible esta opción, es necesario agregar un proceso de limpieza a los envases, el cual debe ser con agua para estar seguros que todas las trazas desaparecieron.

Se logró realizar un análisis económico con los datos entregados por Greenplast S.A., pero al tener un proceso adicional, es difícil que sea rentable esta opción. Con Ferroplast no se logró obtener datos para el análisis económico, pero sí se tiene el contacto y es importante seguir insistiendo si esta propuesta es tentativa para Clariant.

4.1.5 Síntesis de Factibilidad Técnica de Propuestas

En esta sección se presenta un resumen de la factibilidad técnica de cada propuesta aplicada a cada materia prima incluida en el estudio. La Tabla 8 presenta las opciones que evitan que el residuo exista y las que minimizan la masa final de este mismo. La Tabla 9 corresponde a los destinos posibles del envase y trazas del componente en conjunto y también por separado.

Los tickets representan una propuesta técnicamente factible, considerando las cotizaciones y contactos realizados y la opinión de los expertos de la Universidad de Chile y de la Empresa Clariant. Por otro lado, las cruces descartan la factibilidad técnica de las propuestas debido al alto costo de las cotizaciones y las respuestas de los contactos realizados, pero no quiere decir que a un futuro no se pueda implementar alguna de éstas, ya que por ejemplo, en el caso del formato, puede que otros proveedores a un futuro vendan en otro formato las materias primas y se podría estudiar y/o aplicar esta propuesta.

Además, los signos de interrogación corresponden a que no hay certeza de si la opción será técnicamente factible, por lo que es necesario insistir en información por parte de algunas Empresas o pagar cotizaciones como en el caso del uso de microorganismos por Aguamarina.

Tabla 8. Resumen de factibilidad técnica para evitar que el residuo exista y minimizar la masa final de éste.

Materia prima	Evitar que exista		Minimizar masa			
	Granel	Otro formato	Lavar	Soplar	Microorg.	Envases de mayor tamaño
8-quinolinol	?	X	✓	✓	?	✓
Naftalina	?	✓	X	✓	?	X
Anhídrido maleico	?	X	X	✓	?	✓
Ácido adípico	?	X	✓	✓	?	✓
Monocloroacetato de sodio	?	X	X	X	?	X

Tabla 9. Resumen de factibilidad técnica para destinos de envase y componente juntos y por separado.

Materia prima	Destino juntos		Destino separados
	Reciclaje	Valorización	Reciclaje (envase limpio)
8-quinolinol	✓	?	✓
Naftalina	X	?	✓
Anhídrido maleico	✓	?	✓
Ácido adípico	✓	?	✓
Monocloroacetato de sodio	?	?	X

Cabe destacar que hasta este punto no existe, o se desconoce en algunos casos, la factibilidad técnica de alternativas para el aprovechamiento del Monocloroacetato de sodio. Lo anterior se puede concluir a partir de la peligrosidad de este componente, ya que al ser tóxico, las Empresas no están dispuestas a arriesgarse y reciclar esos envases con trazas del material, debido a que pueden afectar de manera negativa en su proceso de producción o pelletización de plásticos reciclados. De existir otras alternativas, es importante que sean evaluadas y llevadas por la línea de la peligrosidad de este componente, para así llegar a resultados.

4.2 Análisis Económico y Ambiental

En esta sección se realiza un análisis y discusión de los ámbitos económicos y ambientales de cada propuesta técnicamente factible, para cada materia prima. Se realizaron combinaciones entre las propuestas con un atractivo económico para Clariant, desarrollando éstas en la sección de análisis de cada materia prima. El análisis económico se efectuó utilizando costos de cotizaciones realizadas y de datos proporcionados por Clariant, creando un flujo de caja básico con proyecciones temporales, considerando costos de inversión y de operación, que compare cada alternativa actual con la propuesta generada, entregando como resultado los beneficios o pérdidas económicas que cada una conlleva.

Es importante insistir que por construcción, todas las alternativas deben cumplir con restricciones medioambientales como por ejemplo, que el residuo se vea disminuido, obedeciendo la jerarquía antes mencionada, y que exista seguridad, para el operador y el medio ambiente, en la operación y emanación de sólidos de la propuesta. Cabe destacar que el beneficio medioambiental será estudiado de manera cualitativa y aplicando sentido común a las comparaciones que se realizarán.

4.2.1 Análisis Económico de Cada Materia Prima

8-quinolinol

Las propuestas técnicamente factibles para esta materia prima fueron: Pedir la materia prima a granel, lavar los envases con hidrolavadora, soplarlos, solicitar envases de mayor tamaño, reciclar con Empresas (Inproplas Ltda. Y Cambiaso HNOS), valorización con COACTIVA y reciclar los recipientes limpios con Greenplast S.A.

Dado el análisis económico, se combinaron propuestas que eran técnica y económicamente factible, se eliminaron las que económicamente no eran rentables y se consideraron opciones combinadas que disminuyeran el impacto al medio ambiente, dejando dos opciones: Pedir la materia a granel y la combinación de solicitar materia prima en envases de mayor tamaño, soplar el recipiente y finalmente reciclarlo con Inproplas Ltda. El detalle de los costos de operación y de capital de cada propuesta para esta materia prima y las cotizaciones y contactos realizados se pueden encontrar en Anexo G. Por otro lado, la comparación económica entre propuestas se detalla en Anexo H.

- 1) Pedir la materia prima a granel: Esta propuesta en comparación con la situación actual tiene beneficios como por ejemplo el costo de la materia prima debería ser menor con respecto a los envases de 25 [kg] (se consideró un 1% menor que el precio actual y paga la inversión realizada). Además, el costo de horas hombre de carga disminuye aproximadamente un 20% mensual con respecto a la situación actual. Se suma a lo anterior, que el tratamiento disminuye el 100% mensual, debido a que si la materia prima llega a granel, no se deberá realizar tratamiento de residuos. Finalmente, se tiene un costo de inversión alto, el cual es recuperado en el primer año de operación de esta propuesta, como se puede apreciar en el Gráfico 1.
- 2) Combinación de pedir materia prima en envases de mayor tamaño, soplar el envase y reciclar en Inproplas Ltda.: Para la primera parte de la propuesta de esta combinación es posible apreciar que existe una disminución en el tiempo de carga de un 60% al mes, lo que es conveniente para Clariant, debido a que esto se traduce a que los operadores podrán

tener otras funciones en ese tiempo que se está ahorrando. Además, existe un 35% mensual menos de dinero destinado al tratamiento de los residuos, lo que es atractivo para la Compañía.

Por otro lado, para la opción de soplar los envases, se tiene que, en comparación con el escenario actual, el tratamiento de los residuos se ve disminuido en un 1% al mes, contando además con un costo adicional de horas hombre para realizar la acción (desde cortar el saco hasta soplarlo dentro del reactor). Por último, se tiene un costo de inversión, el cual no es recuperado si la propuesta se llevara a cabo por sí sola.

Finalmente, para la propuesta de reciclaje en la Empresa Inproplas Ltda., se puede apreciar que existe una disminución del 100% mensual en el tratamiento de residuos, además de tener un beneficio monetario adicional por vender los residuos a esta Empresa. Por otro lado, se tiene un costo de transporte asociado a llevar los residuos a la Empresa en cuestión.

Tomando todas estas propuestas y combinándolas, se puede apreciar que los costos negativos son recuperados al primer año de realizar esta propuesta.

Comparando ambas opciones, a 10 años se puede concluir que la propuesta a granel genera un 85% más de ingresos que la alternativa combinada. Esto es considerando que se encontrará un proveedor que venda su materia prima un 1% menor que lo que se compra actualmente. Por lo tanto si el descuento es mayor al 1%, entonces la propuesta a granel se demorará menos en recuperar la inversión realizada.

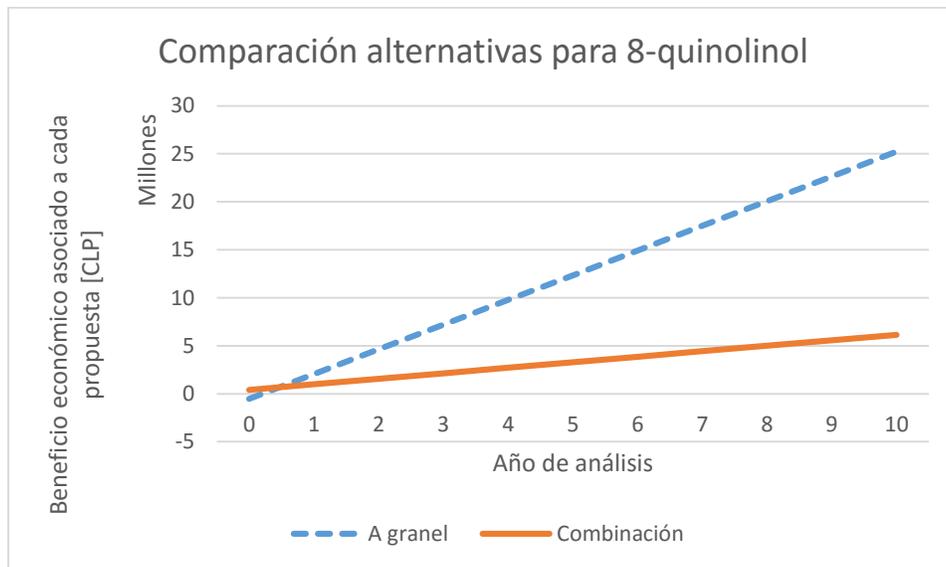


Gráfico 1. Comparación de propuestas para 8-quinolinol. Combinación: Envases de mayor tamaño, soplar trazas de componente y reciclar en Inproplas Ltda.

Naftalina

Las propuestas técnicamente factibles para esta materia prima fueron: Pedir la materia prima a granel, buscar otro formato del componente, soplar las trazas dentro de los sacos y valorización con COACTIVA.

Una vez realizado el análisis económico de cada una de estas propuestas, se combinaron algunas que eran técnica y económicamente factible, se eliminaron las que económicamente no eran rentables y se consideraron opciones combinadas que disminuyeran el impacto al medio ambiente, dejando tres opciones: Pedir la materia a granel y solicitar la materia prima en otro formato; donde se encuentran el formato líquido en contenedores de 1.000 [L] o en camiones con ISO tanques. El detalle de los costos de operación y de capital de cada propuesta para esta materia prima y las cotizaciones y contactos realizados se pueden encontrar en Anexo G. Por otro lado, la comparación económica entre propuestas se detalla en Anexo I.

- 1) Pedir la materia prima a granel: Esta propuesta en comparación con la situación actual tiene beneficios como por ejemplo el costo de la materia prima debería ser menor con respecto a los envases de 20 [kg] (se consideró un 1% menor que el precio actual y paga la inversión realizada). Además, el costo de horas hombre de carga disminuye aproximadamente un 84% mensual con respecto a la situación actual. Se suma a lo anterior, que el tratamiento disminuye el 100% mensual, debido a que si la materia prima llega a granel, no se deberá realizar tratamiento de residuos. Finalmente, se tiene un costo de inversión alto, el cual es recuperado en el quinto año de operación de esta propuesta, como se puede apreciar en el Gráfico 2.
- 2) Solicitar materia prima líquida en contenedores de 1.000 [L]: Esta propuesta muestra que existe una alza del 3% mensual en la compra de la materia prima, pero dentro de los beneficios está un 72% al mes de ahorro en el tratamiento del envase. Lo anterior se debe a que debe existir un lavado de los contenedores para poder ser vendidos fuera de la Empresa. Además, existe un beneficio económico por vender los contenedores, el cual cubre el alza de la compra de la materia prima.
- 3) Finalmente, para la propuesta de solicitar materia prima líquida en ISO tanques existe un ahorro del 100% mensual en el tratamiento, ya que el componente no vendrá en envases, lo que se ahorra el costo de tratamiento. Por otro lado, existe un costo de inversión asociado al estanque calefaccionado, lo que se recuperaría en el año 10 si el costo de la materia prima fuese de un 7,4% (o mayor) menos a lo que actualmente se está pagando.

Comparando las tres opciones, a 10 años, se puede concluir que la propuesta de solicitar la materia prima en formato líquido en contenedores de 1.000 [L] es la más rentable, debido a que no existe una inversión inicial y la retribución para Clariant va aumentando. Para la propuesta de pedir la materia prima a granel tiene una curva similar a la anterior, pero ésta tiene un costo de una inversión inicial, la cual es recuperada en el quinto año de aplicación de ésta. Por último, la propuesta de que la materia prima llegue a la Empresa en ISO tanques, está sujeta al costo que el nuevo formato tenga, ya que si es menor al 7,4% de lo que se está pagando actualmente, no se paga la inversión inicial en 10 años.

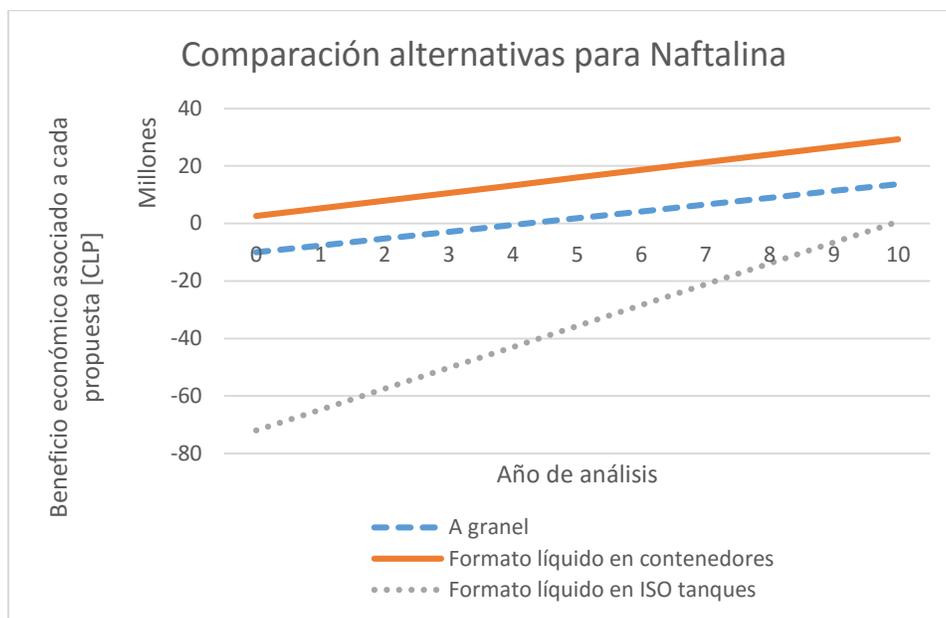


Gráfico 2. Comparación de propuestas para Naftalina.

Anhídrido maleico

Las propuestas técnicamente factibles para esta materia prima fueron: Pedir la materia prima a granel, soplar las trazas del componente adherido al envase, solicitar envases de mayor tamaño, reciclar con la Empresa Inproplas Ltda., valorización con COACTIVA y reciclar los recipientes limpios con Greenplast S.A.

Dado el análisis económico, se combinaron propuestas que eran técnica y económicamente factible, se eliminaron las que económicamente no eran rentables y se consideraron opciones combinadas que disminuyeran el impacto al medio ambiente, dejando dos opciones: Pedir la materia prima a granel y la combinación de solicitar materia prima en envases de mayor tamaño, soplar el recipiente y finalmente reciclarlo con Inproplas Ltda. El detalle de los costos de operación y de capital de cada propuesta para esta materia prima y las cotizaciones y contactos realizados se pueden encontrar en Anexo G. Por otro lado, la comparación económica entre propuestas se detalla en Anexo J.

- 1) Pedir la materia prima a granel: Esta propuesta en comparación con la situación actual tiene beneficios como por ejemplo el costo de la materia prima debería ser menor con respecto a los envases de 25 [kg] (se consideró un 1% menor que el precio actual y paga la inversión realizada). Además, el costo de horas hombre de carga disminuye aproximadamente un 58% mensual con respecto a la situación actual. Se suma a lo anterior, que el tratamiento disminuye el 100% mensual, debido a que si la materia prima llega a granel, no se deberá realizar tratamiento de residuos. Finalmente, se tiene un costo de inversión alto, el cual es recuperado en el sexto año de operación de esta propuesta, como se puede apreciar en el Gráfico 3.
- 2) Combinación de pedir materia prima en envases de mayor tamaño, soplar el envase y reciclaje en Inproplas Ltda.: Para la primera parte de la propuesta de esta combinación es posible apreciar que existe una disminución en el tiempo de carga de un 21% al mes, lo que

es conveniente para Clariant, debido a que esto se traduce a que los operadores podrán tener otras funciones en ese tiempo que se está ahorrando. Además, existe un 31% mensual menos de dinero destinado al tratamiento de los residuos, lo que es atractivo para la Compañía. Adicionalmente, se puede rescatar que existe una disminución de un 2% al mes del costo de la materia prima.

Por otro lado, para la opción de soplar los envases, se tiene que, en comparación con el escenario actual, el tratamiento de los residuos se ve disminuido en un 1% al mes, contando además con un costo adicional de horas hombre para realizar la acción (desde cortar el saco hasta soplarlo dentro del reactor). Por último, se tiene un costo de inversión, el cual no es recuperado si la propuesta se llevara a cabo por sí sola.

Finalmente, para la propuesta de reciclaje en la Empresa Inproplas Ltda., se puede apreciar que existe una disminución del 100% mensual en el tratamiento de residuos, además de tener un beneficio monetario adicional por vender los residuos a esta Empresa. Por otro lado, se tiene un costo de transporte asociado a llevar los residuos a la Empresa en cuestión.

Tomando todas estas propuestas y combinándolas, se puede apreciar que los costos negativos son recuperados al primer año de realizar esta propuesta.

Comparando ambas opciones, a 10 años se puede concluir que la propuesta combinada genera mayores ingresos o ahorros, pagando las inversiones iniciales realizadas, el primer año de gestión de esta propuesta. Si el costo de la materia prima a granel fuera menos que el 1% al mes, que se está considerando, entonces la propuesta sería cada vez más factible, recuperando la inversión inicial en un menor tiempo y entregando beneficio económico mayor.

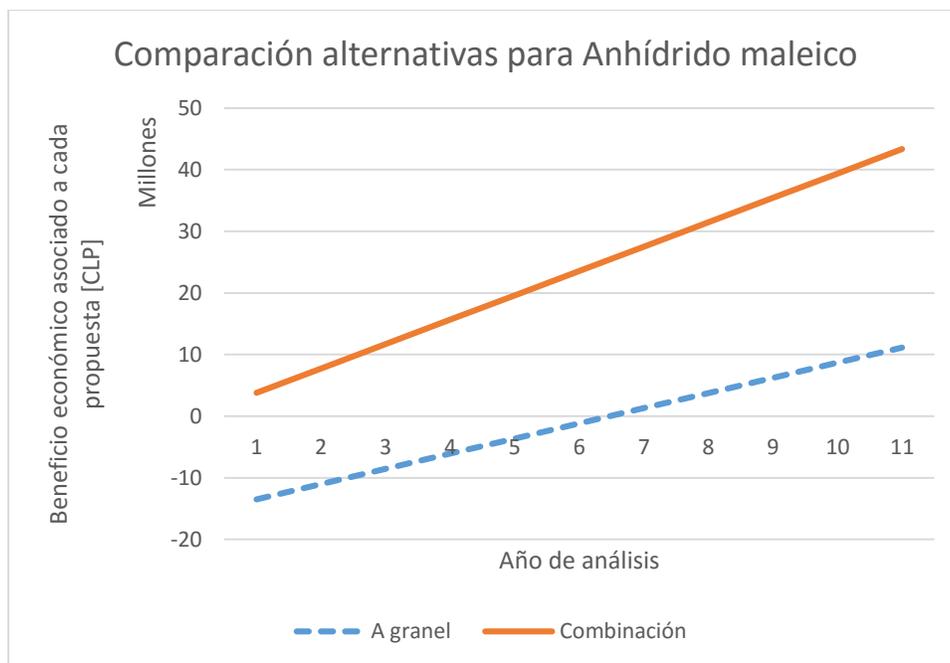


Gráfico 3. Comparación de propuestas para Anhídrido maleico. Combinación: Envases de mayor tamaño, soplar trazas de componente y reciclar en Inproplas Ltda.

Ácido adípico

Las propuestas técnicamente factibles para este componente fueron: Pedir la materia prima a granel, lavar los envases con hidrolavadora, soplarlos, solicitar envases de mayor tamaño, reciclar con la Empresa Inproplas Ltda., valorización con COACTIVA y reciclar los recipientes limpios con Greenplast S.A.

Una vez realizado el análisis económico, se combinaron propuestas que eran técnica y económicamente factible, se eliminaron las que económicamente no eran rentables y se consideraron opciones combinadas que disminuyeran el impacto al medio ambiente, dejando dos opciones: Pedir la materia a granel y la combinación de solicitar materia prima en envases de mayor tamaño, soplar el recipiente y finalmente reciclarlo con Inproplas Ltda. El detalle de los costos de operación y de capital de cada propuesta para esta materia prima y las cotizaciones y contactos realizados se pueden encontrar en Anexo G. Por otro lado, la comparación económica entre propuestas se detalla en Anexo K.

- 1) Pedir la materia prima a granel: Esta propuesta en comparación con la situación actual tiene beneficios como por ejemplo el costo de la materia prima debería ser menor con respecto a los envases de 25 [kg] (se consideró un 1% menor que el precio actual y paga la inversión realizada). Además, el costo de horas hombre de carga disminuye aproximadamente un 35% mensual con respecto a la situación actual. Se suma a lo anterior, que el tratamiento disminuye el 100% mensual, debido a que si la materia prima llega a granel, no se deberá realizar tratamiento de residuos. Finalmente, se tiene un costo de inversión alto, el cual es recuperado en el sexto año de operación de esta propuesta, como se puede apreciar en el Gráfico 4.
- 2) Combinación de pedir materia prima en envases de mayor tamaño, soplar el envase y reciclaje en Inproplas Ltda.: Para la primera parte de la propuesta de esta combinación es posible apreciar que existe un aumento de un 39% mensual en el tiempo de carga. Además, existe un 27% mensual menos de dinero destinado al tratamiento de los residuos, lo que es atractivo para la Compañía. Adicionalmente, se puede rescatar que existe una disminución de un 2% al mes del costo de la materia prima.
Por otro lado, para la opción de soplar los envases, se tiene que, en comparación con el escenario actual, el tratamiento de los residuos se ve disminuido en un 1% al mes, contando además con un costo adicional de horas hombre para realizar la acción (desde cortar el saco hasta soplarlo dentro del reactor). Por último, se tiene un costo de inversión, el cual no es recuperado si la propuesta se llevara a cabo por sí sola.
Finalmente, para la propuesta de reciclaje en la Empresa Inproplas Ltda., se puede apreciar que existe una disminución del 100% mensual en el tratamiento de residuos, además de tener un beneficio monetario adicional por vender los residuos a esta Empresa. Por otro lado, se tiene un costo de transporte asociado a llevar los residuos a la Empresa en cuestión.

Tomando todas estas propuestas y combinándolas, se puede apreciar que los costos negativos son recuperados al primer año de realizar esta propuesta.

Comparando ambas opciones, a 10 años se puede concluir que la propuesta combinada genera mayores ingresos o ahorros, pagando las inversiones iniciales realizadas, el primer año de gestión de esta propuesta. Si el descuento que se realiza por comprar la materia prima a granel fuera menor que el 1% al mes que se está considerando, entonces la propuesta sería cada vez más factible, recuperando la inversión inicial en un menor tiempo y entregando beneficio económico mayor.

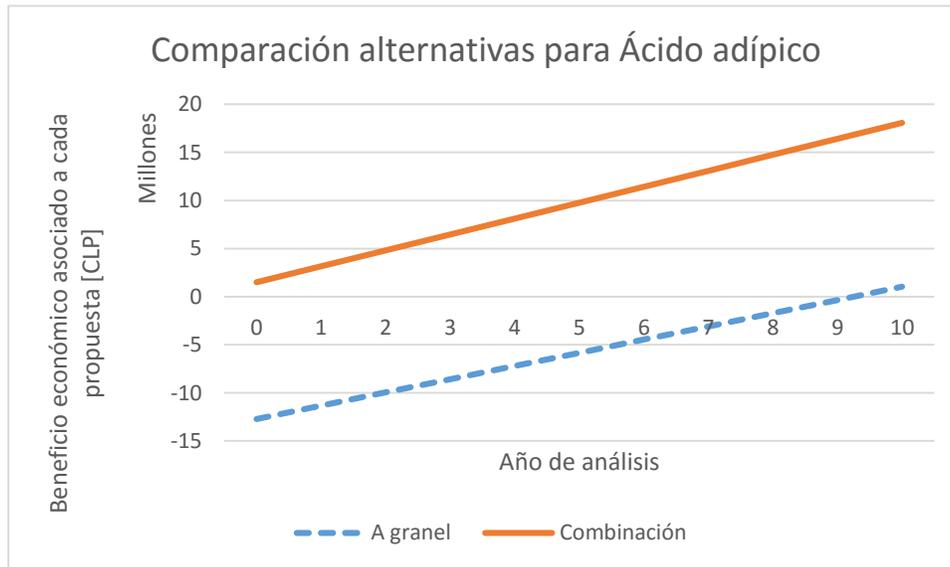


Gráfico 4. Comparación de propuestas para Ácido adípico. Combinación: Envases de mayor tamaño, soplar trazas de componente y reciclar en Inproplas Ltda.

Monocloroacetato de sodio

Las propuestas técnicamente factibles para esta materia prima fueron: Pedir la materia prima a granel y valorizarla con COACTIVA.

Una vez realizado el análisis económico, se combinaron propuestas que eran técnica y económicamente factible, se eliminaron las que económicamente no eran rentables y se consideraron opciones combinadas que disminuyeran el impacto al medio ambiente, dejando solamente una opción: Pedir la materia a granel. El detalle de los costos de operación y de capital de cada propuesta para esta materia prima y las cotizaciones y contactos realizados se pueden encontrar en Anexo G. Por otro lado, la comparación económica entre propuestas se detalla en Anexo L.

Se puede apreciar en el Gráfico 5 que la inversión inicial es recuperada al séptimo año, lo que puede variar si es que el descuento que se realiza por comprar a granel la materia prima, es mayor al 1% mensual de lo que se está pagando actualmente.

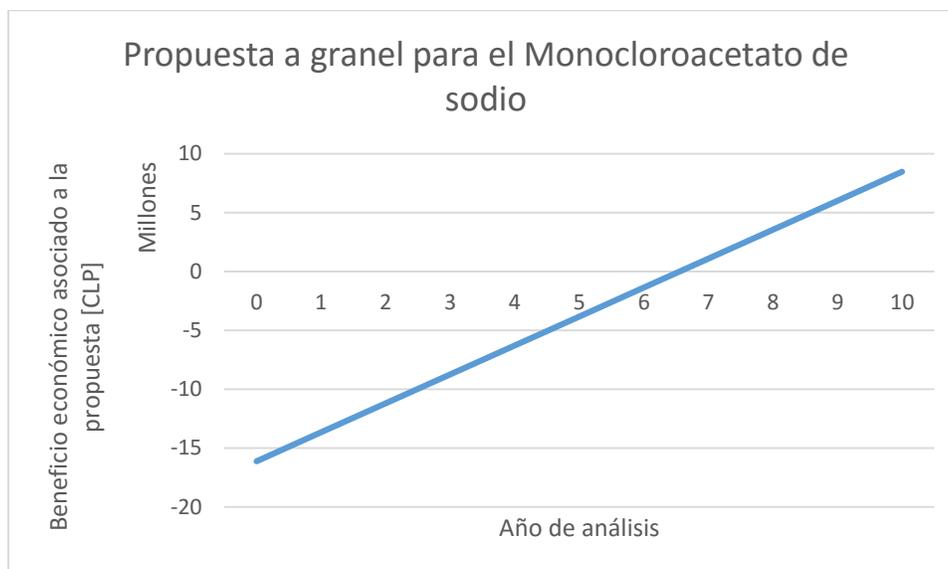


Gráfico 5. Propuesta a granel para Monocloroacetato de sodio.

Las propuestas analizadas entregan un beneficio económico a partir de cierto año de aplicación de ésta, pero lo más importante no es el monto de este beneficio, sino que la reducción y aprovechamiento que cada propuesta tiene como impacto en la Empresa. Es por esto que es preferible aquellas que están al comienzo de la jerarquía, evitar que el residuo exista, para esta opción se tiene que la materia prima sea comprada a granel. Por otro lado, también es preferible que los residuos en lugar de ir a Rellenos de Seguridad o Sanitarios, sean valorizados por Empresas externas o reciclados, para así aumentar el ciclo de vida del envase. Dicho lo anterior, se puede concluir que no solamente la opción correcta es la que va de la mano con un beneficio mayor.

4.2.2 Síntesis de Análisis de Propuestas

A continuación, la Tabla 10 presenta un resumen de las propuestas técnicamente factibles para cada materia prima y también el total recuperado o perdido en 10 años de análisis.

Tabla 10. Propuestas y costos asociados para cada materia prima.

Componente	Propuestas técnicamente factibles	Total recuperado/perdido en 10 años [CLP]
8-quinolinol	A granel	25.217.284
	Hidrolavar	-2.661.238
	Soplar	-1.383.653
	Envase mayor tamaño	3.373.670
	Reciclaje Inproplas Ltda.	4.913.219
	Reciclaje Cambiaso HNOS.	4.818.559
	Valorización COACTIVA	-4.240.267
	Reciclaje limpio Greenplast S.A.	2.113.550
Naftalina	A granel	13.679.984
	Otro formato (contenedores)	29.252.828
	Otro formato (ISO tanques)	669.187
	Soplar	-7.869.983
	Valorización COACTIVA	0
Anhídrido maleico	A granel	11.146.560
	Soplar	-9.311.269
	Envase mayor tamaño	40.627.134
	Reciclaje Inproplas Ltda.	7.645.512

	Valorización COACTIVA	0
	Reciclaje limpio Greenplast S.A.	-3.102.686
Ácido adípico	A granel	1.038.130
	Hidrolavar	-13.562.628
	Soplar	-8.748.765
	Envase mayor tamaño	17.593.756
	Reciclaje Inproplas Ltda.	3.344.736
	Valorización COACTIVA	-2.006.700
	Reciclaje limpio Greenplast S.A.	-11.361.689
Monocloroacetato de sodio	A granel	8.464.792
	Valorización COACTIVA	0

Por otro lado, la Tabla 11 presenta los costos asociados a las propuestas electas por su atractivo económico y ambiental.

Tabla 11. Propuestas combinadas y costos asociados para cada materia prima.

Componente	Tipo de propuesta	Propuestas técnicamente factibles	Total recuperado/perdido en 10 años [CLP]
8-quinolinol	-	A granel	25.217.284
	Combinación	Envase mayor tamaño	3.373.670
		Soplar	-444.526
		Reciclaje Inproplas Ltda.	3.221.137
		Total de Combinación	6.150.281
Naftalina	-	A granel	13.679.984
	-	Otro formato (contenedores)	29.252.828
	-	Otro formato (ISO tanques)	669.187
Anhídrido maleico	-	A granel	11.146.560
	Combinación	Envase mayor tamaño	40.627.134
		Soplar	-2.489.950
		Reciclaje Inproplas Ltda.	5.204.564
		Total de Combinación	43.341.748
Ácido adípico	-	A granel	1.038.130
	Combinación	Envase mayor tamaño	17.593.756
		Soplar	-1.954.195
		Reciclaje Inproplas Ltda.	2.426.248
		Total de Combinación	18.065.809
Monocloroacetato de sodio	-	A granel	8.464.792

A partir del estudio de factibilidad técnica y económica de las opciones, se puede concluir que para el 8-quinolinol, la alternativa de pedir esta materia prima a granel a los proveedores es la más atractiva económicamente, en comparación con las otras propuestas. Por otro lado, cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima. Esta alternativa es la más adecuada en términos medioambientales, ya que cumple con la primera restricción de la jerarquía, la cual es evitar que el residuo exista. Esta alternativa se podría implementar si se está dispuesto a pagar la inversión inicial de los silos, la cual es alta, pero entregará beneficios económicos y medioambientales importantes para la Compañía.

Para la Naftalina, la alternativa que ésta sea líquida y distribuida en contenedores de 1.000 [L] entrega un mayor beneficio económico que la opción de pedir la materia prima a granel, debido a que se genera un ingreso adicional a la Empresa el vender los contenedores, los cuales se van a estar reutilizando, cumpliendo con una de las restricciones de la jerarquía. En el caso que Clariant

prefiera una opción más consciente con el medio ambiente, entonces pedir a granel la materia prima será la alternativa indicada, ya que se estaría evitando generar el residuo. Cabe destacar que esta última opción está entregando un beneficio económico un tanto menor para la Empresa, y que es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

Para el caso del Anhídrido maleico, la alternativa más atractiva es la combinación de: solicitar envases de mayor tamaño, luego de utilizar la materia prima, soplar los recipientes y finalmente reciclar con Empresa Inproplas Ltda. El reciclar el residuo está dentro de la jerarquía, pero medioambientalmente hablando, el mejor caso sería que no se genere el residuo y por lo tanto venga a granel la materia prima, lo que no generará un beneficio económico tan grande en comparación a la alternativa combinada que se mencionó. Cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

Para el Ácido adípico se recomienda la alternativa combinada de: solicitar envases de mayor tamaño, luego de utilizar la materia prima, soplar los recipientes y finalmente reciclar con Empresa Inproplas Ltda. Al igual que en el caso anterior, esta alternativa es ambientalmente correcta, ya que está cumpliendo una de las restricciones que sugiere la jerarquía antes mencionada y genera un beneficio económico alto, pero la alternativa de que la materia prima sea distribuida en camiones y almacenada en estanques, es más correcta ambientalmente hablando, ya que se está evitando que el residuo exista, pero el beneficio económico no es tan alto como en el caso de la combinación. Cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

Por último, el Monocloroacetato de sodio presenta una sola opción, que sea distribuido a granel y luego almacenado en estanques, lo que ambientalmente está correcto porque cumple con evitar que el residuo exista y además, genera un beneficio económico para la Empresa. Cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

5. Conclusiones

Los residuos sólidos generados en OMS fueron considerados como los envases de las materias primas que se utilizan para productos finales junto con las trazas de componente adherido a éstos. Para lograr decidir cuáles RISes se analizarán de manera técnica, económica y ambiental en el proyecto, se realizó un estudio en la cuantificación de desechos generados por las materias primas y también una clasificación según la peligrosidad de los componentes. Incluyendo finalmente, las 10 materias primas que componen un 93% del total de residuos sólidos generados por la Planta entre el período de Enero y Julio de 2015, considerando un total de aproximadamente 25 toneladas de RISes. Aquellos componentes fueron: Dimetilaminopropilamina, Epiclorhidrina, Dietilentriamina, 8-quinolinol, Genamin LA 302D, Genamin 12-R302D, Naftalina, Anhídrido maleico, Monocloroacetato de sodio y Ácido adípico.

Para la reducción de RISes, ya sea cambios en variables del proceso o alternativas de aprovechamiento y/o tratamiento, es necesario familiarizarse con el proceso productivo en el cual se utiliza la materia prima. También se debe visualizar el componente y envase, para que esta caracterización visual permita sostener la futura propuesta de procesos en un diagnóstico del modo de presentación de los residuos. Fue para definir sus restricciones de manejo que se realizó una caracterización visual de los residuos, en donde se estudió el tipo de envase en el que venían, principalmente tambores metálicos y sacos de polipropileno tejido, la adherencia a este envase, construyendo una tabla de niveles de adherencia y el destino actual que éstos tienen, los cuales son: Venta a Empresas externas que reacondicionan envases (los componentes que tienen tambores metálicos como envases), Relleno de Seguridad (los componentes peligrosos) y Relleno Sanitario (los componentes no peligrosos). Existe reciclaje de los cuñetes de 8-quinolinol con SOREPA, pero todo el resto de los residuos son dispuestos en Rellenos Sanitarios o de Seguridad.

Junto con lo anterior, se estudiaron las hojas de seguridad de cada materia prima, para así poder descartar algunas propuestas que técnicamente no iban a ser factibles o para poder saber qué restricciones había que tener claras al momento de proponer una opción de reducción o aprovechamiento para una determinada materia prima.

La definición que finalmente se consideró en el estudio para “Residuo Sólido” fue: “Un sólido, semisólido o líquido no incorporado al producto o proceso final, o generado por cualquier actividad sin presentar uso benéfico o valor comercial”, la cual corresponde a la que dicta la Directriz Corporativa de Gestión de Residuos de la Empresa Clariant, que tiene relación con lo que propone la Ley Chilena. Es por lo anterior que se descartaron del estudio algunos componentes, debido a que según este documento, no son considerados residuos si se les entrega un valor comercial. Aquellas materias primas fueron: Dimetilaminopropilamina, Epiclorhidrina, Dietilentriamina, Genamin LA 302D y Genamin 12-R302D, debido a que son vendidos a una Empresa para ser reacondicionados. Es por esto que solamente cinco componentes fueron incluidos en el estudio: 8-quinolinol, Naftalina, Anhídrido maleico, Ácido adípico y Monocloroacetato de sodio.

A través de la Directriz Corporativa de Gestión de Residuos de Clariant y la Ley General de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente se logró proponer una jerarquía para poder plantear opciones de reducción y aprovechamiento de residuos, siendo esta:

- 1) Evitar que el residuo exista
- 2) Minimizar la masa del residuo

- 3) Encontrar destinos posibles envase y componente
- 4) Encontrar destinos posibles envase y componente por separados

Utilizando esta jerarquía fue posible encontrar diversas propuestas para la reducción y aprovechamiento de RISes que fueron estudiadas técnicamente con la ayuda de profesionales de la Universidad de Chile y de Clariant, entregando el siguiente cuadro resumen de las opciones:

Tabla 12. Resumen de factibilidad técnica para evitar que el residuo exista y minimizar la masa final de éste.

Materia prima	Evitar que exista		Minimizar masa			
	Granel	Otro formato	Lavar	Soplar	Microorg. (Aguamarina)	Envases de mayor tamaño
8-quinolinol	?	X	✓	✓	?	✓
Naftalina	?	✓	X	✓	?	X
Anhídrido maleico	?	X	X	✓	?	✓
Ácido adípico	?	X	✓	✓	?	✓
Monocloroacetato de sodio	?	X	X	X	?	X

Tabla 13. Resumen de factibilidad técnica para destinos juntos y separados.

Materia prima	Destino juntos		Destino separados
	Reciclaje	Valorización (COACTIVA)	Reciclaje (envase limpio)
8-quinolinol	✓	?	✓
Naftalina	X	?	✓
Anhídrido maleico	✓	?	✓
Ácido adípico	✓	?	✓
Monocloroacetato de sodio	?	?	X

Los tickets representan una propuesta técnicamente factible, considerando las cotizaciones y contactos realizados. Por otro lado, las cruces descartan la factibilidad técnica de las propuestas debido a las mismas razones, pero no quiere decir que a un futuro no se pueda implementar alguna de éstas, ya que por ejemplo, si se consiguen proveedores que vendan la materia prima en otro formato, se podría realizar esta opción. Y en último lugar, los signos de interrogación corresponden a que no hay certeza de si la opción será técnicamente factible, por lo que es necesario insistir en información por parte de algunas Empresas o pagar cotizaciones como en el caso de Aguamarina.

Una vez obtenida la factibilidad técnica de las propuestas, se logró encontrar el beneficio económico asociado a éstas y luego se realizaron combinaciones de propuestas para así aumentar el beneficio económico y disminuir el impacto al medio ambiente.

A partir del estudio de factibilidad técnica y económica de las opciones, se puede concluir que para el 8-quinolinol, la alternativa de pedir esta materia prima a granel a los proveedores es la más atractiva económicamente, entregando un beneficio de 25 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa. Por otro lado, cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima. Esta alternativa es la más adecuada en términos medioambientales, ya que cumple con la primera restricción de la jerarquía, la cual es evitar que el residuo exista. Esta alternativa se podría implementar si se está dispuesto a pagar la inversión inicial de los silos, la cual es alta, pero entregará beneficios económicos y medioambientales importantes para la Compañía.

Para la Naftalina, la alternativa que ésta sea líquida y distribuida en contenedores de 1.000 [L] entrega un beneficio económico de 29 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa, además, al estar vendiendo los contenedores para así ser reutilizados, se cumple con una de las restricciones de la jerarquía. En el caso que Clariant prefiera una opción más consciente con el medio ambiente, entonces pedir a granel la materia prima será la alternativa indicada, ya que se estaría evitando generar el residuo. Cabe destacar que esta última opción está entregando un beneficio económico un tanto menor para la Empresa, un total de 13,7 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa. Por otro lado, ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

Para el caso del Anhídrido maleico, la alternativa más atractiva es la combinación de: solicitar envases de mayor tamaño, luego de utilizar la materia prima, soplar los recipientes y finalmente reciclar con Empresa Inproplas Ltda., entregando un beneficio económico de 43 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa. El reciclar el residuo está dentro de la jerarquía, pero medioambientalmente hablando, el mejor caso sería que no se genere el residuo y por lo tanto venga a granel la materia prima, lo que no generará un beneficio económico tan grande en comparación a la alternativa combinada que se mencionó, lo que equivaldría a un total de 11 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa. Cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

Para el Ácido adípico se recomienda la alternativa combinada de: solicitar envases de mayor tamaño, luego de utilizar la materia prima, soplar los recipientes y finalmente reciclar con Empresa Inproplas Ltda. Al igual que en el caso anterior, esta propuesta es ambientalmente correcta, ya que está cumpliendo una de las restricciones que sugiere la jerarquía antes mencionada y genera un beneficio económico alto, de un total de 18 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa, pero la opción de que la materia prima sea distribuida en camiones y almacenada en estanques, es más correcta ambientalmente hablando, ya que se está evitando que el residuo exista, pero el beneficio económico no es tan alto como en el caso de la combinación, se habla de un total de 1 millón [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa. Cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

Por último, el Monocloroacetato de sodio presenta una sola opción, que sea distribuido a granel y luego almacenado en estanques, lo que ambientalmente está correcto porque cumple con evitar que el residuo exista y además, genera un beneficio económico para la Empresa, un total de 8,5 millones [CLP] en los 10 años de operación de esta alternativa. Cabe destacar que ésta es técnicamente factible en el caso de que se encuentre un proveedor que venda el componente a granel y que por lo menos sea un 1% más barato que lo que actualmente se paga por esta materia prima.

La alternativa de aprovechamiento más atractiva para Clariant debería ser cualquiera de las mencionadas en los párrafos anteriores, ya que maximizan los ámbitos técnico y económico y

minimizan el impacto al medio ambiente, ya que se obedecen la jerarquía explicada en los capítulos anteriores, controlando el proceso de ellas para que exista una alta seguridad para los operadores y el medio ambiente. Se puede realizar la alternativa que genere mayores ingresos para la Empresa y aun así se está logrando el objetivo de reducción y/o aprovechamiento de los residuos sólidos generados por la Planta de OMS.

Se puede concluir que las propuestas analizadas entregan un beneficio económico a partir de cierto año de aplicación de ésta, pero lo más importante no es el monto de este beneficio, sino que la reducción y aprovechamiento que cada propuesta tiene como impacto en la Empresa. Es por esto que es preferible aquellas que están al comienzo de la jerarquía, evitar que el residuo exista por ejemplo, para esta opción se tiene que la materia prima sea comprada a granel. Por otro lado, también es preferible que los residuos en lugar de ir a Rellenos de Seguridad o Sanitarios, sean valorizados por Empresas externas o reciclados, para así aumentar el ciclo de vida del envase. Dicho lo anterior, se puede decir que no solamente la opción correcta es la que va de la mano con un beneficio económico mayor.

Para finalizar, la metodología de trabajo fue la adecuada para poder llevar a cabo el proyecto, la cual se puede implementar para todos los residuos generados que se deseen minimizar en la Planta, incluso en otras Empresas. La estrategia utilizada para la creación de alternativas fue estructurada basándose en la jerarquía considerando la Ley General de Residuos, del Ministerio del Medio Ambiente y la Directriz Corporativa de Clariant, por lo tanto es aplicable a otras Plantas de la Compañía. La creación de alternativas estructurada de ese modo, provee un abanico de objetivos que permiten llegar a alternativas diferentes entre sí, que representan, además, una variedad de tipos de manejo de residuos. Para poder aplicar esta metodología a otras Empresas, será necesario revisar su Directriz de Gestión de Residuos y volver a proponer una jerarquía, ya que todas las Compañías tienen distintas reglas y restricciones en el ámbito medioambiental. Pese a esto, para poder reducir los RISes de otra Compañía o aprovecharlos, se pueden tomar ideas similares encontradas en este proyecto, realizando el mismo método explicado en capítulos anteriores.

6. Bibliografía

- [1] Clariant. Corporate Brochure. 2012. Muttenz, Suiza.
- [2] Clariant en América Latina. Compromiso con el Presente y el Futuro. [En línea] <<http://www.latam.clariant.com/reg/latam/internet.nsf/vwWebPagesByID/971498BA114CA99EC125769A0063402F?OpenDocument>> [Consulta: 06 de agosto de 2015].
- [3] Clariant en América Latina. Sobre Clariant. Nuestros Negocios. [En línea] <<http://www.latam.clariant.com/reg/latam/internet.nsf/vwWebPagesByID/94B4B49186283AF5C125769A0062EDA1?OpenDocument>> [Consulta: 06 de agosto de 2015].
- [4] Clariant en América Latina. Sobre Clariant. Chile. [En línea] <<http://www.latam.clariant.com/C12576710018B748/vwWebPagesByID/AE1D5AC9A9860E80C12576AC00528AE7>> [Consulta: 06 de agosto de 2015].
- [5] Clariant International LTD. Corporate Sustainability & Regulatory Affairs. 2012. Directriz Corporativa 7. Gestión de Residuos. Rothhausstrase 61, 4132 Muttenz, Switzerland. 9 p.
- [6] CONAMA. Manejo de RISes. Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile. 2010. 64 p.
- [7] Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. División Rectoría y Regulación Sanitaria. Departamento de Salud Ambiental. Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Decreto Supremo N°148. 2003. 76 p.
- [8] Gobierno de Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Ley General de Residuos. 2010. 28 p.
- [9] Chemical Book. Product Detail. 8-Quinolinol. [En línea] <http://www.chemicalbook.com/ProductMSDSDetailCB8435187_EN.htm> [Consulta: 04 de agosto de 2015]
- [10] Clariant. Ficha de Datos de Seguridad Naftalina conforme a NCh 2245. Chile. Versión 1. 2011. 6 p.
- [11] Clariant. Ficha de Datos de Seguridad Anhídrido Maleico conforme a NCh 2245. Chile. Versión 1. 2013. 5 p.
- [12] Rhodia. Hojas de Datos de Seguridad Ácido Adípico. Brasil. Versión 3. 2011. 11 p.
- [13] Clariant. Ficha de Datos de Seguridad Monocloroacetato de Sodio conforme a NCh 2245. Chile. Versión 1. 2014. 7 p.
- [14] Servicio de Impuestos Internos. Valores y Fechas. UF. [En línea] <<http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2015.htm>> [Consulta: 28 de octubre de 2015].
- [15] Molbase. Chemical Compound. 8-quinolinol. Naftalina. Anhídrido maleico. Ácido adípico. Monocloroacetato de sodio. [En línea] <<http://www.molbase.com/>> [Consulta: 30 de septiembre 2015].
- [16] BASF The Chemical Company. BASF Hoja de seguridad Dimetilaminopropilamina según 91/155/CEE. Versión 4. 2006. 9 p.

- [17] Clariant. Safety Data Sheet Epichlorohydrine in Accordance with NCh 2245. Chile. Versión 1. 2013. 6 p.
- [18] Clariant. Ficha de Datos de Seguridad Dietilenotriamina conforme a NCh 2245. Chile. Versión 2. 2013. 8 p.
- [19] Clariant. Ficha de Datos de Seguridad Genamin LA 302D conforme a NCh 2245. Chile. Versión 1. 2013. 8 p.
- [20] Clariant. Ficha de Datos de Seguridad Genamin 12-R302D conforme a NCh. 2245. Chile. Versión 1. 2014. 7 p.
- [21] Chile Remates. Contenedores. Estanques de Acero Inoxidable Usados. Estanque Acero Inox. 800 Lt. Aprox. [En línea] <<http://www.chileremates.cl/contenedores/estanques-acero-inoxidable-usados/estanque-acero-inox-800-lt-aprox--usado--9.htm>> [Consulta: 8 de diciembre de 2015].
- [22] Manual of Economic Analysis of Chemical Processes. *Institut Francais du Pétrole*. Alain Chauvel, Pierre Leprince, Yves Barthel. McGraw-Hill Book Company. 1976. 478 p.
- [23] Clariant. Informe de Práctica Profesional III. Cuantificación de RISes en la Producción de la Planta OMS, de Clariant. Stefan Berner. Chile. 2015. 26 p.
- [24] Aguas Andinas S.A. Tarifas agosto 2015. [En línea] <http://www.siss.gob.cl/577/articles-4625_Aguas_Adinas_Rinconada_de_Maipu_Ago2015.pdf> [Consulta: 8 de diciembre de 2015].
- [25] Mercado Libre Chile. Estanque Contenedor 1.000 litros (IBC). [En línea] <http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-431896399-vins-estanques-ibc-1000-lt-limpios-en-su-interior-_JM> [Consulta: 10 de diciembre de 2015].
- [26] SOIN. Aseo Industrial. Hidrolavadoras. [En línea] <<http://www.soin.cl/aseo-industrial/hidrolavadoras/hidrolavadoras-karcher/hidrolavadora-agua-fria-marca-karcher-hd-585-plus-brasil>> [Consulta: 28 de octubre de 2015].
- [27] SAM. Maquinaria y Equipamiento Industrial. Compresores de Aire. [En línea] <<http://www.samo.cl/?L=Catalogo&Id=107>> [Consulta: 28 de octubre de 2015].
- [28] Ortosanitas. Ayudas vida diaria. Pinza de largo alcance. España. [En línea] <<http://www.ortosanitas.es/pinza-de-alcance-aktiv-etac.html>> [Consulta: 28 de octubre de 2015].
- [29] Mercado Libre Chile. Pinza Distancia o Brazo Extensible. [En línea] <http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-432138277-pinza-distancia-o-brazo-extensible-marca-drive-usa-_JM> [Consulta: 28 de octubre de 2015].

7. Anexos

Anexo A: Artículos del Decreto Supremo N°148 [7]

En este Anexo se encuentran algunos artículos del D.S. 148 que fueron considerados importantes y se tomaron en cuenta al momento de realizar las propuestas y para su análisis técnico. Estos Artículos describen el manejo de los residuos peligrosos, la normativa a seguir para el reuso y reciclaje de éstos y las operaciones de eliminación que pueden someterse este tipo de residuos.

Artículo 7

En cualquier etapa del manejo de residuos peligrosos, queda expresamente prohibida la mezcla de éstos con residuos que no tengan ese carácter o con otras sustancias o materiales, cuando dicha mezcla tenga como fin diluir o disminuir su concentración. Si por cualquier circunstancia ello llegare a ocurrir, la mezcla completa deberá manejarse como residuo peligroso, de acuerdo a lo que establece el presente reglamento.

Artículo 26

El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos deberá privilegiar opciones de sustitución en la fuente, minimización y reciclaje cuyo objetivo sea reducir la peligrosidad, cantidad y/o volumen de residuos que van a disposición final y deberá contemplar al menos los siguientes aspectos:

- a) Descripción de las actividades que se desarrollan en el proceso productivo, sus flujos de materiales e identificación de los puntos en que se generan residuos peligrosos.
- b) Identificación de las características de peligrosidad de los residuos generados y estimación de la cantidad anual de cada uno de ellos.
- c) Análisis de alternativas de minimización de la generación de residuos peligrosos y justificación de la medida seleccionada.
- d) Detalle de los procedimientos internos para recoger, transportar, embalar, etiquetar y almacenar los residuos.
- e) Definición del perfil del profesional o técnico responsable de la ejecución del Plan, así como, del personal encargado de operarlo.
- f) Definición de los equipos, rutas y señalizaciones que deberán emplearse para el manejo interno de los residuos peligrosos.
- g) Hojas de Seguridad para el transporte de residuos peligrosos para los diferentes tipos de residuos peligrosos generados en la instalación.
- h) Capacitación que deberán recibir las personas que laboran en las instalaciones, establecimientos o actividades donde se manejan residuos peligrosos.
- i) Plan de contingencias.
- j) Identificación de los procesos de eliminación a los que serán sometidos los residuos peligrosos, explicitando los flujos y procesos de reciclaje y/o reuso.
- k) Sistema de registro de los residuos peligrosos generados por la instalación o actividad y en donde al menos se consigne:
 - a. Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos generados diariamente.
 - b. Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos que ingresen o egresen del sitio de almacenamiento.

- c. Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos reusados y/o reciclados y los procesos correspondientes.
- d. Cantidad en peso y/o volumen e identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos enviados a terceros para su eliminación.

Artículo 52

El reuso de residuos peligrosos como insumo en cualquier actividad deberá ser informado previamente a la Autoridad Sanitaria, sin perjuicio de las facultades fiscalizadoras que esta Autoridad Sanitaria tiene respecto de las actividades que pueden implicar riesgo para la salud pública o el medio ambiente.

El reciclaje de residuos peligrosos será autorizado por la Autoridad Sanitaria cuando ello no implique riesgo para la salud pública o el medio ambiente.

Sin perjuicio de lo dispuesto en el presente reglamento, el Ministerio de Salud emitirá guías técnicas de orientación e información para el manejo de aquellos residuos cuyo reuso y/o reciclaje sea una práctica común o que se revelen como prioritarios desde el punto de vista sanitario.

Artículo 86

Las operaciones de eliminación a las que pueden someterse los residuos peligrosos serán solamente las que señalan a continuación:

- A) Operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclaje, la regeneración, el reuso u otros usos.

A.1	Depósito permanente dentro o sobre la tierra (por ejemplo: en minas subterráneas).
A.2	Tratamiento en el suelo (por ejemplo: biodegradación de desperdicios líquidos o lodos en el suelo, etc.).
A.3	Rellenos de seguridad.
A.4	Tratamiento biológico no especificado en otra operación de este artículo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las opciones indicadas en esta tabla.
A.5	Tratamiento físico químico no especificado en otra operación de este artículo que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en esta tabla (por ejemplo: evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etc.).
A.6	Incineración en tierra.
A.7	Almacenamiento de residuos por períodos prolongados.

B) Operaciones que pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclaje, la regeneración, el reuso u otros usos.

B.1	Utilización como combustible, que no sea la incineración directa, u otros medios de generar energía.
B.2	Recuperación o regeneración de solventes.
B.3	Reciclaje o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como solventes.
B.4	Recuperación o regeneración de metales y compuestos metálicos.
B.5	Reciclaje o recuperación de otras materias inorgánicas.
B.6	Regeneración de ácidos o bases.
B.7	Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
B.8	Recuperación de componentes provenientes de catalizadores.
B.9	Recuperación o reutilización de aceites usados.
B.10	Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento ecológico.
B.11	Utilización de residuos peligrosos resultantes de cualquiera de las operaciones numeradas de B.1 a B.10.
B.12	Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera las operaciones numeradas de B.1 a B.11.

Anexo B: Plan de Trabajo y Actividades

A continuación se presenta una planificación tentativa realizada al comienzo de este proyecto. Considera como inicio cuando se comenzó a asistir a la Empresa.

La Carta Gantt presenta las actividades para el desarrollo del trabajo en los seis meses que se visitó Clariant.

	Julio				Agosto				Septiembre			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Conocer procesos y residuos	x	x										
Clasificar los residuos y definir cuáles se investigarán	x	x										
Estudiar hoja técnica/seguridad R1, R2, R3, R4, R5, R6			x	x								
Observar forma de presentación R1, R2, R3, R4, R5, R6					x	x	x	x	x	x	x	x
Investigar destinos posibles R1							x	x				
Realizar combinaciones de destinos R1								x				
Investigar destinos posibles R2									x	x		
Realizar combinaciones de destinos R2										x		
Investigar destinos posibles R3											x	x
Realizar combinaciones de destinos R3												x
Escribir memoria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

	Octubre				Noviembre				Diciembre			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Investigar destinos posibles R4	x	x										
Realizar combinaciones de destinos R4		x										
Investigar destinos posibles R5			x	x								
Realizar combinaciones de destinos R5				x								
Investigar destinos posibles R6					x	x						
Realizar combinaciones de destinos R6						x						
Escribir memoria	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Anexo C: Caracterización de Residuos que se Valorizan

En este Anexo se presenta la caracterización visual de las 5 materias primas que se dejaron fuera del estudio, debido a que el residuo que generan se valoriza, es decir, el envase con trazas del componente son vendidos a una Empresa externa para una posterior reutilización y por lo tanto, deja de ser un residuo según la Directriz Corporativa de Gestión de Residuos de la Empresa.

1) Dimetilaminopropilamina (DMAPA 100%)

a. Apariencia:

- Viene envasado en tambor metálico rojo de 165 [kg].
- Es un líquido incoloro casi amarillo, con una viscosidad dinámica de 1,6 [mPa·s] a 20 [°C] y una densidad de 0,818 [g/cm³] a la misma temperatura [16].
- Nivel de adherencia al recipiente: 1

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, mascarilla que cubre toda la cara y casco.
- Para comenzar, el operador introduce la manguera en boquilla del tambor.
- Luego vierte la materia prima al reactor mediante vacío.
- Finalmente, una vez que ya no existe componente al alcance de la manguera, lo tambalea y luego lo vierte en un balde para sacar lo último que queda.

2) Epiclorhidrina

a. Apariencia:

- Viene envasado en tambor metálico azul de 220 [kg].
- Es un líquido incoloro, con una viscosidad dinámica de 1,086 [mPa·s] a 25 [°C] y una densidad de 1,178 [g/cm³] a 20 [°C] [17].
- Nivel de adherencia al recipiente: 1

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, lentes y casco.
- Para comenzar, el operador introduce la manguera en boquilla del tambor.
- Luego vierte la materia prima al reactor mediante una bomba.
- Finalmente, una vez que ya no existe componente al alcance de la manguera, lo tambalea y mediante la bomba retira lo que queda.

3) Dietilentriamina

a. Apariencia:

- Viene envasado en tambor metálico verde de 195 [kg].
- Es un líquido incoloro casi amarillo, con una viscosidad dinámica de 7 [mPa·s] a 20 [°C] y una densidad de 0,95 [g/cm³] a la misma temperatura [18].
- Nivel de adherencia al recipiente: 1

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, lentes y casco.

- Para comenzar, el operador introduce la manguera en boquilla del tambor.
- Luego vierte la materia prima al reactor mediante vacío.
- Finalmente, una vez que ya no existe componente al alcance de la manguera, lo tambalea y mediante vacío retira lo que queda.

4) Genamin LA 302D

a. Apariencia:

- Viene envasado en tambor metálico gris de 160 [kg].
- Es un líquido incoloro ligeramente amarillento, con una viscosidad dinámica de 3,39 [mPa·s] a 20 [°C] y una densidad de 0,791 [g/cm³] [19].
- Nivel de adherencia al recipiente: 1

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, lentes y casco.
- Para comenzar, el operador introduce la manguera en boquilla del tambor.
- Luego vierte la materia prima al reactor mediante una bomba.
- Finalmente, una vez que ya no existe componente al alcance de la manguera, lo tambalea y mediante la bomba retira lo que queda.

5) Genamin 12-R302D

a. Apariencia:

- Viene envasado en tambor metálico gris de 160 [kg].
- Es un líquido amarillo, con una densidad de 0,77 [g/cm³] a 60 [°C] [20].
- Nivel de adherencia al recipiente: 1

b. Proceso:

- Elementos de protección personal: zapatos de seguridad, guantes de nitrilo largos, lentes y casco.
- Para comenzar, el operador introduce la manguera en boquilla del tambor.
- Luego vierte la materia prima al reactor mediante una bomba.
- Finalmente, una vez que ya no existe componente al alcance de la manguera, lo tambalea y mediante la bomba retira lo que queda.

Anexo D: Dimensionamiento de Silos

Se realizó el dimensionamiento de silos que almacenarán las materias primas incluidas en el estudio, para evitar que los residuos generados por los componentes existan, ya que se propone cambiar su formato de presentación y comprarlos a granel, es decir, que sean recibidas en camiones en Clariant y almacenados en estos silos, capaces de fraccionar la masa deseada para fabricar los productos finales.

Para llevar a cabo este cálculo, fue necesario considerar la masa mensual promedio, en 6 meses de producción debido a que son los datos más recientes de la Compañía, que se utilizó para todos los productos finales en donde es necesaria esta materia prima y también la densidad aparente que fue obtenida de las hojas de seguridad de los componentes. Además, se consideró un 20% de margen de seguridad para estimar el volumen de los silos.

Se utilizó la masa mensual promedio para que así el pedido de las materias primas a granel fuera mensual. Lo anterior puede ser modificado según el tiempo que se estime para pedir los graneles, en ese caso el dimensionamiento de los silos se debe volver a realizar.

Tabla 14. Datos para el dimensionamiento de silo de 8-quinolinol.

Producto	Envases promedio al mes	Masa de componente por envase [kg]	Masa de componente al mes [kg]	Densidad aparente de componente [kg/L]	Volumen estanque [L]	Volumen final (con 20% de seguridad) [L]
Producto 1	25	25	625	1,159	539	647
Producto 2	50	25	1.250	1,159	1.078	1.294
Total						1.940

Ejemplo de cálculo para silo de 8-quinolinol (Producto 1):

$$\text{Masa componente mensual} = \text{Envases promedio al mes} \cdot \text{Masa de componente por envase}$$

$$\text{Masa componente mensual} = 25 \cdot 25 \text{ [kg]} = 625 \text{ [kg]}$$

$$\text{Volumen estanque} = \frac{\text{Masa de componente mensual}}{\text{Densidad aparente}} = \frac{625 \text{ [kg]}}{1,1594 \text{ [kg/L]}} = 539 \text{ [L]}$$

$$\text{Volumen final estanque (con 20\% de seguridad)} = \text{Volumen estanque} \cdot 1,20$$

$$\text{Volumen final estanque (con 20\% de seguridad)} = 539 \text{ [L]} \cdot 1,20 = 647 \text{ [L]}$$

Se utilizó este mismo método para dimensionar el silo asociado al Producto 2 y luego se sumaron los volúmenes finales, dando origen al volumen final del silo que almacenará la materia prima.

Realizando estos cálculos para las otras materias primas y utilizando los datos de cada una, se obtuvieron los resultados que muestran las siguientes tablas.

Tabla 15. Datos para el dimensionamiento de silo de Naftalina.

Producto	Envases promedio al mes	Masa de componente por envase [kg]	Masa de componente al mes [kg]	Densidad aparente de componente [kg/L]	Volumen estanque [L]	Volumen final (con 20% de seguridad) [L]
Producto 1	375	20	7.500	1,145	6.550	7.860

Tabla 16. Datos para el dimensionamiento de silo de Anhídrido maleico.

Producto	Envases promedio al mes	Masa de componente por envase [kg]	Masa de componente al mes [kg]	Densidad aparente de componente [kg/L]	Volumen estanque [L]	Volumen final (con 20% de seguridad) [L]
Producto 1	426	25	10.650	1,320	8.068	9.682
Producto 2	25	25	625	1,320	474	568
Total						10.250

Tabla 17. Datos para el dimensionamiento de silo de Ácido adípico.

Producto	Envases promedio al mes	Masa de componente por envase [kg]	Masa de componente al mes [kg]	Densidad aparente de componente [kg/L]	Volumen estanque [L]	Volumen final (con 20% de seguridad) [L]
Producto 1	386	25	9.650	1,360	7.096	8.515
Producto 2	26	25	650	1,360	478	574
Total						9.088

Tabla 18. Datos para el dimensionamiento de silo de Monocloroacetato de sodio.

Producto	Envases promedio al mes	Masa de componente por envase [kg]	Masa de componente al mes [kg]	Densidad aparente de componente [kg/L]	Volumen estanque [L]	Volumen final (con 20% de seguridad) [L]
Producto 1	14	1.000	14.000	1,400	10.007	12.009

Anexo E: Resultados Experimento de Hidrolavar

Para este experimento se lavaron las 3 bolsas que vienen dentro del cuñete que almacena 8-quinolinol, cabe destacar que solamente una bolsa está en contacto directo con el componente, las otras están allí por precaución, pero de todas maneras se consideraron en esta prueba por si alguna hubiese estado rota o con trazas del componente no peligroso.

El experimento se llevó a cabo utilizando una manguera conectada al agua potable, la cual lanzaba agua a una presión baja, no así las hidrolavadoras, las cuales tienen capacidad de expulsar el fluido a una presión mayor.

Las bolsas con componente antes del experimento pesaron un total de 191,9 [g]. Al realizar el lavado y esperar cuatro días para que se secan por completo, se masaron de nuevo, obteniendo un peso total de 177,1 [g].

Realizando la resta entre estas dos masas, se obtiene que un total de 14,8 [g] pertenece al componente que se recupera en cada bolsa.

$$\text{Masa componente} = \text{Masa bolsa con componente} - \text{masa bolsa sin componente}$$

$$\text{Masa componente} = (191,9 - 1,771)[g] = 14,8[g]$$

Con los datos de producción del período entre Enero y Julio de 2015 se logró obtener un promedio en el número de bolsas utilizadas por mes en las fabricaciones de productos que llevan 8-quinolinol como materia prima. La Tabla 19 presenta el número de lotes del producto, la masa total y el número de bolsas de la materia prima que se utilizó. Para un lote de masa de 9.800 [kg] de Producto 1, se utilizan 16 bolsas en contacto con la materia prima. Por otro lado, para un lote de 5.925 [kg] de Producto 2, se utilizan 5 bolsas de 8-quinolinol. Se realizó una regla de tres para poder calcular el número de bolsas que se utilizan en un lote de distinto tamaño.

Tabla 19. Datos de bolsas de 8-quinolinol entre Enero y Julio.

8-quinolinol						
Mes	Producto 1			Producto 2		
	Número de lotes Producto 1	Masa del lote [kg]	Bolsas de 8-quinolinol	Número de lotes Producto 2	Masa del lote [kg]	Bolsas de 8-quinolinol
Enero	2	9.800	32	4	9.950	34
Febrero	2	9.800	32	6	9.950	50
Marzo	2	9.800	32	8	9.950	67
Abril	2	9.800	32	5	9.950	42
Mayo	2	9.800	32	6	9.950	50
Junio	0	0	0	1	9.950	8,4
	0	0	0	9	5.925	45
Julio	1	9.800	16	10	5.925	50
Promedio	1,6	-	-	7	-	-
Total bolsas			176	Total bolsas		347

Sumando el total de bolsas para ambos productos, se tiene un total de 523 en 7 meses, lo que entrega un promedio de 75 bolsas de 8-quinolinol mensual.

Utilizando los datos anteriores y realizando un producto entre lo que se puede recuperar del componente con el lavado en cada bolsa, y el promedio mensual de bolsas, se obtiene que el ahorro que se tiene de la materia prima es la siguiente:

$$\text{Masa recuperada} = 75 \left[\frac{\text{bolsas}}{\text{mes}} \right] \cdot 14,8 \left[\frac{\text{g}}{\text{bolsa}} \right] = 1.110 \left[\frac{\text{g}}{\text{mes}} \right]$$

Para el cálculo de la recuperación de masa del componente para las otras materias primas, se supuso que el total de la masa que se recupera al realizar un lavado de envase, está directamente relacionada con el área de éstos. Por lo anterior fue necesario medir las dimensiones de los envases de las materias primas, entregando los resultados en la Tabla 20. Una vez teniendo las áreas de los envases, se logró calcular la masa recuperada de componente al realizar la acción de lavar. Para lo que se tomó como base el 8-quinolinol, por lo que para su área de envase, 14,8 [g] son recuperados y luego se extendió a las otras materias primas.

Tabla 20. Resultados de medición de dimensiones de envases.

Componente	Largo [cm]	Ancho [cm]	Alto [cm]	Área [cm ²]
8-quinolinol	86	70	10	16.960
Naftalina	58	39	14	9.116
Anhídrido maleico	82	50	10	12.240
Ácido adípico	70	39	12	9.588
Monocloroacetato de sodio	71	71	71	60.000

Para el cálculo del área en contacto con el componente, se realizó según el esquema de la Figura 9.

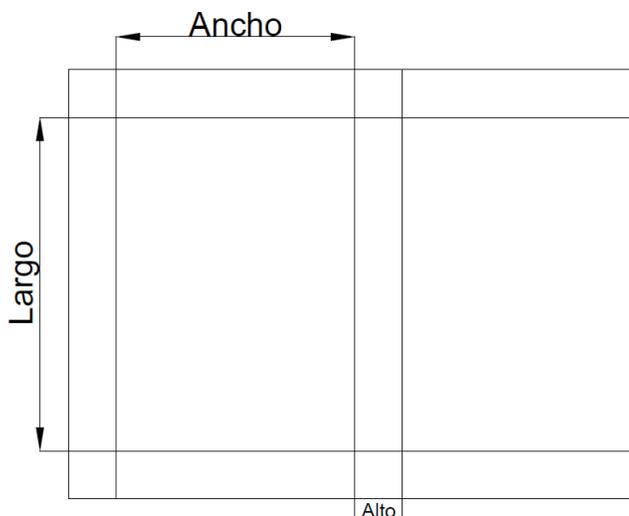


Figura 9. Esquema para el cálculo de área en contacto con el componente.

Lo que llevó a la siguiente ecuación genérica para el cálculo:

$$\text{Área en contacto con componente} = [2(\text{Alto} + \text{Ancho})] \cdot [\text{Largo} + 2 \cdot \text{Alto}]$$

A continuación se presentan los datos del total de envases de cada materia prima, utilizando la producción del período entre Enero a Julio de 2015, calculando el promedio de envases al mes de cada materia prima.

Tabla 21. Datos de sacos de Naftalina entre Enero y Julio.

Naftalina			
Mes	Número de lotes Producto	Masa del lote [kg]	Sacos de Naftalina
Enero	4	21.600	500
Febrero	2	21.600	250
Marzo	2	21.600	250
Abril	6	21.600	750
Mayo	3	21.600	375
Junio	3	21.600	375
Julio	1	21.600	125
Promedio	3	-	-
Total sacos			2.625

Se tiene un total de 2.625 sacos de Naftalina en los 7 meses, lo que entrega un promedio de 375 sacos al mes de esta materia prima.

Tabla 22. Datos de sacos de Anhídrido maleico entre Enero y Julio.

Anhídrido maleico						
Mes	Producto 1			Producto 2		
	Número de lotes Producto 1	Masa del lote [kg]	Sacos de Anhídrido maleico	Número de lotes Producto 2	Masa del lote [kg]	Sacos de Anhídrido maleico
Enero	11	10.000	506	0	0	0
Febrero	10	10.000	460	1	9.600	44
Marzo	12	10.000	552	0	0	0
Abril	10	10.000	460	1	9.600	44
	1	9.000	41	0	0	0
Mayo	12	10.000	552	0	0	0
Junio	8	10.000	368	1	9.600	44
	1	9.130	42	0	0	0
Julio	0	0	0	1	9.600	44
Promedio	9,3	-	-	0,6	-	-
Total sacos			2.981	Total sacos		176

Sumando el total de sacos para ambos productos, se tiene un total de 3.157 en 7 meses, lo que entrega un promedio de 451 sacos de Anhídrido maleico al mes.

Tabla 23. Datos de sacos de Ácido adípico entre Enero y Julio.

Ácido adípico						
Mes	Producto 1			Producto 2		
	Número de lotes Producto 1	Masa del lote [kg]	Sacos de Ácido adípico	Número de lotes Producto 2	Masa del lote [kg]	Sacos de Ácido adípico
Enero	4	4.920	240	0	0	0
Febrero	9	4.920	540	1	4.920	60
Marzo	10	4.920	600	0	0	0
Abril	2	4.920	120	1	4.920	60
Mayo	9	4.920	540	0	0	0
Junio	7	4.920	420	1	4.920	60
Julio	4	4.920	240	0	0	0
Promedio	6,4	-	-	0,5	-	-
Total sacos			2.700	Total sacos		180

Sumando el total de sacos para ambos productos, se tiene un total de 2.880 en 7 meses, lo que entrega un promedio de 412 sacos de Ácido adípico al mes.

Tabla 24. Datos de maxi-sacos de Monocloroacetato de sodio entre Enero y Julio.

Monocloroacetato de sodio			
Mes	Número de lotes Producto 1	Masa del lote [kg]	Maxi-sacos de Monocloroacetato de sodio
Enero	10	15.000	15,0
Febrero	11	15.000	16,5
Marzo	7	15.000	10,5
Abril	6	15.000	9,00
	1	10.000	1,00
	8	7.500	6,00
Mayo	6	10.000	6,00
	8	7.500	6,00
Junio	9	10.000	9,00
	8	7.500	6,00
Julio	13	10.000	13,0
	4	7.500	3,00
Promedio	13	-	-
Total maxi-sacos			101

Se tiene un total de 101 maxi-sacos de Monocloro en los 7 meses, lo que entrega un promedio de 15 maxi-sacos al mes de esta materia prima.

Con los resultados de las áreas de los envases en contacto con los componentes, resumidos en la Tabla 20 y los promedios mensuales de sacos al mes que se utiliza la materia prima, se construyó la Tabla 25.

Tabla 25. Resultados de masa recuperada por cada materia prima.

Componente	Área [cm ²]	Promedio de envase al mes	Masa recuperada [g/envase]	Masa recuperada al mes [g/mes]
8-quinolinol	16.960	75	14,80	1.110
Naftalina	9.116	375	7,96	2.985
Anhídrido maleico	12.240	451	10,68	4.817
Ácido adípico	9.588	412	8,37	3.448
Monocloroacetato de sodio	60.000	15	52,36	785

Como se mencionó anteriormente, se logró encontrar la masa recuperada en cada envase, utilizando el área del 8-quinolinol y la masa recuperada como base. De esta manera, suponiendo que existe una relación directa entre el área en contacto con el componente y la masa final recuperada al realizar el método de lavar.

Ejemplo de cálculo para masa recuperada de Naftalina:

$$Masa\ recuperada\ Naftalina = \frac{Masa\ recuperada\ 8 - quinolinol \cdot \text{Área de } 8 - quinolinol}{\text{Área de Naftalina}}$$

$$Masa\ recuperada\ Naftalina = \frac{14,8 \left[\frac{g}{envase} \right] \cdot 16.960 [cm^2]}{9.116 [cm^2]} = 7,96 \left[\frac{g}{envase} \right]$$

Luego para encontrar el total de masa recuperada al mes, fue necesario sacar un producto entre la masa recuperada de Naftalina y el promedio de envases al mes.

Masa recuperada al mes = Masa recuperada Naftalina · Promedio de envases al mes

$$Masa recuperada al mes = 7,96 \left[\frac{g}{envase} \right] \cdot 375 \left[\frac{envases}{mes} \right] = 2985 \left[\frac{g}{mes} \right]$$

Se realizó este cálculo para cada una de las materias primas, obteniendo los resultados mostrados por la Tabla 25.

Es importante destacar que estos datos fueron utilizados también para la propuesta de soplar, ya que se estima que será, en orden de magnitud, muy similar al experimento de lavar los envases.

Anexo F: Cotización Empresa Aguamarina

Razón Social: Cultivos Hidrobiológicos y Biotecnología Aguamarina S.A.
RUT: 96.596.370-7
Giro: Servicio de Consultoría, Investigación y Desarrollo de la Biotecnología
Dirección: Las Colonias 580, Antofagasta - Chile
Teléfono: +56 55 2892 851



COTIZACIÓN AGM044-15 Bioremediación de residuos industriales

Fecha: 28 de Octubre 2015
Empresa: Clariant
Contacto: Ignacio Zapata
Dirección:
e-mail: ignacio.zapata@clariant.com
Fono:

ITEM	CANT	DETALLE	UNIT. UF	TOTAL UF
1	1	Benchmark para Tratamiento de residuos sólidos en contenedores (bolsas) de papel y plástico.	200,0	200,0
		Contenidos: 1. Estado del arte de tratamientos biológicos para los residuos en estudio (5). 2. Estado del arte de normativas internacionales para la eliminación de estos residuos. 3. Factibilidad técnica de tratamiento para la escala requerida. 4. Recomendación de proceso y tratamiento.		-
				-
Duración 30 a 45 días.			NETO	200,0
			IVA	38,0
			TOTAL	238,0

Enviar OC a:

Nombre Encargado Aguamarina: Johana Obreque
email Encargado Aguamarina jobreque@aguamarina.cl

CONDICIONES GENERALES:

Condiciones de Pago:
50% Contra OC
50% Contra Informe Final

Valores en UF, afectos a IVA.
Validez de la cotización: 30 días desde la fecha de emisión.

Anexo G: Cálculo de costos de operación e inversión para propuestas

Para cada propuesta de las materias primas se compararon los costos de operación y de capital de la opción, con la situación actual. Una vez realizado este análisis, se combinaron alternativas que fueran compatibles y se realizó una comparación entre las opciones restantes. Entregando finalmente, la opción económicamente más atractiva.

1) Materia prima a granel:

a. Escenario propuesta:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son las horas hombre para el trabajo de descarga del granel y carga de la materia prima al reactor.

- Las horas de descarga al estanque se calcularon con respecto al tiempo que se demora el operador en realizar la descarga de graneles en el estanque de almacenamiento. Se tiene como base que para 28 [ton] de un Componente A, el operador se demora 3 [h]. De la Tabla 25 de Anexo E, se tiene que se utilizan 75 envases promedio al mes de 8-quinolinol, de 25 [kg] cada uno, lo que entrega un flujo total de 1.875 [kg/mes] de este componente.

Realizando una regla de tres, asumiendo que las densidades del Componente A y del 8-quinolinol son similares, se tiene que el tiempo total de descarga al estanque es:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo descarga}_{\text{Estanque } 8Q} &= \frac{\text{Tiempo descarga}_{\text{Estanque } A} \cdot \text{Masa mes}_{8Q}}{\text{Masa}_A} \\ \text{Tiempo descarga}_{\text{Estanque } 8Q} &= \frac{3 [h] \cdot 1.875 \left[\frac{kg}{mes} \right]}{28.000 [kg]} = 0,2 \left[\frac{h}{mes} \right] \end{aligned}$$

Además, se le sumó 0,3 [h/mes] de holgura al tiempo de descarga, resultando un total de 0,5 [h/mes].

Sumado al tiempo de descarga al silo, se consideró el tiempo de carga automática desde el estanque al reactor y también el tiempo de supervisión por parte del operador, hasta que el reactor fuese llenado con la masa indicada. Para esto se tomó como supuesto que se demora 1 [min] por cada batch el iniciar el contador automático y 10 [min] por lote el tiempo de supervisión, mientras se llena el reactor con la masa necesaria.

La Tabla 19 presenta que el promedio de lotes al mes donde se utiliza 8-quinolinol es de 8,6.

Por lo anterior, se tiene que el tiempo de carga al reactor es de:

$$\text{Tiempo carga}_{\text{Reactor}} = \frac{1 \left[\frac{min}{batch} \right] \cdot 8,6 \left[\frac{batch}{mes} \right]}{60 \left[\frac{min}{h} \right]} = 0,14 \left[\frac{h}{mes} \right]$$

Por otro lado, se tiene que el número de horas de supervisión de carga al reactor es de:

$$\text{Tiempo supervisión carga}_{\text{Reactor}} = \frac{10 \left[\frac{\text{min}}{\text{batch}} \right] \cdot 8,6 \left[\frac{\text{batch}}{\text{mes}} \right]}{60 \left[\frac{\text{min}}{\text{h}} \right]} = 1,4 \left[\frac{\text{h}}{\text{mes}} \right]$$

Se realizó este mismo cálculo para las otras materias primas, con los datos de promedio de envases mensual de la Tabla 25 de Anexo E y los promedios de los lotes al mes donde se utiliza cada materia prima de la Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 24 de Anexo E, construyendo la Tabla 26.

Tabla 26. Tiempo de descarga al estanque y carga al reactor para cada materia prima.

Componente	Promedio de envase al mes	Masa componente por envase [kg]	Número de lotes al mes	Masa componente al mes [kg/mes]	Tiempo descarga estanque [h/mes]	Tiempo carga reactor [h/mes]	Tiempo supervisión carga reactor [h/mes]
8-quinolinol	75	25	8,6	1.875	0,5	0,14	1,4
Naftalina	375	20	3	7.500	1,1	0,05	0,5
Anhídrido maleico	451	25	9,9	11.275	1,5	0,17	1,7
Ácido adípico	412	25	6,9	10.300	1,4	0,12	1,2
Monocloroacetato de sodio	15	1.000	13	15.000	1,8	0,22	2,2

Sumando las horas hombre gastadas para esta actividad, y utilizando un valor de 9.531 [CLP/h] como valor referencial de las horas hombre de Clariant, se construyó la Tabla 27.

Tabla 27. Costos de la actividad de descarga al estanque y carga al reactor para cada materia prima.

Componente	Tiempo descarga estanque [h/mes]	Tiempo carga reactor [h/mes]	Tiempo supervisión carga reactor [h/mes]	Tiempo total para actividad [h]	Costo de actividad [CLP/mes]
8-quinolinol	0,5	0,14	1,4	2,1	19.793
Naftalina	1,1	0,05	0,5	1,7	15.726
Anhídrido maleico	1,5	0,17	1,7	3,3	31.595
Ácido adípico	1,4	0,12	1,2	2,7	25.400
Monocloroacetato de sodio	1,8	0,22	2,2	4,2	39.871

Los costos de inversión ligados a esta propuesta son el costo de los silos, su instalación, instrumentación, sistema de tuberías y cañerías y el sistema eléctrico.

- Para obtener el costo de los silos se contactó la Empresa “Maurer Constructora Agroindustrial Ltda.”, quienes requerían una serie de información para realizar una cotización de los estanques, la cual fue entregada, pero requerían datos más específicos que no pudieron ser facilitados. A pesar que no se pudo llevar a cabo con la cotización de estos silos, quedó realizado el contacto con la Empresa en el caso que se quiera una estimación que se aproxime más a la realidad.

Dado que la cotización con la Empresa no fue posible, se tomó como referencia el precio de un estanque usado de acero inoxidable de 800 [L], que fue un total de 773.500 [CLP] [21].

Para obtener el precio de cada silo, se realizó una regla de tres con los datos obtenidos del estanque usado y el dimensionamiento de los silos en Anexo D, presentando los resultados de la Tabla 28.

$$\text{Costo silo}_{8Q} = \frac{\text{Volumen silo}_{8Q} \cdot \text{Costo silo}_{Ref}}{\text{Volumen silo}_{Ref}} = \frac{2.000 [L] \cdot 773.500 [CLP]}{800 [L]} = 1.933.750 [CLP]$$

Adicionalmente, para el cálculo de la instalación, instrumentación, sistema de tuberías y cañerías y el sistema eléctrico, se utilizó como referencia el libro “Manual of Economic Analysis of Chemical Processes” [22], en donde cada ítem se estima como un porcentaje del equipo principal, como muestra la Figura 10. Estos costos también se pueden apreciar en la Tabla 28.

higher pressure means a lower Lang factor.

TABLE 3.16 Distribution of Fixed Capital Investment*

Type of Material	Proportion, %		Primary Equipment Ratio
	Fixed Capital Range	Average	
Direct costs:			
Primary equipment	20–40	22.8	100
Erection of equipment	7.3–26.0	8.7	38
Instrumentation, installed	2.5–7.0	3.0	13
Piping, installed	3.5–15.0	6.6	29
Electricals, installed	2.5–9.0	4.1	18
Buildings	6.0–20.0	8.0	35
Site preparation	1.5–5.0	2.3	10
General services and utilities	8.1–35.0	12.7	56
Land	1.0–2.0	1.1	5
Indirect costs:			
Engineering and supervision	4.0–21.0	9.1	40
Construction	4.8–22.0	10.2	45
Contractor's fee	1.5–5.0	2.1	9
Contingencies	6.0–18.0	9.3	41
TOTAL FIXED CAPITAL		100.0	439

*This classification does not correspond to that described in Chap. 2.

114

Figura 10. Porcentaje de costos asociados al equipo principal [22].

Dado lo anterior, se calcularon los costos asociados al equipo principal de la siguiente manera:

$$\text{Costo instrumentación}_{8Q} = \text{Costo silo}_{8Q} \cdot 0,13 = 1.933.750 [CLP] \cdot 0,13 = 251.388 [CLP]$$

$$\text{Costo tuberías y cañerías}_{8Q} = \text{Costo silo}_{8Q} \cdot 0,29 = 1.933.750 [CLP] \cdot 0,29 = 560.788 [CLP]$$

$$\text{Costo sistema eléctrico}_{8Q} = \text{Costo silo}_{8Q} \cdot 0,18 = 1.933.750 [CLP] \cdot 0,18 = 348.075 [CLP]$$

Tabla 28. Costos de inversión para cada materia prima.

Componente	Volumen del silo [L]	Costo del silo [CLP]	Costos asociados [CLP]
8-quinolinol	2.000	1.933.750	1.160.250
Naftalina	8.000	7.735.000	4.641.000
Anhídrido maleico	10.300	9.958.813	5.975.288
Ácido adípico	9.100	8.798.563	5.279.138
Monocloroacetato de sodio	12.000	11.602.500	6.961.500

b. Escenario actual:

Los costos de operación (al mes) asociados al escenario actual de esta propuesta son las horas hombre para el trabajo de carga de la materia prima al reactor y el tratamiento que se le debe entregar a los residuos generados por los componentes.

- El tiempo de carga de la materia prima al reactor, es decir, lo que se demora el operador en abrir el envase, sacar las bolsas (si es que tiene) y abrirlas para verter el contenido en el reactor, fue conseguido de las fichas que llenan los jefes de turno para cada proceso.

De las fichas se observó que para 16 cuñetes de 8-quinolinol, el total de horas hombre fue de 30 [min]. Con lo anterior se realizó una regla de tres, que permitió encontrar el tiempo total de carga para un cuñete.

$$Tiempo\ carga\ cuñete\ Actual = \frac{30\ [min] \cdot 1\ [cuñete]}{16\ [cuñete]} = \frac{2\ [min]}{60\ \left[\frac{min}{h}\right]} = 0,033\ [h]$$

$$Tiempo\ carga\ mes\ Actual = 0,033\ \left[\frac{h}{cuñete}\right] \cdot 75\ \left[\frac{cuñete}{mes}\right] = 2,5\ \left[\frac{h}{mes}\right]$$

Se realizó este mismo cálculo para las otras materias primas, utilizando la Tabla 29, con datos obtenidos de las fichas de los jefes de turno, se logró construir la Tabla 30.

Tabla 29. Tiempo de carga por envase de cada materia prima.

Componente	Número de envases	Tiempo carga lote [min]	Tiempo carga por envase [min]	Tiempo carga por envase [h]
8-quinolinol	16	30	2	0,033
Naftalina	125	75	1,6	0,027
Anhídrido maleico	46	48	1,1	0,018
Ácido adípico	60	37	0,6	0,010
Monocloroacetato de sodio	1,5	50	33,3	0,555

En este caso, también se utilizó un valor de 9.531 [CLP/h] como valor referencial de las horas hombre de Clariant, para obtener el costo mensual de operación actual de carga de materias primas.

Tabla 30. Costos de carga al reactor de materias primas.

Componente	Promedio de envase al mes	Tiempo carga por envase [h]	Tiempo carga al mes [h/mes]	Costo de actividad [CLP/mes]
8-quinolinol	75	0,033	2,5	23.828
Naftalina	375	0,027	10	95.310
Anhídrido maleico	451	0,018	7,9	75.223
Ácido adípico	412	0,010	4,1	39.268
Monocloroacetato de sodio	15	0,555	7,8	74.056

- Para el tratamiento asociado a los residuos que generan las materias primas, se calculó según la peligrosidad de cada componente. Si éste es no peligroso, como el 8-quinolinol y el ácido adípico, entonces son dispuestos en el Relleno Sanitario de Santiago. Por otro lado, si

el componente es peligroso, como la naftalina, anhídrido maleico y monoclora, éste es llevado a un Relleno de Seguridad, en este caso, Bravo Energy.

La Tabla 31 presenta los costos asociados por tonelada a la disposición y transporte al Relleno Sanitario y la Tabla 32, los asociados por tonelada a la disposición y transporte al Relleno de Seguridad (Bravo Energy).

Además, ambas tablas dan a conocer el total de toneladas al mes de residuos generados por cada materia prima, obtenidos de un estudio realizado por un alumno de la Universidad de Chile para su Práctica Profesional III, llamado Stefan Berner [23].

Tabla 31. Costos del Relleno Sanitario de Santiago, por tonelada.

Componente	Promedio mensual masa envases vacíos [ton]	Costo por disponer [CLP/ton]	Costo por viaje [CLP/ton]	Costo por contenedor [CLP/ton]	Costo total tratamiento [CLP/mes]
8-quinolinol	0,014	13.927	1.232.017	1.111.160	33.806
Ácido adípico	0,066	13.927	53.544	48.291	7.640

Tabla 32. Costos del Relleno de Seguridad (Bravo Energy), por tonelada.

Componente	Promedio mensual masa envases vacíos [ton]	Costo por disponer [CLP/ton]	Costo por retiro [CLP/ton]	Costo total tratamiento [CLP/mes]
Naftalina	0,105	152.964	242.800	41.555
Anhídrido maleico	0,077	152.964	331.091	37.272
Monocloroacetato de sodio	0,068	152.964	562.368	48.643

2) Otro formato:

a. Escenario Naftalina líquida en contenedores:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son el precio del nuevo formato (entregado por el proveedor) y el tratamiento de los residuos generados. Sumado a esto, existe un beneficio económico que fue considerado, el vender los envases en donde llega la materia prima.

Tabla 33. Costos asociados a Naftalina en contenedores.

Componente	Costo nuevo formato [CLP/mes]	Costo tratamiento [CLP/mes]	Beneficio venta contenedores [CLP/mes]
Naftalina	7.892.100	11.833	490.000

- Para el tratamiento se consideró como tal, lavar los contenedores y almacenarlos, para luego venderlos. Dado lo anterior, el cálculo del tratamiento se obtuvo considerando el agua utilizada para lavar los contenedores y también las horas hombre asociadas a esta actividad.

El agua utilizada para lavar un contenedor es de 0,88 [m³], dato entregado por los encargados de lavado en Clariant.

Los contenedores tienen un volumen total de 1 [L], con la densidad de la Naftalina se obtiene que la masa por contenedor es de 1.145 [kg]. Y para un total de 7.500 [kg/mes] de Naftalina, serán necesarios 7 contenedores al mes.

$$\text{Agua tratamiento} = \text{Agua lavado}_{\text{Contenedor}} \cdot \text{Número de contenedores}$$

$$\text{Agua tratamiento} = 0,88 \left[\frac{m^3}{\text{contenedor}} \right] \cdot 7 \left[\frac{\text{contenedor}}{\text{mes}} \right] = 6,2 \left[\frac{m^3}{\text{mes}} \right]$$

Tomando como referencia que el agua cuesta un total de 250 [CLP/m³] [24]:

$$\text{Costo agua tratamiento} = 6,2 \left[\frac{m^3}{\text{mes}} \right] \cdot 250 \left[\frac{\text{CLP}}{m^3} \right] = 1.550 \left[\frac{\text{CLP}}{\text{mes}} \right]$$

- Por otro lado, para el cálculo de las horas hombre se consideró que por cada contenedor, el operador se demora 10 [min] en lavarlo, dato proporcionado por los encargados de lavado en Clariant. En este caso se tienen 7 contenedores al mes, por lo tanto 1,1 [h] al mes debe ser destinada a esta actividad. Utilizando la referencia de Clariant de 9.531 [CLP/h], se calcula un total de 10.405 [CLP/mes].

Sumando estos costos, se tiene un total de 11.833 [CLP/mes] por el tratamiento.

- Para el cálculo del beneficio, se utilizó como referencia un valor de venta de 70.000 [CLP/contenedor] [25].
Dado que son 7 contenedores al mes, se tiene un total de 490.000 [CLP/mes] aproximado de beneficio.

b. Escenario actual:

El costo de operación asociado a esta propuesta es solamente el tratamiento actual, que ya fue explicado en la Tabla 32. Entregando un valor de 41.555 [CLP/mes].

c. Escenario Naftalina líquida en ISO tanques:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son el precio del nuevo formato (entregado por el proveedor) y el tratamiento de los residuos generados. Para el caso del precio del nuevo formato, ya que aún no se recibe esta información, se consideró el mismo precio que el formato actual. Por otro lado, el costo de tratamiento de los residuos generados por esta propuesta es 0. Lo anterior se debe a que al venir en ISO tanques, no existen envases que sean considerados como residuos.

Los costos de inversión ligados a esta propuesta son un estanque calefaccionado, su instalación e instrumentación, entre otros. Para el cálculo de este estanque se tomó como referencia un 70% de una propuesta realizada por el Departamento de Ingeniería de Clariant, la cual propone un sistema calefaccionado de mezcla de PIBSA y DIESEL. El documento se titula "propuesta: unidad de control y mezcla de PIBSA/DIESEL". Se consideró un 70%, debido a que en este caso no es necesario un sistema de mezcla para el estanque calefaccionado, sino que su instalación e instrumentación, entre otros.

Dado lo anterior, se tiene un total de inversión de 79.301.741 [CLP].

d. Escenario actual:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son el precio del formato (entregado por el proveedor) y el tratamiento de los residuos generados. El tratamiento fue previamente explicado en la Tabla 32. Entregando un valor de 41.555 [CLP/mes].

3) Hidrolavar envase:

a. Escenario propuesta:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son las horas hombre para el trabajo de hidrolavar los envases y el tratamiento de los residuos generados.

- Las horas destinadas al trabajo de hidrolavar se calcularon suponiendo que, para una bolsa de 8-quinolinol, el operador se demora 1,5 [min] (0,025 [h]) por bolsa en llenarla con agua, verter el contenido en un balde y luego vaciar éste al reactor. Este tiempo fue estimado para cada envase, ya que para envases de mayor tamaño, el tiempo para esta actividad es mayor.

De la Tabla 25 de Anexo E, se tiene que se utilizan 75 envases promedio al mes de 8-quinolinol, lo que entrega un tiempo total de 1,9 [h/mes] para la realización de esta actividad.

Utilizando un valor de 9.531 [CLP/h] como valor referencial de las horas hombre de Clariant, se obtiene un total de 17.799 [CLP/mes] para realizar esta acción.

Se realizó este mismo cálculo para el Ácido adípico, con los datos de promedio de envases mensual de la Tabla 25 de Anexo E.

Tabla 34. Costo mensual de hidrolavar para 8-quinolinol y Ácido adípico.

Componente	Tiempo de lavado [min/envase]	Tiempo de lavado [h/envase]	Número de envases promedio al mes	Tiempo total al mes [h]	Costo mensual de actividad [CLP/mes]
8-quinolinol	1,5	0,025	75	1,9	17.799
Ácido adípico	1,5	0,025	412	10,3	98.169

- Los costos de tratamiento asociados a esta propuesta fueron calculados considerando la Tabla 25 del experimento de hidrolavar en Anexo E. Dada la masa recuperada, se tiene que los envases vacíos ahora pasarán menos. Con ayuda de los datos obtenidos del estudio realizado por Stefan Berner [23], del total de toneladas al mes de residuos generados por cada materia prima, se construyó la Tabla 35. También, se utilizaron los datos de la Tabla 31 para calcular los costos de tratamiento mensual de las toneladas de cada materia prima.

Tabla 35. Costos de tratamiento asociados a propuesta de hidrolavar.

Componente	Masa envase vacío [ton/mes]	Masa recuperada al mes [ton/mes]	Masa total envase vacío [ton]	Costo tratamiento [CLP/mes]
8-quinolinol	0,014	0,0011	0,013	31.190
Ácido adípico	0,066	0,0035	0,063	7.240

El costo de inversión ligado a esta propuesta es el costo de la hidrolavadora, que por referencia se estima en un total de 656.999 [CLP] [26].

b. Escenario actual:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son solamente los costos de tratamiento de los residuos generados, mostrados en la Tabla 31. Entregando los siguientes valores:

Tabla 36. Costos de tratamiento de situación actual para 8-quinolinol y Ácido adípico.

Componente	Costo total tratamiento [CLP/mes]
8-quinolinol	33.806
Ácido adípico	7.640

4) Soplar envase:

a. Escenario propuesta:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son las horas hombre para el trabajo de soplar los envases y el tratamiento de los residuos generados.

- Las horas destinadas al trabajo de soplar se calcularon suponiendo que, para una bolsa de 8-quinolinol, el operador se demora 1 [min] (0,017 [h]) por bolsa en abrirla por completo, engancharla al brazo extensible y soplar con compresor de aire dentro del reactor. Este tiempo fue estimado para cada envase, ya que para envases de mayor tamaño, el tiempo para esta actividad es mayor.

De la Tabla 25 de Anexo E, se tiene que se utilizan 75 envases promedio al mes de 8-quinolinol, lo que entrega un tiempo total de 1,3 [h/mes] para la realización de esta actividad.

Utilizando un valor de 9.531 [CLP/h] como valor referencial de las horas hombre de Clariant, se obtiene un total de 11.866 [CLP/mes] para realizar esta acción.

Se realizó este mismo cálculo para las otras materias primas, con los datos de promedio de envases mensual de la Tabla 25 de Anexo E.

Tabla 37. Costo mensual de soplar para las materias primas.

Componente	Tiempo de soplado [min/envase]	Tiempo de soplado [h/envase]	Número de envases promedio al mes	Tiempo total al mes [h]	Costo mensual de actividad [CLP/mes]
8-quinolinol	1	0,017	75	1,3	11.866
Naftalina	1	0,017	375	6,3	59.568
Anhídrido maleico	1	0,017	451	7,5	71.641
Ácido adípico	1	0,017	412	6,9	65.446

- Los costos de tratamiento asociados a esta propuesta fueron calculados considerando la Tabla 25 del experimento de hidrolavar en Anexo E. Dada la masa recuperada, se tiene que los envases vacíos ahora masarán menos. Con ayuda de los datos obtenidos del estudio realizado por Stefan Berner [23], del total de toneladas al mes de residuos generados por cada materia prima, se construyó la Tabla 38. También, se utilizaron los datos de la Tabla 31 y Tabla 32 para calcular los costos de tratamiento mensual de las toneladas de cada materia prima.

Tabla 38. Costos de tratamiento asociados a propuesta de soplar.

Componente	Masa envase vacío [ton/mes]	Masa recuperada al mes [ton/mes]	Masa total envase vacío [ton]	Costo tratamiento [CLP/mes]
8-quinolinol	0,014	0,0011	0,013	31.190
Naftalina	0,105	0,0030	0,102	40.376
Anhídrido maleico	0,077	0,0048	0,072	34.939
Ácido adípico	0,066	0,0035	0,063	7.241

Los costos de inversión ligados a esta propuesta son el costo del compresor de aire, que por referencia se estima en un total de 142.800 [CLP] [27]. También el brazo extensible, que por referencia se estima un total de 19.785 [CLP] en promedio [28,29].

b. Escenario actual:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son solamente los costos de tratamiento de los residuos generados, mostrados en la Tabla 31 y Tabla 32. Entregando los siguientes valores:

Tabla 39. Costos de tratamiento de situación actual para las materias primas.

Componente	Costo total tratamiento [CLP/mes]
8-quinolinol	33.806
Naftalina	41.555
Anhídrido maleico	37.272
Ácido adípico	7.640

5) Envases de mayor tamaño:

a. Escenario propuesta:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son el costo de las materias primas, las horas hombre para el trabajo de carga al reactor y el tratamiento de los residuos generados.

- Los costos de las materias primas fueron entregados por los proveedores, en algunos casos ésta no varió. Se puede apreciar en la Tabla 40 el tamaño del formato actual, del nuevo y el costo asociado.

Tabla 40. Datos y costos de nuevos tamaños de materias primas.

Componente	Envase actual [kg]	Número de envase actual al mes	Nuevo envase [kg]	Número de envases nuevos al mes	Costo envases actuales al mes [CLP]	Costo envases nuevos al mes [CLP]
8-quinolinol	25	75	1.000	2	17.663.906	17.663.906
Anhídrido maleico	25	451	1.000	11	12.425.614	12.145.035
Ácido adípico	25	412	600	17	9.300.591	9.154.125

- Las horas destinadas al trabajo de carga al reactor se calcularon tomando como referencia que el tiempo de carga de un maxi-saco de Monocloro es aproximado de 33,3 [min] (0,555 [h]). Para los 2 maxi-sacos (de 1.000 [kg]) que se requieren al mes de 8-quinolinol, llevará un total de 1,04 [h] al mes para llevar a cabo la carga. Utilizando un valor de 9.531 [CLP/h] como valor referencial de las horas hombre de Clariant, resulta un total de 9.981 [CLP/mes] para la carga de los maxi-sacos de 8-quinolinol. Para las otras materias primas se realizó el mismo procedimiento, entregando los resultados de la Tabla 41.

Tabla 41. Datos y costos de carga al reactor de materias primas.

Componente	Nuevo envase [kg]	Número de envases nuevos al mes	Tiempo de carga al reactor [h/mes]	Costo de carga [CLP/mes]
8-quinolinol	1.000	2	1,04	9.981
Anhídrido maleico	1.000	11	6,26	59.641
Ácido adípico	600	17	5,72	54.484

- Los costos de tratamiento asociados a esta propuesta fueron calculados considerando que un maxi-saco vacío de Monocloro masa un total de 4.700 [g]. Dado que se utilizan 2 maxi-sacos de 8-quinolinol al mes, entonces se generan 9.400 [g] (0,0094 [ton]) al mes. Con lo anterior se puede calcular el costo de tratamiento del residuo generado, utilizando los

costos de la Tabla 31. De la misma forma de calcular los costos de tratamiento de los residuos generados por las otras materias primas, utilizando además los datos de la Tabla 32.

Tabla 42. Datos y costos de tratamiento de envases de mayor tamaño.

Componente	Nuevo envase [kg]	Número de envases nuevos al mes	Masa generada de residuo [ton/mes]	Costo de tratamiento [CLP/mes]
8-quinolinol	1.000	2	0,0094	22.157
Anhídrido maleico	1.000	11	0,0530	25.651
Ácido adípico	600	17	0,0484	5.604

b. Escenario actual:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son los costos de la materia prima en el formato actual, las horas hombre de carga de estos componentes y el tratamiento de los residuos generados.

- Los costos de las materias primas fueron entregados por los proveedores y se pueden apreciar en la Tabla 40.
- El tiempo de carga de la materia prima al reactor, es decir, lo que se demora el operador en abrir el envase, sacar las bolsas (si es que tiene) y abrirlas para verter el contenido en el reactor, fue conseguido de las fichas que llenan los jefes de turno para cada proceso. Los tiempos y costos asociados a estos para cada materia prima, se pueden apreciar en la Tabla 29 y Tabla 30.
- Los costos de tratamiento de los residuos generados, fueron mostrados en la Tabla 39.

6) Reciclaje con Inproplas Ltda.:

a. Escenario propuesta:

El único costo de operación (al mes) asociado a esta propuesta es el costo de transporte del viaje que deben realizar los residuos sólidos para ser reciclados por la Empresa. Por otro lado, existe un beneficio económico mensual, asociado a la venta de los residuos a Inproplas Ltda.

- El cálculo del costo de transporte fue realizado según datos entregados por la Empresa que Clariant externaliza para realizar los viajes de sus materias primas, productos terminados y otros. El costo por kilo de transporte según la Empresa, es de 11,84 [CLP/kg], tomando el total de masa generada por cada materia prima, se construyó la Tabla 43.

Tabla 43. Costos asociados al transporte desde Clariant a Inproplas Ltda.

Componente	Masa envase vacío [kg/mes]	Costo de transporte [CLP/mes]
8-quinolinol	14,3	170
Anhídrido maleico	77,0	912
Ácido adípico	66,0	781

- El beneficio económico asociado a la venta de los residuos, varía según el tipo de material del envase, las bolsas de 8-quinolinol están hechas de polietileno de baja densidad (PEBD) y los sacos de Anhídrido maleico y Ácido adípico están hechos de polipropileno tejido (PP). En

la Tabla 44 se aprecian los precios asociados a cada material y el beneficio económico para las materias primas.

Tabla 44. Precio pagado por Inproplas según el material de envase.

Componente	Precio PEBD [CLP/kg]	Precio PP tejido [CLP/kg]	Masa envase vacío [kg/mes]	Precio total pagado por Inproplas [CLP/mes]
8-quinolinol	250	-	14,3	3.586
Anhídrido maleico	-	280	77,0	21.560
Ácido adípico	-	280	66,0	18.480

b. Escenario actual:

El único costo de operación (al mes) asociado al escenario actual es el tratamiento de los residuos generados por las materias primas, resumidos en la Tabla 39.

7) Reciclaje con Cambiaso HNOS.:

a. Escenario propuesta:

Tal como la propuesta anterior, el único costo de operación (al mes) asociado es el costo de transporte del viaje que deben realizar los residuos sólidos para ser reciclados por la Empresa. Por otro lado, existe un beneficio económico mensual, asociado a la venta de los residuos a Cambiaso HNOS. Esta propuesta solamente pudo ser aplicada a 8-quinolinol, ya que la Empresa solamente recicla bolsas de PEBD.

- El cálculo del costo de transporte fue realizado según datos entregados por la Empresa que Clariant externaliza para realizar los viajes de sus materias primas, productos terminados y otros. El costo por kilo de transporte según la Empresa, es de 11,84 [CLP/kg], tomando el total de masa generada por la materia prima, se construyó la Tabla 45.

Tabla 45. Costos asociados al transporte desde Clariant a Cambiaso HNOS.

Componente	Masa envase vacío [kg/mes]	Costo de transporte [CLP/mes]
8-quinolinol	14,3	170

- El beneficio económico asociado a la venta de los residuos, es de un total de 2000 [CLP/kg] para el material PEBD.

Tabla 46. Precio pagado por Inproplas según el material de envase.

Componente	Precio PEBD [CLP/kg]	Masa envase vacío [kg/mes]	Precio total pagado por Inproplas [CLP/mes]
8-quinolinol	200	14,3	2.868

b. Escenario actual:

El único costo de operación (al mes) asociado al escenario actual es el tratamiento de los residuos generados por las materias primas, resumidos en la Tabla 39.

8) Valorización con COACTIVA:

a. Escenario propuesta:

En el caso de esta propuesta, los costos de operación (al mes) asociados son el de valorización del residuo y el retiro de éste. Se tomaron como referencia los valores entregados por Valeria Probeste, Ingeniera de Procesos de Hidronor, los cuales fueron de 6 [UF/ton] por la disposición de residuos y

5 [UF/ton] por el retiro de éstos. Utilizando estas estimaciones y los datos de la masa al mes de los envases vacíos de cada materia prima, obtenidos de la Tabla 38, se calculó el total de disposición y transporte para cada componente, entregando los resultados de la Tabla 47.

Tabla 47. Costos de disponer, según los valores de Hidronor.

Componente	Masa envase vacío [ton/mes]	Costo de disponer [CLP/mes]
8-quinolinol	0,014	65.929
Naftalina	0,105	41.555
Anhídrido maleico	0,077	37.272
Ácido adípico	0,066	22.843
Monocloro	0,068	48.643

b. Escenario actual:

El único costo de operación (al mes) asociado al escenario actual es el tratamiento de los residuos generados por las materias primas, resumidos en la Tabla 39. Adicionalmente, el costo actual asociado al tratamiento de los residuos generados por el Monocloroacetato de sodio es de 48.643 [CLP/mes].

9) Reciclaje con Greenplast S.A.:

a. Escenario propuesta:

Los costos de operación (al mes) asociados a esta propuesta son el costo de transporte del viaje que deben realizar los residuos sólidos para ser reciclados por la Empresa y también el agua utilizada para lavar los envases, debido a que esta Empresa tiene como condición enviarlos completamente limpios para recibirlos. Por otro lado, existe un beneficio económico mensual, asociado a la venta de los residuos a Greenplast S.A.

- El cálculo del costo de transporte fue realizado según datos entregados por la Empresa que Clariant externaliza para realizar los viajes de sus materias primas, productos terminados y otros, el cual se resume en la Tabla 43.
- Para el cálculo del tratamiento de limpieza para poder ser enviados a la Empresa Greenplast S.A., se estimaron los metros cúbicos de agua a partir de una regla de tres, en donde el caso base fue el agua utilizada para lavar los contenedores, dato entregado por los encargados de lavado en Clariant. En la Tabla 48 se encuentran los resultados del agua utilizada y el costo asociado, para las materias primas involucradas en esta propuesta. Se usó como referencia el costo de agua de 250 [CLP/m³] [24].

Tabla 48. Datos y costo de agua utilizada para limpieza de envases.

Componente	Área de envase [m ²]	Volumen de agua para limpieza de un envase [m ³ /mes]	Costo de agua para limpieza [CLP/mes]
Contenedor (Base)	6,0	0,872	-
8-quinolinol	1,7	0,247	4.604
Anhídrido maleico	1,0	0,139	15.713
Ácido adípico	1,2	0,178	18.325

Sumado a lo anterior, los costos de las horas hombre utilizadas para esta actividad para cada materia prima, fueron los que se encuentran en la Tabla 34. Con los datos mencionados se construyó la Tabla 49, entregando el costo total del tratamiento de limpieza para las materias primas.

Tabla 49. Costo final de tratamiento de limpieza.

Componente	Costo de agua para limpieza [CLP/mes]	Costo de horas hombre para actividad [CLP/mes]	Costo total de tratamiento de limpieza [CLP/mes]
8-quinolinol	4.604	17.799	22.403
Anhídrido maleico	15.713	71.641	87.355
Ácido adípico	18.325	98.169	116.494

- El beneficio económico asociado a la venta de los residuos, varía según el tipo de material del envase, las bolsas de 8-quinolinol están hechas de polietileno de baja densidad (PEBD) y los sacos de Anhídrido maleico y Ácido adípico están hechos de polipropileno tejido (PP). En la Tabla 44 se aprecian los precios asociados a cada material y el beneficio económico para las materias primas.

Tabla 50. Precio pagado por Greenplast S.A. según el material de envase.

Componente	Precio PEBD [CLP/kg]	Precio PP tejido [CLP/kg]	Masa envase vacío [kg/mes]	Precio total pagado por Greenplast S.A. [CLP/mes]
8-quinolinol	280 + IVA	-	14,3	4.779
Anhídrido maleico	-	300 + IVA	77,0	27.489
Ácido adípico	-	300 + IVA	66,0	23.562

b. Escenario actual:

El único costo de operación (al mes) asociado al escenario actual es el tratamiento de los residuos generados por las materias primas, resumidos en la Tabla 39.

Anexo H: Análisis Económico 8-quinolinol

Cada propuesta se analizó para un período de 10 años, es por esto que se debe considerar un factor de 12 meses para los costos de operación explicados en Anexo G y el costo total de inversión asociado a cada propuesta.

Tabla 51. Análisis económico de propuesta a granel para 8-quinolinol.

A granel											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875
HH de carga [CLP]	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513	237.513
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Silos [CLP]	3.094.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	215.298.388	212.204.388									

Tabla 52. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para 8-quinolinol.

A granel (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875
HH de carga [CLP]	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Costo de inversión Silos [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	212.658.472										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-2.639.916	-2.185.831	-1.731.747	-1.277.663	-823.578	-369.494	84.591	538.675	992.759	1.446.844	1.900.928	

Tabla 53. Análisis económico de propuesta de hidrolavar para 8-quinolínol.

Hidrolavar											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590	213.590
Tratamiento [CLP]	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281
Costo de inversión Hidrolavadora [CLP]	656.999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.244.869	587.870									

Tabla 54. Análisis económico de propuesta de hidrolavar (actual) para 8-quinolínol.

Hidrolavar (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Costo de inversión Hidrolavadora [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	405.667										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-839.203	-1.021.406	-1.203.610	-1.385.813	-1.568.017	-1.750.220	-1.932.424	-2.114.627	-2.296.831	-2.479.035	-2.661.238	

Tabla 55. Análisis económico de propuesta de soplar para 8-quinolinol.

Soplar											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393	142.393
Tratamiento [CLP]	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281	374.281
Costo de inversión Soplador [CLP]	142.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	19.786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	679.259	516.674									

Tabla 56. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para 8-quinolinol.

Soplar (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Costo de inversión Soplador [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	405.667										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-273.583	-384.590	-495.597	-606.604	-717.611	-828.618	-939.625	-1.050.632	-1.161.639	-1.272.646	-1.383.653	

Tabla 57. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño para 8-quinolinol.

Envases más grandes											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875
HH tiempo de carga [CLP]	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018	119.018
Tratamiento [CLP]	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881	265.881
Total	212.351.775										

Tabla 58. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño (actual) para 8-quinolinol.

Envases más grandes (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875	211.966.875
HH tiempo de carga [CLP]	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930	285.930
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Total	212.658.472										

Comparación										
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
306.697	613.395	920.092	1.226.789	1.533.486	1.840.184	2.146.881	2.453.578	2.760.276	3.066.973	3.373.670

Tabla 59. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. para 8-quinolinol.

Reciclaje Inproplas Ltda.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027	43.027
Transporte [CLP]	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989	-40.989

Tabla 60. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. (actual) para 8-quinolinol.

Reciclaje Inproplas Ltda. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Total	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
446.656	893.312	1.339.969	1.786.625	2.233.281	2.679.937	3.126.594	3.573.250	4.019.906	4.466.562	4.913.219	

Tabla 61. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Cambio H NOS. para 8-quinolinol.

Reciclaje Cambio H NOS.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422	34.422
Transporte [CLP]	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384	-32.384

Tabla 62. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Cambio H NOS. (actual) para 8-quinolinol.

Reciclaje Cambio H NOS. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Total	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667

Comparación										
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
438.051	876.102	1.314.152	1.752.203	2.190.254	2.628.305	3.066.356	3.504.407	3.942.457	4.380.508	4.818.559

Tabla 63. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para 8-quinolinol.

Valorización COACTIVA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146
Total	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146	791.146

Tabla 64. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para 8-quinolinol.

Valorización COACTIVA (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Total	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-385.479	-770.958	-1.156.436	-1.541.915	-1.927.394	-2.312.873	-2.698.352	-3.083.831	-3.469.309	-3.854.788	-4.240.267	

Tabla 65. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. para 8-quinolinol.

Reciclaje limpio Greenplast S.A.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347	57.347
Transporte [CLP]	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038	2.038
Tratamiento [CLP]	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835	268.835
Total	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526	213.526

Tabla 66. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. (actual) para 8-quinolinol.

Reciclaje limpio Greenplast S.A. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667
Total	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667	405.667

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
192141	384282	576423	768564	960705	1152846	1344986	1537127	1729268	1921409	2113550	

Anexo I: Análisis Económico Naftalina

Tabla 67. Análisis económico de propuesta a granel para Naftalina.

A granel											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586	89.675.586
HH de carga [CLP]	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714	188.714
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Silos [CLP]	12.376.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	102.240.300	89.864.300									

Tabla 68. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Naftalina.

A granel (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700
HH de carga [CLP]	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720	1.143.720
Tratamiento [CLP]	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663
Costo de inversión Silos [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	93.148.083										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-9.092.217	-5.808.434	-2.524.651	759.131	4.042.914	7.326.697	10.610.480	13.894.263	17.178.046	20.461.828	23.745.611	

Tabla 69. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido en contenedores) para Naftalina.

Otro formato (líquido contenedores)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Nuevo precio de MP [CLP]	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200	94.705.200
Tratamiento [CLP]	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998	141.998
Venta contenedor [CLP]	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183	5.502.183
Total	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015	89.345.015

Tabla 70. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido en contenedores) (actual) para Naftalina.

Otro formato (líquido contenedores) (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Nuevo precio de MP [CLP]	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700
Tratamiento [CLP]	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663
Venta contenedor [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
2.659.348	5.318.696	7.978.044	10.637.392	13.296.740	15.956.088	18.615.436	21.274.784	23.934.132	26.593.480	29.252.828	

Tabla 71. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido en ISO tanques) para Naftalina.

Otro formato (líquido ISO tanques)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Nuevo precio de MP [CLP]	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estanque calefaccionado [CLP]	79.301.741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	170.807.441	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700

Tabla 72. Análisis económico de propuesta otro formato (líquido en ISO tanques) (actual) para Naftalina.

Otro formato (líquido ISO tanques) (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Nuevo precio de MP [CLP]	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700	91.505.700
Tratamiento [CLP]	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663
Estanque calefaccionado [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363	92.004.363

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-78.803.079	-78.304.416	-77.805.753	-77.307.091	-76.808.428	-76.309.766	-75.811.103	-75.312.440	-74.813.778	-74.315.115	-73.816.452	

Tabla 73. Análisis económico de propuesta de soplar para Naftalina.

Soplar											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825	714.825
Tratamiento [CLP]	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510	484.510
Costo de inversión Soplador [CLP]	142.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	19.786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.361.921	1.199.335									

Tabla 74. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para Naftalina.

Soplar (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663
Costo de inversión Soplador [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	498.663										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-863.258	-1.563.930	-2.264.603	-2.965.275	-3.665.948	-4.366.620	-5.067.293	-5.767.965	-6.468.638	-7.169.310	-7.869.983	

Tabla 75. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para Naftalina.

Valorización COACTIVA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663
Total	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663

Tabla 76. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para Naftalina.

Valorización COACTIVA (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663
Total	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663	498.663

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Anexo J: Análisis Económico Anhídrido maleico

Tabla 77. Análisis económico de propuesta a granel para Anhídrido maleico.

A granel											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218	146.125.218
HH de carga [CLP]	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143	379.143
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Silos [CLP]	15.934.100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	162.438.461	146.504.361									

Tabla 78. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Anhídrido maleico.

A granel (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365
HH de carga [CLP]	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Costo de inversión Silos [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	150.457.313										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-11.981.148	-8.028.196	-4.075.244	-122.293	3.830.659	7.783.611	11.736.563	15.689.515	19.642.467	23.595.419	27.548.371	

Tabla 79. Análisis económico de propuesta de soplar para Anhídrido maleico.

Soplar											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696	859.696
Tratamiento [CLP]	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269	419.269
Costo de inversión Soplador [CLP]	142.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	19.786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.441.551	1.278.965									

Tabla 80. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para Anhídrido maleico.

Soplar (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Costo de inversión Soplador [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	447.267										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-994.284	-1.825.982	-2.657.681	-3.489.379	-4.321.078	-5.152.776	-5.984.475	-6.816.173	-7.647.872	-8.479.570	-9.311.269	

Tabla 81. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño para Anhídrido maleico.

Envases más grandes											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425	145.740.425
HH tiempo de carga [CLP]	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697	715.697
Tratamiento [CLP]	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815	307.815
Total	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937	146.763.937

Tabla 82. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño (actual) para Anhídrido maleico.

Envases más grandes (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365	149.107.365
HH tiempo de carga [CLP]	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681	902.681
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Total	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313	150.457.313

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
3.693.376	7.386.752	11.080.127	14.773.503	18.466.879	22.160.255	25.853.631	29.547.006	33.240.382	36.933.758	40.627.134	

Tabla 83. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. para Anhídrido maleico.

Reciclaje Inproplas Ltda.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720	258.720
Transporte [CLP]	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780	-247.780

Tabla 84. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. (actual) para Anhídrido maleico.

Reciclaje Inproplas Ltda. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Total	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
695.047	1.390.093	2.085.140	2.780.186	3.475.233	4.170.279	4.865.326	5.560.373	6.255.419	6.950.466	7.645.512	

Tabla 85. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para Anhídrido maleico.

Valorización COACTIVA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Total	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267

Tabla 86. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para Anhídrido maleico.

Valorización COACTIVA (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Total	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 87. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. para Anhídrido maleico.

Reciclaje limpio Greenplast S.A.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868	329.868
Transporte [CLP]	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940	10.940
Tratamiento [CLP]	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257	1.048.257
Total	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329	729.329

Tabla 88. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. (actual) para Anhídrido maleico

Reciclaje limpio Greenplast S.A. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267
Total	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267	447.267

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-282.062	-564.125	-846.187	-1.128.250	-1.410.312	-1.692.374	-1.974.437	-2.256.499	-2.538.561	-2.820.624	-3.102.686	

Anexo K: Análisis Económico Ácido adípico

Tabla 89. Análisis económico de propuesta a granel para Ácido adípico.

A granel											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950	109.374.950
HH de carga [CLP]	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801	304.801
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Silos [CLP]	14.077.700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	123.757.452	109.679.752									

Tabla 90. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Ácido adípico.

A granel (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092
HH de carga [CLP]	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Costo de inversión Silos [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	112.169.989										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-11.587.463	-9.097.225	-6.606.988	-4.116.751	-1.626.514	863.724	3.353.961	5.844.198	8.334.436	10.824.673	13.314.910	

Tabla 91. Análisis económico de propuesta de hidrolavar para Ácido adípico.

Hidrolavar											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032	1.178.032
Tratamiento [CLP]	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892
Costo de inversión Hidrolavadora [CLP]	656.999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.921.922	1.264.923									

Tabla 92. Análisis económico de propuesta de hidrolavar (actual) para Ácido adípico.

Hidrolavar (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Costo de inversión Hidrolavadora [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	91.684										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-1.830.238	-3.003.477	-4.176.716	-5.349.955	-6.523.194	-7.696.433	-8.869.672	-10.042.911	-11.216.150	-12.389.389	-13.562.628	

Tabla 93. Análisis económico de propuesta de soplar para Ácido adípico.

Soplar											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354	785.354
Tratamiento [CLP]	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892	86.892
Costo de inversión Soplador [CLP]	142.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	19.786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1.034.832										

Tabla 94. Análisis económico de propuesta de soplar (actual) para Ácido adípico.

Soplar (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
HH destinadas al trabajo [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Costo de inversión Soplador [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Pinza (agarrar saco) [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	91.684										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-943.147	-1.723.709	-2.504.271	-3.284.833	-4.065.395	-4.845.956	-5.626.518	-6.407.080	-7.187.642	-7.968.204	-8.748.765	

Tabla 95. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño para Ácido adípico.

Envases más grandes											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500	109.849.500
HH tiempo de carga [CLP]	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808	653.808
Tratamiento [CLP]	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249	67.249
Total	110.570.556										

Tabla 96. Análisis económico de propuesta de envases de mayor tamaño (actual) para Ácido adípico.

Envases más grandes (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092	111.607.092
HH tiempo de carga [CLP]	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213	471.213
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Total	112.169.989										

Comparación										
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1.599.432	3.198.865	4.798.297	6.397.729	7.997.162	9.596.594	11.196.026	12.795.459	14.394.891	15.994.323	17.593.756

Tabla 97. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. para Ácido adípico.

Reciclaje Inproplas Ltda.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760	221.760
Transporte [CLP]	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383	-212.383

Tabla 98. Análisis económico de propuesta de reciclaje con Inproplas Ltda. (actual) para Ácido adípico.

Reciclaje Inproplas Ltda. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Total	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
304.067	608.134	912.201	1.216.268	1.520.335	1.824.401	2.128.468	2.432.535	2.736.602	3.040.669	3.344.736	

Tabla 99. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para Ácido adípico.

Valorización COACTIVA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111
Total	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111	274.111

Tabla 100. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para Ácido adípico.

Valorización COACTIVA (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Total	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-182.427	-364.855	-547.282	-729.709	-912.137	-1.094.564	-1.276.991	-1.459.418	-1.641.846	-1.824.273	-2.006.700	

Tabla 101. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. para Ácido adípico.

Reciclaje limpio Greenplast S.A.											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744	282.744
Transporte [CLP]	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377	9.377
Tratamiento [CLP]	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932	1.397.932
Total	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565	1.124.565

Tabla 102. Análisis económico de propuesta de reciclaje limpio con Greenplast S.A. (actual) para Ácido adípico.

Reciclaje limpio Greenplast S.A. (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transporte [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento [CLP]	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684
Total	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684	91.684

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-1.032.881	-2.065.762	-3.098.642	-4.131.523	-5.164.404	-6.197.285	-7.230.165	-8.263.046	-9.295.927	-10.328.808	-11.361.689	

Anexo L: Análisis Económico Monocloroacetato de sodio

Tabla 103. Análisis económico de propuesta a granel para Monocloro.

A granel											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324	143.397.324
HH de carga [CLP]	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456	478.456
Tratamiento [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de inversión Silos [CLP]	18.564.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	162.439.780	143.875.780									

Tabla 104. Análisis económico de propuesta a granel (actual) para Monocloro.

A granel (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costo de nuevo formato [CLP]	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800	146.323.800
HH de carga [CLP]	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670	888.670
Tratamiento [CLP]	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711
Costo de inversión Silos [CLP]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	147.796.181										

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
-14.643.599	-10.723.198	-6.802.797	-2.882.397	1.038.004	4.958.405	8.878.806	12.799.207	16.719.608	20.640.009	24.560.410	

Tabla 105. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA para Monocloro.

Valorización COACTIVA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711
Total	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711

Tabla 106. Análisis económico de propuesta de valorización con COACTIVA (actual) para Monocloro.

Valorización COACTIVA (Actual)											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tratamiento [CLP]	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711
Total	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711	583.711

Comparación											
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	