



DIAGNOSTICO SECTORIAL Y PROPUESTA DE ACUERDO DE PRODUCCIÓN LIMPIA.

VERSIÓN FINAL

**BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA
ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE ANTOFAGASTA
2018**

Preparado para:



TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	9
2 ANTECEDENTES GENERALES	11
2.1 ALCANCE DEL ESTUDIO	14
2.2 OBJETIVOS	15
2.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 METODOLOGÍA.....	17
3.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS	17
ETAPA 1. ORGANIZACIÓN, COORDINACIÓN Y DIFUSIÓN INICIAL.	17
ETAPA 2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA.	17
ETAPA 3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN Y DESARROLLO DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR. ..	21
ETAPA 4. DIFUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR Y ENTREGA DEL DIAGNÓSTICO.	22
ETAPA 5. DESARROLLO, SOCIALIZACIÓN Y ENTREGA DE LA PROPUESTA DE APL.	22
ETAPA 6. GESTIÓN Y COORDINACIÓN.	22
3.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA	23
3.3 ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.....	24
3.4 NORMAS APL.....	25
4 DIAGNÓSTICO SECTORIAL BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA	26
4.1 ASPECTOS GENERALES.....	27
4.1.1 ANTECEDENTES DE LA ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE ANTOFAGASTA	27
4.1.2 CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR	29
4.1.3 FUERZA LABORAL	38
4.2 ASPECTOS PRODUCTIVOS Y DE PRODUCCIÓN LIMPIA.....	40
4.2.1 EMPRESAS SANITARIAS, DEPURACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS ..	41
4.2.2 EMPRESAS DE IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN, FABRICACIÓN, MANTENCIÓN, RE-MANUFACTURACIÓN DE EQUIPOS DE MINERÍA.....	45
4.2.3 EMPRESAS DEL RUBRO BARRACA DE ACEROS Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS DE USO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN	54
4.2.4 EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES....	58
4.2.5 EMPRESAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA METÁLICAS DE SERVICIOS A LA MINERÍA.	60
4.2.6 EMPRESAS DE LA INDUSTRIA PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS....	63
4.2.7 EMPRESAS DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA MINERÍA.	67

4.2.8 EMPRESAS DE VENTA, SERVICIO TÉCNICO AUTOMOTRIZ, MANTENCIÓN Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS	69
4.2.9 EMPRESAS DE ARRIENDO DE VEHÍCULOS	71
4.3 ANTECEDENTES AMBIENTALES BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA.....	73
4.3.1 CALIDAD DEL AIRE, MATERIAL PARTICULADO.....	73
4.3.2 CALIDAD DEL AIRE, GASES Y OLORES	79
4.3.3 EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO Y UTILIZACIÓN DE GASES REFRIGERANTES	109
4.3.4 CONSUMO DE ENERGÍA	110
4.3.5 CONSUMO DE AGUA.....	111
4.3.6 TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, RILES (RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS) Y USO DE ALCANTARILLADO.	112
4.3.7 USO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	114
4.3.8 RUIDO	114
4.3.9 RESIDUOS.....	116
RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS	118
RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS	120
PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DE RESIDUOS Y RECICLAJE PARA EL BI PAC	121
4.3.10 DESARROLLO TERRITORIAL DEL BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA	123
PLANO REGULADOR COMUNAL	123
PROBLEMÁTICAS RELACIONADAS AL DESARROLLO DEL BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA.....	127
4.3.11 RELACIONAMIENTO COMUNITARIO	128
4.4 REGLAMENTACIÓN PERTINENTE A LA ACTIVIDAD E IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS	133
4.4.1 LEY GENERAL DE BASES DE MEDIO AMBIENTE	133
4.4.2 RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS	135
4.4.3 AGUA, RECURSO HÍDRICO	137
4.4.4 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	140
4.4.4.1 CALIDAD DE AIRE	140
4.4.4.2 EMISIONES ATMOSFÉRICAS	143
4.4.4.3 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE EMISIONES	144
4.4.5 RESIDUOS INDUSTRIALES SÓLIDOS	145
4.4.6 SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	147
4.4.7 RUIDO	148
4.4.8 RADICACIÓN INDUSTRIAL	149
4.4.9 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	149
4.4.10 OTRAS NORMATIVAS SECTORIALES	150
4.4.11 IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS O MODIFICACIONES SOMETIDOS AL SISTEMA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.	153
4.4.12 APROXIMACIÓN A UNA IDENTIFICACIÓN DE PRINCIPALES BRECHAS DE CUMPLIMIENTO.	154
4.5 REQUISITOS DE LOS MERCADOS.....	156
4.6 IDENTIFICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES, MTDS.....	158
4.6.1 MTD SERVICIOS TÉCNICOS Y DE MANTENIMIENTO VEHÍCULOS.....	159
4.6.2 MTD SECTOR METALMECÁNICA	161
4.6.3 MTD VARIAS APLICACIONES CON EL OBJETO DE UN USO EFICIENTE RECURSO HÍDRICO Y REDUCCIÓN USO ALCANTARILLADO.....	174
4.6.4 MTD RILES	178

4.6.5 MTD RUIDO	179
4.6.6 MTD SUSTANCIAS PELIGROSAS.....	184
4.6.8 MTD CIERRE O TRASLADOS DE EMPRESAS	191
4.6.9 MTD PARA CONTROL DE GASES Y OLORES	193
4.7 INNOVACIÓN.....	202
4.8 FACTORES Y VARIABLES QUE DETERMINAN LA COMPETITIVIDAD	204
<u>ANEXO SUSTANCIAS PELIGROSAS</u>	<u>208</u>

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rubros presentes en Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda.....	13
Tabla 2. Empresas participantes en el Diagnóstico y Propuesta de APL.....	14
Tabla 3. Proceso de consulta. Entrevistas.....	18
Tabla 4. Documentos Revisados	19
Tabla 5. Empresas visitadas/entrevistada	21
Tabla 6. Empresas ubicadas en el polígono de estudio	34
Tabla 7. Información empresas encuestadas	37
Tabla 8. Rubros presentes en el Barrio Industrial y el número de trabajadores	39
Tabla 9. Empresas en barrio industrial con mayor número de trabajadores .	39
Tabla 10. Identificación de Talleres y Procesos.....	46
Tabla 11. Características de Equipo Instalado en Estación RENDIC	74
Tabla 12. Características de Sistema de Monitoreo de Gases y Agentes Odorantes Receptores	82
Tabla 13. Resumen de Límites Permisibles Internacionales para calidad del aire contaminante H ₂ S.....	85
Tabla 14. Correlación concentración contaminante H ₂ S y efectos en la población	87
Tabla 15. Límites Permisibles Internacionales para calidad del aire contaminante NH ₃	87
Tabla 16. Norma asociada al contaminante SO ₂	89
Tabla 17. Características de Equipos de Monitoreo de Gases.....	93
Tabla 18. Límites de Seguridad y Salud Ocupacional permisibles para H ₂ S..	96
Tabla 19. Correlación actividades productivas vs emisiones atmosféricas ...	99
Tabla 20. Correlación de actividades productivas vs impacto odorante	100
Tabla 21. Efecto adverso y síntomas en humanos para el H ₂ S, SO ₂ y NH ₃ .	101
Tabla 22. Clasificación IARC, efecto adverso y síntomas en humanos de COVs	102
Tabla 23. Grupos de interés prioritarios en el área de estudio	129
Tabla 24. Ley General de Bases de Medio Ambiente y sus Reglamentos ...	133
Tabla 25. Normativa de RILes	135
Tabla 26. Normativa de Recursos Hídricos.....	138
Tabla 27. Normativa de Calidad del Aire	140
Tabla 28. Normativa Internacional H ₂ S	141
Tabla 29. Normativa Internacional NH ₃	142
Tabla 30. Normativa de Emisiones Atmosféricas	143
Tabla 31. Normativa de Medición y Análisis de Emisiones	144
Tabla 32. Normativa de RISes	145
Tabla 33. Normativa de Sustancias Peligrosas	147
Tabla 34. Normativa de Ruido	148
Tabla 35. Normativa de Radicación industrial.....	149
Tabla 36. Normativa de Seguridad y Salud Ocupacional	149
Tabla 37. Otras Normativas	151
Tabla 38. Estudios Sometidos al Sistema de Evaluación Ambiental	153

Tabla 39. Información resumen de fiscalizaciones, sumarios y multas	155
Tabla 40. MTD Uso de agua para la limpieza de partes y piezas	159
Tabla 41. MTD Uso de prensa para filtros	159
Tabla 42. MTD Uso de materiales oleofílicos para limpieza de derrames. ..	160
Tabla 43. MTD Control de la emisión de humos de soldadura	161
Tabla 44. MTD Captación del pulverizado sobrante mediante cabinas de pintado	162
Tabla 45. MTD Sustitución de pinturas.....	164
Tabla 46. MTD Uso de técnicas de pulverización de alta eficiencia.....	165
Tabla 47. MTD Sistemas de extracción de emisiones de soldadura con arco	167
Tabla 48. MTD Soldadura con arco eléctrico MIG (Metal Inert Gas)	168
Tabla 49. MTD Diseño, manufactura y control de calidad asistido	170
Tabla 50. MTD Galvanización.....	171
Tabla 51. MTD Cromado	173
Tabla 52. MTD: Sist. de tratamiento de aguas grises para su posterior utilización.....	174
Tabla 53. MTD Reutilización de aguas grises para el riego de jardines, zonas verdes y para limpieza de zonas exteriores (MTD emergente).....	175
Tabla 54. MTD Reutilización de agua dentro de la empresa.....	177
Tabla 55. MTD Uso de cubiertas de protección para sistemas de alcantarillado	178
Tabla 56. MTD Gestión de RILes dentro de la empresa.....	178
Tabla 57. MTD: Encapsulamiento y apantallamiento de las fuentes de ruido	179
Tabla 58. MTD Amortiguación de equipos y partes vibrantes.....	181
Tabla 59. MTD Medidas de control del ruido	182
Tabla 60. MTD Identificación, reducción y control del ruido.....	183
Tabla 61. MTD Rack anti-caídas	184
Tabla 62. MTD Contención de fugas (sistemas de contención secundarios)	185
Tabla 63. MTD Disminución emisiones en almacenamiento de combustible	186
Tabla 64. MTD Manejo de residuos solidos	187
Tabla 65. MTD Elaboración e implementación de Un programa de Manejo responsable de envases Usados (peligrosos y no peligrosos).	188
Tabla 66. MTD Minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres.	189
Tabla 67. MTD Uso de Equipos más eficientes para la extracción	190
Tabla 68. MTD Desmantelamiento de estanques de almacenamiento de combustibles en tierra (petróleo, gas licuado, entre otros)	191
Tabla 69. MTD Buenas prácticas relacionadas al cierre/traslado de una empresa.....	192
Tabla 70. MTD Reinserción laboral. Empresas en etapa de cierre	192
Tabla 71. MTD Uso de detectores colorimétricos para el monitoreo de la contaminación aérea	193
Tabla 72. MTD Captación de gases residuales	193
Tabla 73. MTD Combustión de antorcha.....	195
Tabla 74. Emisiones difusas de COV: Técnicas relacionadas con el diseño de la planta.....	196
Tabla 75. MTD Emisiones difusas de COV: Técnicas relacionadas con la construcción, montaje y puesta en servicio de la planta/equipos	197
Tabla 76. MTD Emisiones difusas de COV: Técnicas relacionadas con el funcionamiento de la planta	198

Tabla 77. MTD Emisiones de Olores: Plan de Gestión de Olores.....	199
Tabla 78. MTD Emisiones de Olores de tratamiento de Aguas Servidas o Tratamiento de lodos	199
Tabla 79. Listado de MTD y propuesta de implementación en empresas ...	201

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano Regulador Barrio Industrial y Zona Mixta, área de estudio	12
Ilustración 2. Polígono Área de estudio	14
Ilustración 3. Estructura de trabajo	24
Ilustración 4. Estructura de trabajo	27
Ilustración 5. Líneas Estratégicas AIA	28
Ilustración 6. Datos Censo 2017 Comuna de Antofagasta	30
Ilustración 7. Distribución de empresas por tamaño. Barrio Industrial	31
Ilustración 8. Distribución de empresas por rubro. Barrio Industrial	32
Ilustración 9. Distribución de empresas por actividad y tamaño. Barrio Industrial	32
Ilustración 10. Patentes Municipales. Barrio Industrial	33
Ilustración 11. Crecimiento del número de empresas. Barrio Industrial	33
Ilustración 12. Empresas por tipo de actividad. Polígono área de estudio	36
Ilustración 13. Distribución de las Empresas por tamaño y asociada a la AIA. Polígono área de estudio.....	36
Ilustración 14. Distribución de las Empresas por ámbito geográfico. Empresas encuestadas	38
Ilustración 15. Tratamiento de Aguas Servidas	43
Ilustración 16. Reparación Taller Eléctrico e Industrial	48
Ilustración 17. Reparación Taller Hidráulico	50
Ilustración 18. Reparación Taller Mecánico	51
Ilustración 19. Taller Mecánico, Proceso de Cromado	52
Ilustración 20. Proceso de Barraca de Acero	55
Ilustración 21. Cadena de Valor Proceso Productivo Maestranza Petricio Industrial	57
Ilustración 22. Almacenamiento y Distribución de Combustibles	59
Ilustración 23. Almacenamiento y Distribución de Aceites Lubricantes.....	60
Ilustración 24. Fabricación de Placas de Cátodos de Acero Inoxidable	62
Ilustración 25. Reparación y Mantenimiento de Cátodos	62
Ilustración 26. Proceso de Tratamiento de agua.....	64
Ilustración 27. Proceso de Elaboración de bebidas de Fantasía	65
Ilustración 28. Proceso de Elaboración Agua Purificada	66
Ilustración 29. Reparación y Mantenimiento de Cátodos	69
Ilustración 30. Proceso de Venta y Post-venta de Vehículos	71
Ilustración 31. Procesos operativos en el Arrendamiento de Vehículos.....	73
Ilustración 32. Equipo de Monitoreo Estación Rendic.....	75
Ilustración 33. Localización, información de equipos y contaminantes medidos en Estación Antofagasta	76
Ilustración 34. Datos de concentración MP 10 Estación Antofagasta 2018...	77
Ilustración 35. Datos de concentración MP 2,5 Estación Rendic 2018	77
Ilustración 36. Encuesta sobre Fuentes Fijas	78

Ilustración 37. Encuesta sobre Registro de Fuentes Fijas.....	78
Ilustración 38. Encuesta sobre Fuentes Fijas	79
Ilustración 39. Ubicación de monitores de CMDS instalados	83
Ilustración 40. Imágenes gráficas de presentación de resultados en plataforma CMDS	84
Ilustración 41. Gráfico de resultados de registros de H ₂ S y umbrales de molestia	86
Ilustración 42. Gráfico de resultados de registros de NH ₃	88
Ilustración 43. Gráfico de resultados de registros de SO ₂ promedio 24 horas	90
Ilustración 44. Gráfico de resultados de registros de SO ₂ promedio horarios	90
Ilustración 45. Gráfica con registros de concentración de SO ₂ Estación RENDIC (CESFAM)	91
Ilustración 46. Promedio de Concentraciones promedio diaria de TRS y SO ₂	92
Ilustración 47. Ubicación de monitores Sembcorp instalados.....	93
Ilustración 48. Imágenes gráficas de resultados de plataforma Sembcorp ..	94
Ilustración 49. Ubicación de monitores de H ₂ S SOLVAY instalados	95
Ilustración 50. Gráficas de registros de concentración de H ₂ S Sembcorp	96
Ilustración 52. Acciones asociadas a huella de agua que le interesaría implementar según tamaño de empresa	112
Ilustración 53. Almacenamiento de Sustancias Peligrosas.....	114
Ilustración 54. Generación global de residuos por Región. 2010	116
Ilustración 55. Generación de Residuos No Peligrosos	119
Ilustración 56. Generación de Residuos No Peligrosos	121
Ilustración 57. Principales problemas/limitantes/factores negativos que identifica con relación al desarrollo del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda y su entorno.....	128
Ilustración 58. Percepción - Relación de empresas con grupos prioritarios	130
Ilustración 59. Empresas presentes en el discurso de grupos prioritarios ..	131
Ilustración 60. Brecha resultante de fiscalizaciones y visita a terreno	155
Ilustración 61. Diamante de competitividad aplicado a las Empresas del BI PAC	204

1 INTRODUCCIÓN

Antofagasta capital de la Región de Antofagasta, es una de las ciudades ancla de la industria minera del país, la cual se ha desarrollado ampliamente gracias a la apertura a la economía mundial y el ingreso de capitales extranjeros. De la mano con dicho desarrollo, se han instalado y potenciado sectores industriales dentro del radio urbano de la ciudad. Tal es el caso del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda de Antofagasta, que ha traído como consecuencia la necesidad de enfrentar algunos desafíos en la gestión medio ambiental.

El Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda (Barrio Industrial PAC), es un barrio mixto en el cual conviven industrias, centros educacionales, núcleos residenciales y centros de atención de salud. Durante los años 2016 y 2017, los alumnos del Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo (A-16) presentaron molestias de salud, evacuaciones y pérdidas de clases. La elevada preocupación de parte de la comunidad involucrada generó diversos reclamos y protestas.

En base a estos antecedentes y a la preocupación de las empresas en términos ambientales, 7 empresas del Barrio Industrial decidieron en forma voluntaria conformar el 23 de febrero de 2018 un Comité de Diagnóstico junto con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, CMDS, ONEMI, SISS, Secretarías Regionales de: Salud, Educación, Medioambiente, Economía, Bienes Nacionales y Vivienda y Urbanismo. Dicho comité definió el inicio de un proceso de diagnóstico sectorial para generar un Acuerdo de Producción Limpia (APL). Posteriormente, el 30 de mayo de 2018, 9 empresas (7 empresas ya comprometidas más 2 empresas) junto con las autoridades en actual ejercicio, firmaron una carta de compromiso para colaborar, participar y llevar adelante un diagnóstico que permitiera tener una propuesta para un Acuerdo de Producción Limpia e implementarlo ante la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático.

En este contexto, las 9 empresas que adhirieron al Comité de Diagnóstico y a la Carta de Compromiso, junto a una última que se adicionó, en el transcurso del desarrollo del diagnóstico, han desarrollado mediante el apoyo de Modo Sustentable SpA, un estudio

que permite el análisis global de la situación señalada precedentemente, con énfasis en los aspectos productivos y tecnológicos, y que tienen relación también, con la gestión ambiental.

En virtud de lo anterior, y bajo la coordinación de la Asociación de Industriales de Antofagasta, principal Gremio Empresarial de la Región de Antofagasta, se inició el desarrollo del presente Diagnóstico y como consecuencia, la propuesta de Acuerdo de Producción Limpia.

El Diagnóstico Sectorial, consideró un análisis global del sector en estudio y del grupo de empresas definidas. Para ello se revisó los aspectos productivos, socioeconómicos, socioambientales, tecnológicos, la caracterización de las empresas, su importancia relativa en la economía nacional o local, así como también elementos de innovación y competitividad, entre otros.

Tal como se desprende de este análisis, el diagnóstico sirve de base para la construcción de una propuesta de Acuerdo de Producción Limpia (APL), que es la parte concluyente de este diagnóstico, el que será posteriormente negociado entre los sectores público y privado.

El presente informe corresponde al Diagnóstico Sectorial, que ha sido realizado en función de la información recabada y analizada, desde las distintas fuentes definidas en la metodología y programa de trabajo del estudio.

2 ANTECEDENTES GENERALES

El Barrio Industrial PAC, perteneciente a la comuna de Antofagasta, se encuentra ubicada en dirección norponiente a 4 Km del centro de Antofagasta. Los datos disponibles en el Servicio de Impuestos Internos señalan que las empresas más antiguas registran iniciación de actividades desde el año 1985. Sin embargo, registros de algunas empresas participantes indican estar instalados en este sector, desde el año 1973 (cuando los límites de la ciudad eran esta zona).

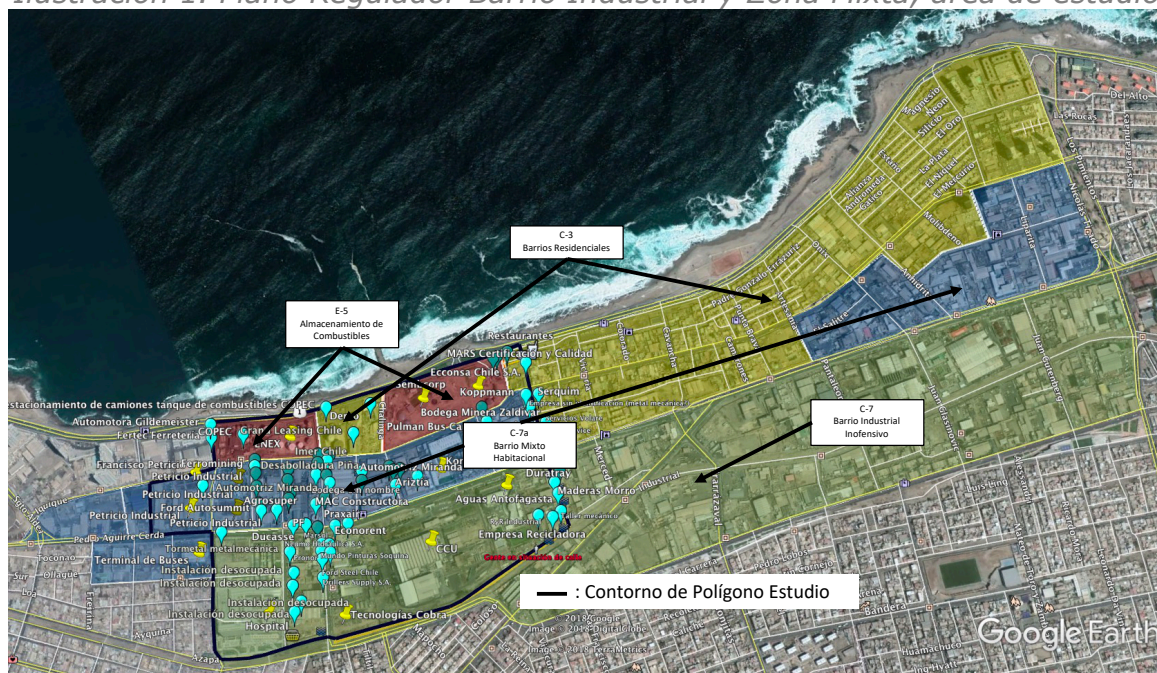
El Barrio Industrial se ha consolidado como el principal eje estratégico empresarial e industrial en la ciudad de Antofagasta.

Según el Plano Regulador Comunal vigente, el Barrio Industrial estaría compuesto por dos grandes áreas, esto es, zona C7: Barrio Industrial Inofensivo y la zona C7a: Centro Institucional y Comercial que alcanzan superficies de 112,3 y 54,5 hectáreas respectivamente. De acuerdo con información del SII, en esta zona se identifica a 630 empresas (aproximadamente el 7,1% de las empresas de la comuna de Antofagasta). En su conjunto delimitan por las calles Nicolás Tirado al norte, Radomiro Tomic por el Este, Av. Pérez Zujovic por el Oeste y calle Freirina por el Sur.

En la actualidad, el crecimiento demográfico ha dejado al Barrio Industrial inserto en el corazón mismo de la ciudad, sector cuya accesibilidad está definida por dos importantes vías estructurantes; la costanera Edmundo Pérez Zujovic y la Avenida Pedro Aguirre Cerda, siendo un área de predios amplios, con trazado óptimo en sus calles, urbanización y colindante al borde costero. Además, se encuentra cercano al nuevo hospital, terminal rodoviario y a un futuro polo comercial, hotelero y habitacional que ya inició su primera etapa de construcción.

En la zona, existen pymes de productos y de servicios, algunas filiales de grandes firmas de empresas de productos y de servicios específicos para la gran minería, y las empresas que suministran la energía eléctrica, agua potable y tratamiento de aguas servidas para la ciudad.

Ilustración 1. Plano Regulador Barrio Industrial y Zona Mixta, área de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de página web de IMA

En la figura 1 se muestran las diferentes áreas de acuerdo con el plano regulador:

- | | |
|---|---|
| Barrio Industrial | Barrio Mixto Habitacional |
| Residencial | Polígono de estudio |

El sector cuenta con una alta diversidad de empresas, la mayor presencia la tienen los rubros de “Comercio al por mayor y menor”, “Rep. Veh. automotores/enseres domésticos”, “Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler” e “Industrias manufactureras metálicas”, las cuales representan cerca del 60 % de la totalidad de las empresas existentes en el sector.

Los rubros productivos que desarrollan sus actividades en la zona, de acuerdo con las distintas empresas presentes en el sector, se pueden agregar de la siguiente manera:

Tabla 1. Rubros presentes en Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda

Rubro	Número de Empresas	Empresas suscritas al estudio
A - Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2	-
B - Pesca	5	-
C - Explotación de minas y canteras	9	-
D - Industrias manufactureras no metálicas	23	CCU, SOLVAY
E - Industrias manufactureras metálicas	101	TECNOLOGIAS COBRA, PETRICIO INDUSTRIAL, FRANCISCO PETRICIO, KOMATSU
F - Suministro de electricidad, gas y agua	2	AGUAS ANTOFAGASTA, ECONSSA, SEMBCORP, ENEX
G - Construcción	77	-
H - Comercio al por mayor y menor, rep. Veh. automotores/enseres domésticos	161	-
I - Hoteles y restaurantes	19	-
J - Transporte, almacenamiento y comunicaciones	57	-
K - Intermediación financiera	42	-
L - Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	115	-
N - enseñanza	3	-
O - Servicios sociales y de salud	4	-
P - Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	10	-
Total	630	-

Fuente: elaboración propia (Nómina de Empresas Personas Jurídicas at 2017, SII)¹

Si bien son muy diversos los rubros existentes en el Barrio Industrial, los más numerosos son: maestranzas, construcción, transporte terrestre, venta, mantención y reparación de vehículos, ventas de maquinarias, materiales, productos y servicios de intermediación financiera y profesionales. Muchas de estas empresas presentan problemas transversales que pueden ser abordados en un futuro APL, como por ejemplo, emisiones atmosféricas y olores, gestión energética, gestión del agua, disposición y manejo de residuos, desarrollo del barrio industrial, entre otros.

En la tabla precedente, se destacan e indican los rubros en los que se encuentran las 10 empresas participantes del estudio de diagnóstico. Las proyecciones realizadas por las autoridades indican que este Barrio podría ser reubicado en el mediano plazo, principalmente con la modificación del Plano Regulador de Antofagasta, actualmente en su etapa de participación ciudadana.

¹ http://www.sii.cl/sobre_el_sii/nominapersonasjuridicas.html

2.1 ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente informe, considera el análisis de información secundaria de la zona Barrio Industrial y Barrio Habitacional Mixto de acuerdo con el Plano Regulador indicado en la figura 1, y para efectos de información primaria, se hace referencia al área de estudio señalado en la figura 2 que limita por calle Ongolmo al norte, Av. Pedro Aguirre Cerda por el Este, Av. Pérez Zujovic por el Oeste y calle Huasco por el Sur.

Ilustración 2. Polígono Área de estudio



Fuente: elaboración propia

Las empresas que participan en el Diagnóstico Sectorial y Propuesta de APL se muestran e identifican administrativamente en la siguiente tabla.

Tabla 2. Empresas participantes en el Diagnóstico y Propuesta de APL

Empresa	Rut	Dirección
Sembcorp Aguas del Norte S. A.	96.706.220-0	Av. Edmundo Pérez Zujovic 6444
Econssa Chile S.A.	96.579.410-7	Av. Edmundo Pérez Zujovic 6444
Solvay (CYTEC Chile Ltda.)	96.686.630-6	Calle Iquique 5830
Aguas de Antofagasta S.A.	76.418.976-0	Av. Pedro Aguirre Cerda 6496
Empresa Nacional de Energía ENEX S.A.	92.011.000-2	Iquique 6000
Tecnologías Cobra Ltda.	96.856.610-5	Cobija 337
Komatsu Reman Center Chile S.A.	76.492.400-2	Av. Pedro Aguirre Cerda 6435
Francisco Petricio S.A.	92.296.000-3	Víctor Jara 240
Embotelladoras Chilenas Unidas S.A. (CCU Antofagasta)	90.413.000-1	Av. Pedro Aguirre Cerda 6420
Petricio Industrial S.A.	96.048.000-7	Av. Pedro Aguirre Cerda 5783

Fuente: elaboración propia

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo del estudio fue realizar un diagnóstico sectorial y elaborar una propuesta de Acuerdo de Producción Limpia para el Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda de Antofagasta. Este estudio se enmarca en la Etapa de Diagnóstico y Propuesta de APL y se realizó de acuerdo con la Guía N° 1, "Guía para la Elaboración de un Diagnóstico como Base para Proponer un Acuerdo de Producción Limpia" y las Normas Chilenas, NCh 2796-Of2003, NCh 2797-Of2009 y NCh 2807-Of2009.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De acuerdo con lo señalado anteriormente, el estudio tuvo como objetivos específicos los siguientes:

1. Identificación de las brechas por proceso productivo de cada empresa, según el marco legal vigente acotado al alcance del diagnóstico. Para cada proceso identificado en las 10 empresas, determinación de las normas de emisión aplicables e indicar en la medida de lo posible, futuras propuestas de normas y estándares internacionales acordes a la realidad nacional.
2. Definición de la evolución del territorio Barrio Industrial referente al Plano Regulador.
3. Caracterización de la situación ambiental derivada de la actividad industrial del territorio, su impacto y su origen, en los siguientes aspectos del área de influencia:
 - Emisiones atmosféricas: Dióxido de Azufre (SO₂), Ácido Sulfhídrico (H₂S), Amoníaco (NH₃) (datos obtenidos a partir de sensores ya instalados en Liceo Industrial, CESFAM y estación de monitoreo de Secretaría Regional de Medioambiente)
 - Olores
 - Ruido
 - Descarga de RILes
 - Generación y disposición de residuos sólidos
 - Consumo de agua
 - Consumo de energía
 - Buen uso del alcantarillado, análisis de descargas clandestinas al alcantarillado.
4. Descripción para cada una de las 10 empresas, de sus procesos productivos principales, identificando técnicas y procesos involucrados, así como sus principales emisiones, medidas de abatimiento existentes y consumos de materias primas e insumos. La caracterización identificará los niveles de

eficiencia ambiental, energética, atmosférica y uso del agua, de cada uno de ellos.

5. Establecer y detallar las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) aplicable para cada empresa, que permitan llevar a cabo un desarrollo industrial sustentable en la zona de estudio. La descripción de las MTD incluirá su factibilidad, ponderando los aspectos económicos y técnicos, de acuerdo con la realidad de cada empresa y de la zona. Considerando los siguientes procesos y/o actividades relevantes:
 - Tratamiento de Aguas Servidas y manejo de lodos.
 - Manejo de químicos.
 - Manejo de residuos sólidos.
 - Sistemas de almacenamiento, carga, transporte y descarga de combustibles.
 - Control de descargas de RILes al alcantarillado.
 - Control de buen uso del alcantarillado.
 - Propuesta de cierre para empresas que podrían trasladarse del sector.
6. Definir emisiones atmosféricas antes y después de APL en base a datos existentes.
7. Obtener un análisis de olores y sintomatología en el sector Barrio Industrial: Análisis de número de denuncias antes y después de APL.
8. Establecer relaciones entre concentraciones de Dióxido de Azufre (SO₂), Amoníaco (NH₃), Ácido Sulfhídrico (H₂S) registrados por sensores del Liceo Industrial, CESFAM, Estación de monitoreo y denuncias; analizar máximos detectados (horarios y frecuencias). Conclusiones y recomendaciones.
9. Ruido: Análisis de nivel de ruido antes y después de APL, con la información disponible.
10. Identificar medidas de reducción de emisiones de acuerdo de las fuentes identificadas en base a MTD.
11. Proponer una estrategia de manejo conjunto y reciclaje de residuos sólidos peligrosos, no peligrosos, asimilables a domésticos, residuos reciclables, entre otros.
12. Elaborar una Propuesta de Acuerdo de Producción Limpia (APL) que identifique compromisos globales del sector Barrio Industrial Antofagasta y compromisos individuales por empresa, considerando las especificidades e impactos de cada una de ellas, que permitan ir avanzando en la mitigación de los problemas ambientales del sector.

3 METODOLOGÍA

3.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Las principales actividades desarrolladas durante la elaboración del diagnóstico fueron las siguientes:

Etapa 1. Organización, coordinación y difusión inicial.

De acuerdo con un calendario previamente consensuado y compartido, se generó una reunión de inicio con las empresas e instituciones públicas, en instalaciones del gremio, en la que se concordaron aspectos metodológicos específicos y posibles aspectos críticos tales como: responsabilidades de cada una de las partes, canales de comunicación, coordinación de visitas, plazos de respuesta, entre otros. Cabe señalar que en esta actividad también se contó con participación de representantes de la comunidad.

Modo Sustentable SpA, mantuvo comunicación constante con las empresas, el gremio y la ASCC durante toda la ejecución del proyecto.

Etapa 2. Recopilación de información primaria y secundaria.

Se realizó una recopilación de antecedentes que permitió conocer el estado del arte del sector y las empresas involucradas en el estudio.

Encuestas y entrevistas estructuradas

En una primera etapa se elaboró una encuesta que fue validado por la ASCC y que se distribuyó a las empresas participantes del estudio. En esta encuesta se solicitó a las 10 empresas participantes del APL información sobre productos, procesos productivos, ventas, dotación, clientes, consumo de insumos y recursos, informes de emisiones de gases y material particulado, información de gestión en seguridad y salud, gestión de residuos, huella de carbono, gestión de la energía, estudios realizados, uso de ERNC,

fiscalizaciones, entre otros aspectos. De esta manera, se identificó, cuantificó y caracterizó los componentes típicos del APL y aquellos adicionales a considerar.

Por otro lado, se diseñó una entrevista estructurada dirigida a la alta gerencia de las empresas participantes, que incluía antecedentes generales del sector, desafíos futuros, variables que inciden en las ventas del sector, competitividad, innovación, requisitos de mercado, entre otros. De igual forma, se diseñó una entrevista estructurada y una encuesta dirigida a los grupos de interés comunitarios, destinada a evaluar el apoyo a las empresas por parte de la comunidad y las principales percepciones sobre éstas.

Así también, con el objetivo de recoger la visión de las instituciones públicas, se diseñó una entrevista estructurada y se realizaron visitas y reuniones en consecuencia.

En la siguiente tabla se identifica la serie de reuniones y entrevistas con diferentes actores, así como el instrumento de consulta aplicado.

Tabla 3. Proceso de consulta. Entrevistas

Fecha	Institución	Personas entrevistadas	Instrumento aplicado
25-09-18	SEREMI Medio Ambiente	Visnja Music, SEREMI Alicia Muñoz, Profesional Calidad de Aire	Entrevista Estructurada
26-09-18	CMDS	Suiling Lau, jefe Depto. Prevención de Riesgos	Entrevista Estructurada
27-09-18	SISS	Patricio Valencia, Jefe Oficina regional de Antofagasta.	Entrevista Estructurada
27-09-18	SEREMI Salud	Ximena Villalobos, Jessica Carmona, Coordinadora	Entrevista Estructurada
28-09-18	IMA	Francisco González Norberto Portilla	Entrevista Estructurada
28-09-18	ONEMI	Ricardo Munizaga, Director Regional. Jorge Ramos, Profesional de Apoyo Operaciones	Entrevista Estructurada
28-09-18	Komatsu Latinoamérica	Franco Díaz, Gerente Prevención y Medio Ambiente. Karen Flores, Analista Gestión Ambiental.	Encuesta de Apoyo de las comunidades
01-10-18	ENEX	Elter Reyes, Jefe de Planta	Presentación del programa del estudio Diagnóstico.
04-10-18	ECONSSA Chile	Patricio Herrera, Gerente General. Rolando Silva, Supervisor de Operaciones. Andrea Aranda, Subgerente de Sustentabilidad y Asuntos Corporativos.	Entrevista Estructurada Alta Gerencia
05-10-18	CREO	Armando Aguilera, Proyecto SARA Sistema de agua reciclada de Antofagasta	Presentación del estudio Diagnóstico.
05-10-18	GORE	Marco Antonio Díaz, Intendente	Entrevista Estructurada
05-10-18	CORFO	Luis Gaete, Director Regional (I). Juan Ignacio Zamorano	Entrevista Estructurada
08-10-18	Colegio de Médicos de Afta	Aliro Bolados, Presidente	Encuesta de Apoyo de las comunidades
08-10-18	IMA	Jorge Luis Honores, Director SECOPLAN	Entrevista Estructurada
09-10-18	Junta de Vecinos Los Pinares - ONG Salvemos Nuestra Ciudad - Colegio Expertos Prevención de Riesgos	Rogelia Contreras, Presidenta JJVV. Amparo Robles. Paola Cárcamo	Encuesta de Apoyo de las comunidades
10-10-18	Jardín Infantil Caracolito	Paula Muñoz, Directora Erika Villalobos, Educadora	Encuesta de Apoyo de las comunidades
11-10-18	Liceo Industrial Antofagasta	Julia López Fernández, Directora	Encuesta de Apoyo de las comunidades
12-10-18	Magotteaux	Andrés Ramírez Gerente Operaciones	Presentación del Estudio Diagnóstico
24-10-18	CESFAM Rendic	Lorena Ossandon, Directora	Encuesta de Apoyo de las comunidades
05-11-18	Hospital Dr. Leonardo Guzmán	Sub Directora Hospital, Mónica Jaldín	Encuesta de Apoyo de las comunidades

Fuente: elaboración propia

Recopilación y análisis de información secundaria

De manera complementaria, se realizó un levantamiento de información secundaria asociada a otros APL, información específica de los distintos rubros presentes, mejores técnicas disponibles (MTDs), entre otros antecedentes, como también revisión de documentos y estudios relacionados a estos temas, los que se indican más adelante en la Tabla 4.

La revisión de estudios locales y regionales respecto de temas económicos, demográficos, ambientales, de producción limpia, conflictos sociales, entre otros, permitió realizar una caracterización aproximada del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda. Además, se realizó un análisis y la identificación de la legislación ambiental (normativas y regulaciones) vigente y los principales aspectos que deben ser cumplidos.

Tabla 4. Documentos Revisados

Nombre del Estudio o Informe	Autor	Fuente
Estudios Regionales o Comunales		
Mantenición, Calibración y Operación de las estaciones de monitoreo instaladas en la ciudad de Antofagasta para la evaluación de la calidad del aire del contaminante material particulado respirable.	Algoritmos y Mediciones Ambientales SpA. 05/03/2018.	SINIA
Mantenición, calibración y operación de las estaciones de monitoreo instaladas en la ciudad de Antofagasta para la vigilancia de la calidad del aire de los contaminantes material particulado respirable, plomo y material particulado sedimentable.	SERPRAM 1/3/2017.	SINIA
Informe de Calidad del Aire de la Región de Antofagasta.	Min Medio Ambiente 12/11/2013.	SINIA
Mapas de Ruido. Informe Final Antofagasta.	Min Medio Ambiente 7/01/2011.	SINIA
Diagnóstico y Evaluación (2002-2015) de la Estrategia Regional y Plan de Acción para la Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica de la Región de Antofagasta.	Roberto Villablanca - Jimena Ibarra. 2015.	SINIA
Fase II - Estudio elaboración de mapas de ruido mediante software de modelación para caso piloto (2009). CONAMA Fase II -Mapa de Ruido Antofagasta Ldia (Diurno).	Ministerio del Medio Ambiente, Agosto 2012.	SINIA
Mapas de Ruido. Análisis de los resultados de la modelación y de la encuesta Antofagasta.	Min. del Medio Ambiente, 2001.	SINIA
Tercer Reporte del Estado del Medio Ambiente.	Min. del Medio Ambiente 2017.	SINIA
Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente.	Min. del Medio Ambiente 2018.	SINIA
Estudios Locales		
Informe Policial. Estudio de la Brigada Investigadora de Delitos contra el Medio Ambiente.	PDI - BIDEA), septiembre 2016.	PDI
Monitoreo Ambiental Inmarr SO ₂ , NH ₃ , H ₂ S, Liceo Industrial.	Smart Sence TSG, jun y jul 2018.	CMDS
Informe de Situación Odorante.	EKOMETRICA.	CMDS
Estudio de Detección y Cuantificación de COV en zona industrial Antofagasta de la ciudad de Antofagasta.	SALIMAX, junio 2018.	CMDS
Evaluación de Riesgo y Exposición Inhalatoria de COV en zona industrial Antofagasta.	SALIMAX, julio 2018.	CMDS
Monitoreo perimetral/fuente.		Sembcorp
Estudio de impacto odorante. PTAS y PTPAS Antofagasta.	Ekometrika, junio y julio 2017.	Sembcorp
Informe de Ensayo Proyecto 5107C, laboratorio de Cromatografía.	Ekometrika abril 2017.	Sembcorp
Consultoría Odorante, Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo. Proyecto P5107C.	Ekometrika abril 2017.	Sembcorp

Estudio de impacto odorante. EIO realizado al interior del Liceo Industrial.	Ecometrika, abril 2017.	CMDS
EIO, Planta de Lodos Activos- PTAS Antofagasta.	Ecometrika, nov. 2015 y abril 2016.	Sembcorp - Econssa
Resultados de campañas de monitoreo sector Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo A-17.	SEREMI MA, marzo 2018.	SEREMI MA.
Seguimiento Técnico del Acuerdo se soluciones para planta de tratamiento de aguas servidas.	SEREMI MA., junio 2018.	SEREMI MA.
Monitoreo continuo de H ₂ S Planta SOLVAY.	SOLVAY, 2018	
Informe de Avance "Diagnóstico de riesgo ambiental, región de Antofagasta: Componente a) Estudio de calidad del aire por la presencia de material particulado sedimentable, en la ciudad de Antofagasta.	Financiamiento FNDP. Ejecutor: WSP y Emgrisa.	SEREMI MA.
Acuerdos de Producción Limpia.	Acuerdos suscritos	ASCC
Mejores Técnicas Disponibles.	Guías de Mejores Técnicas Disponible	ASCC
Estudio técnico para determinar fuente de emisión de malos olores en comunidad de Liceo Industrial Antofagasta Liceo Eulogio Gordo Moneo. Informe captadores pasivos 3056-inf-cp-001.	Suez, 2017	CMDS-Fundición Altonorte
Informe mensual estudio panales de campo Proyecto "Medición de impacto de olor mediante inspección de campo".	Suez, 03/07/2017, 02/08/2017, 10/09/2017	CMDS-Fundición Altonorte
Estudio técnico para determinar fuente de emisión de malos olores en comunidad de Liceo Industrial Antofagasta Liceo Eulogio Gordo Moneo. Informe Mediciones de gases 3056-inf-cp-004.	Suez, 2017	CMDS-Fundición Altonorte
Estudio técnico para determinar fuente de emisión de malos olores en comunidad de Liceo Industrial Antofagasta Liceo Eulogio Gordo Moneo. Informe Mediciones de gases 3056-inf-cp-006.	Suez, 2017	CMDS-Fundición Altonorte
Estudio técnico para determinar fuente de emisión de malos olores en comunidad de Liceo Industrial Antofagasta Liceo Eulogio Gordo Moneo. Informe Ejecutivo Final 3056-inf-cp-009.	Suez, 2017	CMDS-Fundición Altonorte
Otros Documentos		
Memoria Anual Asociación de Industriales Antofagasta.	AIA	AIA
Documentación tramitaciones ante SEA de las empresas del Sector Barrio Industrial PAC.		
Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020, Gobierno Regional de Antofagasta.	GORE	GORE
Plan de Desarrollo Comunal de Antofagasta 2013 – 2022.	IMA	IMA
Guía de Manejo Eficiente de Envases Usados en la Cadena Productiva de la Industria Manufacturera en General.	Tecnolimpia CPL	CPL
Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos.	Proyecto CONAMA/GTZ	ASIMET
Manual de implementación para parques eco-industriales.	Industrial Development Organization	ONU
Acuerdo de Soluciones para Planta de Tratamiento de aguas servidas entre GORE-SISS-SEREMI Medio Ambiente-IMA-CMDS-Econssa-Sembcorp-Fundición Altonorte-ADASA.	GORE	Econssa
Estudio: Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile. Informe Final 2013.	ECOTEC Ingeniería Ltda.	Portal web MMA
NCh 3212:2012, Plantas de tratamiento de aguas servidas - Directrices generales sobre olores molestos.	Instituto Nacional de Normalización	INN
Páginas web		
http://www.ine.cl/		
http://www.bcentral.cl/estadisticas-economicas/publicaciones-estadisticas/		
http://www.fundacionchile.com/archivos/Competitividad.pdf		
http://www.censo2017.cl		
https://www.goreantofagasta.cl/estrategia-regional/goreantofagasta/2016-10-06/170042.html		
http://www.innovacionsocialantofagasta.cl/#como-funciona		
https://www.corfo.cl/sites/cpp/home#show-discover		

http://www.idearucn.com
http://creoantofagasta.cl/que-es-creo-antofagasta/
https://www.politicaspUBLICASdelnorte.cl

Fuente: Elaboración propia

Etapla 3. Análisis de información y desarrollo del diagnóstico preliminar.

Complementando la información que se obtuvo en la etapa precedente, se realizó visitas en terreno para cada una de las empresas participantes del estudio, de tal modo de conocer sus procesos productivos y de servicios, recabar información de MTD implementadas o en desarrollo, tipo de instalaciones, house keeping, manejo de residuos y proyectos de mejoras aún sin implementar y otros antecedentes complementarios.

También y en forma previa, se realizó una inspección visual del sector, con el fin de realizar un levantamiento de empresas presentes, aspectos de conectividad, áreas verdes, calidad de caminos, presencia de zonas residenciales, entre otros.

Las empresas visitadas fueron las siguientes:

Tabla 5. Empresas visitadas/entrevistada

Empresa	Coordinador Empresa	Fecha Visita
Ecconsa Chile S.A.	María José Riquelme	04/10/2018
Sembcorp	Rodrigo Martínez	16/10/2018
Petricio Industrial	Raúl Mancilla	16/10/2018
Solvay	Joan Laso	17/10/2018
Aguas Antofagasta	Marcela Rodríguez	17/10/2018
ENEX	Segundo Contreras	18/10/2018
Tecnologías Cobra	Rodrigo Fajardo	18/10/2018
Francisco Petricio	Francois Merlet	19/10/2018
CCU	Claudio Vargas	22/10/2018
Komatsu Reman	Karen Flores	23/10/2018

Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida en las etapas precedentes, se realizó una sistematización de la información primaria (encuestas, entrevistas y visitas a terreno) y secundaria (revisión bibliográfica experta, revisión cumplimiento normativo), para su manejo y análisis detallado.

Posteriormente, en base a la información sistematizada y analizada se redactó el diagnóstico sectorial presentado en el Capítulo 4 de este informe, el cual fue estructurado siguiendo los lineamientos de la "Guía para la Elaboración de un Diagnóstico como Base para Proponer un Acuerdo de Producción Limpia" de la ASCC.

Etapas 4. Difusión del diagnóstico preliminar y entrega del diagnóstico.

Los resultados del Diagnóstico preliminar fueron presentados en un Taller realizado en mes de octubre con la participación de representantes de las empresas, de los servicios públicos y de la comunidad. Se mostró en forma resumida la información recopilada, la gestión global de las operaciones, el levantamiento de MTD implementadas o mejores prácticas utilizadas, insumos utilizados, uso de recursos, gestión de residuos, principales emisiones, uso de ERNC, aspectos ambientales y su evaluación, los efectos de las actividades productivas en el área de estudio, entre otros aspectos relevantes del área de influencia.

Así también, se presentó las principales conclusiones del estudio de diagnóstico, con énfasis en las brechas detectadas.

Etapas 5. Desarrollo, socialización y entrega de la propuesta de APL.

En base a la caracterización económica, ambiental y social del sector, y otros factores que se estimaron relevantes, y la propia experiencia del consultor en la implementación de mejoramientos ambientales, optimización ambiental de procesos y procedimientos, mejores prácticas operacionales, cumplimiento de la legislación aplicable, implementación de Mejores Técnicas de Producción Limpia y la identificación de Mejores Técnicas Disponibles, se elaboró una Propuesta de APL para el Barrio Industrial PAC.

En el mes de noviembre se realizó el Taller Técnico de Validación del APL con participación de representantes de empresas y de los servicios públicos. En esta instancia, se trabajó en base a una propuesta de objetivos del APL, futuras metas y acciones. Los participantes priorizaron aquellas iniciativas que pudieran tener un mayor impacto para cubrir las brechas previamente identificadas. De esta forma y con los resultados de este Taller, más las observaciones planteadas por el Área de Olores del Ministerio de Medio Ambiente se preparó la propuesta final de APL.

Se establecieron los objetivos generales y específicos sobre los cuales el sector se comprometerá a mejorar con metas, acciones específicas y plazos, los mecanismos para el logro de los objetivos planteados en el APL, ya sea resultados o medios.

Finalmente, la propuesta de APL se presenta y entrega en este documento, conteniendo el diseño y propuestas las que serán sometidas posteriormente a consenso con la AIA, las empresas, la ASCC y las entidades públicas pertinentes en las cuales se establezcan sus expectativas y alcances, en el proceso de negociación pública-privada como consecuencia del término de la etapa de Diagnóstico y Propuesta de APL.

Etapas 6. Gestión y coordinación.

Se realizaron reuniones mensuales de seguimiento de avance. Estas instancias convocadas por los coordinadores del sector público y sector privado, contaron con la

participación de representantes de la comunidad, además de la participación de las empresas y servicios públicos.

Cabe mencionar, que para una mejor coordinación en la difusión, también se realizó un Taller de Comunicaciones, en el que se presentó la propuesta de Estrategia de Comunicaciones, la identificación de las audiencias más relevantes, una propuesta de Plan de Comunicaciones y los instrumentos comunicacionales: Discurso Ejecutivo, Q&A (Questions and Answers) y una presentación en formato PPT, para actividades de difusión.

Adicionalmente, se realizó la entrega de dos informes: el primer pre-informe de Diagnóstico entregado el 23 de octubre y este Informe Final, presentado el 20 de diciembre de 2018.

3.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

De acuerdo con los antecedentes verificados en el terreno y a aquellos recopilados mediante los otros medios de levantamiento de información antes referidos, el universo de empresas existentes en el sector Barrio Industrial superaría las 630 empresas. Respecto al polígono de estudio, fue posible identificar 67 instalaciones productivas y proveedoras de servicios, las cuales son en su mayoría empresas de servicio a la minería, principalmente en el ámbito metalmecánico.

Para la elaboración del presente informe se analizaron cada uno de los rubros presentes en el sector, ya sea por medio de levantamiento de información primaria y/o secundaria. Respecto al levantamiento de información primaria, en total se recopilaron antecedentes de 10 empresas, equivalentes al 15% del total, todas calificadas como "empresas grandes".

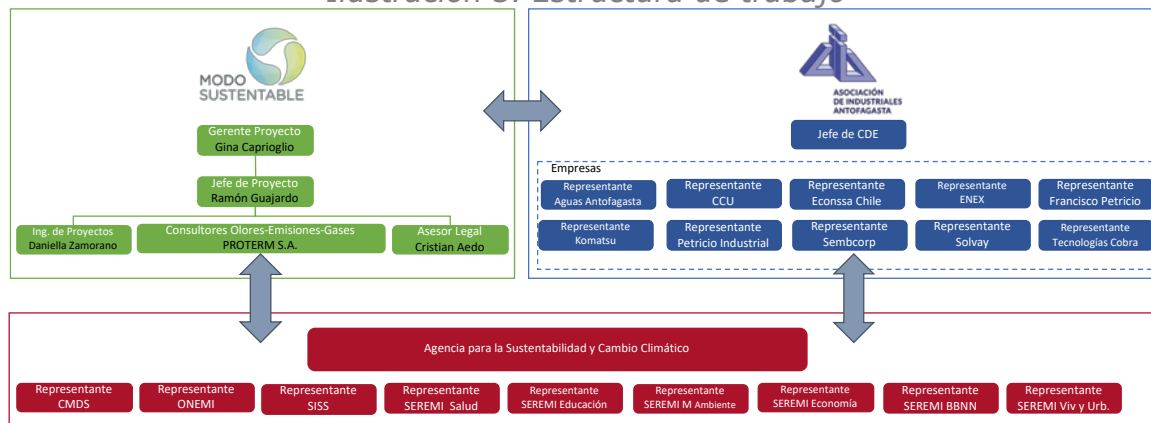
Con el levantamiento de información secundaria correspondiente a antecedentes económico-productivo (fuente SII) y brechas en el cumplimiento normativo (fiscalizaciones SEREMI Salud), fue posible ampliar el alcance del Diagnóstico y cubrir aspectos de empresas medianas y pequeñas instaladas en la zona de estudio.

En este contexto, se vieron representados todos los rubros de las empresas asentadas en la zona Barrio Industrial, al igual que los distintos tamaños de las empresas. De esta forma, se pudo representar de mejor forma la realidad del sector, tomando en cuenta la variabilidad de las características a analizar en las empresas diagnosticadas.

3.3 ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

En la siguiente figura se presenta la estructura de trabajo para la realización del diagnóstico sectorial.

Ilustración 3. Estructura de trabajo



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el rol de cada una de las partes participantes en la ejecución del estudio, de acuerdo con la estructura antes presentada:

Asociación de Industriales de Antofagasta: el rol de la asociación fue el de coordinación general a nivel local, siendo el nexo entre consultores y las empresas. Los representantes de la Asociación estuvieron a cargo de la entrega oportuna de los recursos necesarios a la consultora a cargo de la elaboración del Diagnóstico Sectorial y Propuesta de APL.

Modo Sustentable: consultora a cargo de la ejecución del Diagnóstico Sectorial y Propuesta de APL, responsable de la coordinación con la Asociación, así como también con la Agencia para la Sustentabilidad y Cambio Climático. Apoyó a la Asociación durante toda la ejecución del proyecto, participando activamente en reuniones, entrevistas y talleres.

Agencia para la Sustentabilidad y Cambio Climático: participación en reuniones técnicas e instancias de presentación del proyecto. A su vez, solicitó antecedentes vía oficio a los diferentes actores del sector público. Participó en talleres de revisión y validación del presente Diagnóstico Sectorial, incluyendo el contenido de las encuestas aplicadas y de la Propuesta de APL.

3.4 NORMAS APL

Para la elaboración de este diagnóstico se siguieron los lineamientos establecidos en las normas técnicas mencionadas a continuación:

- *NCh 2796. of. 2003 Acuerdos de Producción Limpia (APL) - vocabulario*
- *NCh 2797. of. 2009 Acuerdos de Producción Limpia (APL) - especificaciones*
- *NCh 2807. of. 2009 Acuerdos de Producción Limpia (APL) – seguimiento y control, evaluación de la conformidad y certificación*
- *NCh 2825. of. 2009 Acuerdos de Producción Limpia (APL) – requisitos para los auditores y procedimiento de la auditoría de evaluación de la conformidad*

Adicionalmente, se consideraron los siguientes documentos de referencia:

- *Guía N°1. Elaboración de diagnóstico sectorial y propuesta de acuerdo de producción limpia. Consejo nacional de producción limpia.*

4 DIAGNÓSTICO SECTORIAL BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA

En este capítulo se presentan los antecedentes generales considerados para efectos del diagnóstico, tales como, información sobre la asociación gremial que congrega a las empresas participantes, la caracterización económica del sector y del área de estudio, fuerza laboral y distribución geográfica. De igual modo, se realiza una descripción de los aspectos productivos y de producción limpia de las empresas participantes y sus rubros. También, dentro de los aspectos mas relevantes en el área de estudio, se presentan los antecedentes ambientales, desarrollo territorial y relacionamiento comunitario.

En la evaluación general de los procesos productivos, un aspecto importante a considerar es la reglamentación legal aplicable y pertinente, así como una aproximación a la determinación de la brecha de cumplimiento por parte de las empresas del sector.

Se indican los requisitos de los mercados, mejores técnicas disponibles (MTD), aspectos de innovación y finalmente los factores y variables que determinan la competitividad del sector y que son abordados a través de la propuesta de Acuerdo de Producción Limpia (APL).

4.1 ASPECTOS GENERALES

4.1.1 ANTECEDENTES DE LA ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES DE ANTOFAGASTA

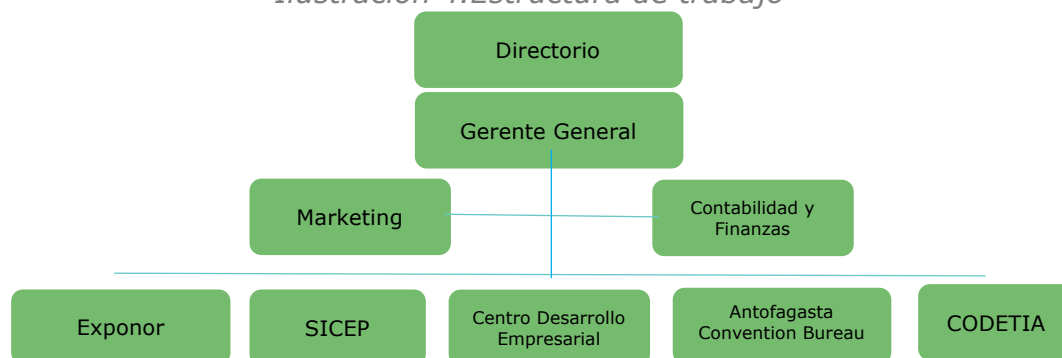
La Asociación de Industriales de Antofagasta AG., AIA, nace el 4 de octubre de 1944, cuando 32 personas se reunieron con un objetivo común: iniciar un trabajo arduo y tenaz para dotar a esta región de las bases que le permitieran alcanzar un desarrollo industrial.

La AIA ha jugado un rol fundamental en el desarrollo de la región, ya que no sólo ha puesto en el tapete temas prioritarios para enfrentar los desafíos y potenciar las oportunidades que posee la región, sino que también ha impulsado importantes proyectos como Exponor, Sicep, Colegio Técnico Industrial Don Bosco, Programa de Responsabilidad Social Empresarial, entre otros.

Actualmente con más de 220 empresas socias, el principal desafío de la asociación es continuar avanzando en el clúster minero por lo que se trabaja en la Estrategia Clúster Minero 2.0 que permita consolidar una política de largo plazo a nivel regional y nacional. Además, de consolidar un compromiso público-privado que permita asegurar dinamismo en la inversión en exploración minera; una matriz energética competitiva, segura y limpia y nuevas fuentes y derechos de los recursos hídricos. También, consolidar empresas de clase mundial que sean innovadoras, competitivas, tecnológicamente desarrolladas, socialmente responsables, entre otras características. Con el compromiso de las empresas mineras y las empresas proveedoras y prestadoras de servicios, la AIA trabaja con pasión y perseverancia para lograr una industria minera de clase mundial para un desarrollo integral y sustentable para el país y para las comunidades de las regiones mineras.

La AIA cuenta con Directorio compuesto por un presidente y doce directores. El organigrama que refleja la forma en que se administra se muestra a continuación.

Ilustración 4. Estructura de trabajo



Fuente: Elaboración Propia.

Las líneas estratégicas que ha definido la AIA se muestran a continuación.

Ilustración 5. Líneas Estratégicas AIA

COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL	INNOVACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Desarrollo Empresarial • Consejo de Desarrollo Empresarial • Evaluación y Calificación SICEP • Asesorías Centro de Extensionismo Tecnológico. • Reconocimientos AIA • Conferencias y Seminarios 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría Especializada • Misiones • Talleres • Tours Tecnológicos • Lanza tu Innovación • Zoom de Innovación
CAPITAL HUMANO	ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS Y NUEVOS NEGOCIOS
<ul style="list-style-type: none"> • Colegio Técnico Industrial Don Bosco Antofagasta y Calama • Educación Dual • Programa de Vinculación Universidad-Empresa • Convenio Empresa-Colegio • Plan Estratégico de Educación Inicial. 	<ul style="list-style-type: none"> • EXPONOR • Antofagasta Convention Bureau • Rueda de Negocios • Networking • Homologaciones • Visitas a empresas • Desayunos de negocios • Encuentros empresariales • Sistema de Calificación de Empresas Proveedoras. • Centro de Extensionismo Tecnológico.
RESPONSABILIDAD SOCIAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Responsabilidad Social Empresarial. • Apadrinamiento de Jardines Infantiles • Jugando a Ser Minera y Minero, Antofagasta y Calama • Convenio AIA-JUNJI 	

Fuente: Elaboración Propia.

Actualmente y a partir del año 2009, la AIA integra el Comité Regional de Producción Limpia. Lideró por el sector empresarial el Diagnóstico Sectorial la Negra (2013-2014) y actualmente el APL Zona Industrial La Negra (2018), APL Logístico Minero Puerto de Antofagasta (2016 a 2018) y el Diagnóstico Sectorial Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda (2018).

4.1.2 CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR

Alcance Regional

De acuerdo con los datos publicados por el Banco Central, el Producto Interno Bruto (PIB) para el año 2017 de la Región de Antofagasta fue de \$13.526 miles de millones de pesos encadenados, lo que representa el 9,17% del PIB Nacional. La actividad económica principal es la minería, la cual representa, en promedio, más del 57% de la actividad económica regional, llegando incluso a valores cercanos al 65%. Refuerza la vocación minera de esta Región el hecho de que más del 45% del PIB minero del país se genera en ella. Es líder en la producción de cobre, molibdeno, apatita, carbonato y cloruro de litio, nitratos, sulfato de sodio anhídrico y yodo. La producción minera está destinada a la exportación y es desarrollada por grandes empresas privadas y una estatal (CODELCO), con tecnología avanzada y altos niveles de productividad.²

Si bien durante el año 2017, el PIB nacional creció 1,5%, el desempeño de la región de Antofagasta mostró una contracción del 3,8%, debido a una caída en la minería y en proyectos asociados a obras de ingeniería civil.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE)³, las exportaciones de la Región alcanzaron el año 2017 un total de US\$20.400,3 millones, con una participación del 35,0% respecto al total exportado nacional, siendo la minería la que representa el 94,2% del total de exportaciones seguido por Industria con 5,7% a nivel regional. El destino principal de las exportaciones regionales y nacionales corresponde al Foro de Cooperación de Asia Pacífico (APEC) registrando una participación de 78,4% seguido por los países que conforman el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA) con 19,8% y la Unión Europea con 11,9%, siendo China el país que concentra la mayor parte de las exportaciones.

El Censo 2017 señala que la comuna de Antofagasta alcanza una población de 361.873 habitantes, con una densidad poblacional de 11,79 dato que contrasta con la dificultad de acceder a terrenos con fines habitacionales, así como con fines industriales, que den respuesta al crecimiento de la ciudad. La siguiente imagen muestra los principales indicadores sociales de la comuna.

² <https://www.goreantofagasta.cl/aspectos-economicos/goreantofagasta/2016-09-26/095739.html>

³ Boletín de Exportaciones Región de Antofagasta, N° 32.

Ilustración 6. Datos Censo 2017 Comuna de Antofagasta

Resultados CENSO 2017

Por país, regiones y comunas

Resultados total país

17.574.003

Total población

8.601.989

Total hombres

8.972.014

Total mujeres

6.499.355

Total viviendas

Selección de mapa

ANTOFAGASTA

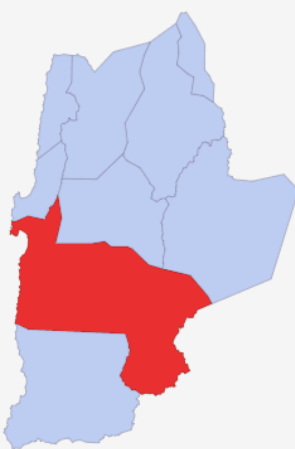
ANTOFAGASTA

Total población: 361.873

Total viviendas: 112.451

Total hombres : 181.846

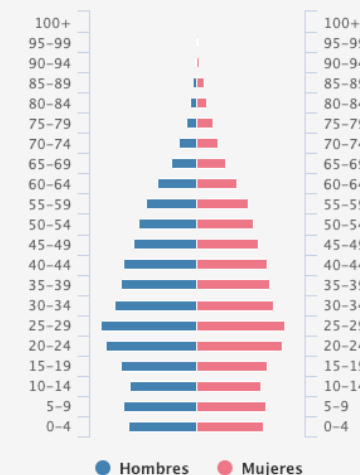
Total mujeres : 180.027



País / Región de Antofagasta / Comuna ANTOFAGASTA

Población		Vivienda		Hogar	
Densidad de población	11,79	Viviendas desocupadas	7%	Cantidad de hogares	105.863
Índice de masculinidad	101,0	Hacinamiento	8%	Viv. con más de 1 hogar	4%
Edad promedio	33,3	Red pública de agua	98%	Tamaño de hogares	3,3
Dependencia total	40,8	IM Aceptable	87%	Jefas de hogar	41%
Dependencia 0 a 14 años	29,7	IM Recuperable	11%	Hogares p. originarios	13%
Dependencia 65 o más años	11,1	IM Irrecuperable	2%	Hogares con migrantes	15%
Pueblos originarios	8%				
Paridez media	1,4				
Migración		Educación		Empleo	
Residentes habituales	356.427	Escolaridad jefe hogar	12,1	Declaran trabajar	59%
No migrantes int. (nacimiento)	61%	Asistencia ed. escolar	96%	Edad promedio	40,3
No migrantes int. (5 años)	90%	Asistencia a preescolar	49%	Mujeres	40%
Inmigrantes otro país	11%	Asistencia a ed. media	74%	Trabajan y estudian	10%
Índice masc. migrantes	89,3	Ingreso a ed. superior	36%	Escolaridad	12,6
Mig. reciente otro país	80%	Ed. superior terminada	73%	Sector primario	12%
Edad media migrantes	31,1	Esc. p. originarios	10,6	Sector secundario	6%
Escolaridad migrantes	10,4			Sector terciario	82%

Pirámide poblacional



Grandes grupos de edad

Urbano rural

Tipología de hogares

Pueblos originarios

Migración internacional

Promedio de años de escolaridad

Fuente: Elaboración propia (a partir de datos <https://resultados.censo2017.cl/Region?R=R02>)

Alcance Barrio Industrial

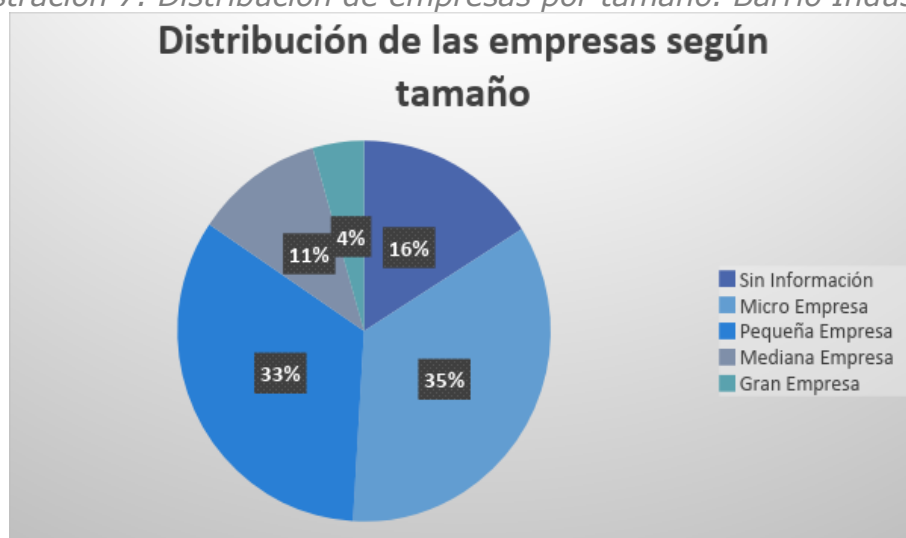
Considerando el Polígono que abarca las Zonas C7 y C7a del Plano Regulador, los datos del Censo 2017 indican un número total de personas de 1.646 de las cuales 832 son hombres y 814 mujeres. Por su parte, del número de viviendas asciende a 460 y 449 hogares.

De acuerdo con los antecedentes recopilados, a partir de información del SII (Nómina de Empresas Personas Jurídicas at 2017), el número de empresas presentes en las áreas definidas por el Plano Regulador zona C7: Barrio Industrial Inofensivo y el sector C7a: Centro Institucional y Comercial definidos en el Plano Regulador, alcanza las 630 (aproximadamente un 7,1 % de las empresas de la comuna de Antofagasta).

Ambas zonas C7 y C7a alcanzan superficies de 112,3 y 54,5 hectáreas respectivamente.

La distribución de empresas según tamaño se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 7. Distribución de empresas por tamaño. Barrio Industrial



Fuente: Elaboración propia

Actualmente, existen pequeñas y medianas empresas (PYMES) de productos y de servicios, algunas filiales de grandes firmas de empresas de productos y de servicios para la gran minería, y las empresas que suministran la energía eléctrica, agua potable y tratamiento de aguas servidas para la ciudad.

Según clasificación CORFO, las 10 empresas suscritas de participar en el estudio de diagnóstico, reúnen la condición de ser calificadas como Gran Empresa de acuerdo con el volumen de ventas y el número de trabajadores que la componen.

El sector cuenta con una alta diversidad de empresas, la mayor presencia la tienen los rubros de "Comercio al por mayor y menor, Rep. Veh. automotores/enseres domésticos", "Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler" e "Industrias manufactureras metálicas", las cuales representan cerca del 60% de la totalidad de las empresas existentes en el sector.

Como se indicó anteriormente, los rubros industriales que se presentan en la zona Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda, son muy diversos y como tal sus procesos productivos y caracterización industrial presentan una gran oportunidad de ser abordados de manera integral, de forma de mejorar sus procesos, compatibilizar sus procesos con la realidad habitacional actual, aprovechar sinergias, modificar la visión particular del desarrollo de sus modelos de negocio, facilitar la relación con la comunidad haciéndose partícipe de su desarrollo, entre otros temas relevantes.

En las figuras 8 y 9 se muestra la distribución de empresas del Barrio Industrial según rubro, actividad y tamaño de empresas que eventualmente se podrían ver favorecidas por el desarrollo de un APL en el sector.

Ilustración 8. Distribución de empresas por rubro. Barrio Industrial

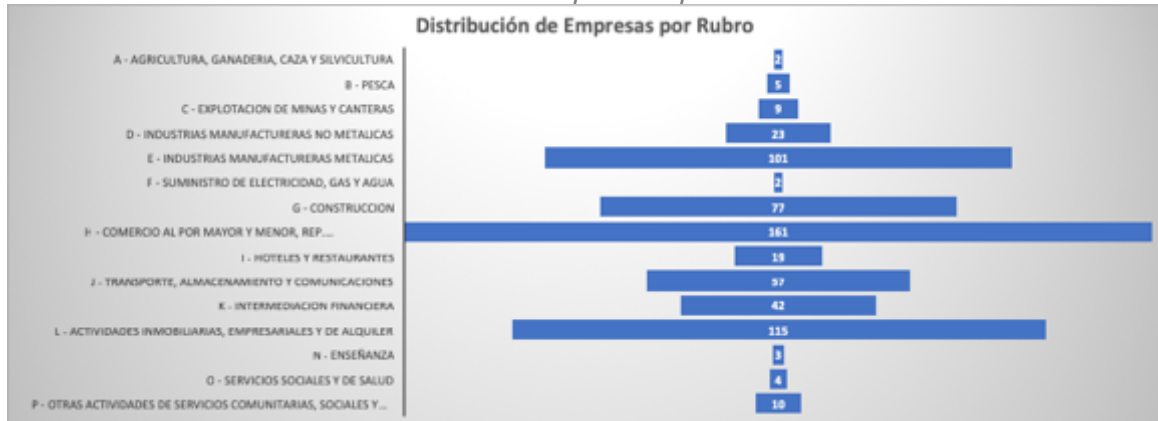
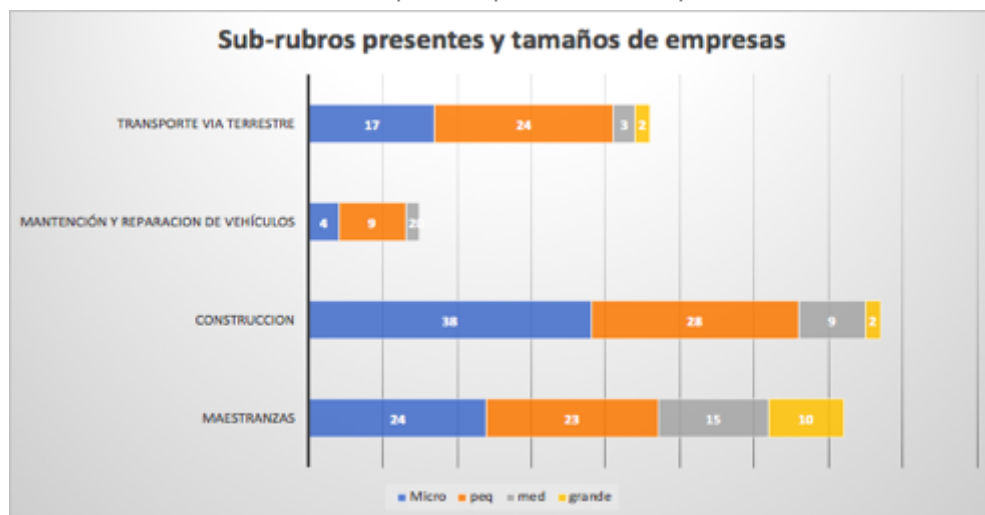


Ilustración 9. Distribución de empresas por actividad y tamaño. Barrio Industrial



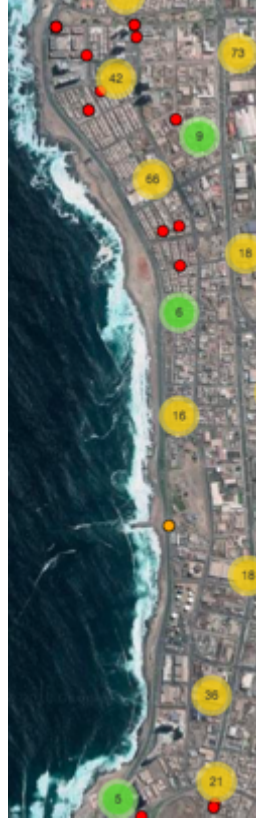
Fuente: Elaboración propia

En la Operación Renta 2016, las empresas informaron un Capital Propio Tributario del contribuyente un monto que alcanza MM\$ 557.620.- (C645 y C646 del Formulario 22,). Este último valor corresponde al 7,1% del valor informado total para la Comuna de Antofagasta.

De la información recabada a partir de los antecedentes de inicio de actividades ante el SII, se pudo determinar que las empresas más antiguas datan del año 1985 y corresponde a las empresas: Petricio Industrial S.A. y Empresa de Servicios Socaire Limitada, por su parte la empresa Transportes Laury Limitada data del año 1989. Sin embargo, en las entrevistas realizadas a las empresas encuestadas fue posible determinar que varias de las empresas se encuentran en la zona desde la década de los 70, tal es el caso de las empresas Petricio Industrial S.A. y Francisco Petricio S.A.

Por su parte, la información disponible en la página web de la Ilustre Municipalidad de Antofagasta, sobre las patentes municipales 2016 en el área Barrio Industrial se indican un total de 310 patentes comerciales de acuerdo con la siguiente figura.

Ilustración 10. Patentes Municipales. Barrio Industrial



Fuente: Pagina web IMA <https://www.4949278.com/patentes.html>

Durante las últimas décadas la zona ha tenido un crecimiento exponencial tal como lo demuestra la siguiente figura que refleja la evolución de iniciación de actividades de las empresas por año.

Ilustración 11. Crecimiento del número de empresas. Barrio Industrial



Fuente: Elaboración propia

Alcance Polígono área de estudio

Como se ha señalado, se ha definido como área de estudio el polígono indicado en la figura 2. En este polígono, fueron identificadas en una visita y recorrido por el sector, un aproximado de 67 empresas. Hay presencia de empresas socias de la Asociación de Industriales de Antofagasta, de distintos rubros y sectores; cuyas operaciones y actividades productivas generan una serie de impactos que son importantes de considerar para el desarrollo sustentable del Barrio Industrial.

Las 67 empresas identificadas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Empresas ubicadas en el polígono de estudio

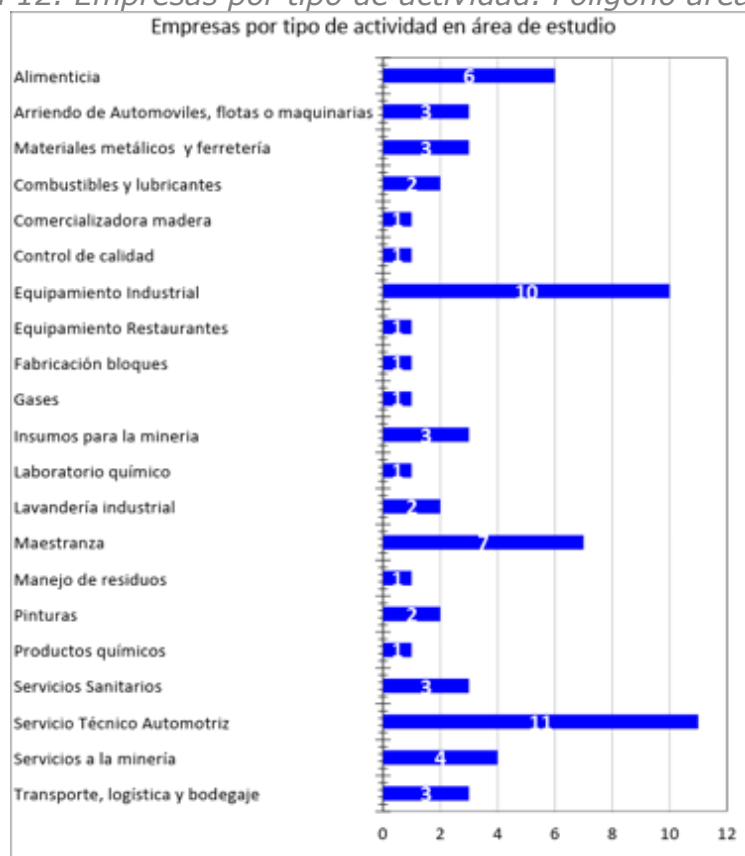
EMPRESA	Tamaño, según clasificación CORFO	Socia AIA
ABASTECEDORA DE REPUESTOS RESORTES SAVINA LTDA.	Pequeña	No
AGRICOLA ARIZTIA LIMITADA	Grande	No
AGROSUPER SERVICIOS CORPORATIVOS LTDA.	Grande	No
AGUAS DE ANTOFAGASTA S. A	Grande	Si
AUTO SUMMIT	Grande	No
AUTO SUMMIT CAMIONES ANTOFAGASTA	Grande	No
AUTOLAVADO INNOVAWASH	Pequeña	No
AUTOMOTORES GILDEMEISTER S. A	Grande	No
BARRACA DE FIERRO FRANCISCO PETRICCIO S.A.	Grande	No
BODEGA CIA. MINERA ZALDIVAR	Grande	Si
BOMBAS GRUNDFOS CHILE LIMITADA	Grande	No
CAM INMOBILIARIA SPA	Mediana	No
COMERCIALIZADORA DE MADERAS EL MORRO LIMITADA	Pequeña	No
COMPAÑÍA DE PETRÓLEOS DE CHILE S.A	Grande	Si
CONSTRUCTORA INDUSTRIAL CORSSSEN LIMITADA	Mediana	No
DERCO CENTER YUSIC	Grande	No
DESABOLLADURA Y PINTURA PIÑA	Pequeña	No
DRILLERS SUPPLY S.A.	Grande	No
DUCASSE COMERCIAL LIMITADA	Grande	No
DURATRAY CHILE SOCIEDA ANONIMA	Mediana	No
ECONORENT CAR RENTAL	Grande	No
ECONSSA, EMPRESA CONCESIONARIA DE SERVICIOS SANITARIOS	Grande	No
EMBOTELLADORA CHILENAS UNIDAS S.A. (CCU)	Grande	Si
EMPRESA DE TRANSPORTES VARMONTT LIMITADA	Grande	No
EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ENEX S.A	Grande	No
FÁBRICA DE BLOQUES Y VIBRADO	Pequeña	No
FERRETERÍA INDUSTRIAL FERTEC	Grande	No
FERROMINING	Pequeña	No
FORD STEEL CHILE INDUSTRIAL S.A.	Grande	Si
FRANCISCO PETRICCIO S.A.	Grande	No
GRANDLEASING	Grande	No
IMERCHILE SA	Grande	No
KOMATSU CUMMINS CHILE – KOMATSU REMAN CENTER	Grande	Si
KOPPMANN S.A.	Pequeña	Si
LAVANDERIA LE GRAND CHIC S.A.	Grande	No
LAVOTEC LAVANDERÍAS INDUSTRIALES	Pequeña	Si
LINDE HIGH LIFT CHILE S A	Grande	No
LUCAS BLANDFORD NORTE SPA	Grande	No
MAC SERVICIOS	Pequeña	No
MARSOL S A	Grande	No

EMPRESA	Tamaño, según clasificación CORFO	Socia AIA
MARSS S A	Mediana	No
MAX SERVICE SEGURIDAD INDUSTRIAL	Pequeña	No
MEMBRANTEC SA	Grande	No
METALMECÁNICA TORMETAL LTDA.	Grande	No
METALNOR	Pequeña	No
METALURGICA Y PRODUCTOS TECNICOS LIMITADA	Mediana	No
MUNDO LCV SERVICIOS VOLARE	Grande	No
MUNDO PINTURA ANTOFAGASTA	Grande	No
NEUMO HIDRAULICA S.A.	Pequeña	No
OLEO HIDRÁULICA Y NEUMATICA	Pequeña	No
PETRICIO INDUSTRIAL SA	Grande	Si
PRAXAIR ANTOFAGASTA	Grande	No
PRODUCTOS DEL MAR MAREJADA	Pequeña	No
PRODUCTOS FERNANDEZ SA	Grande	No
PRONOR LTDA	Mediana	Si
PULLMAN CARGO S A	Grande	No
REPUESTOS FLOTACENTRO CAREN	Pequeña	No
REPUESTOS TODO KIA	Grande	No
RYR INDUSTRIAL S.P.A.	Pequeña	No
SEMBCORP- AGUAS DEL NORTE SA	Grande	No
SERVICIO INTEGRAL AUTOMOTRIZ MULTIMARCA JCM	Pequeña	No
SERVICIOS HIDRAULICOS JC LIMITADA	Pequeña	No
SERVICIOS QUIMICOS LIMITADA	Pequeña	No
SHERWIN WILLIAMS CHILE S A	Grande	No
SOC HIDROCROM ANTOFAGASTA LIMITADA	Grande	No
SOLTEX CHILE	Grande	No
SOLVAY	Grande	Si
TECNOLOGIAS COBRA LIMITADA	Grande	No

Fuente: Elaboración propia

La clasificación de las empresas en el Polígono Área de estudio, según el tipo de actividad que desarrollan, se muestra en la siguiente figura.

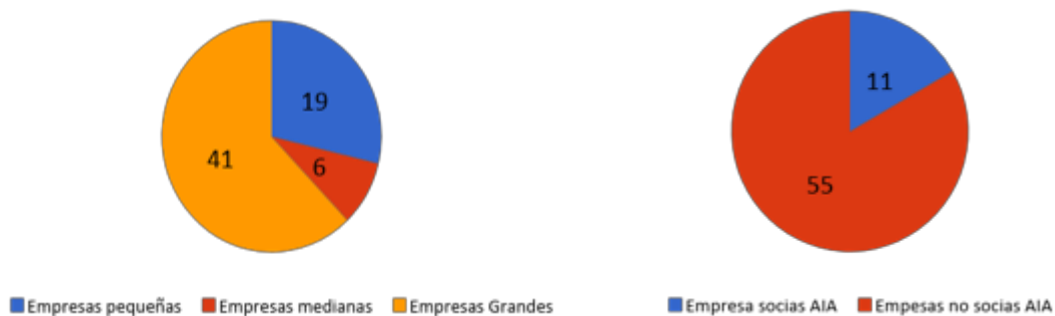
Ilustración 12. Empresas por tipo de actividad. Polígono área de estudio



Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figuras se muestra la distribución de las empresas por tamaño y por adherencia a la Asociación de Industriales de Antofagasta.

Ilustración 13. Distribución de las Empresas por tamaño y asociada a la AIA. Polígono área de estudio



Fuente: Elaboración propia

Alcance Empresas encuestadas y visitadas

Con relación a las empresas que participaron en el Diagnóstico a través de la encuesta y visitas técnicas a terreno, en la tabla siguiente se indican sus principales productos y/o servicios.

Tabla 7. Información empresas encuestadas

Razón Social	Giro	Ámbito geográfico de acción	Año de inicio	Principal Producto y/o Servicio
Aguas Antofagasta S.A.	Captación, Purificación y Distribución de Agua Potable	Empresa Regional	2003	Producción de Agua Potable, Distribución de Agua Potable y Recolección, Tratamiento y Disposición de aguas Servidas.
Sembcorp Aguas del Norte S.A.	Captación, tratamiento y depuración de aguas servidas	Empresa Regional	1994	Servicio de tratamiento de agua y venta de agua industrial.
Solvay/Cytec Chile Ltda	Fabricación de Productos Químicos para la Minería	Empresas Internacional	1978	Colectores y Espumantes para el proceso de concentración de cobre
Komatsu Reman Center Chile	Importación, Exportación, Venta, Fabricación, Mantenimiento, Re-manufactura de Motores y Repuestos.	Empresas Internacional	2002	Reparación y re-manufactura de componentes eléctricos y mecánicos de equipos fuera de carretera.
Econssa Chile S.A.	Captación, depuración y distribución de agua	Empresa Nacional	1990	Garantizar a la comunidad el acceso a agua potable y servicios de recolección y tratamiento Aguas Servidas.
Embotelladoras Chilenas Unidas S.A.	Embotelladora	Empresas Internacional	1850	Elaboración y envasado de Gaseosas y agua purificada
Tecnologías Cobra Ltda.	Servicios a la minería	Empresa Nacional	1998	Reparación de cátodos permanentes.
Francisco Petricio S.A.	Barraca de aceros	Empresa Nacional		Productos de acero
Petricio Industrial S.A.	Fabricación de Productos Metálicos de Uso Estructural	Empresa Regional	1985	Calderería, Equipos, Estructuras
Empresa Nacional de Energía ENEX S.A.	Distribución Combustibles y Lubricantes	Empresa Nacional		Distribución de Combustibles líquidos,

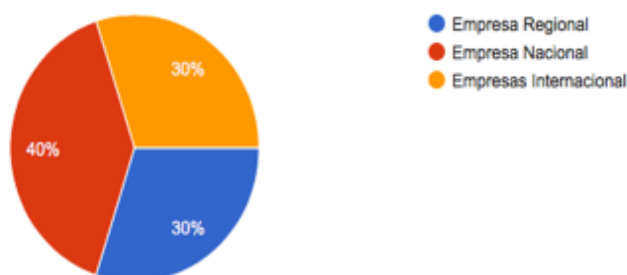
Fuente: Elaboración propia

Respecto al área que abarcan las 10 empresas encuestadas, se estima en un poco mas de 720.948 m² que corresponde al 48 % del área total del polígono de estudio. Es decir, las 10 empresas cubren casi un 50% del área mientras las otras 57 empresas la otra mitad.

En relación con las materias primas que utilizan, el 50% refirió realizar importaciones y el porcentaje promedio de compras locales alcanza el 20% del total.

En la siguiente figura se muestra el ámbito geográfico de las empresas encuestadas.

Ilustración 14. Distribución de las Empresas por ámbito geográfico. Empresas encuestadas



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 FUERZA LABORAL

Alcance Regional

Acorde a los últimos datos disponibles, correspondientes al Jun 2018-Ago 2018, la tasa de desocupación en la Región de Antofagasta alcanzó un 8,0%⁴, lo que representa a 25,7 mil personas desocupadas. Dicha cifra representa una caída en 1,3 puntos porcentuales en comparación a lo presentado durante el mismo trimestre del año anterior.

La tasa de desocupación de las mujeres a nivel regional alcanzó un 9,8%, lo que representa un crecimiento de 1,9 puntos porcentuales en doce meses. En el caso de los hombres, la tasa de desocupación es de 6,9%, disminuyendo en 3,3 puntos porcentuales respecto del trimestre del año anterior (Jun 2017-Ago 2017).

Por su parte, la tasa de ocupación del trimestre Jun 2018-Ago 2018 es de 57,8%, 3,6 puntos porcentuales por sobre de la tasa de ocupación de los últimos doce meses. La tasa de participación pasó de 59,8% en el trimestre Jun 2017-Ago 2017 a 62,8% para este último trimestre, es decir el período Jun 2018-Ago 2018.

Alcance Barrio Industrial

De acuerdo con información del SII las empresas ubicadas en las zonas C7 y Zona C7a alcanzan un número de 11.886 trabajadores, año 2017.

En las siguientes tablas se muestra la distribución de trabajadores por rubros de empresas presentes en el Barrio industrial, así como las empresas que congregan el

⁴<http://www.sil.mintrab.gob.cl/tasa-de-desocupacion/region/antofagasta/comuna/todas/>

mayor número de trabajadores de acuerdo con información disponible del SII informada en la Declaración de Renta 2017.

Tabla 8. Rubros presentes en el Barrio Industrial y el número de trabajadores

Rubro	Número Empresas	Trabajadores
A - Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	2	90
B - Pesca	5	56
C - Explotación De Minas y Canteras	9	25
D - Industrias Manufactureras No Metálicas	23	297
E - Industrias Manufactureras Metálicas	101	3343
F - Suministro de Electricidad, Gas y Agua	2	264
G - Construcción	77	1806
H - Comercio Al por Mayor y Menor, Rep. Veh. Automotores/Enseres Domésticos	161	2551
I - Hoteles Y Restaurantes	19	171
J - Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	57	1113
K - Intermediación Financiera	42	541
L - Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler	115	1310
N - Enseñanza	3	231
O - Servicios Sociales y de Salud	4	2
P - Otras Actividades de Servicios Comunitarios, Sociales y Personales	10	86
Total	630	11886

Fuente: Elaboración propia en base a información SII

Tabla 9. Empresas en barrio industrial con mayor número de trabajadores

Razón Social	Nº Trabajadores
MSH SERVICIOS A LA MINERÍA SPA.	596
TRANSPORTES SOTRABUS S.A.	211
SOCIEDAD L & M TEJADA LIMITADA	310
AGUAS DE ANTOFAGASTA S.A.	475
MORGAN INDUSTRIAL SOCIEDAD ANONIMA	206
VMS CHILE S.A.	218
ECHEVARRÍA Y OYARZUN E HIJOS LTDA	329
WESTFIRE SUDAMERICA SPA	459
METALMECÁNICA TORMETAL SPA	216
EMPRESA CONSTRUCTORA INDUSTRIAL MARIO REYES Y CIA LTDA.	685
PETRICIO INDUSTRIAL SA	200
EMPRESA ELECTRICA DE ANTOFAGASTA SA	264
TECNOLOGIAS COBRA LIMITADA	393
RELIPER COMERCIAL LIMITADA	271
INGENIERIA Y MONTAJE FERROVIAL S A	543

Fuente: propia en base a información SII

Alcance Empresas encuestadas y visitadas

Por su parte las diez empresas que participaron a través de la Encuesta en el diagnóstico, señalaron tener un total de 1.137 trabajadores con un porcentaje de

dotación femenina que va entre un 7% a un 50% siendo el promedio de un 10%. De estos, 1.087 cuentan con contrato indefinido, 79 a honorarios, 56 temporales. Por su parte, se informa 1.343 trabajadores externos.

Respecto a la dotación propia se informa sólo 1 trabajador con alguna discapacidad, 3 con ascendencia indígena y 41 inmigrantes.

Respecto de la cantidad de dotación proyectada para los próximos años, las empresas informan una reducción estimada del 8% en gran parte debido a procesos de automatización a implementar.

En referencia al nivel educacional, un 63% tendrían educación escolar completa, 10,4 % Educación Superior incompleta y 38,4% serían profesionales y técnicos.

4.2 ASPECTOS PRODUCTIVOS Y DE PRODUCCIÓN LIMPIA

Las empresas pertenecientes al Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda, como se ha indicado, presentan una importante y variada oferta de productos y servicios. A continuación, se presentan los principales rubros representados en el presente diagnóstico y la descripción de sus procesos productivos, materias primas y aspectos de producción limpia.

Dentro de esta diversidad de tipo de rubros industriales instalados con operación continua, se cuenta las 10 empresas que participan en el presente estudio de diagnóstico, y otras que constituyen un global cercano a 67 empresas operando en el sector, las que están contenidas principalmente en los siguientes rubros industriales:

- empresas sanitarias, de captación, depuración y distribución de aguas.
- empresas de importación, exportación, fabricación, mantención, remanufacturación de equipos de minería
- empresas del rubro barraca de aceros y fabricación de productos metálicos de uso estructural y para la construcción
- empresas de distribución de combustibles y lubricantes
- empresas de la industria manufacturera metálicas de servicios a la minería
- empresas de la industria para la elaboración de bebidas
- empresas de fabricación de productos químicos para la minería
- empresas de venta, servicio técnico automotriz, mantención y reparación de vehículos
- empresas de arriendo de vehículos.

En los siguientes párrafos se describe los principales procesos productivos o de servicios, que se desarrollan en la zona en estudio y con mayor profundidad para las empresas participantes del estudio.

4.2.1 EMPRESAS SANITARIAS, DEPURACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS

En el área específica, está presente la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Antofagasta. La empresa responsable y operadora de los sistemas de depuración y descarte de aguas servidas es Sembcorp Aguas del Norte S.A.

Esta planta contiene procesos que tienen por objetivo depurar las agua servidas de la totalidad de las generadas por la ciudad de Antofagasta. El proceso industrial considera, por una parte, el tratamiento de una gran fracción del total de agua servida generada mediante un tratamiento primario y descarte a través de un emisario submarino y otra fracción menor, la que es sometida a tratamiento biológico, depuración y producción de agua para uso industrial.

Los procesos se inician en la recepción o envío de las aguas servidas de la ciudad a través de puntos de impulsión (PEAS), hacia un único punto de ingreso del “agua cruda” dentro de las instalaciones de la planta, para posteriormente ser separadas a un tratamiento primario o a un tratamiento biológico.

En este punto se han adoptado medidas operacionales para reducir las emisiones de olores al ambiente, incorporando fajas o bolsas en los puntos de descarga de material grueso hasta la caída hacia contenedores cerrados.

Tratamiento Primario

El tratamiento primario del “agua cruda” se realiza mediante la separación de materiales gruesos y arenas, las que posteriormente son enviadas a disposición final en el vertedero municipal y el envío del agua tratada a través de un emisario submarino. El caudal tratado en este proceso primario es de una media aproximada de 720 L/s, según lo indicado por la misma planta en entrevista y según información técnica proporcionada.

Las principales unidades involucradas en este tratamiento primario son: cámaras de rejillas gruesas y finas, canaletas de conducción, sistema de desarenado y retiro de grasas y emisario submarino. En las primeras etapas de retiro de material grueso, como ya se indicó, hay colección de estos materiales en recipientes/contenedores a los que se les ha instalado fajas o bolsas plásticas para reducir las emisiones de olores.

Se pudo comprobar que la totalidad de los sistemas de conducción de esta agua hacia los procesos primarios señalados, han sido cubiertas con láminas de policarbonato, para reducir las emisiones a la atmósfera de olores y gases. Así también, el sistema de desarenado y separación de grasas, está cubierto por un “domo”, que permite capturar las emisiones de olores y gases, los que luego son depurados en un sistema/trampa de neutralización y biofiltro.

Las arenas generadas en la etapa precedente son retiradas con ayuda de un tornillo mecánico y colectados en una tolva cerrada para su posterior envío a disposición final en vertedero. Este tornillo posee un sistema de desodorización automático, así también la instalación de fajas o bolsas en su chute de caída, para reducir la emisión de olores y las arenas son colectados en una tolva cerrada, para su disposición final.

Todas estas medidas de control fueron ejecutadas como consecuencia de las exigencias solicitadas por las autoridades competentes y los compromisos que las empresas involucradas asumieron con el gobierno regional, posterior a los eventos de los años 2015-2017. Todas las acciones ejecutadas se pueden considerar Mejores Técnicas Disponibles (MTD), implementadas.

Tratamiento Biológico

En el punto de recepción del "agua cruda", existe un by-pass que conduce una fracción del caudal total recibido, para tratamiento mediante un proceso biológico, depurando el agua servida de origen natural. Este tratamiento es un proceso aerobio, que permite por medio de la aireación prolongada y la recirculación de fangos activos, eliminar las sustancias biodegradables que están disueltas en el agua residual, de forma que el agua sea depurada. El caudal medio tratado en este proceso es de 130 L/s.

Las principales unidades involucradas en este tratamiento biológico son: sedimentadores primarios (2), canaletas de conducción, reactor biológico, sedimentadores secundarios (2), canaletas de conducción de aguas claras, cámara de contacto para desinfección/cloración, estanque recepcionador de lodos de 800 m³ de capacidad total, zona/galpón de tratamiento de lodos, deshidratado, espesamiento y adicionamiento de cal, transporte y disposición final en tolva.

El proceso de depuración del agua se produce en el reactor biológico a través de agitación y aireación. Esto permite que se generen flóculos y sedimenten los que posteriormente son separados mediante los sedimentadores secundarios. Hay también recirculación de una fracción de lodos de tal manera de mantener alta la concentración de microorganismos. Finalmente, los lodos descartados deben ser estabilizados para su descarte y disposición final.

Luego del tratamiento biológico, el lodo para descarte es enviado hacia un estanque de almacenamiento desde donde se procede posteriormente al tratamiento específico que tiene como objetivo su estabilización, de tal forma de descartarlo de manera ambiental y sanitaria adecuada. Esos lodos son deshidratados y luego tratados con cal para su retiro y almacenamiento en tolvas para ser enviadas a vertedero.

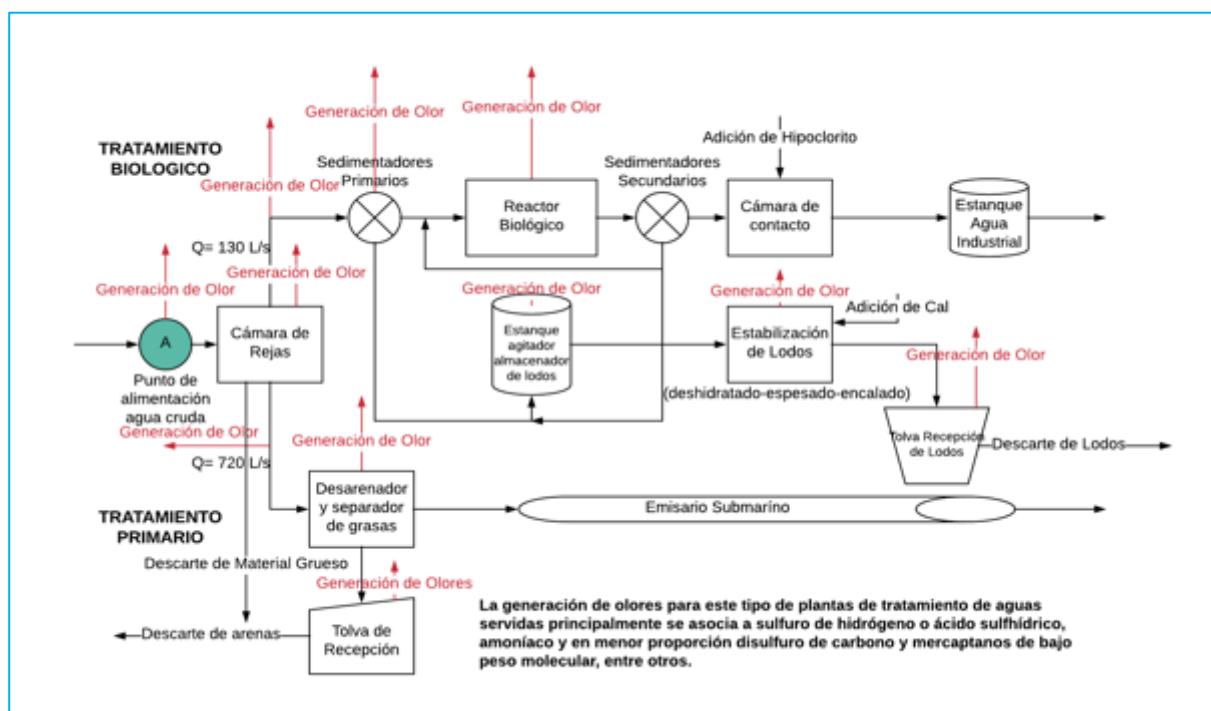
Finalmente, el agua clara obtenida pasa a una zona de desinfección y cloración la que es bombeada hacia estaciones de impulsión que permitirá el envío de agua industrial a clientes del sector La Negra y Km 12 de la ciudad de Antofagasta.

Al igual que en el proceso primario descrito anteriormente, la totalidad de las canaletas de conducción de aguas hacia y desde los sedimentadores primarios se encuentran tapadas. En particular se destaca, que los sedimentadores primarios están cubiertos y poseen un sistema de captura de gases y olores para su neutralización abatimiento. Este sistema de control con cubrimiento de sedimentadores es único en Chile en plantas similares. En este caso también se puede mencionar que las acciones correctivas ejecutadas corresponden a Mejores Técnicas Disponibles y sólo falta por realizar mejoras en el área de tratamiento y estabilización de lodos, de tal forma de asegurar el control de emisiones de olores desde esa zona.

Todos los procesos asociados al tratamiento de aguas servidas tienen potencial de emisión de malos olores, en el alcantarillado público o en las PTAS y se debe a la degradación de la materia orgánica bajo condiciones anaeróbicas durante el transporte y el tratamiento de las aguas residuales (septicidad). En conducciones extensas de recolección y en plantas elevadoras de aguas servidas, también se han encontrado obras susceptibles de generación de olores molestos, respecto de las cuales se deben adoptar las medidas correspondientes. Por lo tanto, la generación de olores molestos en PTAS es inherente a su actividad.

La siguiente figura es un esquema general del proceso global.

Ilustración 15. Tratamiento de Aguas Servidas



Fuente: Elaboración propia en base a información SEMBCORP

Por otro lado, administrativamente quien es responsable de que los procesos descritos cumplan a cabalidad con las exigencias y normas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios es la empresa concesionaria de los servicios sanitarios, Econssa Chile S.A., que es una sociedad anónima de propiedad del Estado de Chile y desarrolla la tarea de

garantizar a la comunidad de Antofagasta, el acceso al agua potable y a servicios de alta calidad en la recolección y tratamiento de aguas servidas. Así también, participando en la modernización del marco normativo nacional, promoviendo el uso de tecnologías de vanguardia en el proceso de las aguas y gestionando los contratos y las infraestructuras en las áreas de concesión.

Como consecuencia de los eventos acontecidos durante los años 2015 a 2017, la empresa concesionaria Econssa, tomó responsabilidad en la implementación de sistemas de encapsulamiento y tratamiento de olores del desarenador de la planta de Antofagasta, que permite la captación y tratamiento de emisiones odorantes del desarenado de la planta de la etapa de tratamiento primario de planta Antofagasta. De igual forma, le ha correspondido el liderazgo para el mejoramiento global de todas y cada uno de los procesos operativos del tratamiento biológico de las aguas servidas, incorporando Mejores Técnicas Disponibles, como son el cubrimiento de los sedimentadores primarios, el tapado de las canaletas de conducción de las aguas en la planta, las modificaciones operativas del tratamiento de lodos que se encuentra en desarrollo y que ha permitido reducir, controlar y monitorear el impacto odorante de las operaciones de la planta.

Finalmente, también en este rubro cabe hacer mención importante a la empresa captadora y distribuidora de agua potable para la comunidad de Antofagasta, Aguas de Antofagasta S.A.

El sector económico en que la empresa desarrolla sus actividades es el de explotación de los servicios públicos de producción y distribución de agua potable, y de recolección y disposición de aguas servidas, actividades amparadas por las concesiones sanitarias de que era titular la Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta S.A. (ESSAN S.A.).

En Antofagasta en particular, tiene responsabilidad en las unidades operacionales para el suministro, producción y distribución de agua potable, que es captada de la alta cordillera y desde el mar, así como también la mantención operativa de toda la red de alcantarillado y plantas de elevación que conducen el agua utilizada y descartada por la comunidad de Antofagasta. En la comuna desde al año 2003, esta empresa mantiene en operación una planta desaladora la que actualmente abastece en cerca de 80% de la necesidad de la población.

En el sector en estudio, que es parte de este diagnóstico, se ubican las oficinas corporativas de Aguas Antofagasta y en ella se encuentra presentes los servicios que la empresa realiza para sus áreas operativas, como así también para la comunidad. A saber, se ubican las oficinas administrativas y de logística, la sala de control y monitoreo a través de telemetría que permite tener información del todo el sistema de distribución de agua y del funcionamiento de las plantas elevadoras de agua potable y servidas. De igual forma en esta instalación se encuentra la unidad de Call Center que proporciona apoyo y atención a clientes en temas de facturación de consumos,

información de cortes de suministro, problemas y emergencias del suministro y reclamos. Este servicio es tanto a través de medios telefónicos como a través del sitio web de la compañía.

En la instalación opera un Laboratorio Bacteriológico y un Laboratorio Físico-Químico, acreditado por el Instituto Nacional de Normalización y orientado al control de la calidad del agua potable, a lo largo de todo el proceso.

En esta misma instalación se encuentra un jardín Botánico que concentra 9 jardines temáticos que ocupan 3.200 m² de áreas verdes. Cada uno de estos espacios permite que hoy, en el desierto más árido del mundo, exista un lugar para conocer y disfrutar de la naturaleza, representada por más de 560 especies nativas e introducidas en pleno desarrollo, que invitan a valorar, conservar y proteger la biodiversidad. Esta iniciativa que a la fecha tiene 8 años de existencia, a juicio de la empresa, representa un modelo de educación no tradicional, donde niños, jóvenes y adultos, reciben educación al aire libre, generando una instancia de integración e interacción con la naturaleza. Este trabajo, ha sido elaborado en colaboración con la Fundación Jardín Botánico Nacional, entidad con experiencia en este tipo de enseñanza y con la cual la empresa firmó un convenio de colaboración mutuas. Existe un programa permanente de visitas de la comunidad y de colegios y jardines infantiles.

4.2.2 EMPRESAS DE IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN, FABRICACIÓN, MANTENCIÓN, RE-MANUFACTURACIÓN DE EQUIPOS DE MINERÍA

Estas empresas poseen instalaciones con infraestructura y técnicos especializados para la reparación, fabricación y remanufactura de componentes y equipos, usando repuestos originales o desarrollados, estándares definidos por las fábricas que representan y procedimientos de trabajo, elaborados sobre la base de la experiencia y recursos destinados a las solicitudes hechas por sus clientes, en especial empresas mineras.

A continuación, se describe de forma general los procesos que intervienen en este tipo de rubro para la empresa KOMATSU Reman Center Chile S.A.

Dada la especialización de los procesos que desarrollan en el ámbito de servicios de venta y post venta para la gran minería, esta actividad representa un gran despliegue logístico para su realización en talleres y maestranzas que se ubican en el sector.

Para la recuperación, fabricación y remanufactura de los componentes y equipos, esta empresa al menos posee los procesos que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 10. Identificación de Talleres y Procesos

ÁREAS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
Taller Eléctrico	Área donde se reparan los componentes eléctrico AC y DC de la marca que representan
Taller Industrial	Área donde se reparan componentes eléctricos de todas las marcas
Taller Hidráulico	Área donde se reparan componentes hidráulicos de marca que representan, siendo los principales: Cilindros hidráulicos, transmisiones y suspensiones.
Taller Mecánico	Área de recuperación de componentes a través de procesos de mecanizado y soldadura.
Taller Electrónico	Área donde se evalúan y reparan componentes y dispositivos electrónicos marca que representan.
Taller Componentes Menores	Área donde se Re manufacturan componentes de la marca que representan y otras asociadas al rubro minero.
Laboratorio de Ensayos Calibración	Área donde se realiza la calibración de todos los instrumentos utilizados al interior de sus talleres
Patio de Lavado de Componentes	Área donde los equipos que son ingresados a las instalaciones son lavados previos a su revisión o mantención.
Planta de Cromado	Planta de recuperación de Vástagos a través de proceso de Metalizado o proceso Electrolítico de Cromo. Administrativa y físicamente pertenece al Taller de Mecánico.

Fuente: Elaboración propia

En los párrafos siguientes se describe de manera general las particularidades de cada uno de los talleres, así como también su alcance de acción.

Taller Eléctrico

En este tipo de talleres se realiza la reparación de componentes eléctricos de la marca, que se pueden dividir en AC y DC. El proceso de reparación final depende de la evaluación realizada, en función de la cual se emite presupuesto y el cual, si es aprobado por el cliente, da paso a la reparación. Para el testeo final de las reparaciones se dispone de diversos sistemas de control, de los cuales el más importante es el banco de pruebas o test bench, el que asegura el cumplimiento de los estándares definidos por la compañía. Dentro de los procesos anexos a la reparación se realizan procesos tales como lavado, secado, pintura y curado de componentes.

La reparación de los componentes eléctricos del motor AC sigue la lógica de todos los componentes eléctricos, que de manera básica se puede describir como lavado, desarme, evaluación y armado. Por otro lado, la parte mecánica sigue otro proceso que pasa por evaluaciones de partículas magnéticas y procesos de armado donde se debe utilizar nitrógeno líquido, hornos para la dilatación de piezas y pruebas de hermeticidad en el caso de los frenos. Finalmente, el componente se monta en banco de prueba y se evalúa la condición mecánica y eléctrica.

Para el caso de los motores de tracción DC cuyas partes principales son frame, cubo de rueda, tubo de torque, planetarios, armadura y cartridge, los dos últimos

corresponden a componentes eléctricos y deben ser lavados, evaluados, reparados y curado. El resto de la reparación corresponde a la evaluación y reparación de los diversos componentes mecánicos.

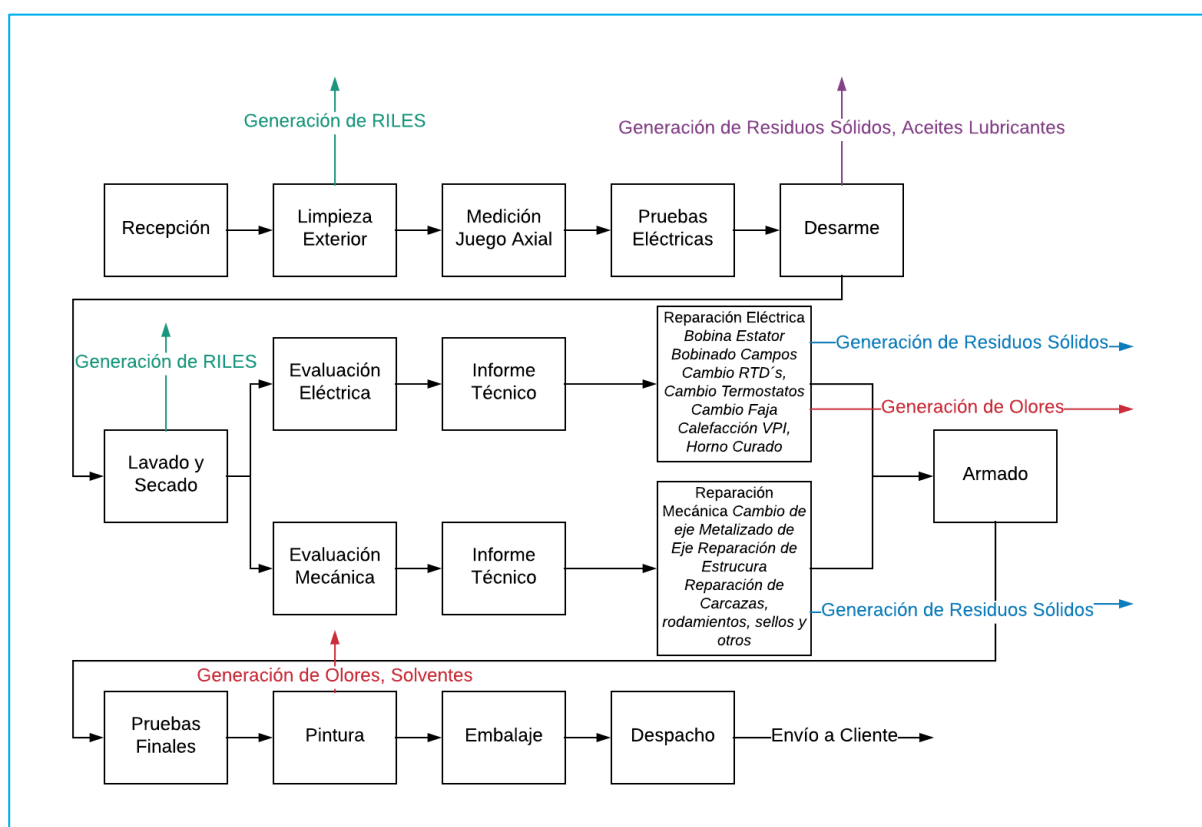
Así también de manera básica el alternador se puede entender como un generador de corriente AC y se encuentra en todos los camiones mineros eléctricos, variando su tamaño y capacidad según el equipo. Su reparación sigue la misma lógica de todo componente eléctrico, separando la parte eléctrica de la mecánica, esta última incluye una sección de fibra de vidrio la cual es reparada por proveedor externo. Físicamente su reparación se realiza en el taller principal, donde además se encuentra el VPI y los hornos de secado y curado, por el cual deben pasar los alternadores reparados. Como todo componente reparado, finalmente debe ser testeado en banco de prueba antes de ser liberado.

Taller Industrial

El taller industrial se orienta a la reparación de componentes tales como, generadores de corriente alterna, motores de corriente alterna y motores de corriente continua.

Son talleres que reparan componentes multimarca, donde la mayoría de los equipos a reparar corresponden a los usados en procesos de la gran minería del cobre. Este taller sigue la misma lógica de reparación de los demás talleres, vale decir, lavado, desarme, evaluación, armado y pruebas. Antes de las pruebas se debe ejecutar un proceso de VPI y curado de componentes eléctricos. Tomando en cuenta que se reparan componentes de diferentes marcas, la reparación mecánica puede variar de un componente a otro, sin embargo, en esencia pasa por la intervención de ejes y carcasas. La figura siguiente muestra en forma esquemática los procesos que se desarrollan en los Talleres Eléctricos e Industrial.

Ilustración 16. Reparación Taller Eléctrico e Industrial



Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por KOMATSU

Taller Hidráulico (THID)

Se realiza la reparación de componentes hidráulicos principales: Suspensiones, Cilindros, Diferenciales, Convertidores de Torque, Transmisiones, así también se realiza la parte de desarme, evaluación, ensamble y pruebas de los cilindros hidráulicos del taller de recuperación de piezas.

Para la reparación de cilindro hidráulico, las actividades y tareas se desarrollan al interior del taller hidráulico, para mantener condiciones libres de contaminación de polvo del medio ambiente.

Las áreas están predefinidas para realizar los procesos de la reparación. El desarme se realiza para hacer una evaluación de las piezas y definir su reutilización o desecho (los desechos de piezas son devueltos al cliente con el componente reparado)

El armado es la etapa donde se rearma el componente con piezas reutilizadas y nuevas. Esta etapa requiere de lubricantes sólidos y en spray y en el armado se requiere de llenar con aceite hidráulico.

A todos los componentes se les realiza una prueba de banco, en la cual se somete el componente a desplazamientos y presiones internas, para definir la funcionalidad y

confiabilidad del producto terminado.

Los procesos de reparación de los sistemas de suspensión también se desarrollan al interior del taller hidráulico, para mantener condiciones libres de contaminación de polvo del medio ambiente.

Las áreas están predefinidas para realizar los procesos de la reparación. El desarme se realiza para hacer una evaluación de las piezas y definir su reutilización o desecho. (Los desechos de piezas metálicas, son devueltos al cliente con el componente reparado).

El armado es la etapa donde se rearma el componente con piezas reutilizadas y nuevas. También esta etapa requiere de lubricantes sólidos y en spray, para el armado se requiere de llenar con aceite hidráulico.

Se realiza la prueba de hermeticidad, en la cual se somete el componente a prueba estática con nitrógeno (gas inerte), para definir la confiabilidad del producto terminado. El aceite y el nitrógeno se mezclan internamente. Finalmente se aplica pintura y se cubre con nylon para proteger del medio ambiente durante etapa de traslado y almacenaje en cliente.

El proceso de reparación de los sistemas de transmisión, se desarrollan al interior del taller hidráulico, para mantener condiciones libres de contaminación de polvo del medio ambiente.

Las áreas están predefinidas para realizar los procesos de la reparación. El desarme se realiza para hacer una evaluación de las piezas y definir su reutilización o desecho (los desechos de piezas, son devueltos al cliente con el componente reparado).

La preservación y almacenaje, se realiza para el cuidado de la propiedad del cliente. El armado es la etapa donde se rearma el componente con piezas reutilizadas y nuevas (esta etapa requiere de lubricantes sólidos y en spray).

A todos los componentes se les debe realizar una prueba dinámica de banco en rangos de velocidad 600 a 1200 RPM, en la cual se somete el componente a prueba de hermeticidad y pruebas de control de embragues de velocidad, para definir la funcionalidad y confiabilidad del producto terminado.

Para el caso de la reparación de la masa del camión, el proceso de reparación se desarrolla al interior del taller hidráulico, para mantener condiciones libres de contaminación de polvo del medio ambiente.

Al igual que los casos anteriores, las áreas están predefinidas para realizar los procesos de la reparación. El desarme se realiza para hacer una evaluación de las piezas y definir su reutilización o desecho (los desechos de piezas metálicas son devueltos al cliente

con el componente reparado).

El armado es la etapa donde se rearma el componente con piezas reutilizadas y nuevas (esta etapa requiere de lubricantes líquidos, sólidos y en spray, se requiere de Nitrógeno Líquido para contraer pistas de rodamientos).

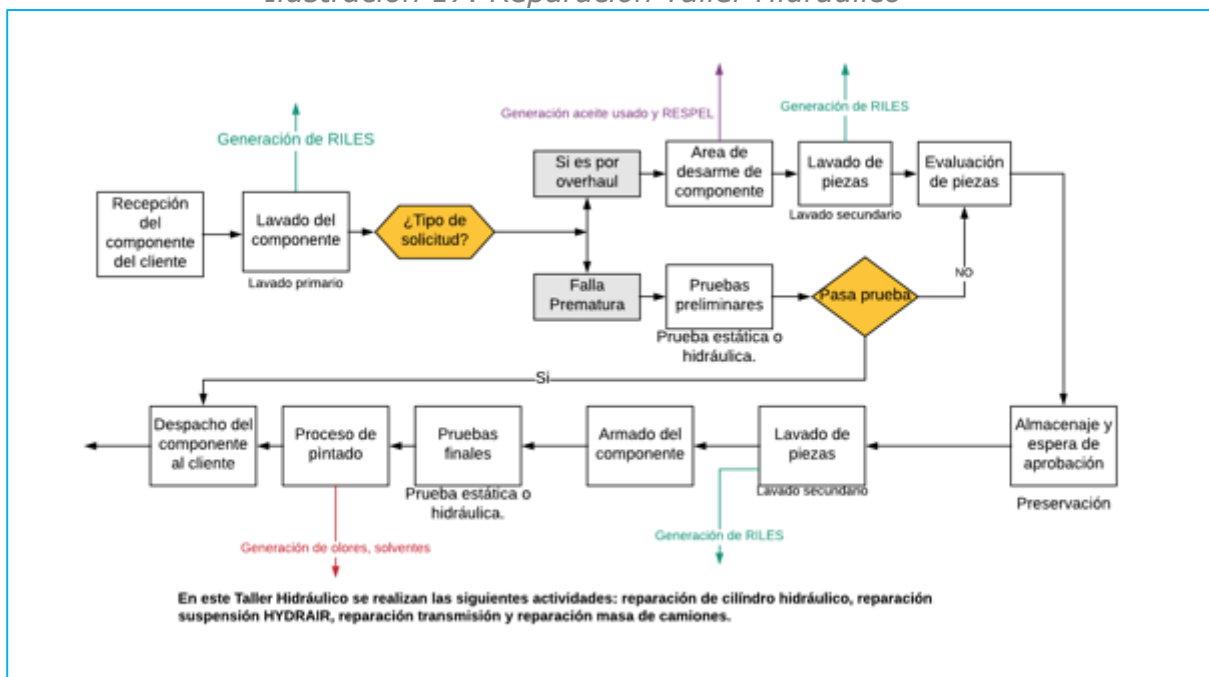
A todos los componentes se les realiza una prueba estática de hermeticidad a la cámara de enfriamiento de frenos, se somete a presión baja (15 PSI) con aire comprimido de la línea, para definir hermeticidad y confiabilidad del producto terminado. El diagrama siguiente representa el proceso.

El diagrama a continuación describe en forma general y simplificada las etapas principales de operaciones realizados en el Taller Hidráulico. En estos procesos las principales materias primas utilizadas son aceites lubricantes y grasas, lubricantes sólidos y en spray, pinturas y se utiliza nitrógeno líquido.

Por otro lado, las emisiones están relacionadas a la generación de RILES, producto del lavado de piezas y componentes, generación de aceites y grasas lubricantes contaminadas, materiales y equipos de protección personal contaminados con hidrocarburos, desechos de pinturas, material particulado, latas de spray, entre otros.

El diagrama siguiente muestra en forma general los procesos que son desarrollados en el Taller Hidráulico.

Ilustración 17. Reparación Taller Hidráulico



Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por KOMATSU

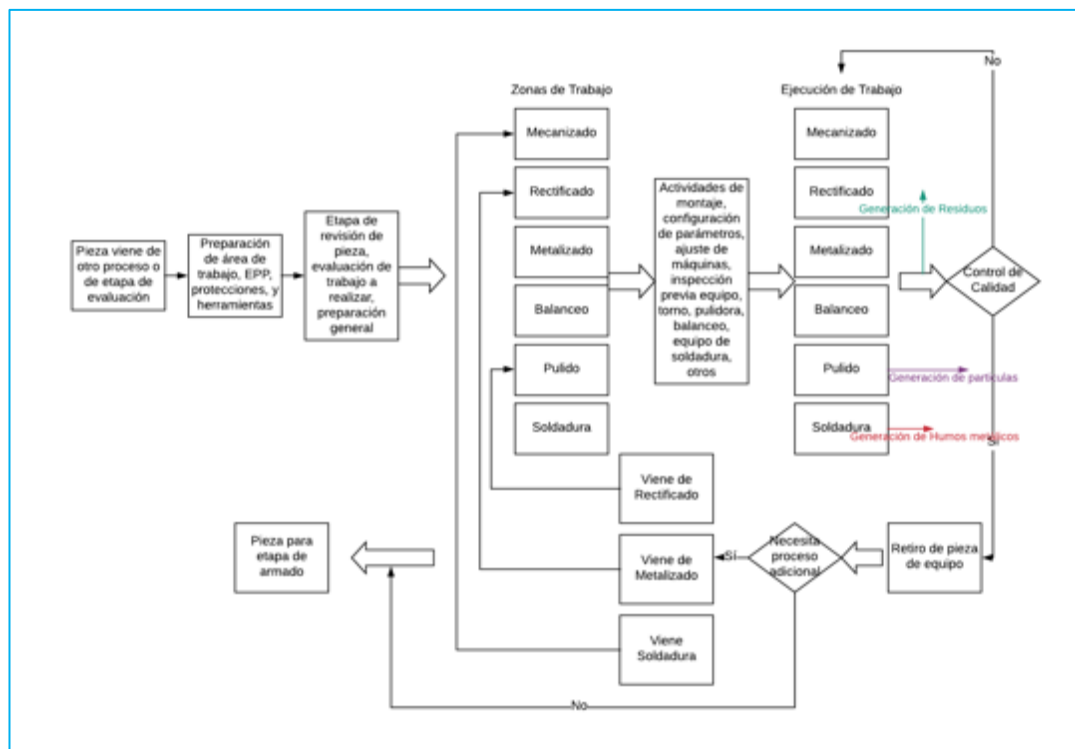
Taller Mecánico (TMEC)

El taller de mecanizado se orienta a la recuperación de piezas de los subcomponentes generados, posterior a la evaluación en las distintas unidades o áreas operacionales, descritos en los siguientes procesos:

- Proceso de Mecanizado: permite la recuperación de alojamientos de rótulas, bujes, pistas de rodamientos y sellos, superficies cilíndricas
- Proceso de Rectificado: permite la recuperación de superficies cilíndricas y desbaste de diámetros.
- Proceso de Metalizado: recupera superficies mediante proyección o proceso de arcspray.
- Proceso de Balanceo: tiene como objetivo la recuperación, por el efecto producido por descompensación, de las masas producidas por errores en la fabricación o el maquinado en máquinas rotativas.
- Proceso de Pulido: recupera superficies cilíndricas mediante lijas de bandas para así dar rugosidad según estándar de fabricación.
- Proceso de Trabajos de Soldadura: se generan para la fabricación de bases de traslado, soportes operacionales, aporte de material para la recuperación de superficies mediante mecanizado.

El diagrama siguiente muestra en forma global los procesos que son desarrollados en el Taller Mecánico.

Ilustración 18. Reparación Taller Mecánico



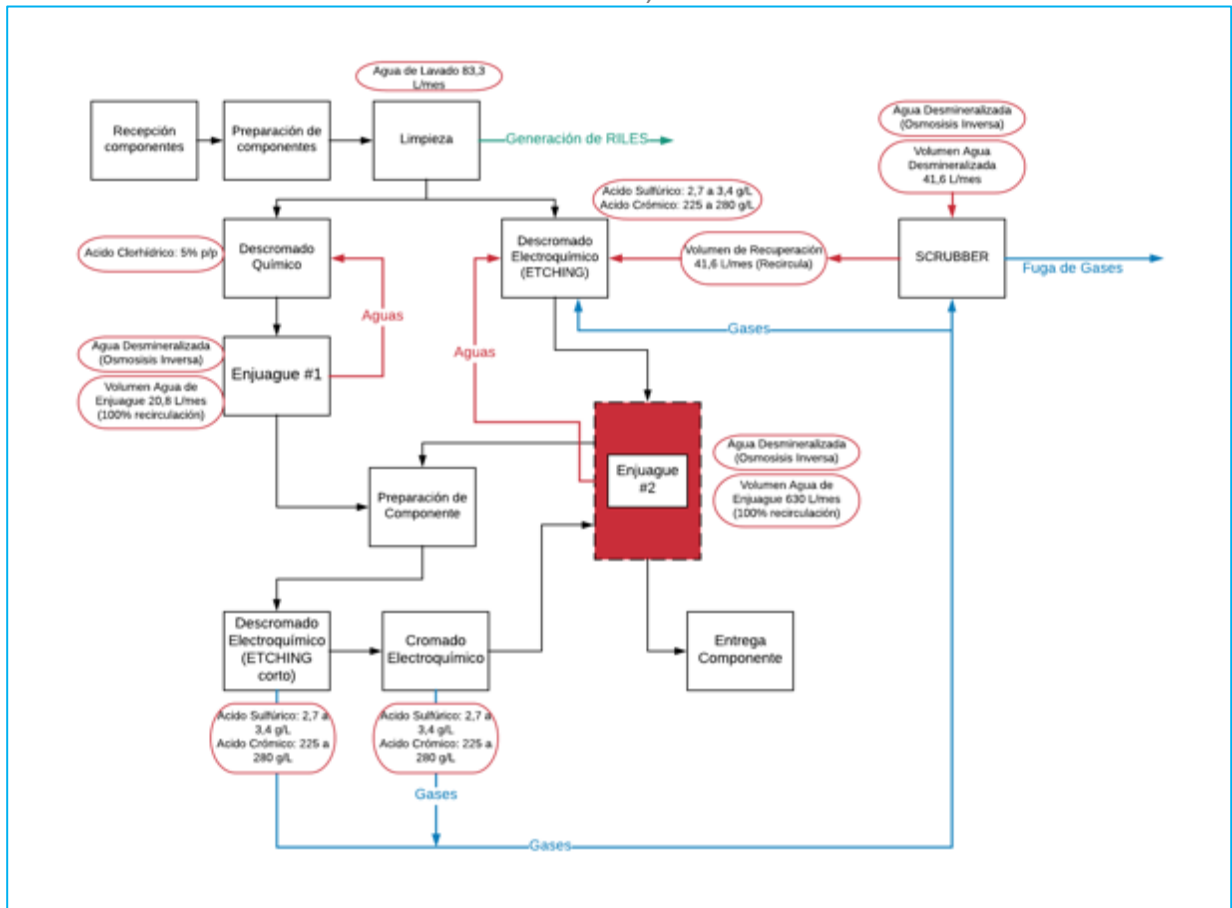
Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por KOMATSU

Dentro de las actividades del Taller Mecánico (TMEC), cabe hacer mención especial a los procesos de cromado

En términos generales, el cromado de las piezas de componentes electromecánicos del equipamiento de KOMATSU (camiones, maquinaria pesada, etc), considera el uso de un baño de electrólisis por medio del cual se realiza la electrodeposición del cromo sobre la superficie de cada pieza. Esto se realiza con la finalidad de devolver la condición original de piezas.

El siguiente diagrama muestra en forma esquemática el proceso de cromado.

Ilustración 19. Taller Mecánico, Proceso de Cromado



Fuente: Elaboración propia según información proporcionada por KOMATSU

Este proceso mantiene operando un scrubber al que llegan los gases producto del descromado electroquímico y cromado electroquímico, con concentraciones de entrada de ácido sulfúrico entre 2,7 y 3,4 g/L.

El agua de enjuague según diagrama de proceso recircula, pero se debe cambiar de forma periódica, por lo que cerca de 630 L podrían ser vertidos a la corriente de RIL.

El diagrama a continuación presenta en forma esquematizada, general y simplificada las operaciones descritas anteriormente.

Taller Electrónico (TRON)

Para los procesos de reparación de componentes y dispositivos electrónicos y remanufacturación, se utilizan las áreas Taller Electrónico (TRON) y Taller de componentes menores.

El Taller de Electrónico se dedica principalmente a la reparación de componentes de potencia y tarjetas de control electrónicas de los equipos de alto tonelaje de la marca que representa. El Taller está constituido por tres áreas, el área de tarjetas que se dedica a la reparación de componentes, tales como CPU, rack, tarjetas analógicas y digital, módulos de disparo, panel de relé y sistema de pesaje PLM entre otros. En el área de Potencia se reparan componentes tales como rectificadores, excitadores estáticos, contactores, inversores auxiliares, módulos de fase y paneles entre otros. Por último, está el área de sistema y parrillas en la cual se reparan componentes mayores como gabinetes, banco de parrillas.

Taller de Componentes menores

En el área taller de componentes menores, se concentran los siguientes procesos:

- Recuperación de Bobinas para componentes eléctricos, cables de potencia, anillo, bocinas de rotor y otros.
- Recuperación de aislación de bobinas y bobinados de componentes eléctricos
- Remanufactura de bobinas de distintos tipos
- Remanufactura de rotores/estatores de distintos tipos.
- Remanufactura de estatores AC, alternadores y armaduras
- Remanufactura de motores industriales.

Por último y como una operación integral a los procesos mencionados anteriormente, se encuentra las unidades de control de calidad. Estas unidades poseen laboratorios Predictivo, Ensayo y Calibración. Es una unidad especializada como organismo técnico de alto desempeño dedicado a ofrecer a sus clientes las más avanzadas técnicas de mantenimiento predictivo, calibración e inspecciones END, que la industria de hoy en día requiere. En estos procesos las actividades involucradas son:

- Calibración de Instrumentos de Precisión
- Ensayos no destructivos y
- Area predictiva.

El envejecimiento de los componentes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los equipos deterioran poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza y se refleja tanto en el diseño como en la calidad del producto. Este tipo de situaciones puede ser evitado, por medio del proceso de calibración. La correcta calibración de los equipos proporciona la seguridad de que los productos o servicios que se ofrecen reúnen las especificaciones requeridas.

En general la instalación Komatsu Reman Center Chile de Antofagasta mantiene control sobre sus emisiones gaseosas. Ha ejecutado obras para el mejoramiento de las zonas de pintura, sistema scrubber planta de cromado, ha dejado fuera de servicio uno de los hornos de secado de barniz que utilizaba gas licuado, entre otras mejoras operacionales.

Casi la totalidad de sus actividades son realizadas en galpones cerrados y se evalúa en forma sistemática y periódica el cumplimiento de la requisitos correspondientes a Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas de Lugares de Trabajo tal como se solicita en el DS 594/1999 modificado según DS 30 de 2018.

Hay información bibliográfica de un estudio realizado para la empresa durante el año 2014⁵. Estas pruebas fueron desarrolladas para los siguientes equipos :

- Lavador de Gases Tipo Scruber de Planta de Cromado
- Grupo Generador N°1, Sector Recuperación Motores y Piezas
- Horno Secado de Barniz
- Dinamómetro Banco de Pruebas
- Grupo Generador N°2, Sector Dinamómetro

Las evaluaciones se realizaron para determinar el comportamiento de las emisiones atmosféricas, que son generadas durante el proceso productivo de las fuentes ya mencionadas. Los parámetros que han sido evaluados en el desarrollo del servicio, fueron los siguientes:

- material particulado
- caudal
- velocidad de gases
- temperatura
- composición de O₂

La conclusión del estudio muestra que las fuentes presentes en la instalación de Komatsu se encuentran bajo la exigencia normativa para el material particulado, para cada uno de los casos analizados.

4.2.3 EMPRESAS DEL RUBRO BARRACA DE ACEROS Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS DE USO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIÓN

Las empresas que representan este rubro industrial van desde la sola comercialización de productos y materiales para la construcción, hasta la fabricación de equipos estructurales. En este rubro las empresas involucradas en el presente estudio son Francisco Petricio y Petricio Industrial.

La empresa representante como comercializadora de productos y materiales para la construcción, fierro, acero y productos para la construcción es Francisco Petricio. La

⁵ Informe de Muestreo de Material Particulado, AAIR Environmental, 2014

comercialización de productos y materiales para la construcción abarca desde la venta de aceros, hasta la venta de productos arquitectónicos.

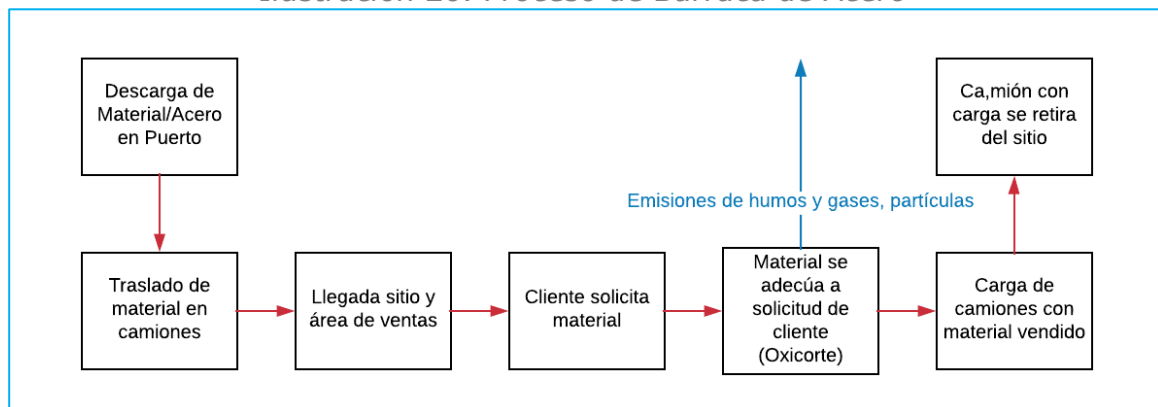
En aceros se comercializa:

- Fierro de construcción
- Planchas gruesas
- Planchas diamantadas
- Planchas galvanizadas
- Planchas antiabrazivas
- Perfiles estructurales
- Barras y Pletinas
- Mallas y Parrillas
- Cañerías
- Vigas

La instalación y actividad operacional que realiza Francisco Petricio donde se ubica la zona de estudio, sólo corresponde a almacenamiento de aceros como los tipos de productos que se menciona más arriba. Para este caso las operaciones que se realizan son almacenamiento de productos, carga y descarga y corte de piezas mediante oxicorte. Las actividades se realizan a intemperie.

El siguiente diagrama muestra un esquema general de la actividad industrial.

Ilustración 20. Proceso de Barraca de Acero



Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las operaciones de maestranza y construcción estructural de la empresa Petricio Industrial, se tiene una actividad industrial en donde se fabrican piezas y sistemas como los que a continuación se señalan:

Estructuras

- Estructuras de edificios y plantas para la industria y la minería
- Pipe Racks (Bastidores de Tuberías)
- Suministro de equipos para la minería e industria.
- Vigas de grandes dimensiones para la construcción de edificios, puentes y obras viales

Calderería

- Chutes,
- Transiciones,
- Canaletas,
- Estanques,
- Tolvas

Equipos Especiales

- Celdas de flotación
- Espesadores
- Estaciones de chancado
- Piezas de gran volumen

Sus procesos productivos son esencialmente establecidos de acuerdo con la solicitud de clientes y se planifican a través de una oficina técnica de ingeniería. Para la realización de sus procesos productivos cuentan con el siguiente equipamiento:

Equipos de Fabricación

- Guillotinas hasta espesores de 14 mm y largos de 6 mts.
- Mesas de oxicortes CNC de 6 espoletes
- Mesas de oxicortes de 12 espoletes
- Mesa de corte por plasma CNC
- Sierras de hoja y discos
- Plegadoras de 600 ton x 6 mts.
- Cilindradoras 3 y 4 rodillos CNC, hasta 25 mm
- Taladradora 3 ejes CNC de perfiles
- Punzonadoras CNC
- Taladros radiales fijos y portátiles
- Curavadora de cañerías

Equipos de Soldadura

- Soldadoras de vigas y cajones SAW doble cabezal, doble alambre
- Empalmadora de planchas SAW
- Manipuladores para soldadura de cilindros SAW
- Posicionadores para soldar
- máquinas soldar SMAW, SAW, GMAW, FCAW semiautomáticas y manuales

Equipos de Limpieza y Pintura

- Máquinas automáticas de granalla de 4 y 8 turbinas
- Salas de granallado
- Equipos de pintura convencional
- Equipo de pintura Air-less

Equipos de Levante

- Grúas plumas de 20 y 40 toneladas
- Grúas horquillas hasta 10 toneladas
- Puentes grúa de 25, 12,5, 10, 6, 5, 2,5, 3, toneladas
- Semi portales entre 7 y 10 toneladas
- Portales entre 7 y 10 toneladas

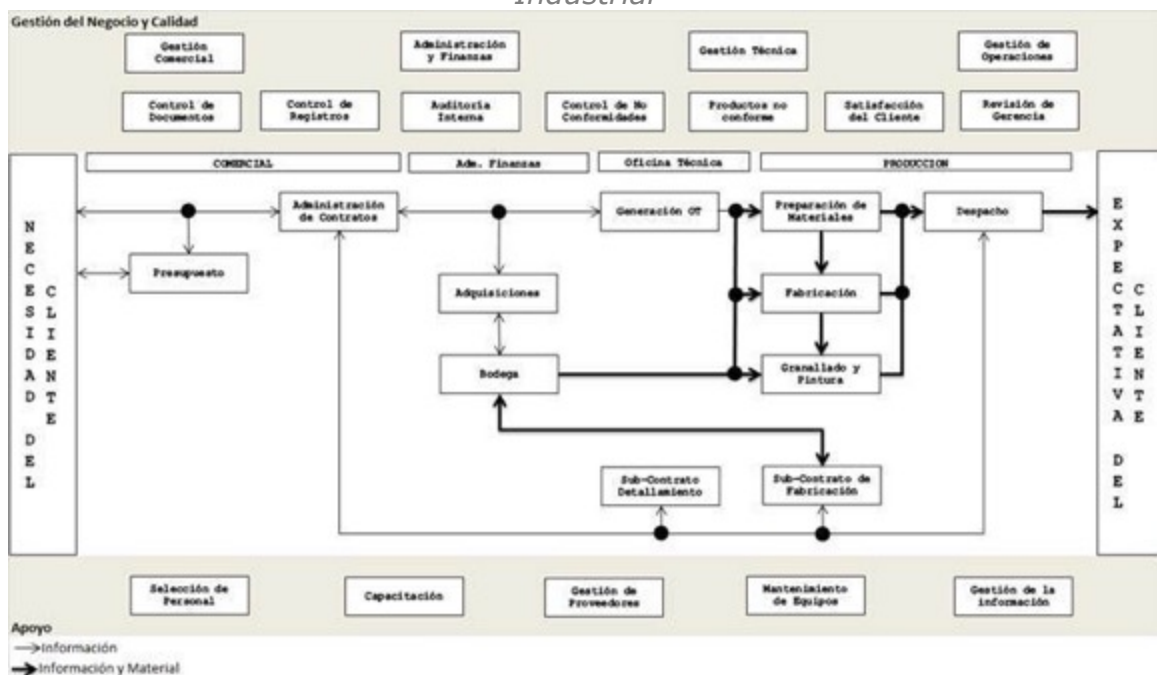
Sus talleres son amplios y poseen sistemas de control de emisiones, sin embargo, no hay registros de medición de las concentraciones de algún componente contaminante. Hay sistemas de extracción de humos y gases en los puntos de soldadura y en la mesa de corte por plasma.

Posee una sala de granallado cerrada y no se observa situaciones fuera de control. Así también la zona de pintura se ubica cercana a los sistemas de extracción que succiona el aire ambiente a través de filtros y son emitidos a la atmósfera fuera de la instalación. No hay registros de mediciones de esas emisiones.

La instalación posee un generador (grupo electrógeno), que permite la autogeneración destinada a proporcionar energía a los sistemas eléctricos en forma independiente de la red pública de tal modo de disminuir la demanda de potencia de la instalación, en los horarios punta. No hay registro de medición de emisiones por uso de este equipo y tampoco se registra en la ventanilla única.

En la visita realizada a las instalaciones de Petricio Industrial Antofagasta, se observó algunas situaciones que son oportunidades de mejoramiento que pudieran ser tenidas en cuenta para seguir mejorando su actividad. Se requiere seguir instruyendo al personal sobre sistemas y elementos de protección auditiva, su uso y los más adecuados para la actividad que se realiza, así también el mejoramiento de sus sistemas de clasificación en el origen de los residuos sólidos, las instalaciones para el almacenamiento de sus sustancias peligrosas, entre otros. El diagrama siguiente muestra la cadena de valor de este proceso productivo.

Ilustración 21. Cadena de Valor Proceso Productivo Maestranza Petricio Industrial



Fuente: Elaboración de Petricio Industrial

4.2.4 EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES.

En el sector en estudio se encuentra la empresa que recibe, almacena y distribuye combustibles y lubricantes y que corresponde a la Empresa Nacional de Energía ENEX S.A. En la zona de estudio mantiene estanques de almacenamiento de combustibles y aceites lubricantes.

En general estas instalaciones cuentan instalaciones operativas e independientes, es decir, una correspondiente a la distribución de combustibles y la otra correspondiente a la distribución de lubricantes.

El proceso de combustibles se inicia con el arribo de barcos terminales marino (barcos de cabotaje) dependiendo de la planificación y del inventario que la planta posea, que de acuerdo con la información recabada es normal 1 barco a la semana. Llegado el buque al terminal se procede a conectar a la tubería de suministro hacia la planta y comienza a ocurrir el llenado de estanques de acuerdo tanto con el tipo de combustible, como de los inventarios que posean los estanques.

En la actualidad la instalación visitada tiene 8 estanque operativos de un total de 11. Las instalaciones de los estanques y su housekeeping son correctas. Sus pretils mantenidos limpios y en general, la instalación presenta un buen estándar de mantenimiento. Los sistemas de control de incendio están operativos y se encuentran mantenidos apropiadamente. Posee una red húmeda, así como también un sistema de refrigeración y espuma.

Así también, la planta posee 4 mesas de carga que permiten carga de combustibles a todo tipo de camión tanque a razón de 50 camiones/día. Las mesas de carga siguen un estricto protocolo de operación entre operador de mesa y conductor, en la situación de carga.

Los estanques poseen sistemas de venteo que proporcionan alivio de presión, pero evitan las emisiones de gases y vapores a la atmósfera.

Tal como lo ordena la normativa legal vigente, la instalación posee una unidad de control de calidad que certifica los combustibles recibidos, así como también el entregado.

La planta de lubricantes funciona de manera similar con la excepción de que los lubricantes llegan a la planta por vía terrestre en camiones. Las cargas de lubricantes llegan a la planta en diversas formas y volúmenes.

Los grandes volúmenes son recepcionados en containers con flexibag con capacidad de entre 24 a 22 mil litros lubricante que es posteriormente almacenado en estanques.

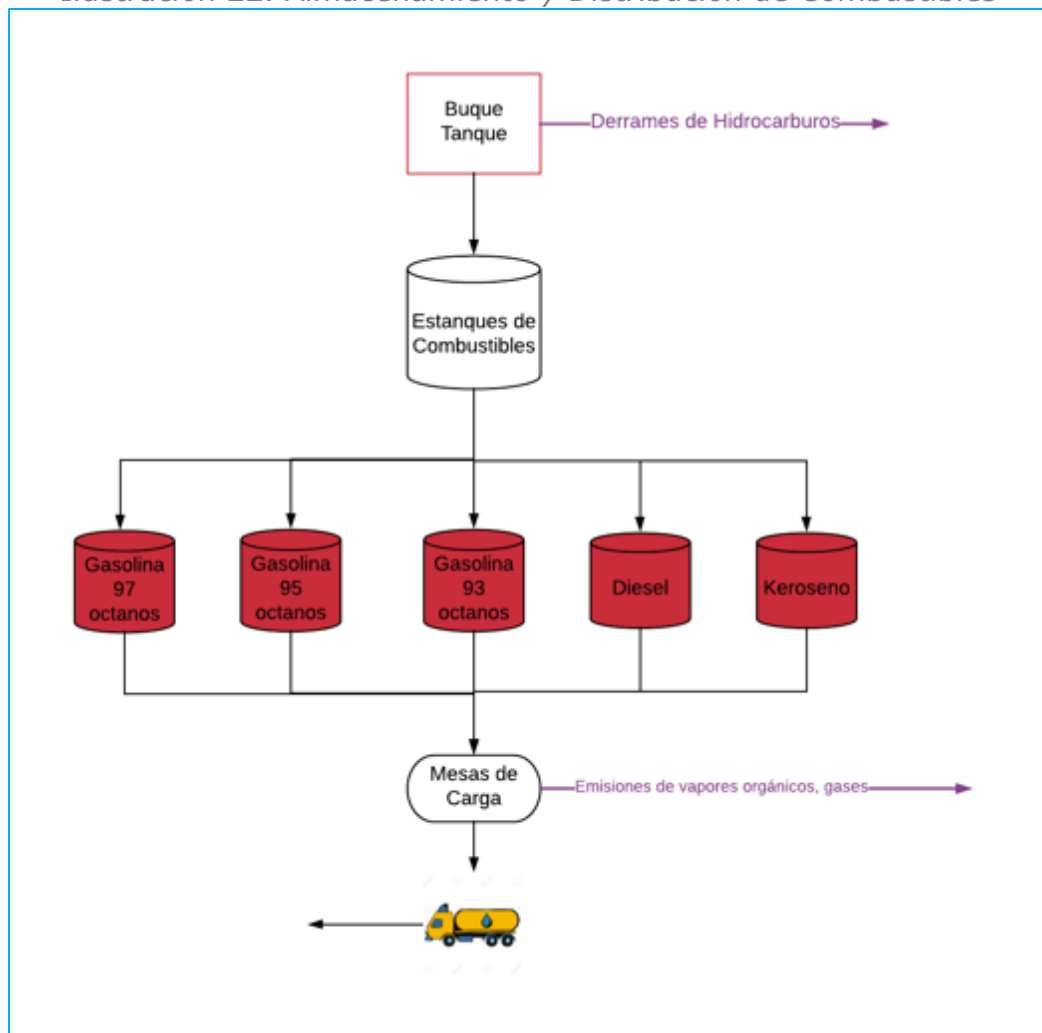
Así también llegan en tambores, tarros, tinetas, bins, entre otros, lo que son almacenados en bodegas para tal efecto.

La planta posee una mesa de carga que permite el abastecimiento de lubricantes a camiones para luego ser distribuido.

En esta planta y dada las características de los productos que se almacenan y manipulan (aceites lubricantes), los que poseen alta tensión superficial, la probabilidad de emisiones de gases y vapores es baja.

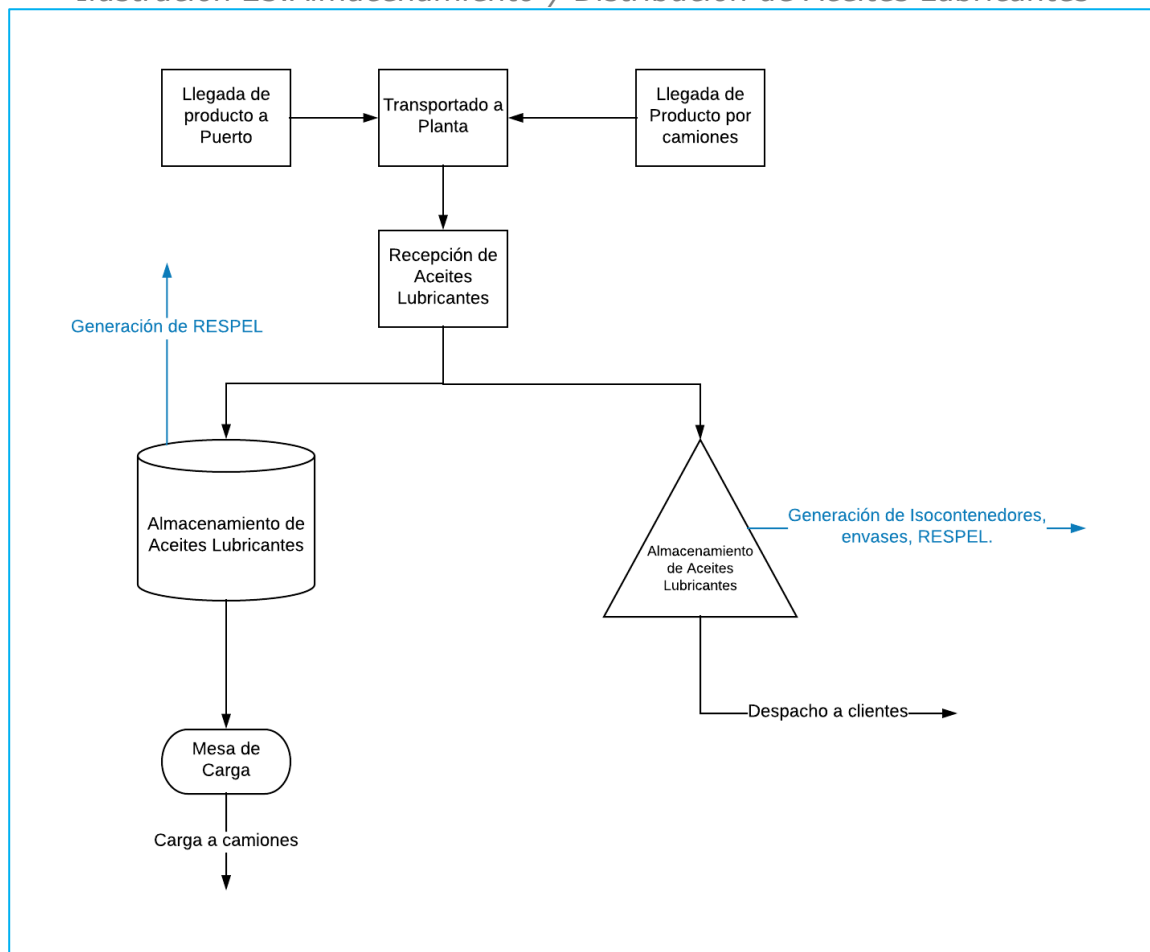
Los siguientes diagramas esquemáticos representan la operación de la planta de combustibles y planta lubricantes.

Ilustración 22. Almacenamiento y Distribución de Combustibles



Fuente: Elaboración propia en base a lo proporcionado por ENEX.

Ilustración 23. Almacenamiento y Distribución de Aceites Lubricantes



Fuente: Elaboración propia en base a lo proporcionado por ENEX.

4.2.5 EMPRESAS DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA METÁLICAS DE SERVICIOS A LA MINERÍA.

En este rubro se encuentra preferentemente a los proveedores de desarrollo de tecnologías especializada para la minería, como por ejemplo, para naves de electro-obtención de cobre, incluyendo la fabricación y mantenimiento de cátodos, servicio a las máquinas despegadoras de cátodos y el abastecimiento de repuestos. La representante más idónea para tal efecto es la empresa Tecnologías Cobra Ltda.

La instalación ubicada en el área de estudio ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías, tales como: Máquina Robótica de Despegue de Cátodos, Máquinas de Lavado Superior de Cátodos (SP); Ultra Lavado de la Superficie de Cátodo y Lavado Superior de Cátodos resistentes a la corrosión. Otros nuevos productos son componentes integrales del compromiso de R&D.

Con una sólida base técnica y un equipo de ingeniería de especialistas la empresa puede apoyar y satisfacer las necesidades de los proyectos de la industria de metales base con estudios de ingeniería, diseños detallados, adquisiciones, gestión de proyectos, modernización y planes de optimización de plantas.

La empresa se ha convertido en un proveedor de clase mundial en los servicios de fabricación, mantenimiento y recuperación de cátodos. El alcance de sus operaciones se ha expandido incluyendo ventas de repuestos, un taller de reparaciones hidráulicas y el servicio de mantenimiento en el lugar de equipos de manejo de cátodos.

Desde sus inicios, la instalación se ha expandido para incluir estos 5 principales productos:

- Suministro de Cátodos Permanentes
- Reparación de Cátodos Permanentes
- Suministros de Repuestos Originales de Fábrica
- Servicios
- Actualizaciones y automatizaciones.

Los cátodos están instalados en naves de Electro-obtención y Electro-refinación alrededor del mundo. Trabajan prestando un servicio y desempeño satisfactorio en todos los sistemas despegadores, tanto los propios como los de cualquier otro fabricante.

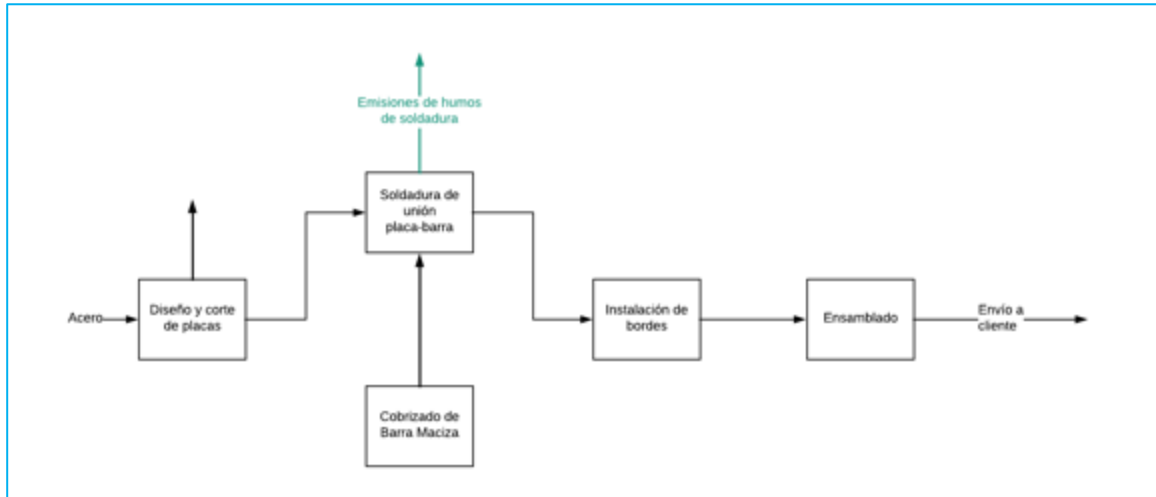
La actividad de la empresa representa constantes desafíos para la consecución de sus objetivos productivos en equilibrio con un proceso sustentable con cuidado al medio ambiente y condiciones de seguridad de las áreas de trabajo. Sus procesos productivos principales son la fabricación de cátodos de acero inoxidable de acuerdo con los distintos diseños y formas según el cliente minero que los solicita y la reparación de cátodos.

En la etapa de fabricación, se construye el cátodo en su conjunto, que contiene la placa de acero, la barra de cobre maciza, previo al cobrizado de las mismas barras, instalación de bordes y ensamblado.

La fabricación de estos cátodos se realiza al interior de un galpón que posee entre otros, equipos, cortadoras, soldadoras, máquinas de pulido, equipos para enderezar y recuperar la verticalidad de los cátodos. Han incorporado sistemas mecanizados de traslados de estos cátodos con ayuda de máquinas que se adhieren a las superficies y permiten su movilidad o traslado de manera segura para el operador.

El diagrama siguiente representa de manera esquemática el proceso de fabricación de las palcas de acero inoxidable que son utilizadas como cátodos en el proceso de electroobtención de cobre.

Ilustración 24. Fabricación de Placas de Cátodos de Acero Inoxidable

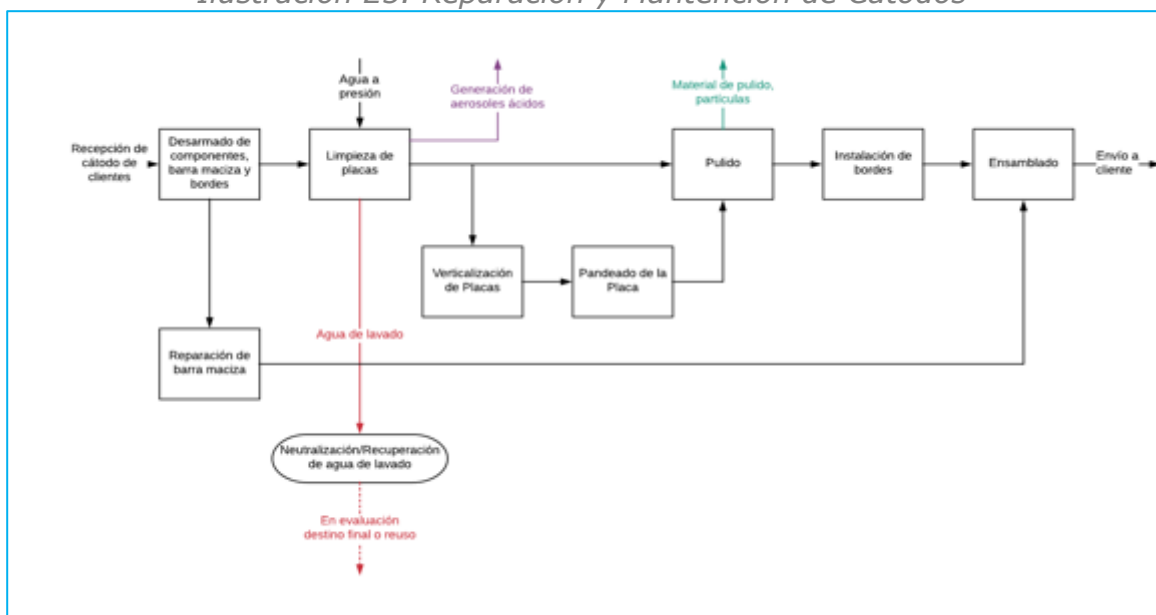


Fuente: Elaboración propia

Otro proceso importante es el mantenimiento, o recuperabilidad de la condición operacional de cátodos de la electro-obtención que pueden haber sufrido pérdida de su condición de verticalidad, daños, o depositación de cobre que no pudo ser removido en la etapa de despegue de cátodos. Para ello se debe realizar etapas de limpieza, remoción de cobre, pulido, restauración de verticalidad, ajuste de barras y componentes, ensamblado y envío a cliente. La limpieza de cátodos se realiza con un sistema robotizado que permite con agua a presión dejar la pieza que se desea recuperar en condiciones de ser sometida a pulido y su restitución operativa. El pulido también es realizado con un sistema robotizado que minimiza la exposición del operador a condiciones de exigencias físicas y exposición de material particulado.

El siguiente diagrama muestra, de manera simplificada, ese proceso.

Ilustración 25. Reparación y Mantenimiento de Cátodos



Fuente: Elaboración propia

4.2.6 EMPRESAS DE LA INDUSTRIA PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS.

En la mayoría de los mercados establecidos en todo el mundo, las bebidas refrescantes ocupan el primer lugar entre las bebidas fabricadas, superando incluso a la leche y al café en términos de consumo “per cápita”.

En Antofagasta y en la zona de estudio se encuentra la empresa Embotelladora Chilenas Unidas CCU, que fabrica bebidas refrescantes y también una línea de agua purificada.

La planta dispone de bebidas refrescantes en casi todos los tamaños y variedad de sabores y en prácticamente todos los canales de distribución a minoristas. Además de esta disponibilidad universal, el crecimiento de la categoría de bebidas refrescantes se puede atribuir, en buena medida, a un envasado conveniente. Las rigurosas normas de control de calidad aplicadas a los procesos de tratamiento del agua y los avances tecnológicos en la materia también han aportado a la industria de bebidas refrescantes un alto grado de confianza sobre la pureza del producto. Además, esta planta de fabricación y embotellado que produce bebidas refrescantes y agua purificada, como en el mundo entero, se han transformado en instalaciones manipuladoras de alimentos altamente mecanizadas, eficientes y perfectamente limpias.

El embotellado o la fabricación de bebidas refrescantes comprende cinco procesos principales, cada uno de los cuales plantea aspectos de seguridad que deben ser evaluados y controlados:

- tratamiento del agua;
- ingredientes de la composición;
- carbonatación de los productos;
- llenado de los productos,
- envasado.

La fabricación de bebidas refrescantes empieza por el agua, que se trata y depura para cumplir rigurosamente las normas de control de calidad, que suelen estar por encima de la calidad del suministro local de agua. Este proceso es crítico para conseguir un producto de alta calidad y con características adecuadas de sabor. A medida que los ingredientes se van combinando, el agua tratada se conduce a través de tuberías a grandes tanques de acero inoxidable. Esta es la etapa en que se añaden y mezclan varios ingredientes

Se utiliza azúcar y durante esta etapa del proceso de producción, es cuando se añaden los jarabes respectivos. Para que se produzca la carbonatación [absorción de dióxido de carbono (CO_2)], las bebidas refrescantes se enfrían en grandes sistemas de refrigeración basados en amoníaco. Esto es lo que confiere a los productos carbonatados su efervescencia y textura. El CO_2 se almacena en estado líquido y se transfiere a través de tuberías a las unidades de carbonatación a medida que se

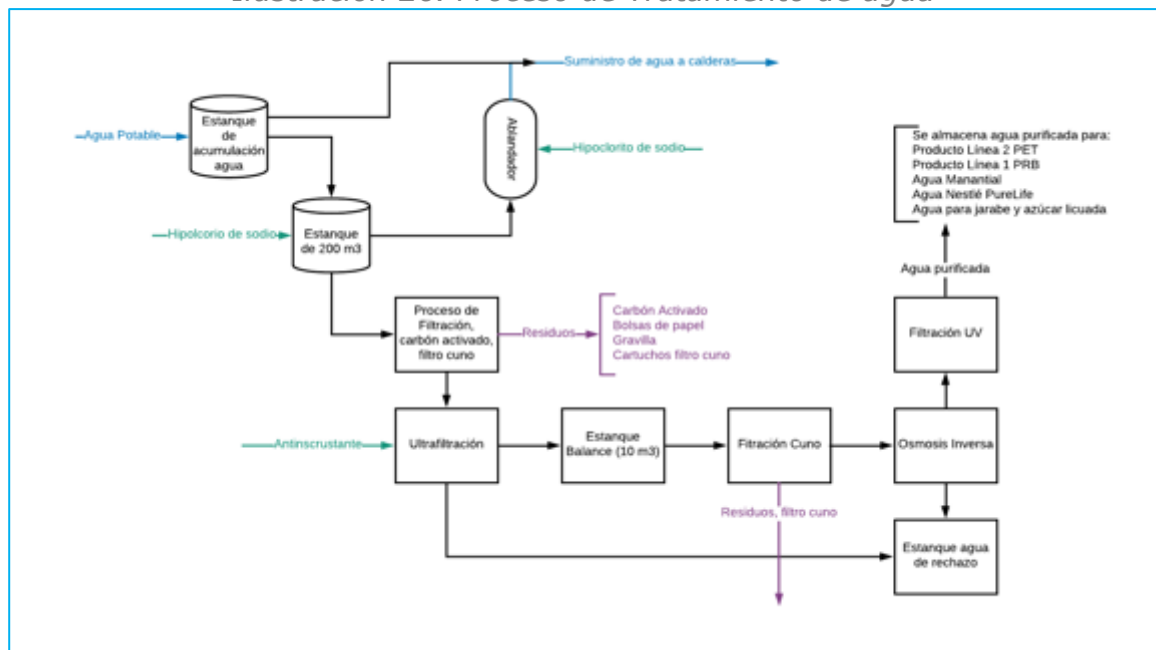
necesita. El proceso se puede manipular para controlar la velocidad de absorción exigida por cada tipo de bebida. Dependiendo del producto, las bebidas refrescantes pueden contener desde 15 a 75 psi de CO₂. Una vez carbonatados, los productos están listos para ser envasados en botellas. La sala de llenado se encuentra separada del resto de la instalación, para proteger al producto abierto de cualquier posible contaminante. La operación de llenado, altamente automatizada, requiere un número mínimo de personal. Los operarios de la planta de llenado controlan la eficacia de la instalación, añadiendo tapas o tapones a granel si es preciso.

Las botellas y botes vacíos son transportados automáticamente a la máquina llenadora por el equipo de manejo de material a granel. A lo largo del proceso de producción se aplican estrictos procedimientos de control de calidad. Los técnicos miden numerosas variables, entre ellas el CO₂, el contenido de azúcar y el sabor, para garantizar que los productos terminados cumplan las normas de calidad exigidas. El envasado es la última etapa antes del almacenamiento y transporte. Este proceso también se ha automatizado en gran medida.

En cumplimiento de ciertos requisitos de los mercados, las botellas o botes entran en la maquinaria de envasado y pueden ser envueltas con cartón para formar cajas o ser colocadas en bandejas o armazones de plástico recuperable. Los productos envasados entran entonces en la máquina apiladora, que los coloca automáticamente en los pales. A continuación, se trasladan los pales cargados —normalmente con una elevadora de horquilla— a la bodega, donde se almacenan.

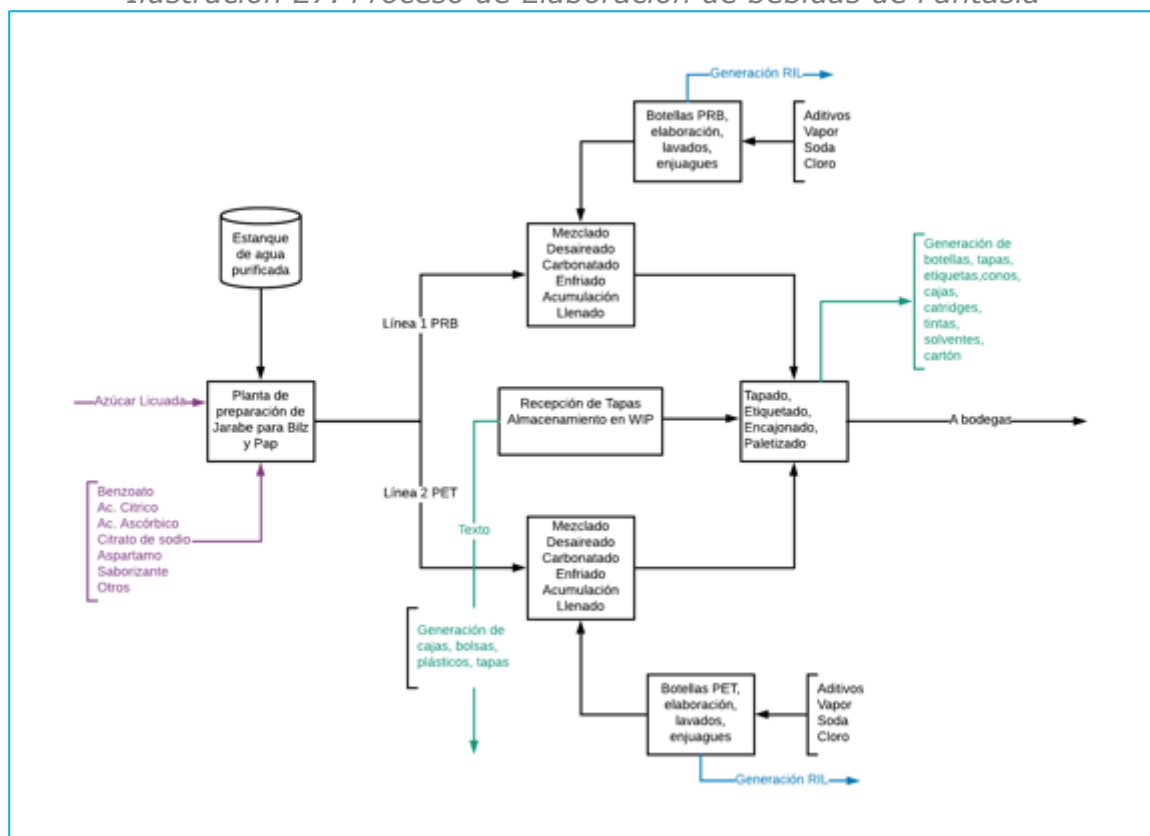
A continuación, y de forma esquemática se muestran los procesos de tratamiento de agua y producción de bebidas de fantasía.

Ilustración 26. Proceso de Tratamiento de agua



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27. Proceso de Elaboración de bebidas de Fantasía



Fuente: Elaboración propia

Así también la planta produce agua purificada en varios formatos de volumen, pero su procesamiento tiene como materia prima principal el agua potable suministrada por la empresa de aguas. Se recibe y almacena en un estanque y se realiza un proceso de purificación física y también biológica a base de gas ozono por medio del cual se efectúa un desprendimiento de moléculas de oxígeno, posteriormente para su esterilización, se pasa a una cámara hermética de tres lámparas de radiación ultravioleta.

Después se deja el agua en reposo por un período, tiempo en el que se calcula que se lleva a cabo la coagulación de las partículas y el asentamiento de los sólidos que se retiran, así como la muerte de todos los microorganismos patógenos.

Transcurrido el tiempo de reposo, se inicia el proceso de filtración con carbón activado cuya función principal es la de eliminar el sabor a cloro que le queda al agua, así como cualquier otro olor. En este filtro se retiene las partículas que dan color al agua, si las hay presentes.

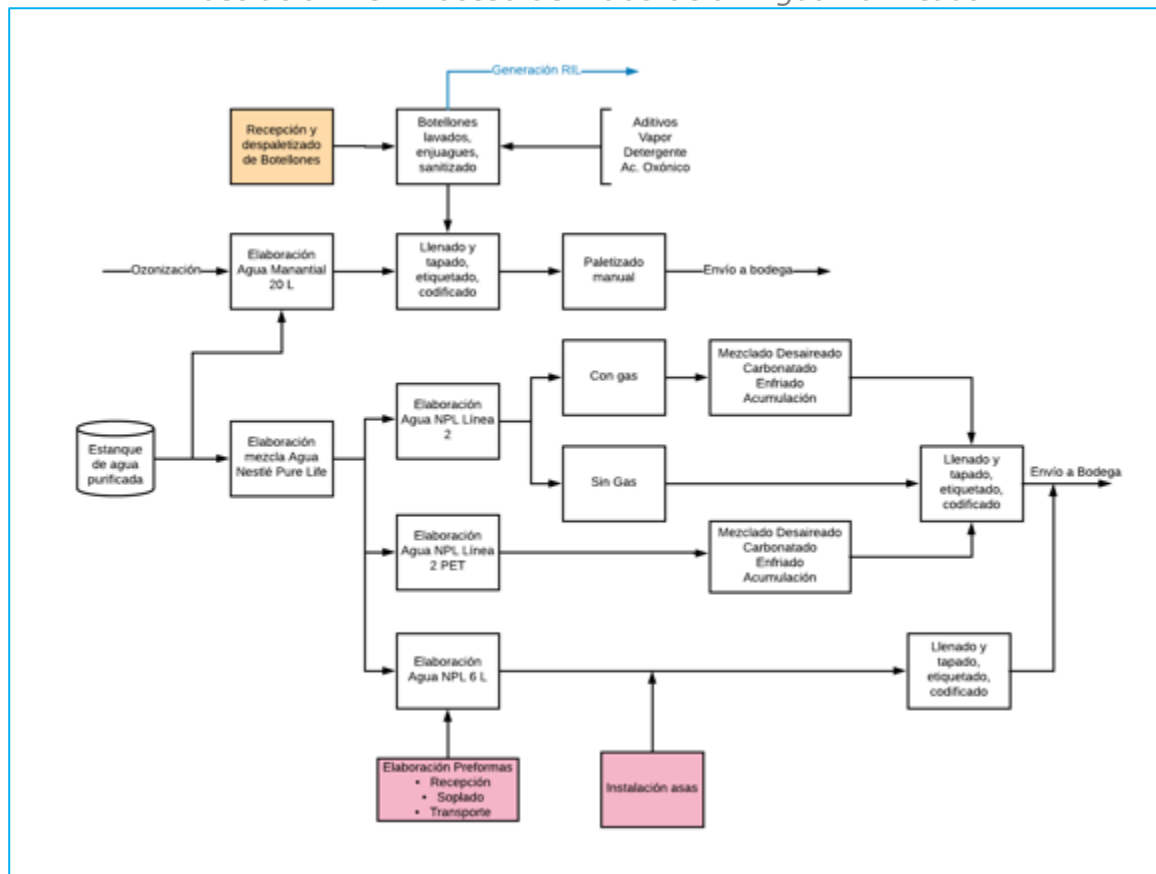
Del filtro anterior se pasa al suavizador, el suavizador está cargado con zeolitas. Donde se efectúa un intercambio catiónico para convertir las sales en calcio y magnesio por sodio. Posteriormente se realiza la Osmosis inversa donde es posible retirar todas las sales restantes por medio de membranas cargadas con pulidores de intercambio catiónico. El agua ya purificada se almacena en un estanque. Este tanque está tapado

para evitar la contaminación del agua; desde él se realiza por gravedad el llenado de garrafones. El lavado se lleva a cabo en las lavadoras automáticas, que se dividen en dos secciones, una de lavado y una de enjuagado. Para el lavado se utiliza una solución de sosa cáustica al 2% que se inyecta a presión por la boca del garrafón invertido. Para el enjuague se usa la segunda sección de la lavadora en donde las válvulas que inyectan agua tratada para retirar completamente la sosa. Los garrafones limpios se pasan a la sección de llenado.

Finalmente, Llenado, tapado y etiquetado: el garrafón se coloca sobre una mesa con rodillos debajo de las válvulas, se llena y luego se desliza sobre una mesa fuera del área de llenado, donde se efectúa el tapado con capuchones de plástico previamente desinfectados en solución clorada; posteriormente se etiqueta y se traslada al almacén.

De forma esquemática se muestra los procesos de obtención de aguas purificadas.

Ilustración 28. Proceso de Elaboración Agua Purificada



Fuente: Elaboración propia

La planta posee un sistema de recolección de sus aguas de todos los procesos de lavado y descarte, en el cual se realiza el tratamiento y depuración de esta agua la que es reutilizada para riego de áreas verdes. Su proceso biológico genera gases y olores, los que son eliminados a través de un sistema de antorcha.

4.2.7 EMPRESAS DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA MINERÍA.

En la ciudad de Antofagasta y en la zona de estudio se presenta una empresa que fabrica productos químicos principalmente para la minería. Esta es la empresa Solvay (Ex Cytec). En la actualidad, para la fabricación de estos productos se recurre al almacenamiento transitorio de sustancias peligrosas, que son sus materias primas, y en el proceso de elaboración de productos químicos, se realizan operaciones de lavado de envases con contenido residual de sustancias peligrosas y almacenamiento temporal de productos. Se fabrican, almacenan y venden sustancias químicas mediante mezcla de otras sustancias para preparar a solicitud del cliente la formulación del o los productos para sus aplicaciones mineras industriales.

En forma genérica sus productos comercializables son reactivos colectores y espumantes para la industria minera, utilizados en los procesos de concentración de cobre mediante la flotación de minerales. Sus materias primas son sustancias químicas inflamables y corrosivas, entre las que se cuentan principalmente di-etil-etil-tionocarbamato de sodio, di-isobutil-ditiofosfato de sodio, isopropil-etil-tionocarbamato de sodio, sulfhidrato de sodio, soda cáustica, mezclas de alcoholes, y kerosene, entre otros.

La fabricación de productos se realiza mediante la adición y mezcla de materias primas, que se encuentran almacenadas en una instalación externa fuera del radio de la planta y que son solicitadas trasladarlas a la planta de proceso, de acuerdo con el programa de producción planificado. Los reactivos, materias primas, ingresan a la planta en camiones, los cuales se ubican en zonas de carga y descarga habilitadas. Desde esta zona, las sustancias son enviadas hacia las etapas de mezcla o disolución, según sea las materias primas involucradas. Luego de realizar las mezclas de estas materias primas, para la fabricación de productos, estos últimos son enviados las etapas de trasvasije, carga, descarga y envasado de producto final, los que son despachados a clientes.

La operación productiva tiene zonas de producción independientes: una la zona de producción de sustancias corrosivas y otra de producción de sustancias inflamables.

Para la preparación de productos corrosivos, se agregan las materias primas de acuerdo con la formulación definida por Solvay en cada caso, para preparar un batch.

En el proceso de fabricación de productos corrosivos, también se necesita preparar productos intermedios que será materias primas de otras formulaciones, como es el caso de la preparación de una mezcla de sustancias corrosivas (AERO 3740) que se realiza agregando dietil-ditiocarbamato de sodio (DTC), NaSH y NaOH a un mezclador. De acuerdo con el requerimiento se envía el AERO 3740 al estanque de almacenamiento y/o se mantiene en el reactor para ser utilizado como materia prima. Así también y del mismo modo una mezcla de DTC es intermedio para otras

formulaciones. En este caso la dilución del DTC comienza con el llenado del reactor con agua de procesos o en proporción con agua recuperada, para luego continuar agregando DTC desde costales, manteniendo la mezcla en agitación. La solución será enviada directamente al reactor de mezclado de productos corrosivos.

Para la preparación de productos inflamables, se agregan las materias primas de acuerdo con la formulación definida, en cada caso para preparar un batch, manteniendo la agitación. Dependiendo del tipo de producto, el producto se enviará a estanque de almacenamiento, o almacenamiento en contenedores tipo IBC o al despacho por camión.

La planta posee una zona de lavado de contenedores, en particular IBC. El lavado se realiza por medio de sistemas de hidrolavadoras cerrados con soporte en los estanques, que permite inyectar agua a presión. El agua es recuperada por medio de un sistema de sedimentación de sólidos y toda el agua recuperada del lavado es reutilizada en el lavado y los desechos son extraídos los cuales son retirados por una empresa externa especializada para su tratamiento o destino final.

Tanto las zonas de mezcla, como las de dilución de materias primas y trasvasijos mantienen en operación sistemas de captura y lavado de gases que reduce las emisiones de vapores o gases a la atmósfera.

Así también la zona de lavado de contenedores que serán reusados, posee una instalación cerrada y con un sistema de reducción de emisiones.

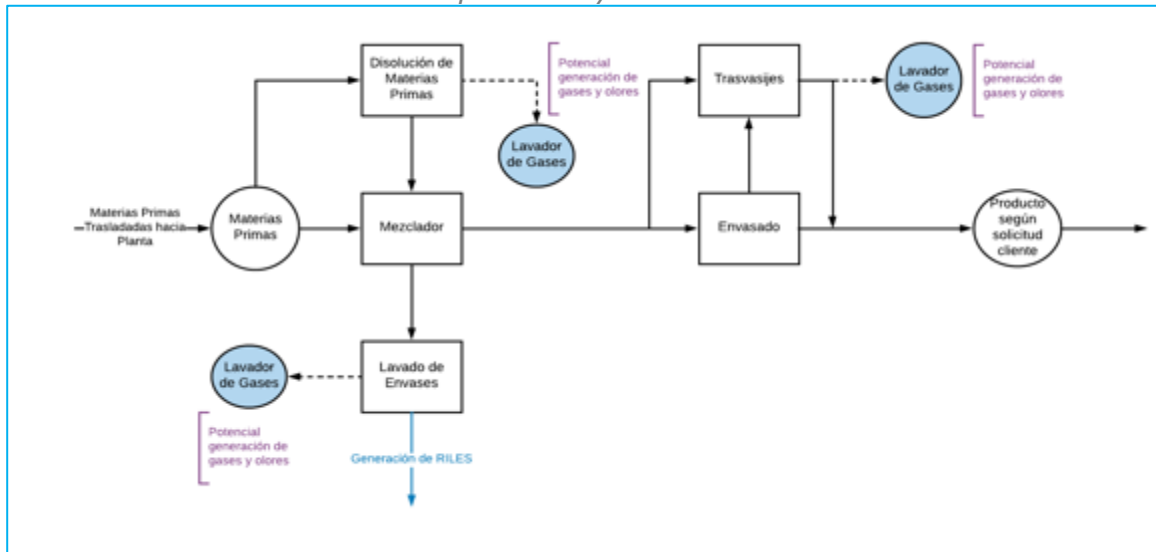
De igual forma para evaluar la condición de exposición a gases y olores dentro del recinto mantienen sensores de medición de H_2S como también sensores individuales en los trabajadores expuestos.

La operación de la Planta se puede dividir en:

- Recepción de Materias Primas
- Llenado de Estanques.
- Descarga de materias primas hacia Estanques Mezcladores.
 - Descarga a Estanque Materia Prima Corrosivo
 - Descarga a Estanque Materia Prima Inflamable
 - Descarga de Materias Primas desde IBC.
- Proceso de Producción de Sustancias Corrosivas
 - Producción de AERO3740
 - Producción de DTC
- Proceso de Mezclado de Productos Inflamables.
- Transferencia de Productos.
- Lavado Contenedores Tipo IBC.
- Manejo de Aguas Residuales
- Almacenamiento o recepción y salida de productos
 - Carga y Descarga
 - Almacenaje
 - Retiro y envío a clientes

El siguiente diagrama esquematiza el proceso de fabricación de productos.

Ilustración 29. Reparación y Mantenimiento de Cátodos



Fuente: Elaboración propia

4.2.8 EMPRESAS DE VENTA, SERVICIO TÉCNICO AUTOMOTRIZ, MANTENCIÓN Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS

Las empresas de venta de vehículos, realizan la comercialización de las marcas a las cuales tiene representación y como tales dan el servicio de mantención preventiva posterior a la venta con el cliente, a través de los servicios de mantenimiento según garantías y las solicitudes que se necesitan. Así también poseen los servicios de venta de repuestos y reparación de vehículos.

En los talleres automotrices se presentan una variedad de procesos dependiendo de la especialidad del taller.

Se incluyen las actividades de compra, recepción y almacenamiento de insumos, partes y repuestos como partes metálicas, lubricantes, aceites, baterías, resinas, pinturas, solventes, etc.

También se realizan actividades de mantención y que se refiere a las actividades previas, propias y/o posteriores de la reparación y el mantenimiento de un vehículo, estas son: diagnóstico, reparación, lavado y limpieza de partes, desengrases, cambios de aceites, líquidos, gases refrigerantes (entre otras actividades de mantenimiento) y revisiones.

En estos talleres se realizan actividades de reparación de vehículos mediante cambio de partes y piezas completas como así también de reparaciones específicas. Este último proceso es uno de los más amplios y contiene las siguientes actividades:

Desarmado de Vehículos: Inicialmente se deben retirar las piezas que de una u otra forma se interpongan en la labor (luces, guardabarros, parabrisas, manecillas, entre otros).

Desabollado: Después de seleccionar la herramienta adecuada de trabajo, se prosigue a sacar el golpe de la zona del vehículo abollada, y moldearlo y lijarlo con el fin de devolverle su forma original y retirar restos de oxido o pinturas.

Preparación para pintado: Este proceso consiste en la preparación de la superficie para el posterior proceso de pintura de manera tal que sea una base para la misma y lograr la uniformidad del color con el resto de las partes.

Lijado: En este punto es donde pulen las superficies de la colocación de masilla para lograr una consistencia uniforme de la superficie. Dependiendo del tipo de superficie y del ángulo de la zona de trabajo se escoge un tipo de lija específico.

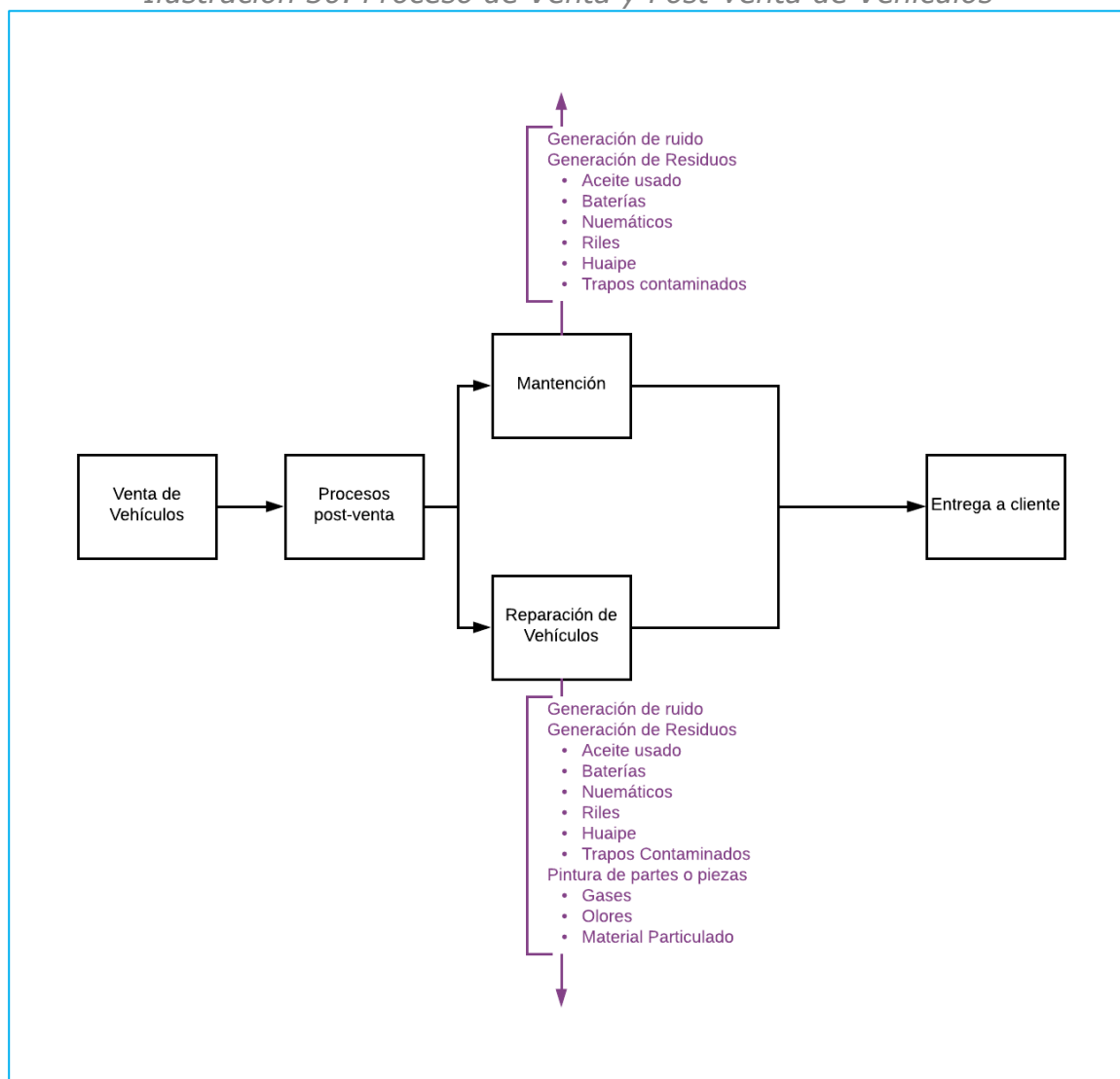
Empapelado: Posterior al empapelado de las zonas que no van a ser pintadas, se realiza nuevamente una estricta limpieza con desengrasante para eliminar la grasa remanente. Se introduce a la cabina de pintura y se limpia nuevamente esta vez con una sustancia atrapa polvo.

Se realiza la dosificación de la pintura y se aplica. Se puede considerar como complementario el proceso de Barnizado. Este sirve para darle brillo, protección y mayor durabilidad a la pintura.

En todos y cada uno de estos procesos se generan y emite gran cantidad de materiales, como por ejemplo baterías, aceites usados, riles, emisiones a la atmósfera, residuos peligrosos varios, absorbentes contaminados, filtros de aceite, entre otros. Relevante es el consumo del recurso hídrico y la generación de ruido de sus actividades.

El diagrama siguiente muestra un esquema general de las actividades de este rubro.

Ilustración 30. Proceso de Venta y Post-venta de Vehículos



Fuente: Elaboración propia

4.2.9 EMPRESAS DE ARRIENDO DE VEHÍCULOS

Las empresas de arriendo de vehículos en particular en la ciudad de Antofagasta, generalmente están destinadas a proveer a las empresas de equipos de movilización para las faenas mineras. La principal actividad desarrollada en estos lugares son la adecuada disponibilidad de los vehículos para ser entregados para su uso normal. Es por ello que la actividad principal se centra en la mantención mecánica, eléctrica y de limpieza adecuada de los vehículos.

La mantención abarca trabajos de reparaciones de equipos como soldaduras, filtros, baterías, limpieza con solventes, aceites, etc. y corresponde al área de mayor generación de residuos de un taller mecánico. Los residuos que se generan son aceite lubricante usado, filtros de aceite, baterías ácido-plomo, paños contaminados, solventes residuales, líquido refrigerante, diluyente con restos de pintura y envases de aerosoles.

Los aceites lubricantes pueden ser recuperados dejando caer el aceite lubricante usado mediante un embudo a una paila metálica colocada bajo cada equipo. Los tambores de acopio se ubican en el subterráneo y son sacados a la superficie mediante cadenas especiales y una grúa horquilla que los paletiza y son enviados a la bodega de residuos. Los filtros de aceite son colectados desde cada motor y depositados en un contenedor. Cuando este contenedor se llena, es enviado a la bodega de residuos.

Las baterías son colectadas desde los equipos y almacenadas transitoriamente en un galpón, ordenadas en pallets y luego son derivadas a la bodega de residuos.

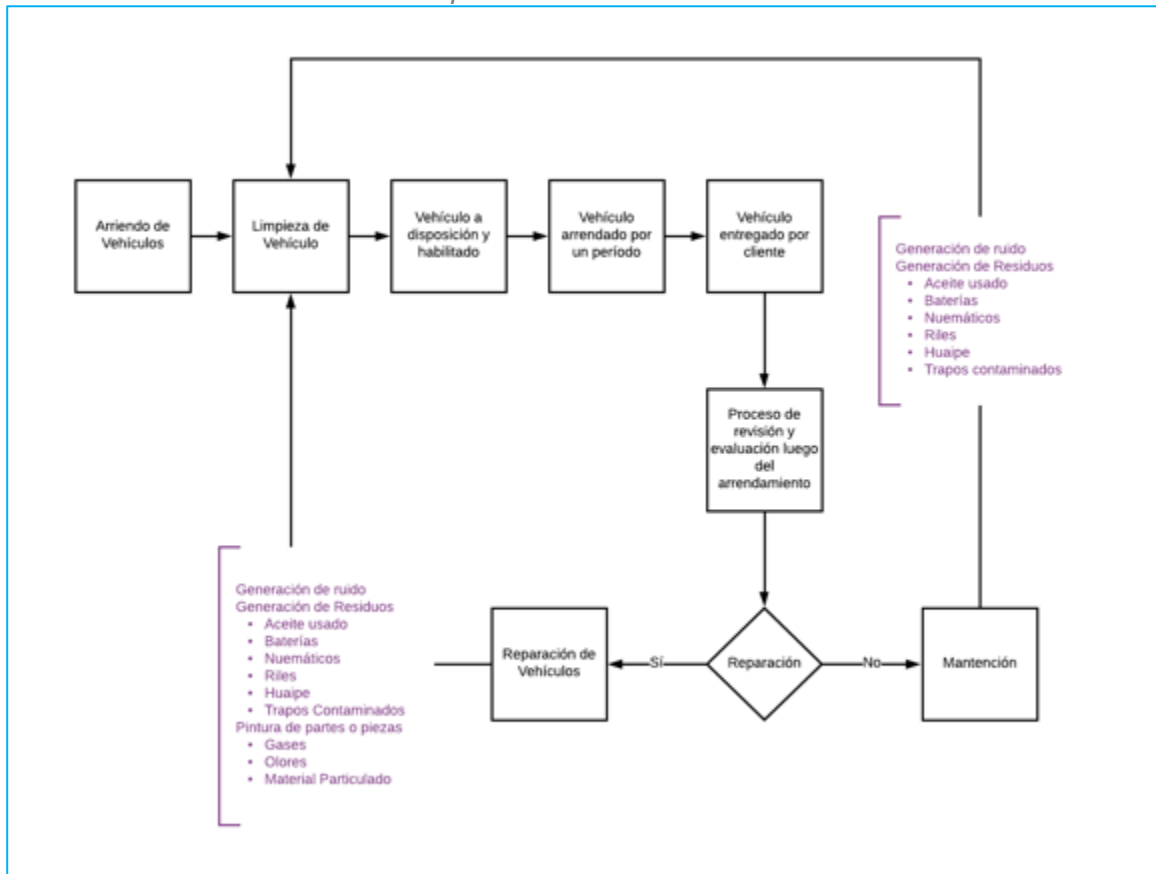
Los paños y huaipes utilizados para la limpieza dentro del taller son almacenados transitoriamente en los sitios de trabajo en contenedores y luego el contenedor es derivado a la bodega de residuos.

Los solventes residuales son utilizados para remover aceites y grasas en piezas que se requiere trabajar. Las piezas son lavadas a presión con vapor de agua a una temperatura aproximada de 80°C. La pieza pasa por una tina de pre enjuague y luego al sector de desarme o armado (según corresponda). Los aerosoles se utilizan en distintas labores como limpia contactos eléctricos, lubricante, y agente limpiador de corrosión. Una vez que se utiliza un envase es depositado en un contenedor que luego es dirigido a la bodega de residuos.

El líquido refrigerante de motores, es el que utilizan los motores de los vehículos de combustión interna, que debe ser reemplazado cuando se encuentra degradado.

Otra actividad es el lavado que ocurre una vez que el vehículo ha sido entregado y requiere ser nuevamente ocupado. En general se utiliza agua mediante una hidrolavadora para remover la suciedad adosada. El agua contaminada (RILes) proveniente del lavado se somete a un tratamiento en el cual se deja decantar, logrando la separación del agua limpia que se libera al alcantarillado particular. Los residuos (aceites, grasas y sedimentos) permanecen en el fondo del estanque para su posterior retiro como residuo peligroso. Este residuo es retirado por camiones limpia-fosas.

Ilustración 31. Procesos operativos en el Arrendamiento de Vehículos



Fuente: Elaboración propia

4.3 ANTECEDENTES AMBIENTALES BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA

A continuación, se presenta la caracterización ambiental del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda, donde se describen los principales antecedentes del sector en base a los diagnósticos individuales de las empresas participantes y de registros de mediciones y monitoreos, realizados de algunos agentes contaminantes. Tal como se indicó se realizó encuestas y visitas a terreno, revisión de estudios previos y seguimiento de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

4.3.1 CALIDAD DEL AIRE, MATERIAL PARTICULADO

La calidad del aire atmosférico, principalmente está condicionado por la actividad humana, como son por ejemplo, combustión de combustibles fósiles, emisiones de fuentes fijas de procesos, calefacción, el transporte, las industrias y cualquier actividad antropogénica. Como consecuencia de ello se emite contaminantes, es decir se generan emisiones y hay afectación a los seres humanos, la vegetación, animales y al entorno general (Inmisión). Los contaminantes del aire son principalmente, los contaminantes sólidos del aire, por ejemplo material particulado en suspensión y

también los contaminantes gaseosos, por ejemplo CO₂, compuestos orgánicos volátiles (VOC), NO_x, SO₂, entre otros.

En esta sección analizaremos la situación de material particulado fino y material particulado grueso, las que de acuerdo con toda la literatura relacionada, indica que ésta se genera como consecuencia de las emisiones de fuentes fijas y móviles, es decir industria, transporte, incineración, combustión, circulación de vehículos, entre tantas otras fuentes.

El monitoreo de calidad del aire se ha orientado preferentemente al material particulado MP₁₀, sin embargo, con la publicación de la norma de MP_{2,5} que entró en vigencia el año 2012, se ha aumentado considerablemente la cobertura de monitoreo de este contaminante, lo cual ha permitido contar con un mejor indicador del estado de la calidad del aire.

Para evaluar el estado de la calidad del aire, en relación con los estándares establecidos en las normas primarias de calidad ambiental, en primer término, se analizó los registros de la estación de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP).

En el área de influencia de la zona en estudio, existe una estación de monitoreo con representatividad poblacional (EMRP) que mide MP 10. Esta estación está ubicada en Avenida Antonio Rendic No 6071, Antofagasta, instalada en dependencias del Centro de Salud Familiar (CESFAM) y se realizan mediciones de calidad del aire: MP10 y Análisis de Plomo del material particulado colectado. La tabla siguiente indica las características del equipo utilizado y la figura 24 muestra el equipo utilizado, en el punto de monitoreo denominado "Estación RENDIC".

Tabla 11. Características de Equipo Instalado en Estación RENDIC

Parámetro	Equipo	Modelo	Nº de Serie	Principio operación
MP10	Tish Environmental	TE-10557	P7272-X	Gravimetría control flujo volumétrico

La Estación RENDIC, ubicada en el sector norte de la ciudad, fue autorizada EMRP desde Noviembre de 2005.

En relación a datos registrados de concentración del contaminante MP-10, de acuerdo a información oficial publicado en el Informe Final "Evaluación de la Calidad del Aire en la Región de Antofagasta de 2013", se indica que para la norma diaria, el percentil 98 presentó valores bajo los 150 µg/m³N, mientras que para la norma anual los promedio trianuales de material particulado de las mediciones efectuadas en el periodo 2010 al 2013, se registraron bajo los 50 µg/m³N. (Decreto aplicable: DS 59/2015 actualizada, MINSEGPRES).

Así también, otro estudio realizado para la SEREMIA de Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, realizada por la empresa SERPRAM S.A., en relación con datos de monitoreo de la misma estación en el período comprendido entre el 22 de octubre al 31 de diciembre de 2015, indica que en esta estación no se supera el valor límite máximo permisible de 24 horas de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ en el período señalado.

Ilustración 32. Equipo de Monitoreo Estación Rendic



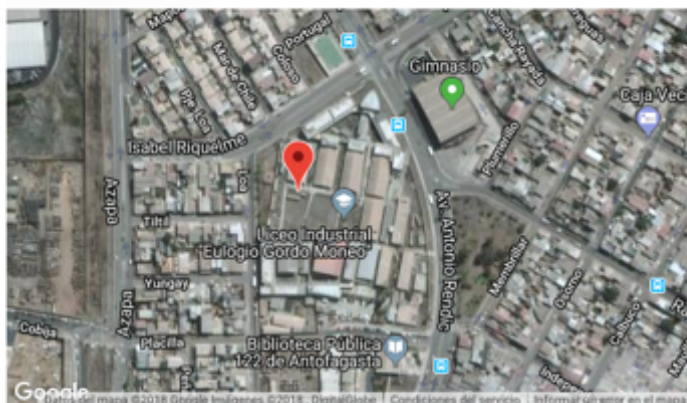
Con respecto al análisis de Plomo (Pb), es decir, los contenidos de Pb en MP10 se puede inferir que no se supera el valor límite máximo anual permisible de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$, fijado por la legislación chilena para Plomo en el Aire. (D.S. No 136/2001 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia de la Republica).

Otra estación de monitoreo que evalúa el comportamiento de contaminantes de la calidad del aire es la denominada "Estación Antofagasta", que se ubica en dependencias del Liceo Industrial A-16 Eulogio Gordo Moneo, que inició su funcionamiento el año 2013 y que monitorea MP10 y MP2,5. Esta estación de monitoreo no posee calificación de representatividad poblacional y está a cargo del Ministerio de Medio Ambiente. Recientemente durante el año 2018 en esta estación, se ha incorporado un equipo para el registro y monitoreo de SO_2 .

La figura siguiente muestra la localización y características técnicas, de los equipos desplegados en esa estación.

Ilustración 33. Localización, información de equipos y contaminantes medidos en Estación Antofagasta

Estación Antofagasta



Información general	
Propietario	Ministerio del Medio Ambiente
Operador	Asesorías Algoritmos Ltda.
Región	de Antofagasta
Provincia	Antofagasta
Comuna	Antofagasta
Coordenadas UTM	358874 E 7387875 N
Huso horario	19
Recepción de datos	en línea
Inicio de operación reportada	2013-06-01

Parámetros contaminantes

Parámetro	Fecha primer registro	Fecha último registro	Técnica de medición	Gráficos
Dióxido de azufre (SO ₂ - ppb)	01-06-2018	2018-11-09	Fluorescencia Química	
Material particulado MP 10 (MP 10 - µg/m ³)	01-06-2013	2018-11-09	MICROBALANZA DE ELEMENTO OSCILANTE TEOM - THERMO 1400AB	
Material particulado MP 2,5 (MP 2,5 - µg/m ³)	01-06-2013	2018-11-09	ATENUACIÓN DE RADIACIÓN BETA - MET ONE BAM1020	

Fuente: Página Web SINCA (Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire).

Esta estación registra información en línea de los parámetros indicados más arriba y es posible evaluar la información entregada de acuerdo con las limitaciones que implica que ella no esté definida como estación de monitoreo con representatividad poblacional y que adicionalmente sus registros no se realizan según equipamiento establecido en el DS 59/2015 actualizada, MINSEGPRES.

Al respecto y tratando de evaluar las condiciones ambientales recientes de calidad del aire de la zona (esta estación corresponde a la zona con afectación entre los años 2016-2017), a continuación, se presentan gráficos que muestran el comportamiento de MP 10 y MP 2,5, registrados en Estación Antofagasta para una fracción de 5 meses del año 2018.

Ilustración 34. Datos de concentración MP 10 Estación Antofagasta 2018

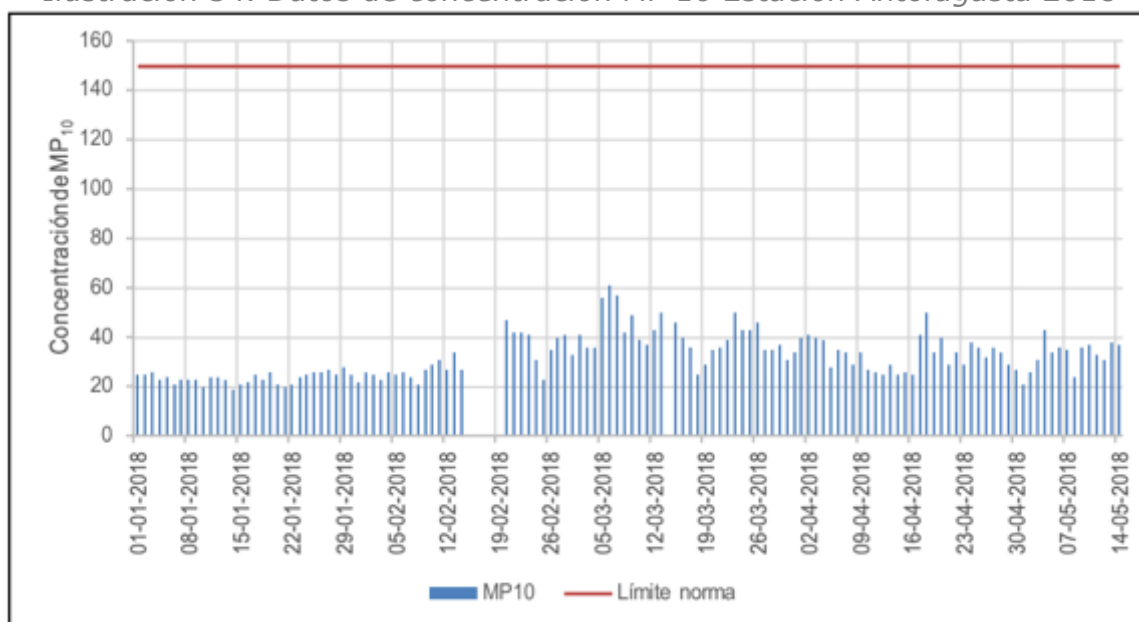
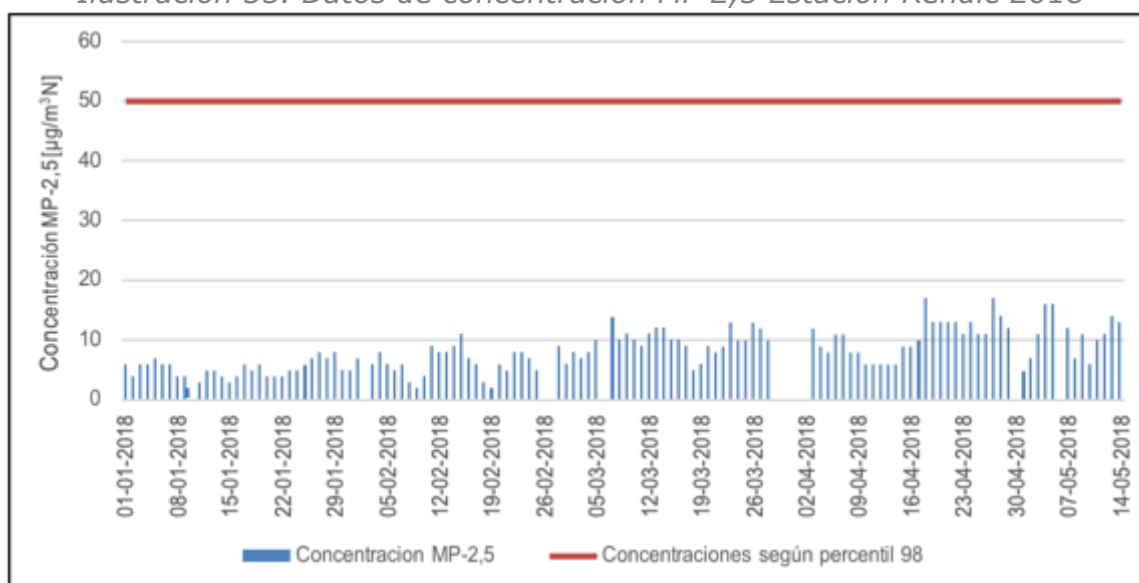


Ilustración 35. Datos de concentración MP 2,5 Estación Rendic 2018



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la ilustración 26, se observa que la concentración de MP-10 en la Estación Antofagasta durante el período señalado, está bajo la norma nacional para concentración de 24 horas. Con esta información se podría inferir que el percentil 98 para el período (considerando enero 2018 a mayo 2018) corresponde a $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en consecuencia y extrapolando la data, se cumpliría con lo normado por el decreto 59, dado que la concentración asociada al percentil 98 está bajo $150 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Así también del gráfico de la ilustración 27, se observa que la concentración de inmisiones para el material particulado MP-2,5 está bajo la norma nacional para concentración de 24 horas. Al igual que el caso anterior, se podría entonces inferir que el percentil 98 (extrapolación hecha según datos del período enero 2018 a mayo 2018) corresponde a $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en consecuencia, se cumple con lo normado por el decreto 12, dado que

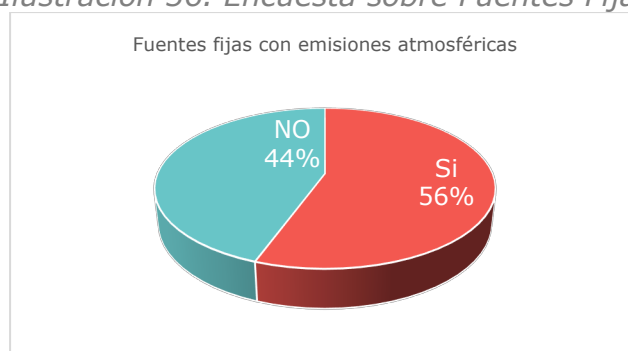
la concentración asociada al percentil 98 está bajo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$. Cabe hacer notar que dado que esta estación no está definida como EMRP y lo registrado para MP-10 y MP-2,5, este análisis es sólo referencial.

Se señala que ambas estaciones que monitorean estos contaminantes, se encuentran ubicadas en zonas de alta circulación de vehículos como lo es la avenida Antonio Rendic.

Para aportar a la información anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de las preguntas referentes a emisiones de material particulado u otros contaminantes.

En relación con la consulta si las empresas poseen fuentes fijas de emisiones atmosféricas, el 55,6% contestó que sí poseía, representadas principalmente por grupos electrógenos, procesos electrolíticos, hornos y calderas, asociados a los principales procesos de cada una de las empresas del sector. El porcentaje restante de las empresas encuestadas respondió que no poseía dichas fuentes.

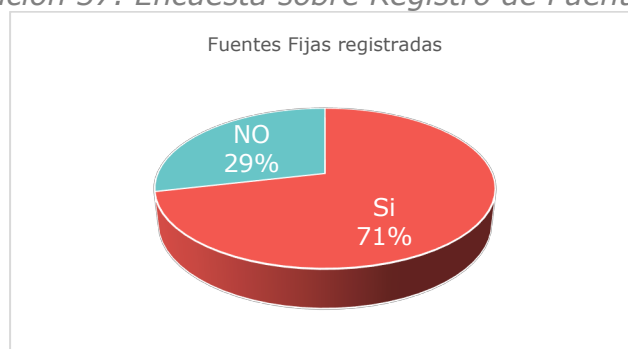
Ilustración 36. Encuesta sobre Fuentes Fijas



Fuente: Elaboración propia

De igual modo se consultó si estas fuentes fijas estaban registradas como lo solicita la legislación vigente y al respecto sólo el 71% indica que sí, por lo cual existe una oportunidad de mejora en este aspecto que es su registro y evaluación de los efectos que pudieran generar y tomar acciones en consecuencia. Se desprende que algunos han estimado no registrarlas ya que esos equipos no son operados con continuidad.

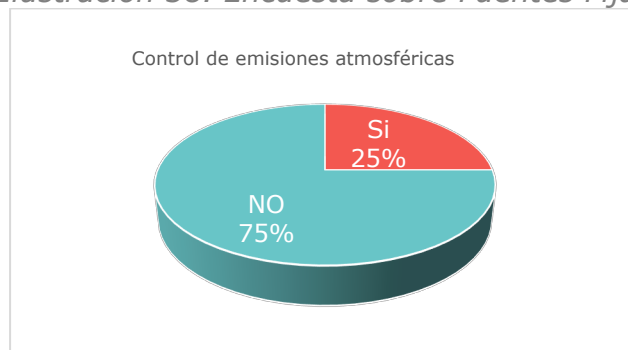
Ilustración 37. Encuesta sobre Registro de Fuentes Fijas



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, a la consulta si existe un programa o plan de control de emisiones atmosféricas un 75% de los consultados indica que no posee, lo que nuevamente desafía a las empresas a evaluar de forma global la situación de fuentes fijas.

Ilustración 38. Encuesta sobre Fuentes Fijas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el DS 138 art. 2º en el que se señalan las actividades, rubros o tipo de fuentes, las calderas generadoras de vapor o agua caliente, las fundiciones primarias y secundarias, los equipos electrógenos, entre otros, deberán proporcionar los antecedentes necesarios para la determinación de contaminantes atmosféricos, a la Secretaría Regional Ministerial de Salud del lugar en el que se encuentran.

Los reportes REMA 2017 y 2018, reconocen para Chile, tres grandes fuentes de contaminación del aire: el transporte, las actividades industriales y la calefacción de viviendas. Es por ello que se están implementando diversas acciones, entre ellas: nuevos planes de descontaminación atmosférica y alertas sanitarias; incremento del número de estaciones de monitoreo de calidad del aire; regulaciones aplicadas al sistema de transporte público y privado; trabajo con las comunidades para mejorar la eficiencia energética de los hogares; y estableciendo normas de calidad y emisión para las principales fuentes industriales emisoras de contaminantes; además de la implementación de impuestos verdes, gravando las emisiones de material particulado (MP), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de carbono (CO₂) provenientes de fuentes fijas, y por otra, la primera venta de vehículos de acuerdo a su rendimiento urbano y emisiones de NOx.

4.3.2 CALIDAD DEL AIRE, GASES Y OLORES

Sistemas de abatimiento de gases y olores en las industrias es una necesidad imperiosa para mejorar la calidad del aire. Así también para las emisiones de material particulado.

Las emisiones son generadas en una fuente, la cual puede ser un punto de trabajo, una chimenea que arroja gases combustionados a la atmósfera, procesos de molienda, carga y descarga de materiales granulados o en polvo, procesos de soldadura, emisiones gaseosas en equipos de plantas depuradoras, procesos de fundición y en

general cualquier proceso que permita a los contaminantes en reposo romper su inercia para ser proyectados a un estado de suspensión.

Las emisiones de MP, Gases y Olores se generan en prácticamente todos los procesos industriales donde exista transporte de materiales, variación de tamaño de producto sólido, en el 100% de las instalaciones de PTAS o Tratamiento y secado de lodos y muchos otros procesos industriales.

En esta sección del informe analizaremos la situación de las emisiones e inmisiones de gases y el efecto odorífero en la comunidad, así como también se mostrará información sobre los diferentes estudios, monitoreos, contrastación con normativa nacional y otras internacionales, que pueden ser usadas a manera de referencias y conclusiones, derivados.

Mediciones de Gases y Olores en Liceo Industrial A-16: Estudio Técnico para la Determinación de Fuente de Emisión de Olores Molestos en Comunidad del Liceo Industrial A-16

En el marco del proyecto "MEDICIÓN DE IMPACTO DE OLOR MEDIANTE INSPECCIÓN DE CAMPO", durante el año 2017 se realizó campañas de monitoreo de gases y olores teniendo como sensor de efecto, las dependencias del Liceo Industrial A-16, Eulogio Gordo Moneo y sectores del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda. El estudio fue realizado por la empresa Suez Medio Ambiente Chile S.A., y los resultados se registraron en los Informes que se detalla a continuación:

- 3056-INF-CP-001_Informe Captadores Pasivos
- Informe N° ALTO-671-SER-403, SGS
- 3056-INF-PC-001_ Informe mensual panel de Campo Mayo
- 3056-INF-PC-002_ Informe mensual panel de Campo Junio
- 3056-INF-PC-003_ Informe mensual panel de Campo Julio
- 3056-INF-PC-004_ Informe mediciones de Gases_Mayo-Julio
- 3056-INF-PC-005_ Informe mensual panel de Campo Septiembre
- 3056-INF-PC-006_ Informe mediciones de Gases_Mayo-Agosto
- 3056-INF-PC-007_ Informe mensual panel de Campo Octubre
- 3056-INF-PC-008_ Informe mediciones de Gases_Agosto-Octubre
- 3056-INF-PC-009_ Informe Ejecutivo Cierre

Para esta campaña de estudio se desarrolló dos metodologías, a saber, un panel de campo para la evaluación del impacto odorífero y otra para la medición instrumental cuantitativa de gases TRS y SO₂.

Respecto del panel de campo se recopiló la información día a día, cuyo objetivo fue exponer al ser humano (llamados panelistas o panel de expertos) a olores específicos de la zona y registrar sensaciones resultantes. Para esto se contó con panelistas de

campo (personal de SUEZ) cuya información fue recopilada y estudiada en cada uno de los informes emitidos.

Con el objeto de medir gases presentes en el aire, en el lugar de afectación "Liceo Industrial A-16, Eulogio Gordo Moneo", se instalaron entre el período mayo – octubre de 2017, instrumentos de medición de gases para el dióxido de azufre (SO_2) y azufre total reducido (TRS, por sus siglas en inglés "Total Reduced Sulfur"), en la sala Pabellón J, ubicada dentro del liceo. Para ello se emplearon dos tipos de analizadores ambientales para TRS y SO_2 , con el fin de determinar las concentraciones, tendencias, horarios, y valores máximos de los gases nombrados.

En vista de las mediciones realizadas tanto en olores como en gases a lo largo de un período de 6 meses en el liceo y alrededores, basado metodológicamente en las normas NCh3190, para calibración de panelistas y NCh5335 para panel de campo en el método de malla, así como la instrumentación de campo para la medición de gases, según metodología y calibración relativa a Decreto 61/2008 Ministerio de Salud, instalada y operada por una ETFA, medición con captadores pasivos y medición de vientos con una estación instalada en el mismo liceo, las conclusiones principales fueron las siguientes:

- El Liceo A-16 está expuesto a olores principalmente de soldadura y ácido sulfhídrico en un porcentaje promedio del 4% del tiempo normal de clases (7:00 am a 7:00 pm).
- Los olores con tono hedónico desagradable detectados, corresponden a trazas de ácido sulfhídrico con exposiciones no mayores a 0,3 ppm, lo anterior indica por un lado que es perfectamente perceptible y reconocible por la mayoría de la población, siendo éste sensible olfativamente a un umbral sobre los 0,002 ppm. Estos olores se perciben en algunos momentos determinados del día generalmente asociado a viento suroeste.
- El ácido sulfhídrico, por otro lado, también corresponde a un gas, el cual en las concentraciones medidas es totalmente inofensivo, no causando daños agudos ni crónicos a la salud de las personas.
- Existe exposición a dióxido de azufre (SO_2), en concentraciones promedio entre 0,2 ppm y 0,8 ppm, durante el horario escolar. Hay una mayor tendencia a concentraciones altas en los horarios de clases, por lo que las emisiones deben provenir de alguna fuente o proceso industrial. En el caso de la exposición a SO_2 está regulado en la Norma Primaria de Calidad de Aire que aplica a nivel nacional. La norma indica que para sobrepasar la norma se deben superar en un percentil 99% los valores máximos, durante un período de 3 años continuos o por un año en el caso de que los valores sean el doble de los indicados. El estudio indica que, no habiéndose realizado mediciones durante un año al menos, no se puede hablar de contaminación por SO_2 . Pero si se puede asegurar que existe

exposición a este gas en particular, en concentraciones que explican algunos síntomas sentidos por personal y alumnos del Liceo A-16.

- La exposición al gas SO_2 , puede producir en personas más sensibles y tercera edad síntomas de irritación del tracto respiratorio superior, ojos y nariz, provocando daño agudo, es decir, síntomas que se eliminan al alejarse de la exposición. No siendo para las concentraciones medidas, peligroso para la salud de la población. Solo produce efectos instantáneos, pero en ningún caso daño crónico.
- Finalmente se indica que no fue posible determinar la fuente específica que afecta al liceo.

Mediciones de Gases y Olores en Liceo A-16 y Estación RENDIC: Monitoreo de H_2S , SO_2 y NH_3

Como consecuencia de los eventos ocurridos entre el 2016 a 2017 en los cuales hubo afectación a la comunidad, en la actualidad existen sistemas de monitoreo continuo de gases en algunas de las instalaciones y en receptores críticos como, el Liceo Industrial A-16, Eulogio Gordo Moneo y el CESFAM Rendic.

La empresa Ecometrika ha desplegado 4 equipos de medición de gases H_2S , NH_3 y SO_2 en liceo y CESFAM, como parte de un servicio técnico que permite registrar y de alguna manera alertar, los niveles de concentraciones de estos contaminantes.

La siguiente tabla presentan estos sistemas y sus puntos de instalación:

Tabla 12. Características de Sistema de Monitoreo de Gases y Agentes Odorantes Receptores

Instalación	Medición de	Tipo de Equipo
Sector talleres- LIA	H_2S	InMMAR online
	NH_3	
	SO_2	
Sala 37- LIA	H_2S	InMMAR online
	NH_3	
	SO_2	
Patio Techado- LIA	H_2S	InMMAR online
	NH_3	
	SO_2	
CESFAM	H_2S	InMMAR online
	NH_3	
	SO_2	

La figura siguiente muestra la localización de estos equipos de monitoreo.

Ilustración 39. Ubicación de monitores de CMDS instalados



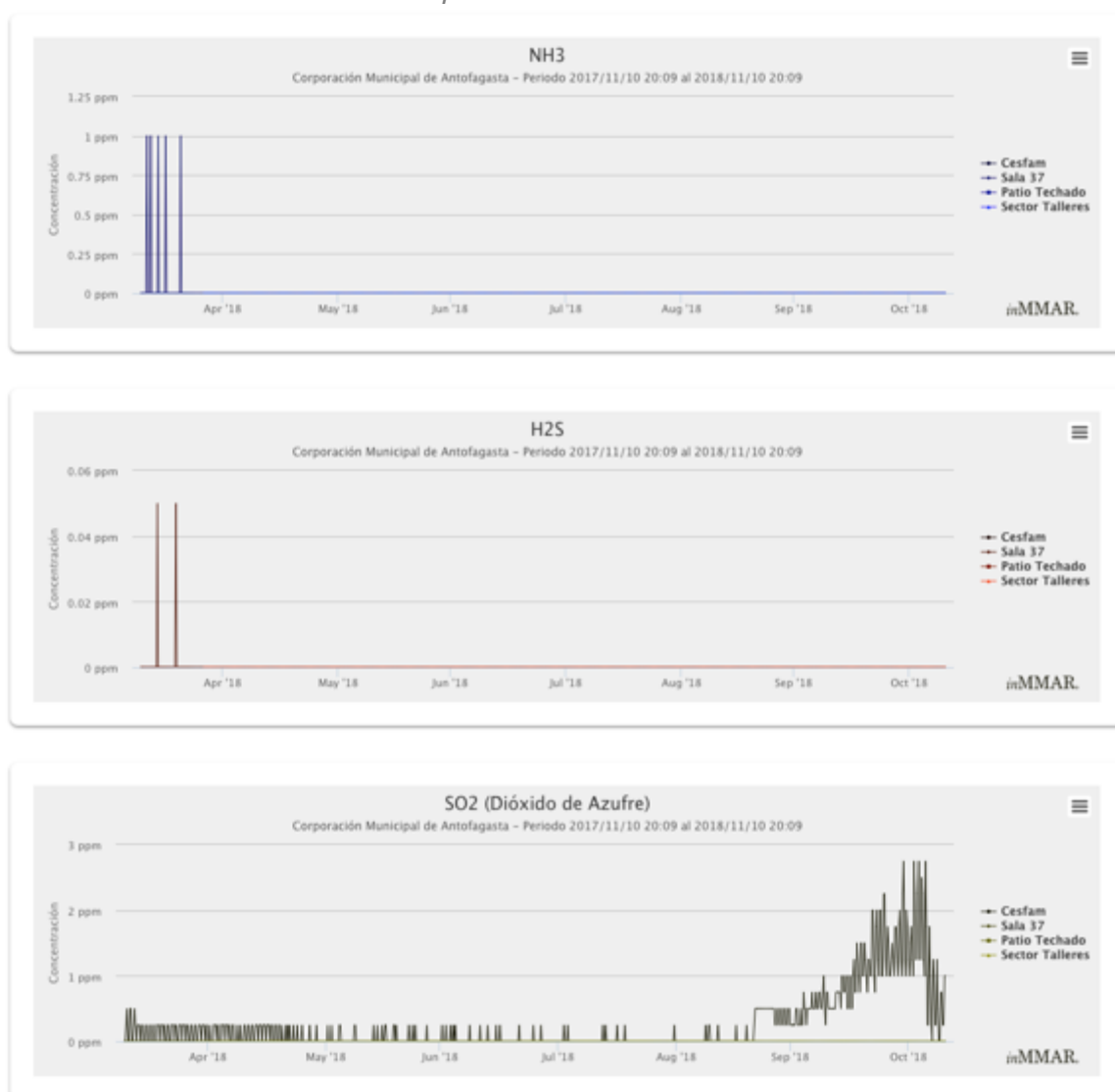
Fuente: Elaboración a partir de plataforma de monitoreo de CMDS

La plataforma de monitoreo en línea muestra la información de registro de las concentraciones de H_2S , NH_3 y SO_2 como se observará en las figuras siguientes, con respecto a las estaciones de monitoreo.

Las figuras siguientes se obtienen a partir de la plataforma de CMDS y es posible solicitarla para que entregue y grafique información según necesidades de quien quiere realizar una evaluación o análisis de datos.

La figura obtenida se solicitó mostrara y graficara información como promedios horarios, sin embargo, como se observa, el registro gráfico representa un período de 8 meses y la data registra: para NH_3 datos promedios horarios cada 6 horas, para H_2S promedios horarios cada 6 horas y tan sólo para SO_2 datos promedio hora, cada hora.

Ilustración 40. Imágenes gráficas de presentación de resultados en plataforma CMDS



No obstante, lo anterior y para los fines de análisis se tomó la data necesaria para realizar el análisis que a continuación se describe.

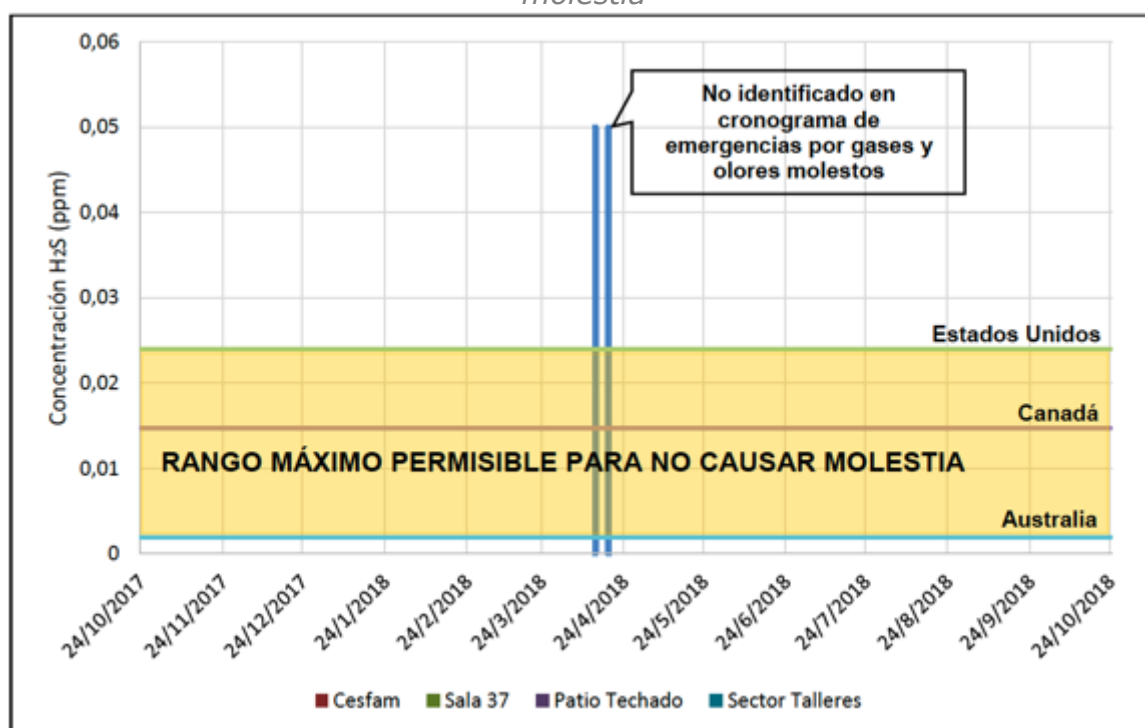
Medición de Acido Sulfhídrico (H₂S)

Se construyó un gráfico de un período anual de mediciones de H₂S desde octubre de 2017 a octubre de 2018. Se analiza la información y con el objetivo de contrastarlos con normativa nacional e internacional para el H₂S, se revisó un estudio realizado por la empresa ECOTEC Ingeniería Ltda. para la Subsecretaría de Medio Ambiente en el año 2013, que origina la tabla a continuación. Se ha puesto en la misma gráfica y como se indicó, para efectos de análisis de los datos registrados, los límites de calidad del aire para el contaminante H₂S de estándares de EE.UU, Canadá y Australia, referidos en el estudio indicado.

Tabla 13. Resumen de Límites Permisibles Internacionales para calidad del aire contaminante H₂S

País/Jurisdicción		Valor	Unidad	Uso (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Estados Unidos	California	60	ppb		Exposición 30 min	Mahin, 2001, Osterberg and Melvin, 2002
		30	ppb		Exposición 60 min	
		8	ppb			
	Idaho	30	ppb		Exposición 30 min	Mahin 2001
		10	ppb		Exposición 24 horas	
	Illinois	10	ppb		Exposición 8 horas. Norma basada en Salud	Osterberg and Melvin 2002
	Minesota	50	ppb		Exposición 30 min. No podrán superarse en más de dos veces al año	Mahin, 2001, Osterberg and Melvin, 2002
		30	ppb		Exposición 30 min. No podrán superarse en más de dos veces en un período de cinco días	
		60	ppb		Exposición 1 h	
		7	ppb		Exposición 3 meses	
	Nuevo México	30-100	ppb		Exposición 30 min	Mahín 2002
		10	ppb		Exposición 1 h	
	Nueva York	10	ppb		Exposición 1 h	
		0,7	ppb		Exposición 1 año	
Canada	Alberta	10,07	ppb	Objetivos de la calidad del aire		
		5,56	ppb			
	Ontario	21,59	ppb	Guía de instrucción para establecer límites		Ontario MOE, 2001
		21,59	ppb	Criterio para Calidad del Aire		
Australia		0,72	ppb	Borrador de guía para fuentes nuevas	≥ 2000 habitantes	NSW, EPA, 2001
		1,44	ppb		500 a 200 habitantes	
		1,44	ppb		125 a 500 habitantes	
		2,16	ppb		30 a 125 habitantes	
		2,88	ppb		10 a 30 habitantes	
		2,88	ppb		≤ 10 habitantes	

Ilustración 41. Gráfico de resultados de registros de H₂S y umbrales de molestia



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, la concentración de H₂S registrada al interior del Liceo Industrial y CESFAM, identificó que el día 18/04/2018 se registró un peak de 0,05 ppm de H₂S, en el punto de monitoreo "Sector Talleres" del Liceo A-16, valor que se encuentra por arriba de valores señalados como umbral de molestia del H₂S, según lo que se muestra en la Tabla 13 anterior, sin embargo, no existe registro de afectados, ni información de evacuados, de acuerdo con el protocolo de acciones de emergencias por malos olores establecido para dicha instalación. Así también se observa que en el resto de los puntos de medición, no se registró valores sobre 0 ppm de H₂S.

Para complementar la información de concentración ambiental registrada la Tabla siguiente presentan la concentración de exposición al H₂S, y los efectos que se presentarían en la comunidad.

Tabla 14. Correlación concentración contaminante H₂S y efectos en la población

Exposición (ppm)	Efectos / Observación	Referencia
0,008	Umbral de detección del olor	Amoore & Hautala, 1983
2	Constricción bronquial en individuos asmáticos	Japinen et al., 1990
3,58	Aumento de las quejas oculares	Vanhoorne et al., 1990
5,0 a 10,1	Aumento de la concentración de lactato sanguíneo, disminución de la actividad del músculo esquelético, disminución de la toma de oxígeno	Bhambhani & Singh, 1991; Bhambhani et al., 1996 b, 1997
3,59 a 20,8	Irritación ocular	IPCS, 1981
20	Fatiga, pérdida de apetito, dolor de cabeza, irritabilidad, pérdida de la memoria, mareos	Ahlhorg, 1981
>100	Parálisis olfatoria	Hirsch & Zavala, 1999
>400	Dificultad respiratoria	Spolyar, 1951
>500	Muerte	Beauchamp et al., 1984

Fuente: Elaboración según información de nota a pie de página⁶

Medición de Amoníaco (NH₃)

Al igual que para el contaminante anterior, se construyó un gráfico de un período de mediciones de NH₃. Se analiza la información y adicionalmente con el objetivo de contrastarlos con normativa, se realizó un levantamiento de estándares internacionales y nacional para el NH₃, la que se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 15. Límites Permisibles Internacionales para calidad del aire contaminante NH₃.

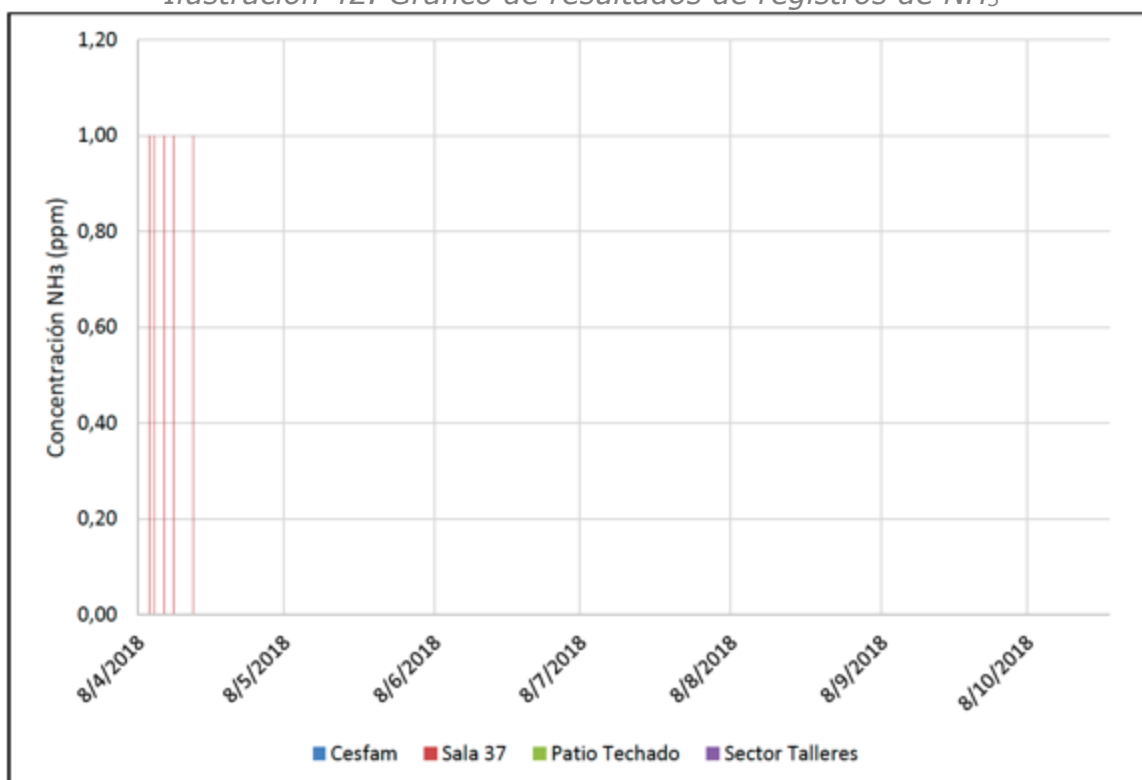
Jurisdicción	Valor	Unidad	Fuente o tipo de proceso	USO (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Calidad del Aire (California, EE.UU.)	5.000	ppm	Tipo A	Reglamento Ejecutable 7	Tipo A emisión puntual: un punto de emisión, que tiene geometría suficientemente regular de modo que tanto el volumen de flujo y concentraciones de contaminantes se puede medir y donde la naturaleza y extensión de los contaminantes del aire no cambian sustancialmente entre un punto de muestreo y el punto de emisión (es decir, una chimenea) Tipo B emisión puntual: punto individual (por ejemplo, el respiradero del techo)	BAAQMD (Bay Area Air Quality Management District), California, USA. 2001. Rules and Regulations. http://www.baaqmd.gov/dst/regulations/ind ex.asp .
	2.500	ppm	Tipo B			

⁶ Amoore, 1983; Baxter, 2000; Faivre-Pierret y Le Guern, 1983 y sus referencias; NIOSH, 1981; Sax y Lewis, 1989; Snyder et al., 1995

Jurisdicción	Valor	Unidad	Fuente o tipo de proceso	USO (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Holanda	3,58	ppm	Planta de tratamiento de purines	Estándar utilizado en los permisos de funcionamiento		InfoMil. Netherlands. 2003. Netherlands Emission Guidelines for Air. http://www.infomil.nl/asp/get.aspx?xdl=/vi/ews/infomil/xdl/page&PosIdt=29288&ItmIdt=28598&SitIdt=111&VarIdt=46
	21,5	ppm	La producción de fertilizantes de nitrógeno	Permiso para nuevas instalaciones		
	21,5-143,3	ppm		Reglamento para instalaciones existentes		
	21,5	ppm	Planta de amoníaco	Estándar utilizado en el permiso de funcionamiento		
Suiza	21,5	ppm	General	Ley Federal	Si el flujo másico es > a 300 g/h	Ordonnance Sur la protection de l'air.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42. Gráfico de resultados de registros de NH_3



Fuente: Elaboración propia

En relación con la concentración de amoníaco que se muestra en gráfico anterior, la estación "sala 37" es la que registra mayores concentraciones, indicando el día

19/04/2018 valores de 1,0 ppm, sin embargo, en ninguna estación se registró concentraciones por sobre los límites de referencias presentados en la Tabla 15.

Medición de Anhídrido Sulfuroso (SO₂)

Para el análisis del contaminante SO₂, se construyó un gráfico con la información de los registros de concentración de la estación de monitoreo Antofagasta de propiedad del Ministerio de Medio Ambiente, que registra información desde junio de 2018 (ver ilustración 25). No se utilizó la información de SO₂ que registran los 4 equipos de Liceo Industrial más CESFAM, debido a que es necesario confirmar su rango de mediciones, ya que ésta arroja, para igual período de mediciones, valores 0 ppm para las 3 estaciones del Liceo Industrial y peak máximos de hasta 2,75 ppm para CESFAM. De lo anterior se sugiere como conclusión de esta situación, se realice un auditoría técnica a esos sistemas de medición para confirmar o modificar la data registrada.

Se analiza la información y adicionalmente se contrasta con normativa de la tabla a continuación.

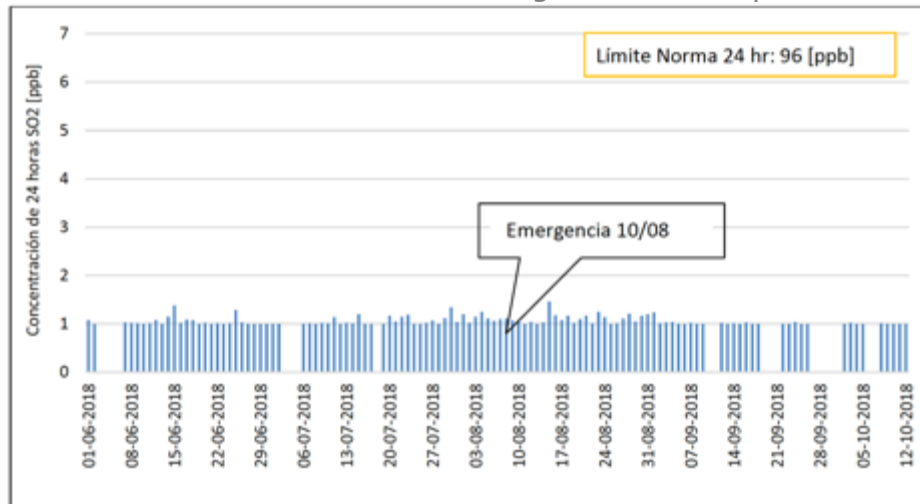
Tabla 16. Norma asociada al contaminante SO₂

Emisiones	Norma	Aplicabilidad
SO ₂	D.S N 113/2002 del MINGESPRES	Establece la norma de calidad primaria para dióxido de azufre como concentración de 24 h en 96 ppb (250 µg/m ³). Será sobrepasada esta norma cuando el promedio aritmético de 3 años sucesivos del percentil 99 de las concentraciones 24 hrs de cada año, supere este valor.
	75 FR 35520, Jun 22, 2010	Primary National Ambient Air Quality Standard for Sulfur Dioxide: This section presents the rationale for the Administrator's decision to revise the existing SO ₂ primary standards by replacing the current 24-hour and annual standards with a new 1-hour SO ₂ standard at a level of 75 ppb, based on the 3-year average of the annual 99th percentile of 1-hour daily maximum concentrations.

Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico muestra los registros de concentración de SO₂ del año 2018 en la Estación Antofagasta, Liceo Industrial.

Ilustración 43. Gráfico de resultados de registros de SO₂ promedio 24 horas

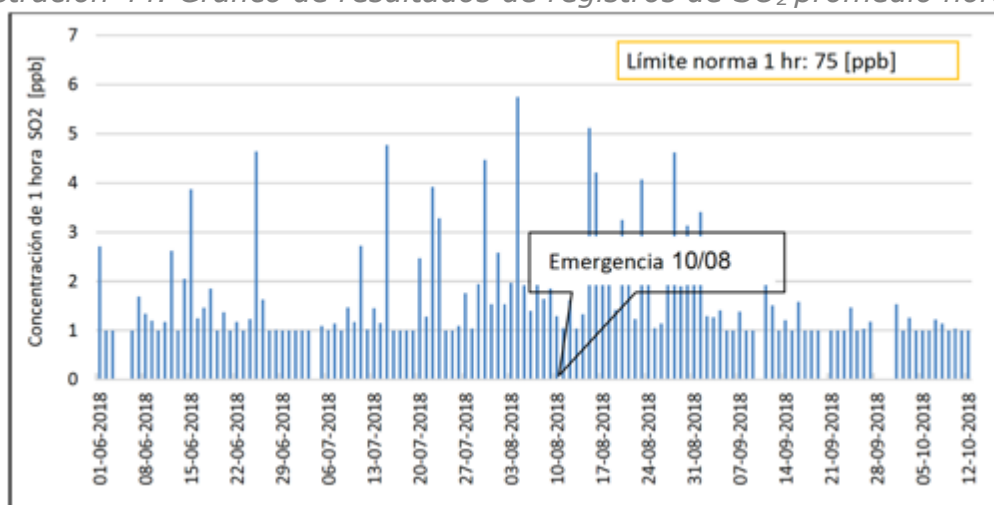


Fuente: Elaboración propia

A partir del gráfico anterior, se observa que los valores de concentración de 24 horas, registrados en la Estación Antofagasta, están muy por debajo del límite diario de la norma, por lo cual para el período mostrado, se descarta una afectación sobre la salud de las personas producto del SO₂. Cabe mencionar que esta conclusión sólo demuestra la tendencia en los últimos 4 meses, ya que, la norma establece el estudio en un período de tres años para establecer la conclusión de evaluación de superación de la norma.

Para verificar el comportamiento horario de las concentraciones de SO₂, se tomó como referencia la norma de Estados Unidos (75 FR 35520, Primary National Ambient Air Quality Standard for Sulfur Dioxide). El siguiente gráfico compara los registros promedio horario de la estación Antofagasta con el límite de esta norma internacional.

Ilustración 44. Gráfico de resultados de registros de SO₂ promedio horarios



Fuente: Elaboración propia

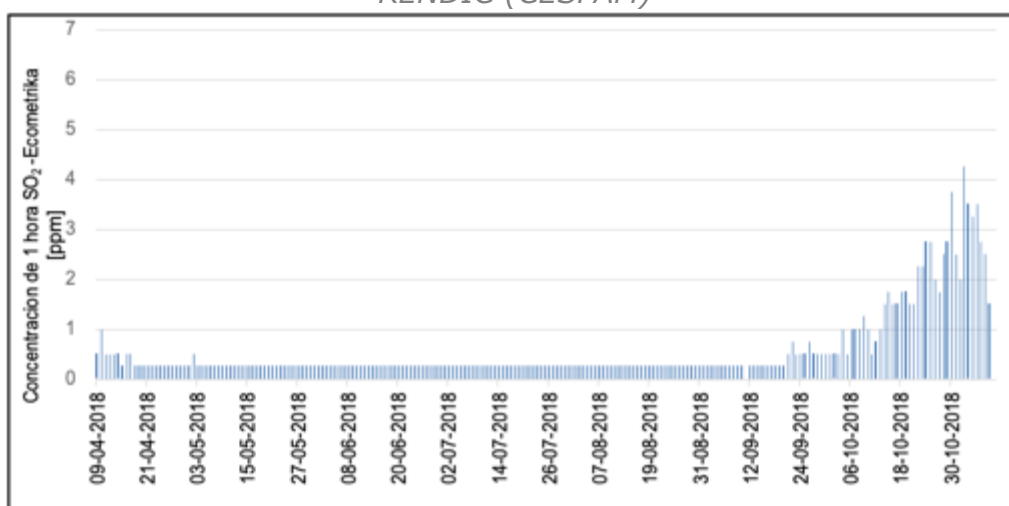
Como se puede apreciar del gráfico anterior, las concentraciones horarias de dióxido de azufre, también están muy por debajo de la norma internacional de referencia.

Como se mencionó previamente, además de los registros de la Estación Antofagasta, en el CESFAM “Doctor Antonio Rendic” existe una estación perteneciente, a Ecometrika la cual, mide concentraciones de SO₂ desde el 09 de abril de 2018 a la fecha. Dichos registros se presentan en unidades ppm, por lo que generan dudas respecto a la validez de la unidad indicada debido a que serían niveles de emisión excesivos que no reflejan la condición del sector y de la ciudad. Este comportamiento de la información muestra un comportamiento excepcional de la estación CESFAM en relación con las concentraciones del contaminante SO₂ registradas en el Liceo A-16, las que son posibles de obtener de la plataforma de CMDs.

Al respecto nos parece interesante las diferencias significativas entre esta última estación y la Estación Antofagasta, Liceo Industrial, es decir promedio hora máximos de 2,75 ppm vs máximos horarios de 0,0057 ppm, respectivamente.

Lo señalado se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 45. Gráfica con registros de concentración de SO₂ Estación RENDIC (CESFAM)



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, durante el año 2017 la empresa Altonorte solicitó a la empresa Suez Medioambiental Chile S.A, realizar un monitoreo de concentraciones de SO₂ y TRS en la zona del “Liceo Eulogio Gordo Moneo”, Liceo Industrial A-16 durante el período mayo – octubre del 2017. A partir de los resultados de esta campaña de mediciones, la Seremi del Medio Ambiente de la región de Antofagasta emitió un informe refiriéndose principalmente a las dudas que existían a cerca de las unidades de medida utilizadas por Suez, ya que éstas se indican en unidades ppm, sin embargo, según antecedentes de la misma autoridad indicaban que debieran estar en ppb o µg/m³N.

Finalmente, Suez no logró responder adecuadamente las consultas de la autoridad y no se entregaron mayores antecedentes para tener certeza de la confiabilidad de los datos, por ejemplo, las condiciones físicas del lugar en el que se llevó a cabo la toma de muestras, las condiciones de temperaturas, altura de la toma de muestras, el

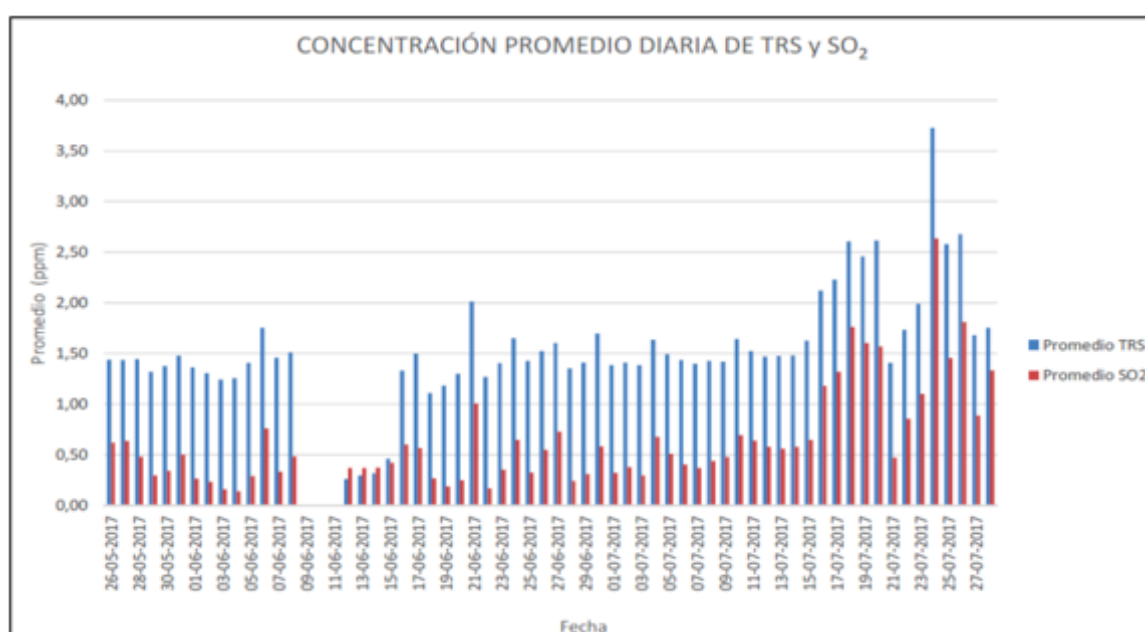
tiempo de residencia de la muestra, si se contaba o no con algún método de extracción de humedad o si se realizaron calibraciones periódicas.

Como conclusión la Seremi determinó realizar una campaña de medición de SO_2 en el liceo industrial, para lo cual solicitó el apoyo de la división de la calidad del aire del Ministerio del Medioambiente, para proveer, instalar y mantener operativo un equipo de medición en el liceo industrial, en la actual Estación de Monitoreo, el que se encuentra operativo, como ya se mostró de la información graficada, desde junio de 2018.

Por lo anterior nuevamente, se recomienda verificar la data registrada, las configuraciones de los ajustes patrones estandarizados y las calibraciones realizadas, para asegurar o modificar la información que se está registrando.

No obstante lo señalado, el gráfico siguiente muestra la situación de registros de dicha estación.

Ilustración 46. Promedio de Concentraciones promedio diaria de TRS y SO_2



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, los registros de monitoreo de SO_2 de Ecometrika y Suez, están en unidades de ppm y al transformarlos en ppb generarían niveles de concentraciones muy altos no esperables en la zona, ya que, no existen grandes emisores de SO_2 , como son empresas termoeléctricas, fundiciones entre otros. Es por esta razón que el análisis del comportamiento de la inmisión de SO_2 se ha realizado con los registros de la estación de monitoreo de Antofagasta, Liceo Industrial A-16.

Mediciones de Gases y Olores en Empresas SEMBCORP y SOLVAY

Por otro lado, las empresas también han implementado estaciones de monitoreo de gases y olores de tal modo de evaluar sus operaciones y ejecutar medidas correctivas en consecuencia. Tal es el caso de las empresas SEMBCORP para su planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Antofagasta y SOLVAY. La tabla y figuras siguientes muestran información de los equipos y despliegue de sus monitores.

Tabla 17. Características de Equipos de Monitoreo de Gases

Instalación	Medidor de	Tipo de equipos utilizados
Solvay (lado Este)	H ₂ S	2 Sensores SENSODYNE, PAM y E-17
Perimetral Sembcorp	COV, H ₂ S, NH ₃	7 equipos de monitreo InMMAR online

Ilustración 47. Ubicación de monitores Sembcorp instalados

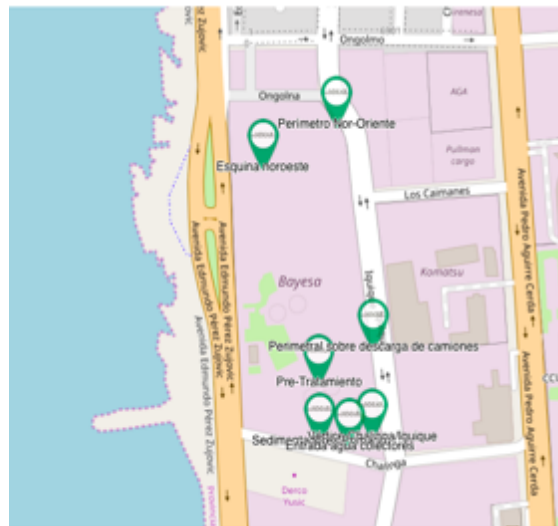


Ilustración 48. Imágenes gráficas de resultados de plataforma Sembcorp

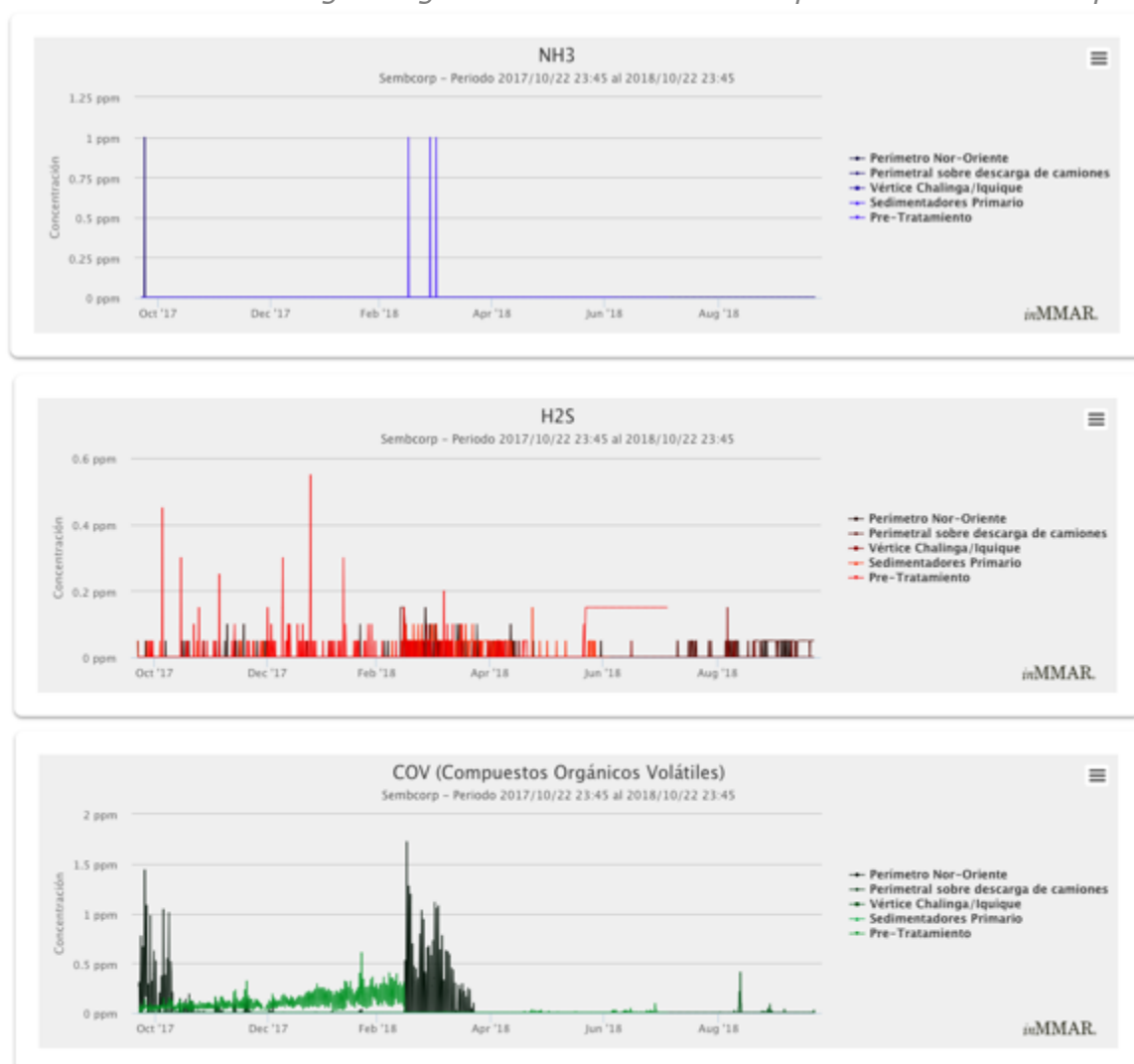
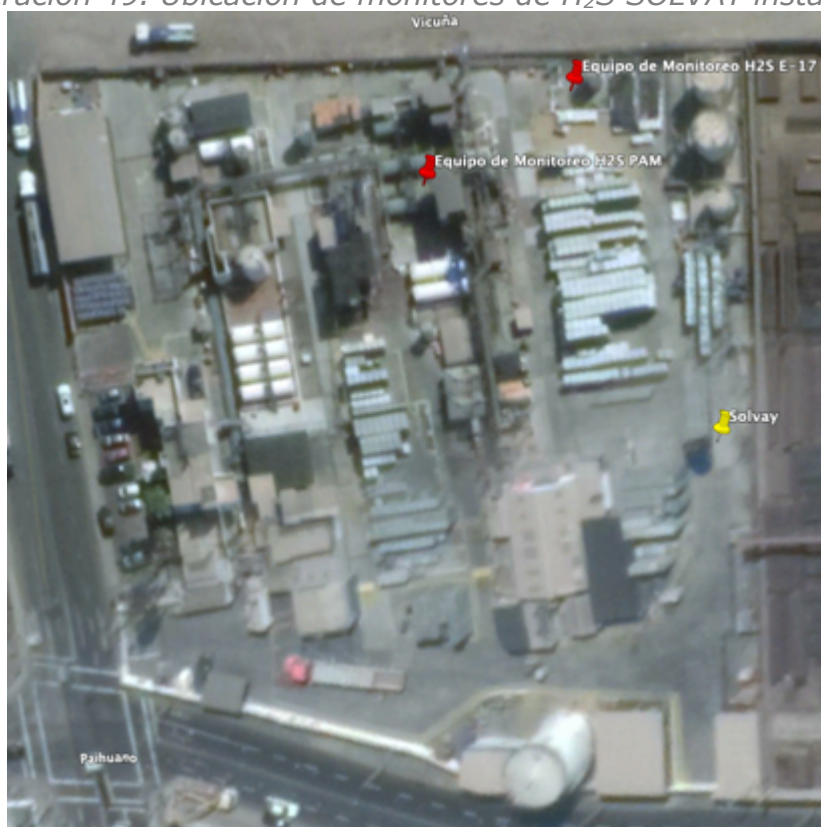


Ilustración 49. Ubicación de monitores de H₂S SOLVAY instalados



Fuente: Elaboración propia

Empresa SEMBCORP

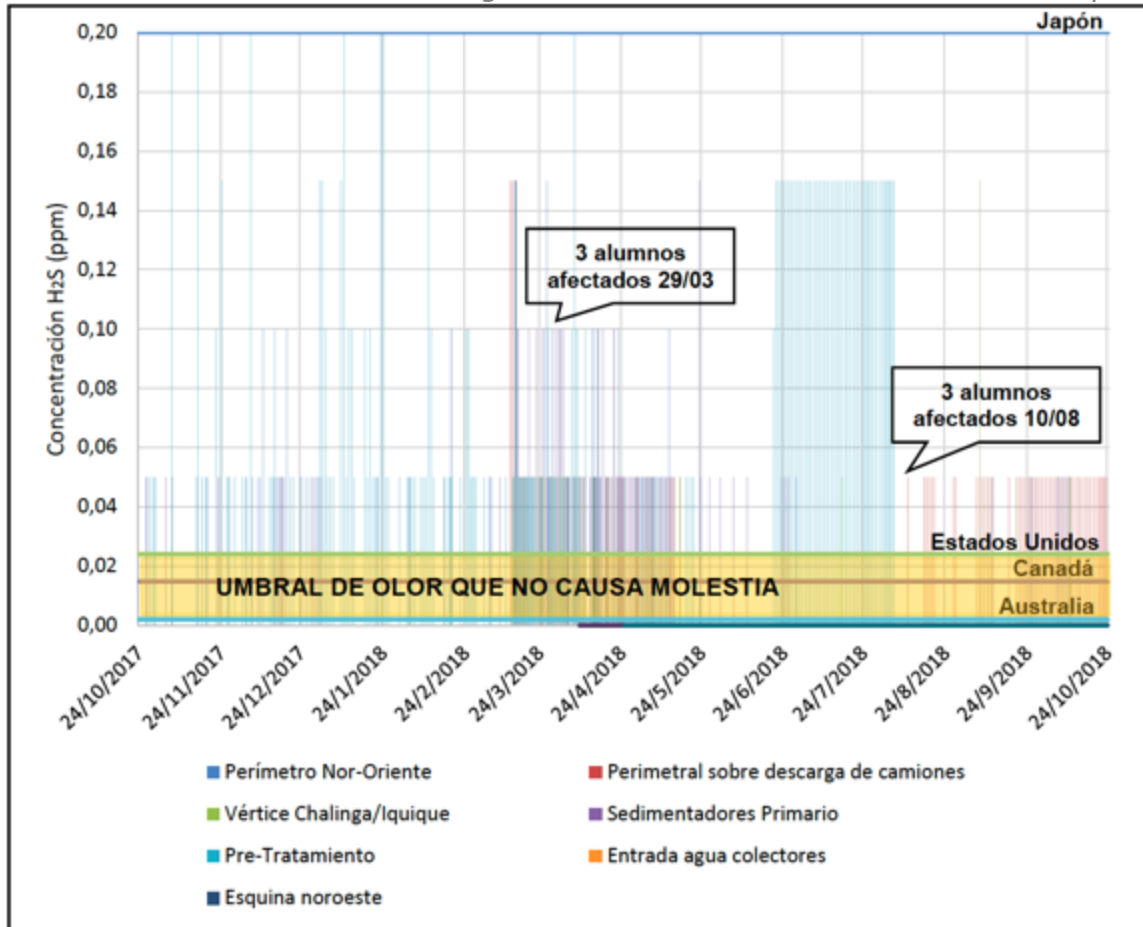
Recopilando gráficamente los registros de la información anual de las estaciones perimetrales de monitoreo que mide Ecometrika, para la empresa SEMBCORP, se tienen los resultados que se muestran a continuación.

Para objeto de análisis se ha realizado la comparación de estos registros tanto desde el punto de vista de condiciones de salud y seguridad ocupacional, así como también con las normas de calidad de aire de tal forma de evaluar esta como fuente de emisión y como punto de inmisión dada la cercanía a centros habitacionales.

El gráfico siguiente muestra valores del período de 1 año de mediciones y como se observa hay registros que sobrepasan lo que se indica según Estudio de ECOTEC como límite umbral de olor, medido en el sector de la planta Sembcorp, en particular con mayores concentraciones en los puntos denominados "Perímetro Nororiental, Pre-tratamiento y Sedimentadores Primarios".

De igual forma se ha incorporado en la gráfica episodios de identificación de olor en los puntos sensibles de detección y sus consecuencias, según lo reportado en los protocolos disponibles para este fin en el Liceo A-16.

Ilustración 50. Gráficas de registros de concentración de H₂S Sembcorp



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las concentraciones percibidas al interior de Sembcorp, comparadas con las normas de salud y seguridad ocupacional, los puntos donde se registran valores sobre el umbral de olor, son las estaciones de monitoreo llamadas “pre-tratamiento y sedimentadores primarios”.

Tabla 18. Límites de Seguridad y Salud Ocupacional permisibles para H₂S

País/Jurisdicción	Valor, Unidad	Fuente o Tipo de Proceso	Uso (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Chile	8 ppm			LPP	DS 594
	15 ppm			LPT	DS 594
Holanda	7,2 ppm		Estándar utilizado en los permisos de funcionamiento		nfoMil. Netherlands. 2003. Netherlands Emission Guidelines for Air.
Japón	0,2 ppm	Estándar de efluentes líquidos en términos de concentración de productos químicos en los efluentes	Norma reglamentaria utilizada en los permisos y ejecutada por el gobierno local		Japan MOE (Ministry of the Environment) 2005. Laws and Regulations - Control of Offensive Odor.
Suiza	3,6 ppm	General	Ley federal	Si el flujo másico es ≥ 50 g/h	Ordonnance Sur la protection de L'air. Le Conseil federal Suisse

Fuente: Elaboración propia

De los resultados se puede observar que, en ninguna de las estaciones o puntos de monitoreo, existe una superación con respecto a los límites que resguardan la salud ocupacional de los trabajadores al interior de la planta. Estos valores registrados están por debajo de las normas de seguridad y salud ocupacional nacional (DS 594).

Con respecto a las concentraciones percibidas en el perímetro de la planta, dada la cercanía de las estaciones ubicadas en el perímetro de la planta a los receptores más cercanos (casa o lugares habitados), considerando el perímetro como zona de inmisión, los valores de concentración registrados por éstas, pueden ser comparados con la normativa internacional indicada en la Tabla 13.

De los registros de concentración de las estaciones perimetrales, se observó que todas las estaciones presentaron eventos en los cuales se superan los límites de referencia indicados de la Tabla 13. De las estaciones perimetrales, la que presentó un mayor número de eventos fue la llamada "Perimetral sobre descarga camiones". Dicha estación está localizada a 170 metros del receptor más cercano fuera del perímetro de la planta.

Es también interesante observar que los episodios identificados en el Liceo A-16, si bien es cierto tuvo como consecuencia afectación en casos puntuales, no se observa una correlación directa a los eventos de concentración sobre 0,10 ppm según lo mostrado en el gráfico antes referido.

Empresa SOLVAY

Para el caso de la información de los 2 puntos de monitoreo que mide la empresa SOLVAY, se tienen registros que permiten visualizar una gran cantidad de información, que de acuerdo con lo señalado por personal instrumentista que mantiene en operación dichos equipos, el ajuste de datos se ha configurado de manera que cada 5 minutos se registre datos, lo que para un año arrojó más de 51.500 datos por cada punto de monitoreo.

Ambos sensores son Sensodyne siendo el equipo ubicado en el punto de monitoreo PAM más antiguo que el punto E-17 y con un rango de operación de 0- 100 ppm y una variación eléctrica de 80 mV (en el rango de calibración de 0 a 25 ppm), mientras que el E-17 de 0-50 ppm y un rango de variación eléctrica de 40 mV (rango 0 a 25 ppm).

De acuerdo con lo señalado por el instrumentista, responsable de la calibración de estos sensores, para ambos se calibra con una corriente de 4 mA que viene siendo, 0 ppm y es lo que siempre marcan los equipos en terreno pero la señal viaja al registrador que se encuentra en la sala eléctrica y la transforma en la unidad de salida. El rango de operación que muestran el set de datos corresponde a "un ruido normal del equipo", con un detector marcando 4,00 mA y llegando una señal de [3,99; 4,01] mA. Considerando que el equipo PAM tiene un rango más grueso de medición y una variación eléctrica más sensible a la corriente, una pequeña variación de ésta, en la

señal que viaja al registrador, indicaría un valor distinto a 0, no obstante se concluye que la concentración de H₂S sería cero. Certeza de lo anterior descrito como prueba, es que los sensores que también registran información en días de fines de semanas arrojan data con valores distintos a 0, siendo que esos días no existe operación en planta ni productos procesándose.

En la data observada hay al menos 4 peak anuales que muestran valores muy elevados de concentración de H₂S, lo que de acuerdo con el registro de órdenes de mantenimiento y revisión de la calibración de los sensores de los equipos, coinciden con las fechas 16/01, 22/03, 08/05 y 27/7, información enviada por SOLVAY, que es cuando fueron calibrados in situ con gas H₂S.

Se sugiere que se modifique el sistema de medición de la concentración de H₂S de tal manera que se pueda tener una lectura directa y correlacionarla con la situación operacional de la planta.

Mediciones de Gases y Olores: mediciones de COV en el sector Barrio Industrial

Los Compuestos Orgánicos Volátiles COVs, son compuestos de Carbono excluyendo al Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono, Ácido carbónico, Carburos metálicos o Carbonatos y Carbonato de Amonio y su composición permite que se evaporen bajo condiciones atmosféricas normales.

El estudio "Evaluación de Riesgo por exposición inhalatoria de compuestos Orgánicos Volátiles en Zona Industrial de la Ciudad de Antofagasta", realizado por la empresa Salimax en julio de 2018 a solicitud de la Corporación Municipal de Desarrollo Social, mediante muestreo de volúmenes de aire y posterior caracterización cromatográfica de su composición, concluye que se detectó los siguientes componentes COV, Tolueno, Estireno y Ciclopentano.

También y de acuerdo con el análisis cuantitativo y comparación con estándares, se obtuvo por conclusión que la probabilidad de riesgo de efectos adversos en humanos, adultos y niños, por exposición inhalatoria a COVs Tolueno, Ciclopentano y Estireno en la zona estudiada, es baja porque el Cuociente de Peligro (CP) es menor que las concentraciones detectadas en los puntos de muestreo y porque tampoco superan la Concentración de Referencia (RfC) determinada por US.EPA⁷ ni el límite de exposición recomendado por NIOSH⁸.

Para las sustancias 1-Penteno y 1,3,5,7-Ciclooctatetraeno no se estimó el posible riesgo a la salud, debido a que se comprobó que estos dos compuestos no fueron detectados en el muestreo realizado.

⁷ Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU.

⁸ Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, EEUU

Análisis de correlación y sintomatología de Gases y Olores

Como consecuencia de la toma de conocimiento, evaluación y revisión de los procesos productivos y servicios, más representativos de las empresas, que poseen instalaciones y operaciones en el área de estudio, se ha construido la siguiente tabla, que permite describir potenciales agentes contaminantes y efectos que pudieran impactar al entorno. Cabe hacer notar que la tabla no tiene otro objetivo, sino que solo dar una orientación preliminar de efectos potenciales. Como se observa, la actividad industrial genera efectos, sin embargo, con sistemas de control, evaluación de alternativas de mejoramientos, planes y programas, es posible reducir y/o controlar sus efectos.

Tabla 19. Correlación actividades productivas vs emisiones atmosféricas

Tipo de rubro Industrial	Empresas Representadas	Fuentes de Emisión	Tipo de Emisiones		
		Equipos, Unidades, Proceso	Gases/Humos	Olores	Partículas
Empresas sanitarias, de captación, depuración y distribución de aguas	Sembcorp <i>Aguas Antofagasta y Econsa (no aplica ya que no posee operaciones en el sector)</i>	Rejas finas y gruesas	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
		Sedimentadores primarios y secundarios	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
		Estanque de almacenamiento de lodos	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
		Zona de estabilización de lodos	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
Empresas de importación, exportación, fabricación, mantención, re-manufacturación de equipos de minería	Komatsu	Descromado electroquímico	Ácidos	NA	NA
		Cromado Electroquímico	Ácidos	NA	NA
		Tratamiento/neutralización de agua	NA	Aceite, petróleo	NA
		Reparación/Limpieza de Componentes	Humos metálicos	Aceites, parafinas, petróleo, solventes	Metales pesados
Empresas del rubro barraca de aceros y fabricación de productos metálicos de uso estructural y construcción	Petrío Industrial Francisco Petricio	Corte de piezas de acero	Humos metálicos	NA	Metales pesados
		Soldaduras	Humos metálicos	NA	Metales pesados
		Pintado	NA	Solventes	
		Granallado	NA		Metálicos
Empresas de distribución de combustibles y lubricantes	ENEX	Carga y descarga de combustibles	NA	Gasolina, petróleo	NA
		Carga y descarga de lubricantes	NA	Aceite	NA
		Trabajos de mantención	NA	Aceite, petróleo	NA
Empresas de la industria manufacturera metálicas de servicios a la minería	Tecnologías Cobra	Limpieza y lavado de cátodos	NA	NA	NA
		Pulido	NA	NA	Metálicos
		Corte de acero inoxidable	Humos metálicos	NA	NA
		Soldadura	Humos metálicos	NA	NA
		Cobrizado	NA	Ácidos	NA
		Mantención	NA	Solventes, aceites	NA
Empresas de fabricación de productos químicos para la minería	Solvay (Cytec)	Estanques de mezclado materias primas	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
		Disolución de materias primas	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
		Lavado de envases/contenedores	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
		Trasvasije	NA	Sulfhídricos, Amoniacales	NA
Empresas de venta, servicio técnico automotriz, mantención y reparación de vehículos	Automotoras, ventas de vehículos, reparación, servicio post venta	Lavado de equipos	NA	Grasas, Gasolina	NA
		Mantención mecánica	NA	Aceites, Gasolina	NA
		Cambio de aceite	NA	Aceites	NA
		Pinturas y reparaciones	NA	Pinturas, solventes	Metálicos
Empresas de Arriendo de Vehículos	Econorent, Leasing Rent a Car	Lavado de equipos	NA	Grasas, Gasolina	NA
		Mantención mecánica	NA	Aceites, Gasolina	NA
		Cambio de aceite	NA	Aceites	NA
		Pinturas y reparaciones	NA	Pinturas, solventes	Metálicos
Empresas de la industria para la elaboración de bebidas	CCU	Línea de producción de agua purificada, caldera (lavado de envases)	Gases de combustión	Ácidos SO ₂	MP 10 MP 2,5

Tipo de rubro Industrial	Empresas Representadas	Fuentes de Emisión	Tipo de Emisiones		
		Equipos, Unidades, Proceso	Gases/Humos	Olores	Partículas
		Línea de producción de bebidas, caldera (lavado de envases)	Gases de combustión	Ácidos SO ₂	MP 10 MP 2,5
		Tratamiento de aguas de lavado	Biogás	Metano Dióxido de carbono Hidrógeno, Oxígeno Sulfhídrico	NA

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, y de manera cualitativa, se muestra la tabla siguiente que de acuerdo con el rubro industrial, representaría la mayor o menor probabilidad de las empresas a generar situaciones de impacto odorante. Si bien es cierto esta clasificación no se fundamenta en un aspecto técnico riguroso, es probable que se ajuste a lo que podría suceder de acuerdo con la información recabada de las operaciones productivas, así como también de la información recogida en terreno en las visitas de esta consultora a las instalaciones.

Tabla 20. Correlación de actividades productivas vs impacto odorante

Rubro Industrial Representativo del Sector		
Menor Probabilidad ←	Posibilidad de generar olor	Mayor Probabilidad →
Empresas de Arriendo de Vehículos	Empresas del rubro barracas de acero, fabricación de productos metálicos de uso estructural y construcción	Empresas sanitarias, de captación, depuración y distribución de aguas.
	Empresa de venta, servicio técnico automotriz, mantención y reparación de vehículos	Empresas e distribución de combustibles y lubricantes.
	Empresas de la industria manufacturera metálica de servicios a la minería	Empresas de fabricación de productos químicos para la minería
		Empresas de importación, exportación, fabricación, mantención, re-manufacturación de equipos de la minería.
		Empresas de la industria para la elaboración de bebidas.

Fuente: Elaboración propia

En relación con programas y planes de control de olores en las empresas encuestadas, el 30% señaló contar con tecnologías implementadas para este fin asociadas al diseño de sus procesos, a mejores prácticas en los procesos y a tecnologías de abatimiento y control de olor. Cabe hacer mención especial a la empresa Sembcorp, que a la fecha de este estudio, ha podido implementar más del 80% de las acciones comprometidas en las fiscalizaciones realizadas entre el 2016 a 2017 y a compromisos asumidos con la intendencia regional.

Respecto a denuncias y/o fiscalizaciones en materia de olor, el 40% de las empresas encuestadas declara haberlas recibido; específicamente fiscalizaciones de la SISS y de Seremi de Salud, llegando a ser un número de 10 fiscalizaciones en un año por denuncias de olores en Liceo Industrial, por olores percibidos en el perímetro de la planta de tratamiento de aguas servidas y otras como seguimiento de acciones comprometidas.

Las tablas siguientes presentan los efectos sintomatológicos que diferentes contaminantes pudieran provocar en seres humanos expuestos.

Tabla 21. Efecto adverso y síntomas en humanos para el H₂S, SO₂ y NH₃

Gases/ Contaminante	Olor que poseen	Norma	Clasificación IARC	Síntomas en humanos vía respiratoria
Acido Sulfhídrico	Huevos Podridos	Concentración ambiental máxima permitida (c.a.m.p.) el decreto n° 78 del ministerio de salud Señala como concentración ambiental máxima Permisible: 8 pp.m o 11,2 mg/m3	No clasificado por IARC como sustancia cancerígena	Irrita las membranas mucosas de la nariz y Garganta, produce conjuntivitis, faringitis, Bronquitis, neumonía y edema pulmonar, es Irritante de las vías respiratorias en general
Dióxido de Azufre	Irritante, penetrante.	Norma primaria calidad del aire SO ₂ Concentración anual: 70 ug/m ³ N. Concentración 24 h: 200 ug/m ³ N	IARC ha concluido que la evidencia es inadecuada para carcinogenicidad en humanos	Fuertes irritaciones en los ojos, membranas mucosas y piel. La sobre exposición en el corto tiempo causa inflamación e irritación, provocando ardor en los ojos, tos, dificultades respiratorias y sensación de tensión en el pecho
Amoniaco	Repulsivo.	La concentración de 20 ppm, es el Límite Permisible Ponderado (LPP) ² , que establece el Decreto Supremo N° 594/1999 para proteger a los trabajadores de los efectos crónicos de la exposición. Con el objeto de prevenir los efectos irritantes para exposiciones cortas se tiene el Límite Permisible Temporal (LPT) ³ de 35 ppm.	IARC y la EPA no han clasificado al amoníaco en cuanto a carcinogenicidad	El amoníaco gaseoso al entrar en contacto con los ojos produce irritación, dolor, conjuntivitis (ojos rojos e inflamados), lacrimación y erosión en la cornea. Al ser inhalado, en concentraciones altas, puede causar laringitis, dificultad para respirar, sensación de ahogo y dolor en el pecho. También a partir de la inhalación se puede generar edema pulmonar y neumonía.

Fuente: Elaboración propia

La clasificación IARC⁹, efecto adverso crítico y síntomas en humanos de COVs se muestra en la siguiente tabla:

⁹ Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer

Tabla 22. Clasificación IARC, efecto adverso y síntomas en humanos de COVs

COV	Olor que poseen	Clasificación IARC	Efecto adverso crítico	Síntomas en humanos vía respiratoria
Tolueno	Caucho, naftalina o similar a benceno	Grupo 3 "No clasificable en cuanto a carcinogenicidad en humanos"	Neurotóxico	Irrita los ojos y vías respiratorias altas, produce dolor de cabeza, mareos, fatiga, debilidad muscular, confusión, coordinación alterada, dilatación de pupilas. A altas exposiciones produce fatiga muscular, nerviosismo e insomnio.
Ciclopentano	Similar al petróleo	No clasificado por IARC como sustancia cancerígena	Neurotóxico en animales	En altas concentración puede provocar irritación ocular y del tracto respiratorio.
Estireno	En bajas concentraciones olor dulce, en altas olor menos agradable	Grupo 2B "Posible carcinógeno para humanos" en estudios basado en animales. La US-EPA no ha evaluado su carcinogenicidad.	Neurotóxico.	Cambios en visión de color, cansancio, sensación de embriaguez, disminución del tiempo de reacción, problemas de concentración y de equilibrio.
1-Penteno	Muy desagradable, similar a gasolina	No clasificado por IARC como sustancia cancerígena.	No hay estudios que entreguen información.	Puede irritar la nariz, la garganta causando tos, respiración con silbido, mareos, aturdimiento, náuseas, pérdida de coordinación y desmayo.
1,3,5,7-Ciclooctatetraeno	Sin información	No clasificado por IARC como sustancia cancerígena.	No hay estudios que entreguen información.	Puede irritar la nariz, la garganta.

Fuente: Elaboración propia

En relación con todo lo precedentemente presentado, es necesario indicar, tal como lo señala un estudio de la empresa ECOTEC, que el olor puede causar efectos perjudiciales para la salud, cuando las personas están expuestas a olores ambientales no deseados. Se señala, además, que todo olor ambiental no deseado puede crear una molestia cuando puede evitarse su exposición. El olor es uno de los vectores ambientales que pueden causar molestia, al mismo tiempo que pueden causar perjuicio cuando la exposición es frecuente y repetida. Estos vectores ambientales se denominan "factores de estrés ambiental", y están incluidos aquí el olor, el ruido, las vibraciones y la luz artificial, entre otros.

En profundidad el estudio indica que, el mecanismo del impacto por olor en la salud es muy similar al impacto del ruido. Los niveles de exposición pertinentes a "los estresores ambientales" pueden causar efectos en la salud a niveles de exposición que están por debajo del nivel de ocasionar un daño físico real al oído o el olfato. La exposición a niveles no deseados de ruidos u olores causa un malestar agobiante, dando lugar a molestias y fastidio, lo que al final puede conducir a mayores niveles de estrés en la población expuesta. El aumento del nivel de estrés a su vez puede conducir a efectos fisiológicos. Olor y ruido causan estrés e intervienen como factores en salud ambiental a través de este.

"La exposición a los olores que se perciben como desagradables puede afectar el bienestar a niveles de exposición muy inferiores a los que daría lugar a efectos fisiológicos o patológicos, y son trastornos mediados por el estrés, como por ejemplo, trastornos del sueño, dolores de cabeza, problemas respiratorios".

Es interesante señalar que, a juicio de los autores del estudio en comento, se indica que “la relación entre la exposición a los parámetros físicos o químicos a ruido o a olores, y las respuestas subjetivas provocadas típicamente no son fácilmente demostrables y cuantificables. La dificultad radica en la complejidad de evaluar la dosis de exposición, para los individuos y en la gran variedad de respuestas subjetivas y su expresión que pueden estar relacionados con la exposición”. En el estudio se señala que, esto implica a menudo que un gran porcentaje de variables no pueden atribuirse a la relación entre la dosis y el efecto medido”.

Con respecto a síntomas de irritación de las vías respiratorias superiores, se explica que existe una confusión entre el olor y la verdadera irritación. Dado que el olor a menudo puede detectarse a concentraciones mucho más bajas de las que podrían provocar irritación del tracto respiratorio superior (definida como irritación quimiosensorial), puede haber confusión para evaluar el verdadero potencial de efectos adversos en la comunidad.

“Aunque se han desarrollado métodos rigurosos de investigación para cuantificar con precisión la irritación quimiosensorial en humanos, se deben tener en cuenta varias consideraciones importantes en el diseño y la interpretación de tales estudios. Específicamente, los estudios de investigación que evalúan la irritación quimiosensorial por compuestos volátiles debe ser capaz de (1) distinguir entre la molestia o preocupación provocada por la sensación de olor y la provocada por irritación sensorial verdadera, (2) evaluar la exposición relacionada con los factores que afectan las respuestas de olor o irritación, y (3) separar los verdaderos efectos adversos para la salud de las medidas por factores psicosociales”.

Por otro lado, utilizando la metodología de “enfoque de diversidad química” recientemente desarrollado y validado, se estudió el potencial de los productos químicos (detectados por el sistema olfativo humano) a causar efectos adversos para la salud. El análisis no encontró ninguna asociación significativa entre la perceptibilidad de olores y el potencial para inducir efectos sobre la salud humana.

Se han establecido para las respuestas de molestia por olores una serie de síntomas desde diferentes fuentes industriales. Se puede explicar, que los síntomas causados por los olores dependen de varios factores relacionados con las personas que sienten la molestia, estos factores son edad, la salud y el estrés y pueden modificar las relaciones entre respuesta y exposición.

Con todo lo anterior es perfectamente factible que, como consecuencia de incidentes operacionales, operaciones deficientes, operaciones en mantenimiento, cambios operativos y otros tantos casos, se hayan producido situaciones que generaron emisiones de agentes contaminantes en concentraciones susceptibles de ser evidenciadas por la comunidad provocando los efectos conocidos.

Finalmente, es importante señalar que, si bien las situaciones de emergencia en el Liceo Industrial se han reducido notablemente durante el año 2018, registrándose solo 2 eventos y sin necesidad de evacuaciones, las situaciones de emergencias por gases y olores se han trasladado a un sector a aproximadamente un kilómetro más hacia el norte del sector en estudio, lo cual hace necesario un estudio más global de las actividades totales del sector industrial.

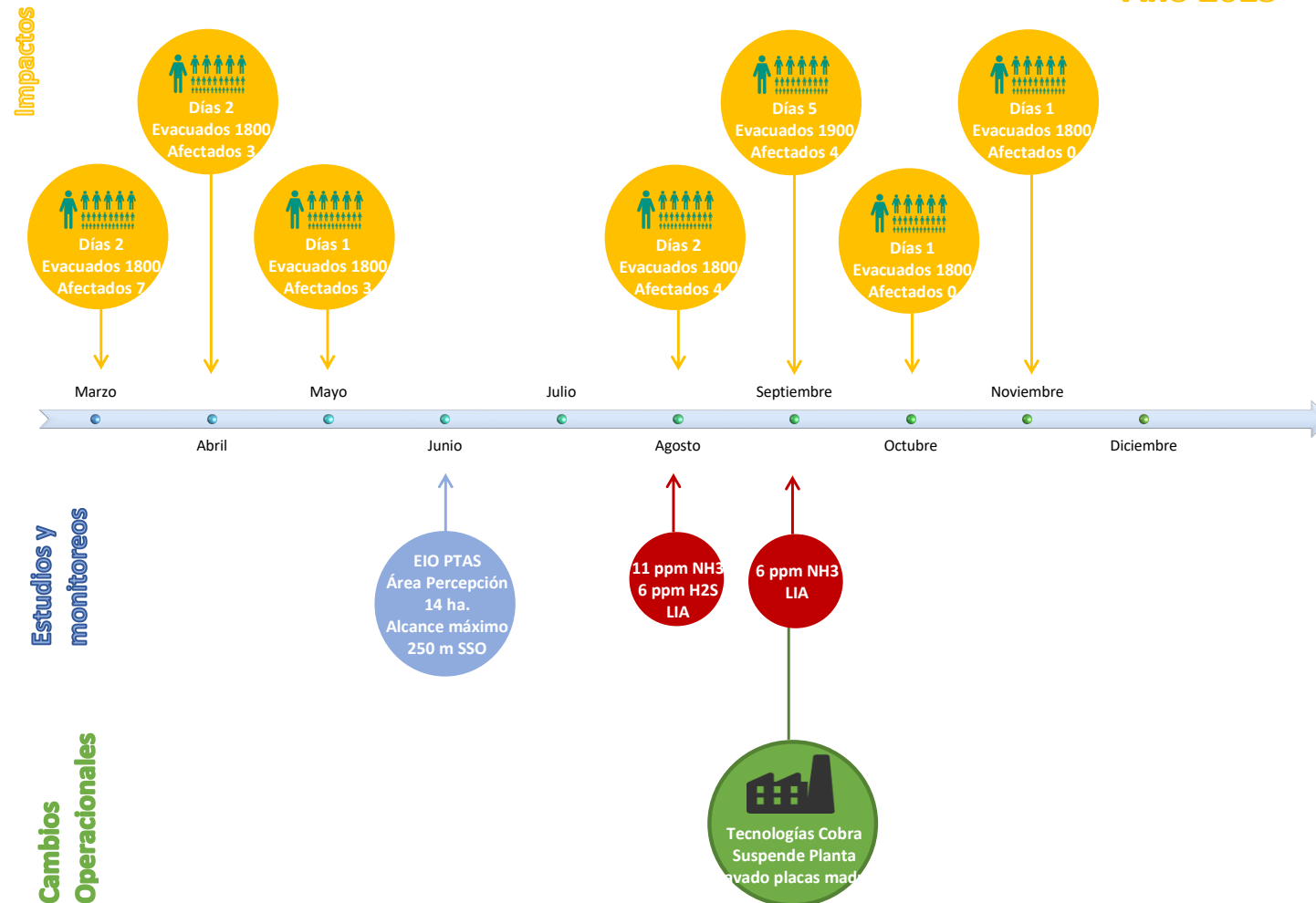
En las siguientes páginas se ha construido la historia reciente (2015 al 2017) de los episodios que como consecuencia de efectos aparentemente antropogénicos afectaron mayormente a una zona al noreste distante aproximadamente casi 1 km del área en estudio. Adicionalmente como antecedente es necesario recordar que preferentemente los vientos de la ciudad de Antofagasta en régimen diurno presentan vientos que corren desde el Suroeste y van en dirección Noreste.

Según la información recabada por distintas vías los eventos correspondieron a episodios de impacto odorante que fueron percibidos con mayor agudeza en la zona donde se ubica el Liceo A-16, "Eulogio Gordo Moneo", CESFAM Rendic, Biblioteca pública y el "Jardín Infantil Caracolito" principalmente.

Las figuras muestran en color amarillado los impactos generados a causa de la situación de emergencia; es decir número de personas evacuadas y las afectadas que recibieron atención médica. En color verde, los cambios operacionales que se realizaron en dicho período por parte de las empresas y en color celeste, los estudios que se ejecutaron en el período. Los casos puntuales en color rojo, muestran los resultados de mediciones realizadas por bomberos al atender la emergencia.

También se presentan en la figura final el resumen de los procesos de fiscalización realizados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS y la SEREMI de Salud.

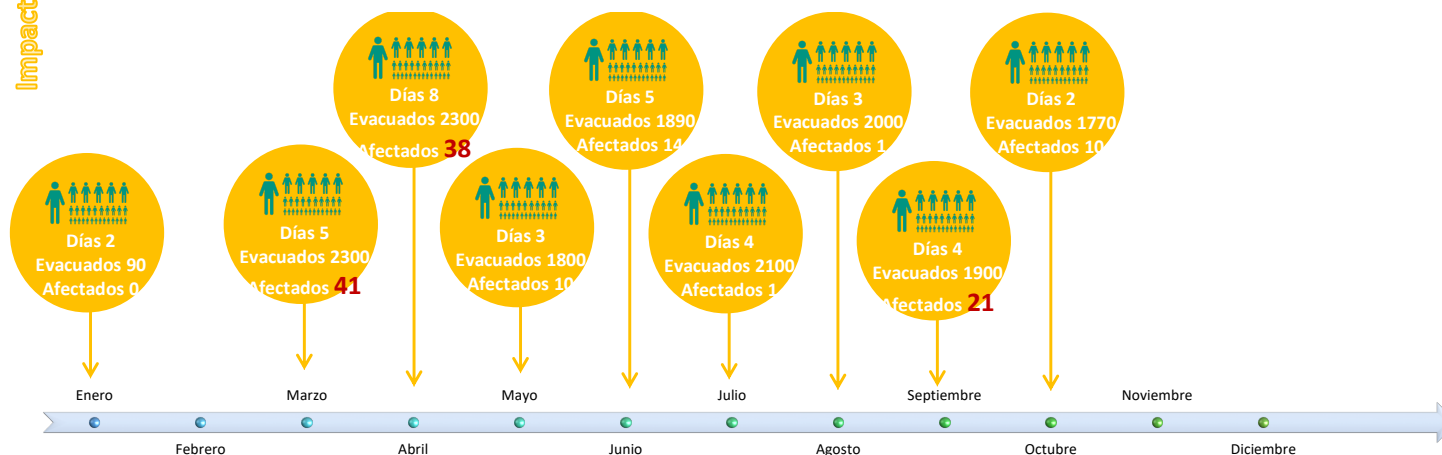
Año 2015



Síntomas: Dolor de cabeza, mareos, náuseas, vómitos, irritación garganta y vías respiratorias. Hipótesis diagnóstica: intoxicación por gas. (Mutual y CESFAM)

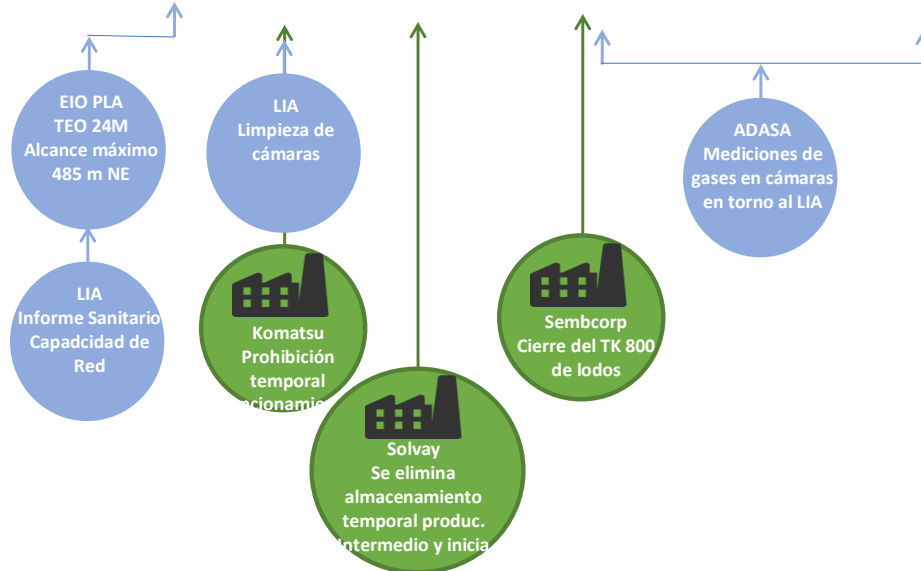
Año 2016

Impactos



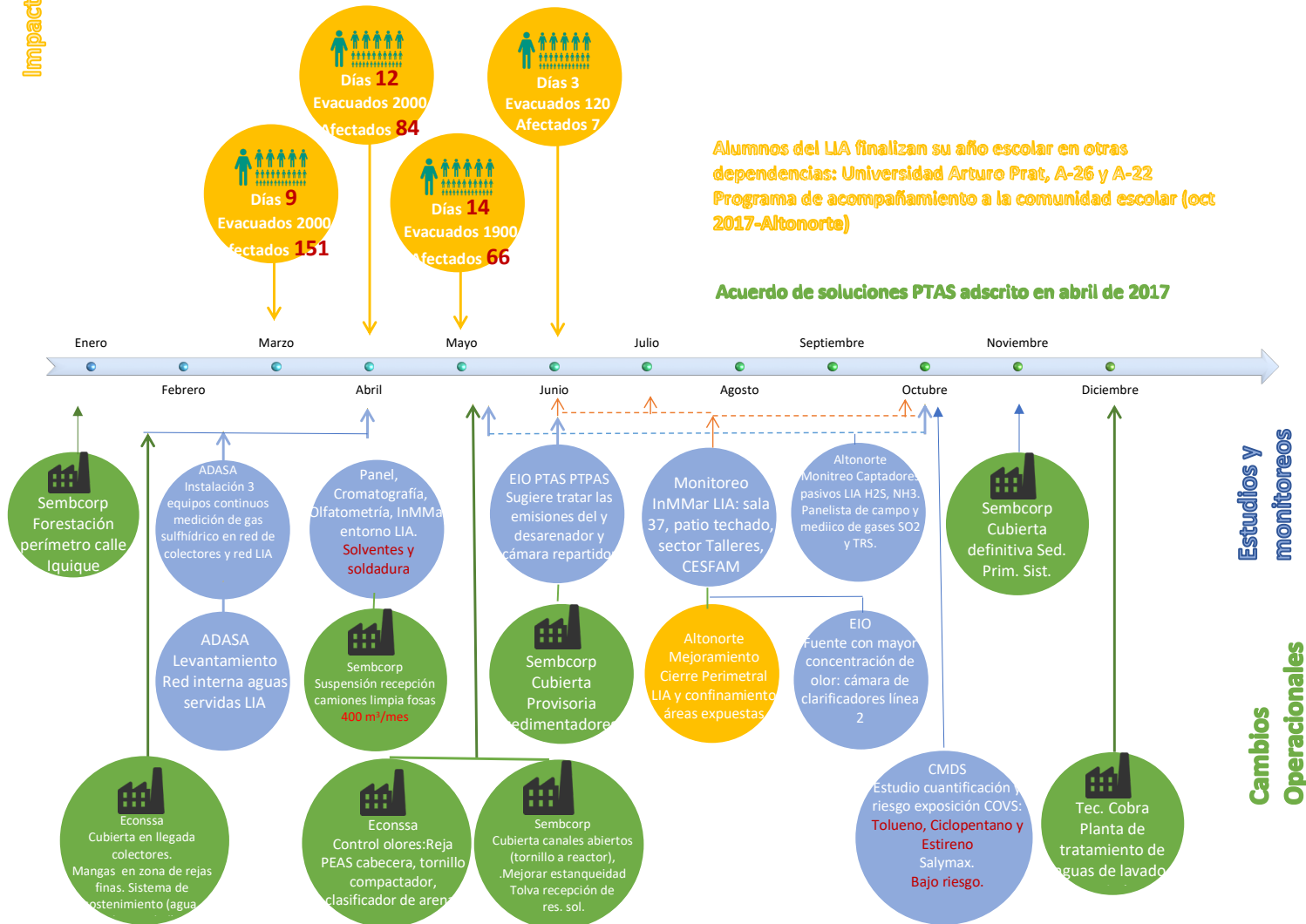
Estudios y monitores

Cambios Operacionales



Año 2017

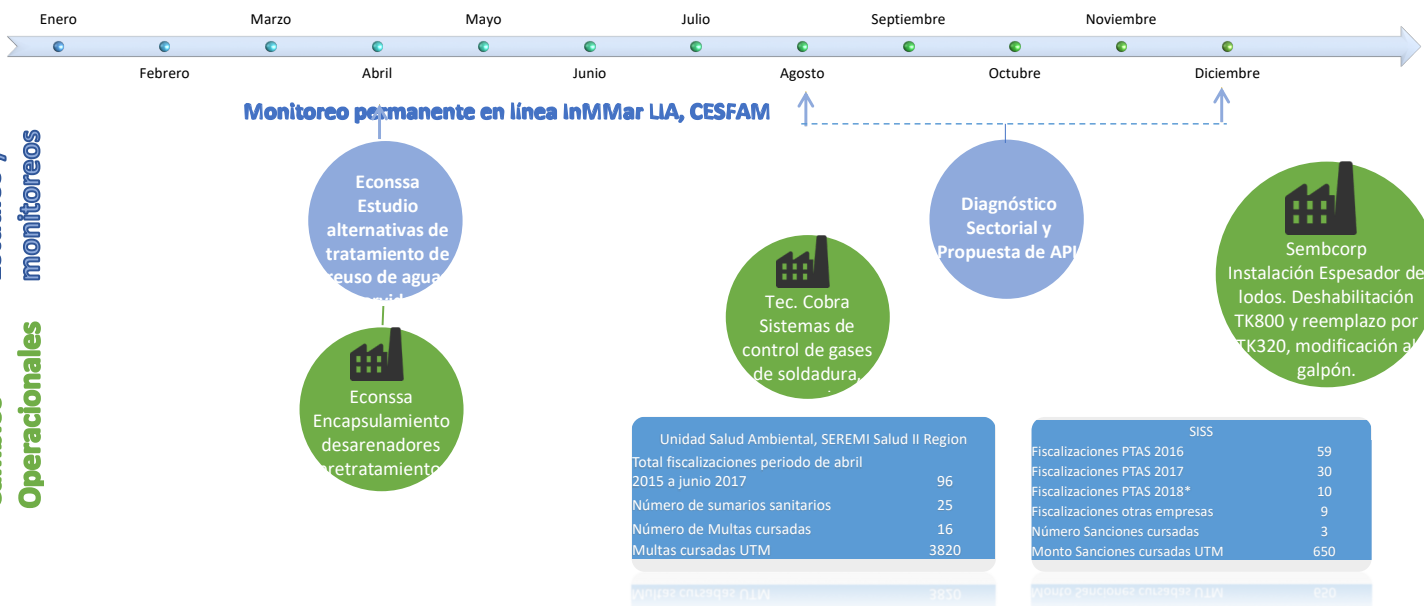
Impactos



Alumnos del LIA retornan a sus instalaciones

Episodios menores sin necesidad de evacuar en los meses de Marzo y Octubre

Estudios y monitoreos
Cambios Operacionales



4.3.3 EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO Y UTILIZACIÓN DE GASES REFRIGERANTES

El 97% de las publicaciones científicas reconoce que la actividad de los seres humanos es la responsable del cambio climático. Nos acercamos a un punto de no retorno y para evitar seguir avanzando todos tienen que disminuir sus emisiones. Proporcionalmente, a Chile le correspondería reducir en 70% las emisiones por personas actuales antes del año 2100. La académica Sra. Paz Arroyo Riquelme¹⁰ señala que Chile, debería estar implementando un plan drástico de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Si el mundo sigue la trayectoria de crecimiento y emisiones actuales, se generarían alrededor de 20 Gigatoneladas de Carbono (GtC) por año hacia el 2100, más que duplicando las emisiones actuales de aproximadamente 9 GtC por año. A este paso es altamente probable la ocurrencia de cambios climáticos irreversibles en el mundo, lo que provocará sequías, inundaciones por el aumento del nivel del mar y extinción de especies que no serían capaces de adaptarse. Como país debemos comprometernos y atacar el problema por muchos frentes, tales como:

(1) Impulsar cambios tecnológicos que permitan facilitar la generación de energía de manera sustentable (eólica, solar, minihidráulica, etc.). Chile no tiene aún la pesada infraestructura de países desarrollados a los que les podría costar más cambiar sus sistemas energéticos. ¿Qué esperamos para dar los incentivos necesarios?

(2) Fomentar la eficiencia energética, es decir usar menos energía para lograr los mismos productos y servicios. Esto debería ser aplicado desde la industria de la minería a través de la mejora de procesos hasta el mejoramiento del rendimiento energético de nuestros hogares, oficinas, escuelas y vehículos.

(3) Promover una ética de conservación: la responsabilidad ciudadana de no consumir bienes innecesarios, el elegir andar en bicicleta en vez de usar el auto, el usar los electrodomésticos, la luz y el agua conscientemente.

Debemos tomar una actitud proactiva y comenzar un plan real de mitigación.

En particular para las empresas encuestadas más del 70% no posee sistemas propios de medición de sus consumos de energía quedando sólo los registros de facturación de consumo la empresa proveedora de la red pública. Esto es relevante al momento de evaluar los procesos que podrían tener potencial de ser optimizados.

De igual modo el 90% no cuenta con programas formales y en ejecución de eficiencia energética o de gestión energética. No obstante, y según el proyecto de ley presentado

¹⁰ (Arroyo Riquelme, 2013)

en septiembre de 2018, Ley de Eficiencia Energética, las empresas del sector en estudio, no están incluidas como grandes consumidores. Lo anterior no excluye que las empresas generen sus propios planes y programas, que vayan en mejoramiento de sus indicadores productivos en donde la eficiencia energética permita optimización de recursos.

4.3.4 CONSUMO DE ENERGÍA

Las industrias que se encuentran en la Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda usan energía principalmente eléctrica, siendo las grandes empresas del sector las mayores consumidoras de energía. Sin perjuicio de ello, cabe mencionar que en su matriz de consumo presentan elementos diferenciadores dependiendo de los procesos que se realizan en cada una de ellas.

A continuación, se describen los sistemas energéticos asociados a las actividades y operaciones de las empresas presentes en el sector industrial.

Electricidad

De acuerdo con los antecedentes entregados en la encuesta, el consumo de electricidad supera los 21.900.000.- kWh/año, con un promedio de 2.434.000 kWh/año.

Respecto al detalle del consumo eléctrico, este alimenta principalmente equipos tales como: sala de respaldo, bombas de impulsión, agitadores, calderas, compresores, lavadoras, equipos de refrigeración, máquinas de soldadura, puente grúa, taladros, equipo de granalla.

En cuanto al detalle del consumo eléctrico, el Grupo CGE transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica en la II Región de Chile a través de ELECDA. La energía que utilizan proviene del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), cuya matriz energética involucra una alta participación de generación a partir de carbón, lo que afecta directamente a la huella de carbono de las empresas del sector.

Combustibles

Entre los combustibles utilizados por las empresas encuestadas se encuentran Gas Licuado y Diésel. El combustible más utilizado corresponde a diésel principalmente en vehículos, generadores, grupos electrógenos, hidrolavadora, caldera, y grúa horquilla. EL segundo combustible utilizado solo por 6 de las 10 empresas es el gas licuado utilizado en grúas horquilla, equipos de oxicorte, calefacción de agua, casino.

El consumo de Diésel supera los 400.000 l/año. Por su parte, el consumo de gas licuado asciende a más de 30.000 kg/año.

Ante la pregunta sobre cogeneración, solo una de las empresas señaló realizarlo.

Finalmente, es importante destacar que la utilización de ERNC se limita a una de las empresas que la utiliza en alumbrado solar y calefactores solares. Una segunda empresa tiene un proyecto en esta materia para el año 2019.

Por su parte, el 50% de las empresas dice contar con indicadores energéticos y solo una tiene un programa de eficiencia energética denominado SolvayWatts en etapa de levantamiento de línea base durante el 2018 y que busca medir y lograr controlar los consumos para una mejor eficiencia. Lo anterior, claramente abre una oportunidad de mejora para la eficiencia energética.

4.3.5 CONSUMO DE AGUA

La escasez hídrica en varias zonas del país constituye un problema no solo para la población y para el desarrollo de diversas actividades productivas, sino también para la adecuada protección y conservación del medio ambiente.

La Región de Antofagasta ha sido clasificada en términos hídricos como “Zona Árida”, caracterizada por ríos de régimen esporádico, en ambientes de extrema aridez. El principal Río de la Región es el Loa con un caudal medio anual, de 0,57 m³/seg. De acuerdo con estudios realizados por la DGA al año 2023, minería será el sector que utilice el 74% de los recursos hídricos disponibles, seguido por la industria y el sector agropecuario con un 9 % cada uno, y finalmente energía y agua potable con un 4% cada uno.¹¹

En relación con los consumos de agua por parte de las empresas encuestadas, el 100% se abastece de la red pública de agua potable. El consumo de agua fue de 238.018 m³ para el año 2017.

Los principales consumos de agua están relacionados a procesos de envasado, elaboración de bebidas, lavado de envases, saneados de línea, jardín botánico, riegos de áreas verdes, salas de cambio (duchas), lavado de componentes, laboratorios y baños.

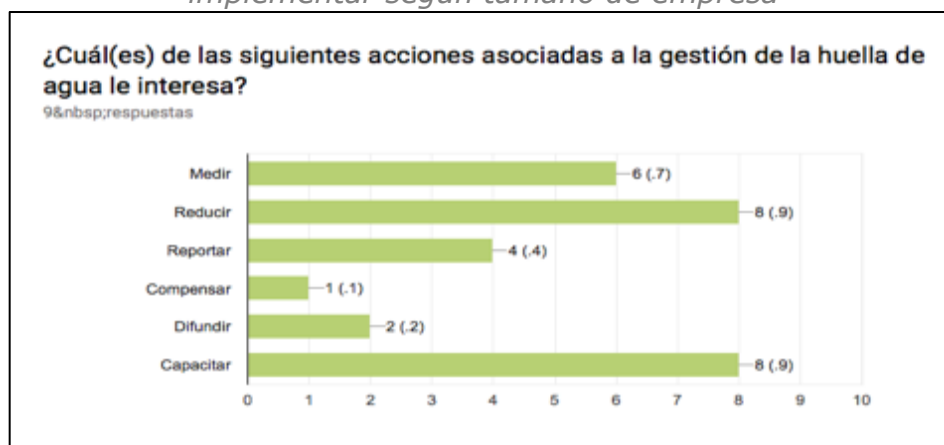
Respecto a la recirculación de agua, una de dos empresas declara aplicar agua reciclada en riego de áreas verdes y la segunda como venta de agua industrial al Complejo Metalúrgico Altonorte y SQM, las que utilizan las aguas grises tratadas de la ciudad de Antofagasta, suministradas por Sembcorp como agua industrial.

¹¹ http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/articles-82942_recurso_1.pdf

El 50 % reconoció contar con caudalímetros en las instalaciones y mantener registros de los consumos.

En la siguiente figura se muestra el interés de las empresas por implementar acciones referentes a la huella de agua en su instalación, según el tamaño de éstas.

Ilustración 51. Acciones asociadas a huella de agua que le interesaría implementar según tamaño de empresa



Fuente: Elaboración propia

Las empresas encuestadas señalaron que están interesadas principalmente en reducir, capacitar y medir su huella de agua.

Se consultó además sobre la percepción de las empresas en temas de gestión del agua, el 50% señaló que esta temática es parte de la planificación estratégica de la empresa, que cuenta con un Balance de agua y con metas de ahorro. Por su parte el 40% considera la escasez como un riesgo para su negocio y conoce iniciativas de gestión sustentable de este recurso. Ninguna de las empresas a calculado la huella de agua.

4.3.6 TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, RILES (RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS) Y USO DE ALCANTARILLADO.

De acuerdo con el Informe REMA 2017, y al Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC, para el año 2015, en la Región de Antofagasta, de los sectores que están regulados mediante el D.S. N°90/2000, los que generaron una mayor descarga de contaminantes en aguas superficiales correspondieron a la eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares.

Dentro de las empresas participantes del diagnóstico se encuentran las tres empresas sanitarias de la comuna y responsables del abastecimiento de agua potable, recolección de aguas servidas, tratamiento y disposición final.

Como se indicó en la descripción de los procesos productivos, la disposición de aguas servidas de la ciudad de Antofagasta (que representan un Caudal medio de 1.200 L/s), se realiza a través de un Emisario Submarino, previo tratamiento de separación de materiales sólidos gruesos y también por medio de una planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) de tecnología en base a lodos activados, la que permite generar agua de características para abastecimiento de operaciones industriales. Ambas se ubican en Edmundo Pérez Zujovic 6.444. El concesionario de disposición en este caso es ECONSSA CHILE S.A., teniendo como operador de ambas plantas a la empresa Sembcorp Aguas del Norte S.A.

El pretratamiento del emisario submarino se compone de unidades de rejas gruesas, rejas finas, desarenador con desgrasador, una cámara de carga que permite que las aguas servidas generadas en la ciudad de Antofagasta se dispongan al mar a través de un emisario submarino cuya longitud es de 1.000 m.

La planta PTAS se encuentra diseñada para un caudal medio de 120 a 130 L/s (10% aprox. del caudal total de las aguas servidas de la ciudad) y una carga orgánica DBO5 de 2.385 kg/día. Las aguas tratadas son comercializadas para uso industrial.

Desde marzo de 2015 a junio de 2017 se generaron al menos 86 eventos de olores molestos, de los que han dado cuenta principalmente el Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo A-22, Jardín Infantil Caracolito, CESFAM Antonio Rendic y el COSAM Antonio Rendic, entre otros¹² (distancia se estima a unos 700 m desde la planta de tratamiento).

En relación con los residuos Industriales Líquidos (RILes), las empresas encuestadas que declararon estar calificadas como Establecimientos Industriales (EI) vigentes, afectas al cumplimiento DS 609/98 corresponden al 50%, y un 40% declara contar con un programa de monitoreo autorizado por la SISS, y mantiene su declaración de autocontrol en el Sistema de RILes (SACEI) vinculado al Sistema de Ventanilla Única RETC. Mismo porcentaje realiza una caracterización fisicoquímica de sus Riles.

El volumen total de RiLes generados para el 2017 asciende a más de 102.100 m³/año.

El 40% de las empresas encuestadas señalan contar con tratamiento de Riles en la instalación, de las cuales el 50% cuenta con autorización sanitaria y una de ellas utiliza sistema de lodos activados.

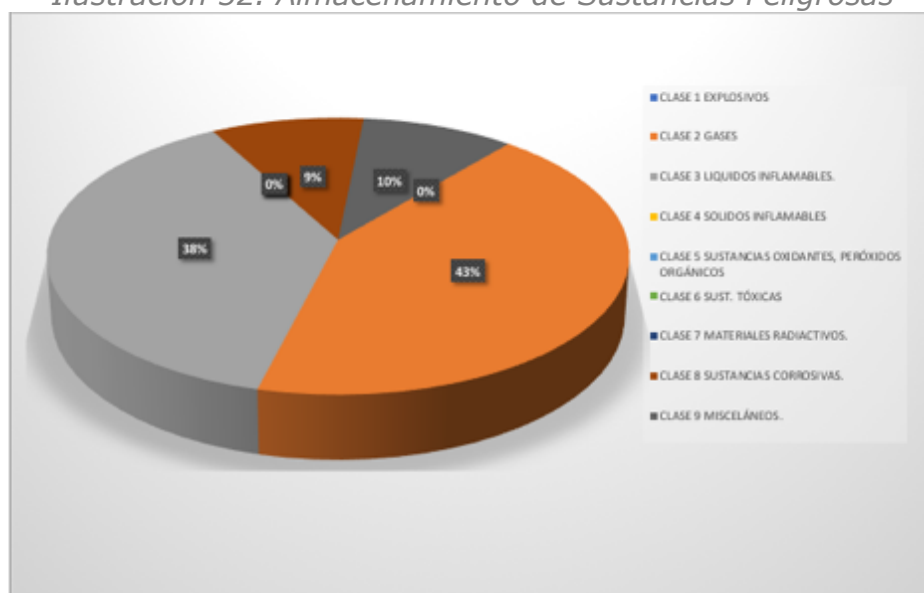
¹² Minuta Situación de Generación de olores molestos en Antofagasta, SISS

El 100% de las empresas hace uso del alcantarillado. Por su parte, 2 de ellas realizan descargas al mar en un volumen que alcanzó un valor promedio de 2.029.112 m³/día para el año 2017.

4.3.7 USO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Respecto del uso de sustancias peligrosas, el 60% de las empresas encuestadas respondió que utiliza dichos insumos en sus procesos, lo cual en promedio representa 11.147 toneladas al año para las empresas. Las sustancias utilizadas se dividen en relación con su clasificación en lo siguiente.

Ilustración 52. Almacenamiento de Sustancias Peligrosas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico anterior, se destaca la utilización de gases comprimidos y líquidos inflamables, representando ambas clases un 81% del total de sustancias peligrosas utilizadas. De estas sustancias, más del 50% es almacenada dentro de las instalaciones industriales de las empresas. Para el correcto almacenamiento de las sustancias peligrosas existen grandes oportunidades para el cumplimiento del DS 43/2016 del Ministerio de Salud. El Anexo Sustancias Peligrosas muestra más información.

4.3.8 RUIDO

En el año 2013 se realizó un estudio, que se acotó al núcleo central de la comuna de Antofagasta, contempló una encuesta de percepción, con una muestra de 890 personas. De ellas, el 75% declaró ser sensible al ruido y sólo un 3% manifestó que el ruido exterior no era audible en el interior de su hogar. El informe reveló además que la fuente de ruido que provoca mayor grado de molestia corresponde al tránsito vehicular, seguido por las actividades de construcción y luego por los lugares de diversión y los propios vecinos. Del

análisis del Mapa de Ruido Diurno se infiere que las mayores concentraciones se localizan en las vías estructurantes del área de estudio, como son la Avenidas Balmaceda, Angamos y Argentina, es decir, aquellas que poseen por función conectar longitudinalmente en el sentido Norte-Sur los diversos sectores residenciales, de servicio, equipamiento y oficinas, y por consiguiente concentran los más altos niveles de flujo de transporte público y privado.

Todos estos ruidos ambientales constituyen una contaminación acústica que puede generar a la persona que vive en una avenida, desde dificultades para descansar, hasta problemas para estudiar o concentrarse en el trabajo, pasando por inconvenientes en el sistema auditivo.

El ruido ambiental es un problema típico de las grandes ciudades. Se genera por acciones que realiza el ser humano, como determinadas actividades industriales o comerciales, el tránsito de vehículos a motor y la reproducción de música a un volumen elevado. Cuando estos ruidos se producen de manera simultánea y por períodos extendidos, pueden provocar daños en la salud de las personas.

Por más que el ruido no sea tan intenso, si el sistema auditivo se expone a él por períodos prolongados, es inevitable que se produzca un efecto negativo, el cual en este caso se denomina socioacusia. Uno de los síntomas más evidentes de este problema es la presencia de un “silbido” que sólo puede percibir la persona afectada.

Oír un silbido como consecuencia de la exposición al ruido ambiental es un signo de que el oído está en problemas y, si bien este síntoma puede desaparecer en unos días, el trastorno irá a peor a menos que se elimine el ruido, llegando incluso a la sordera.

La zona en estudio en relación con el ruido ambiental se ha modificado con la instalación del terminal de buses y muy reciente la instalación del Hospital Regional. Ambos eventos han incrementado principalmente la circulación vehicular del sector y la mayor concurrencia de ciudadanos usuarios de estos servicios probablemente ha generado un impacto en el ruido ambiental.

Hoy no existe en lo particular, un mapa de ruido ambiental de esta zona y debiera ser incorporado como un elemento más a considerar en la situación ambiental del sector.

En relación con las actividades industriales, de las empresas encuestadas el 60% realiza actividades operacionales nocturnas, sin embargo, ninguna de ellas ha recibido reclamos por ruido y sólo una de ellas fue fiscalizada como consecuencia de la revisión de la aplicación al Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR).

Todas las encuestadas aseguran haber implementado mejoras en maquinarias y equipos para reducir los niveles de ruido, como confinamiento de equipos, silenciadores y utilización de barreras de sonido.

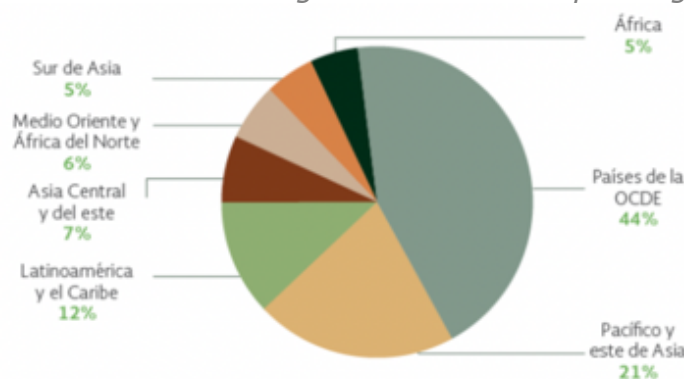
Por otra parte, en todas las empresas se observa el buen uso de EPP de protección auditiva de los trabajadores tales como orejeras, tapones, etc. Las evaluaciones de ruido ocupacional en general son realizadas y solicitadas a las mutualidades.

4.3.9 RESIDUOS

Cada año, se generan en todo el planeta entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos -incluyendo urbanos, industriales y de construcción y demolición. Como consecuencia del aumento de población, la urbanización y el consumo se estima que para el año 2030 en ciudades de África y Asia se duplicará su generación.

La figura siguiente muestra la generación global de residuos por región¹³.

Ilustración 53. Generación global de residuos por Región. 2010



Fuente: Elaboración Banco Mundial

El director ejecutivo del PNUMA, Achim Steiner, dijo que "la respuesta urgente al problema de la montaña de basura mundial no es solo una necesidad de salud pública y medioambiental, también una sensata inversión económica. No hacer nada cuesta a los países entre 5 y 10 veces más que invertir en una buena gestión de residuos. Un gran acuerdo de naciones para la aplicación sistemática de las 3 R –Reducir, Reutilizar, Reciclar– puede transformar el problema de los residuos en recursos para nuestras economías". "Los objetivos globales de gestión de residuos propuestos–según Steiner– tienen el potencial de reducir de forma drástica los gases de efecto invernadero, crear millones de empleos verdes y generar beneficios económicos por valor de cientos de miles

¹³ (D., 2015)

de millones de dólares”. Alcanzar estos objetivos supondría también “enormes progresos hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible”.

Como se observa de la figura anterior, los países de renta alta actualmente son los mayores productores de basura urbana en el mundo, aportando el 46,7% de la generación global. Sin embargo, esta tendencia se revertirá, ya que se calcula que en la próxima década, la población urbana de los países de ingresos medios-bajos (actualmente el 43,4% de la población urbana mundial) aumentará en más de 700 millones de personas, elevando significativamente el consumo y dando lugar a mayores cantidades de desperdicios en las ciudades.

Por regiones, los países que más basura producen del planeta son los de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), aportando el 44% de la generación total. Medio Oriente, África Subsahariana y Asia Sur son las regiones que menos aportan al nacimiento de nuevos desperdicios mundiales con menos del 18% entre las tres.

Aunque hoy la OCDE es la que más basura genera, pasará a un segundo plano, al ser la única región en donde gracias a la reducción de la proporción de su población, también se reducirá su peso en la generación de basuras mundial. No así en China, India e Indonesia.

En un listado elaborado por la OCDE en 2013 se recogen las naciones más efectivas, cuando se trata de reciclar, en el ámbito de esta organización. Países como Alemania, España, Corea del Sur, Eslovenia y Austria lideran el ranking mundial. Estados Unidos, sigue luchando por estar en la liga de campeones y, de momento, es el primer país del continente americano con el 35% del reciclaje de sus desperdicios municipales, seguido por Canadá con 24 % y México con apenas el 5%.

Los diez últimos de la lista serían Canadá y la República Checa con un 24%; Israel, Grecia y Japón, un 19%, Eslovaquia un 11%; México un 5%; Chile y Turquía un 1% y, de acuerdo con los datos de la organización.

En Chile en el año 2014 los residuos industriales no peligrosos alcanzan las 10.100.260 toneladas y para 2015 la cifra aumentó a 11.719.179 toneladas. Por otro lado, el 60% de los municipios, correspondiente al 77,3% de la población a nivel nacional, declara un total de 5.658.198 toneladas de residuos en el año 2014, en tanto en 2015 el 56% del total de municipios, que corresponde al 73,8% de la población, declaró un total de 5.550.449 toneladas de residuos. En cuanto a Lodos de Plantas de Tratamientos de Aguas Servidas varía de 785.672 toneladas en 2014 a 1.001.934 toneladas en 2015. Por último, en relación con los residuos peligrosos, que representan el 3% del total de residuos a nivel nacional, en 2014 se generaron 440.132 toneladas y 522.172 toneladas en 2015.

En el estudio del año 2015 se informa que la Región de Antofagasta genera alrededor de 1,2 millones de toneladas de residuos industriales no peligrosos y 110.000 toneladas anuales de residuos peligrosos. De igual forma la valorización de residuos en la región es solo marginal y no se observa como un polo de desarrollo de negocios, siendo la valorización de metales el rubro de mayor comercialización.

La Ley 20.920 que establece el marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y el Fomento al Reciclaje, promulgada en mayo de 2016, busca disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, con la finalidad de proteger a la salud de las personas y el medio ambiente.

Entre otras disposiciones, la ley introduce en Chile el sistema de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que es un instrumento de gestión de residuos, en que los productores o importadores de elementos que han sido definidos como “productos prioritarios”, tienen la obligación de organizar y financiar la gestión de los residuos originados por esos productos.

Los productos prioritarios en una primera etapa son siete: aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, envases y embalajes, neumáticos, pilas, baterías, diarios y revistas.

De esta manera, la normativa promueve un modelo de desarrollo en que los residuos pasan a ser un recurso de valor, ya que se incorporan nuevamente a la cadena de producción como materia prima o energía, así nada se desperdicia. Con lo anterior, también se fomenta nuevas oportunidades de emprendimiento y empleos verdes. Chile es el primer país sudamericano que implementa este instrumento, que comenzó a operar en Europa en los años 90, permitiendo avanzar hacia una economía circular.

Residuos industriales no peligrosos

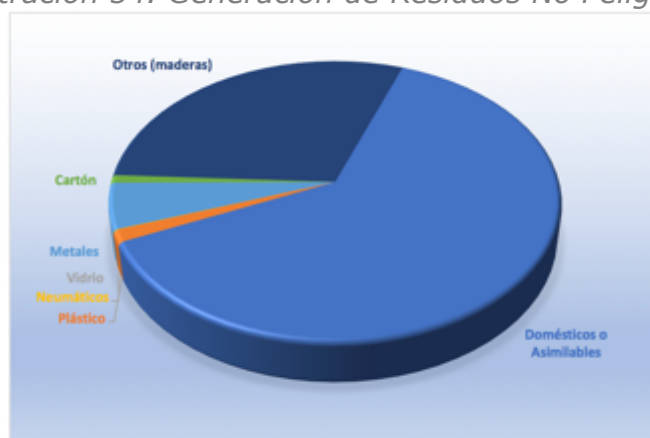
Por residuo NO peligroso o inerte, según la reglamentación vigente, se entiende aquel residuo que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos NO peligrosos o inertes no son combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana; la lixiviabilidad, la cantidad de contaminantes de los residuos y la eco toxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes en el caso de un residuo NO peligrosos.

De igual forma los residuos industriales NO peligrosos asimilables a urbanos o domésticos, son aquellos residuos generados por las industrias que poseen las mismas características

que los residuos domésticos y cuya gestión puede hacerse de forma conjunta con ellos. Normalmente corresponde a los residuos industriales que no proceden del proceso.

De acuerdo con la información recabada de la encuesta realizada a las empresas participantes del estudio, en la mayoría de ellas se realiza una segregación en el origen y su desarrollo está dentro de un plan de gestión ambiental. Se informa que el gran volumen de residuos generados son los residuos asimilables a domésticos seguidos por la generación de maderas, pallets, envases y embalajes.

Ilustración 54. Generación de Residuos No Peligrosos



Fuente: Elaboración propia

En varias de las empresas y luego de una gestión establecida, el lavado de recipientes o envases, se recuperan para reuso generando una gran cantidad de envases que se obtienen de materias primas recibidas, como por ejemplo tambores, bins y otros. Algunos de estos envases sirven para almacenar Residuos Peligrosos y facilitar su disposición final.

Como se indicó anteriormente un 30% de las empresas encuestadas poseen metas y planes de gestión para la valorización de metales.

Los residuos industriales NO peligrosos que son descartados finalmente se realizan con empresas autorizadas y su disposición final actualmente, es el vertedero de La Chimba Antofagasta.

Las empresas encuestadas no poseen información sobre los costos netos que representa la gestión global de este manejo, sin embargo, este es marginal y la mayoría está en proceso de análisis de esa información. En lo particular hay 2 casos que son interesantes de evaluar, uno es la valorización de los metales y chatarras metálicas y lo otro es el costo de los residuos asimilables a domésticos que pudiera ser optimizado si se implementa un sistema de reducción o de compactación. Esto último en beneficio de realizar menos cantidad de retiros mes y de esta forma disminuir costos.

Residuos industriales peligrosos

Se puede considerar un residuo industrial peligroso si se trata de materiales sólidos, pastosos, líquidos, así como los gaseosos contenidos en recipientes, que luego de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, su propietario destina a su recuperación o al abandono o descarte final. La peligrosidad de estos productos radica en que su composición existiría sustancias en cantidades o concentraciones tales que revisten riesgos para la salud y el medio ambiente.

Su peligrosidad está definida cuando el material desechado presenta al menos una de las siguientes características de peligrosidad: Toxicidad, Inflamabilidad, Reactividad y Corrosividad. Estos 4 conceptos se utilizan para determinar si un residuo es peligroso o no, al margen de que se identifique una sustancia listada como sustancia peligrosa en el Código Sanitario.

Dada las características de este tipo de residuos la legislación vigente ha establecido entre otros un Reglamento que regula su almacenamiento, transporte, embalaje y envasado y su disposición final.

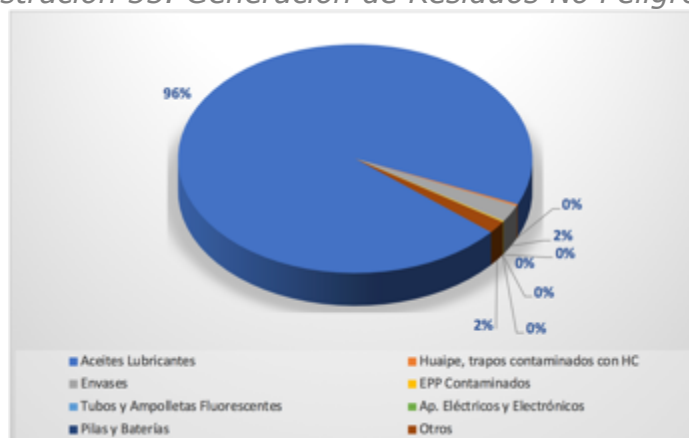
El tratamiento de los residuos industriales peligrosos RESPEL dice relación con todas las operaciones a las que debe someterse un residuo peligroso una vez que se ha generado, es decir “todo proceso destinado a cambiar las características físicas o químicas de los residuos peligrosos, con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales o eliminar o disminuir su peligrosidad”, todo lo cual incluye su manipulación in-situ, almacenamiento, transporte y eliminación.

Al igual que el caso anterior y de la encuesta realizada a las empresas participantes del estudio, se concluye que todas generan residuos peligrosos. Por tal razón todas debieran tener autorización sanitaria expresa de su instalación. Y con mayor razón si alguna de ellas generara y por ende almacenará más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o 12 toneladas de residuos peligrosos además deberá contar con un proyecto aprobado por la autoridad.

Para este caso particular de las 10 empresa partícipes del estudio ninguna indica que almacena esa cantidad de residuos.

La información de la encuesta indica que la mayor cantidad de residuos peligrosos generados son aceites lubricantes, envases contaminados y trapos o hauipes contaminados.

Ilustración 55. Generación de Residuos No Peligrosos



Fuente: Elaboración propia

Todos los encuestados realizan almacenamiento temporal en sus instalaciones de acuerdo con el plazo indicado en el reglamento y cuentan con transportistas y sitios de disposición final autorizados.

El 80% de los encuestados registra sus cantidades y origen de sus RESPEL. La mayoría mantiene sus instalaciones de almacenamiento de acuerdo con las especificaciones técnicas del reglamento.

Si bien en la encuesta no todos han indicado costos de disposición final, con la información proporcionada se infiere que éste, en algunos casos, podría representar casi un 10% de sus ventas, considerando recursos humanos, transporte, disposición final. Este dato deberá ser corroborado y definido con mayor precisión.

Plan de Gestión Integrada de Residuos y Reciclaje para el BI PAC

De acuerdo con la información recabada, el marco legal de la gestión de residuos en Chile se ha estado legislando desde el año 1967 y a través de varias modificaciones, nuevas leyes, decretos y resoluciones, desde entonces, las regulaciones de Chile están hoy en día entre las más estrictas de la región. Del mismo modo se verifica que el énfasis ha estado puesto en la disposición final, en otras palabras, en dónde dejar la basura o los residuos, para que no esté a la vista ni en la mente.

Se sabe, que más del 50% de los residuos municipales podrían reutilizarse o reciclarse, lo que reduciría de manera sustancial la cantidad que termina en los rellenos sanitarios, vertederos como es el caso actual de Antofagasta, o que se bota ilegalmente.

La estrategia nacional de gestión de residuos está compuesta por cinco pasos en una pirámide invertida, donde la disposición de los mismos, está en el último lugar. Sin

embargo, antes de esa drástica opción final, los pasos más deseables son prevención, reutilización, reciclaje y valorización de la energía.

Además de los positivos efectos ambientales y sociales, esta estrategia también aspira, por una parte, reducir el costo para las municipalidades, las que entonces tendrán más fondos para gastar en otros programas y por el lado de las empresas, a evitar un costo de gestión, de transporte y disposición, mejorando la productividad, optimizando los insumos, verificando el buen uso de materiales y materias primas, que en definitiva redundará en una mejor economía para las mismas empresas.

Desde la mirada empresarial el gran desafío es hacer realidad la prevención de la generación de residuos, entre otros, mediante la correcta segregación en el origen, políticas, procedimientos, auditorías, difusión de tales acciones con capacitación a trabajadores, folletos, mensajes y el involucramiento general de todos. A continuación, una buena segregación permitirá conocer y cuantificar los tipos y condiciones de los residuos generados, posteriormente realizar un análisis de los orígenes de estos residuos de tal manera de evaluar la potencial reducción de ellos, mediante procesos más limpios, modificación en la adquisición de materia primas que tengan mayor capacidad de ser reutilizadas o de generar menos desechos, optimización del uso o consumo de materias primas, entre otros.

Por otro lado, los residuos generados en los procesos productivos ya caracterizados nos van a apoyar a tomar decisiones de reutilización, reciclaje y/o valorización energética. Esta última etapa está muy desarrollada y hay muchos casos de estudio en los que se convierte un desecho en energía limpia, por ejemplo, la generación de Biogás por descomposición de la materia orgánica. O el aprovechamiento de algunas cementeras de aceites lubricantes usados como mezcla en los procesos como combustible alternativo. Se han experimentado entre otros, además, el uso de neumáticos usados, aserrín y maderas, plásticos, entre otros.

El caso de la chatarra o metales en general es el más conocido y valorizado económicamente en la zona de estudio y varias de las empresas partícipes del diagnóstico, presentan grandes oportunidades de reforzar esta gestión, que si bien es cierto representa un ingreso marginal, muestra la posibilidad de cambiar el concepto de desechos sin valor económico.

Otro aspecto relevante, es considerar, en la formulación del Acuerdo de Producción Limpia, la sinergia de las empresas y su gestión integral de residuos, de tal manera que un exhaustivo catastro y caracterización de residuos, permita conocer la potencialidad de que algunos de los residuos puedan ser reutilizados, reciclados o valorizados por otra empresa. De ser así, una mejor gestión posibilitará incluso la incorporación y mayor participación

de otros entes productivos o no productivos que participen como, por ejemplo, recicladores, productores, transportistas, consumidores de productos, autoridades, municipalidad, entre otros.

Esto implica dejar atrás el enfoque lineal que ha perseverado en el tiempo y que se ha adoptado desde la revolución industrial, vale decir: extraer, producir y desechar. Este concepto implica un cambio de paradigma y es lo que se conoce como la Economía Circular donde se busca apoyar e imitar el ciclo natural, cuidando los recursos naturales: se transforman los residuos en recursos, a diferencia de la economía lineal, en la cual los productos fabricados a partir de la extracción y uso de materias primas luego de ser usados se tiran a la basura y luego a un vertedero o a los océanos, causando tremendos problemas de contaminación.

Todo esto tiene sentido considerando la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (ODS) basado los 17 objetivos que tiene por objeto asegurar el progreso social y económico sostenible en todo el mundo. Entonces, “Producción y consumo responsables”, “Industria, innovación e infraestructura”, “Acción por el clima”, “Vida Submarina” y “Vida de ecosistemas terrestres”, dicen relación con la basura, los vertederos y la reducción de los desechos, tanto orgánicos como no orgánicos.

4.3.10 DESARROLLO TERRITORIAL DEL BARRIO INDUSTRIAL PEDRO AGUIRRE CERDA

En esta sección se describe la evolución del territorio Barrio Industrial referente a Plano Regulador y las principales problemáticas o limitantes para un óptimo desarrollo de la actividad industrial en este sector que surge del proceso de consulta a las empresas participantes y de la visita al terreno realizada.

Plano Regulador Comunal

El desarrollo territorial en el Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda ha estado definido por el Plano Regulador que de acuerdo con la Ley General de Urbanismo y Construcción es uno de los componentes de la Planificación Urbana a nivel comunal que busca que la ciudad y sus habitantes puedan convivir en un cierto nivel de armonía.

A continuación, se presentan las diversas modificaciones realizadas al Plano Regulador de la Comuna de Antofagasta en los últimos 30 años.

- DS 66/1985. MINVU. Modifica Plan Regulador Comunal de Antofagasta en el sentido de reducir a las medidas del ancho entre líneas oficiales de las vías estructurantes que indica.

- DS 168/1985 MINVU; Subsecretaría de Vivienda y Urbanismo. Modifica Plan Regulador Comunal de Antofagasta En Conformidad Seccional Av. Angamos - Ruinas de Huanchaca y desafecta bien nacional de uso público.
 - Resolución 5/1992. MINVU; SEREMI II Región de Antofagasta. Modifica plan regulador conforme al plan seccional denominado "Seccional Sistemas Aluviales Urbanos Antofagasta" mediante el que se incorpora una definición de lo que se ha denominado sistemas aluviales urbanos.
 - Decreto 96/1993. MINVU. Modifica Plan Regulador Comunal de Antofagasta en el sentido de cambiar en el área definida por el polígono A-B-C-D-A, la zona E1 por las zonas U1b Y E3; Y, fijar trazados viales, de conformidad a lo graficado en el plano U-1354, denominado "Cambio de uso de suelo sector vivienda social norte"
 - Decreto 81/1995. MINVU. Modifica Plan Regulador Comunal de Antofagasta. Cambia el uso de suelo a parte de la zona E10, incorporándolo a la zona C5.
 - Ordenanza S/N 1995. IMA. Seccional Parque O'Higgins de Antofagasta
 - Decreto 136/1996. IMA. Aprueba la modificación a la ordenanza local del Plan Regulador Vigente, a través del seccional "Relocalización de equipamiento vecinal, Conjunto Habitacional Soquim"
 - Decreto 621/1995. IMA. Aprueba modificación a ordenanza local del Plan Regulador
 - Res 2/1995. Consejo Regional de Desarrollo II Región De Antofagasta. Aprueba el proyecto seccional modificadorio "Parque O'Higgins de Antofagasta"
 - Res 36/1998. IMA. Aprueba Plan Seccional Modificadorio Uso de Suelo Barrio Industrial De Antofagasta. Se modifica el uso de suelo de un área territorial ubicada en la esquina nor-oriental de las calles Avda. Pedro Aguirre Cerda y Freirina, que formaba parte del área especial denominada "E-3" Equipamiento Comunitario, cambiando su uso de suelo como tal para asimilarse a la zona consolidada existente denominada "C-7"
- Res 6/1998. IMA. Aprueba Modificación del Plan Regulador Comunal de Antofagasta. Se incorpora al plan regulador comunal una nueva zona de extensión urbana bajo la denominación U1d Seccional Modificadorio Sector Sur de Antofagasta
- Decreto S/N 1998. IMA, Modificaciones al Plan Regulador Comunal de Antofagasta. Aprueba la modificación al plan regulador comunal vigente, a través del proyecto

del "Plan Seccional Modificadorio Equipamiento Municipal Población Villa Constancia"

- Res 11/2000. IMA. Aprueba El Proyecto de Seccional Modificadorio al Plan Regulador Comunal de Antofagasta, Denominado "Cambio de Uso de Suelo de Zona E-10 A Zona C-5, Sector Norte de la Población René Schneider, Antofagasta"
- Res 8/2001. GORE. Aprueba El "Plan Seccional La Chimba Antofagasta"
- Resolución 24/2002. GORE. Promulga el "Plan Regulador Comunal de la Ciudad de Antofagasta"
- Decreto 678/2003. IMA. Plano Seccional Barrio Industrial La Negra 2003. Normas referentes al límite urbano, zonificación, usos de suelo y otras que regirán dentro del área territorial del plano Seccional Barrio Industrial La Negra.
- Res 7/2005. GORE. Promulga "Plan Regional De Desarrollo Urbano II Región"
- Decreto 736/2010. IMA. Aprueba las nuevas normas urbanísticas producto de la caducidad de la declaratoria de utilidad pública de la calle Nº 1 Del Plan Seccional La Chimba
- Decreto 816/2012. IMA. Modificación plan regulador sector norte. Elimina las zonas U4, E1, E13, ZUDC 06, ZUDC 07 Y ZUDC 08. Modifica Las Zonas C-5, U1, ZUDC 04, E10, E2 Y E3a.
- Decreto 236/2014. IMA. Modificación del plan regulador comunal de Antofagasta Sector Norte III Etapa Chimba Norte.
- Decreto 145/2016. IMA. Modifica el plan regulador comunal de Antofagasta en el sentido de modifica parcialmente plano PRC-02, Modifica Ordenanza Plan Seccional La Chimba y otras disposiciones en cierros, antejardines, cuerpos salientes, etc.
- Decreto Nº546/2018. IMA. Da por iniciado el proceso de modificación del plan regulador comunal (actualmente en etapa de diseño) y el inicio del proceso de evaluación ambiental estratégica.
- Decreto Nº547/2018. IMA. Da por iniciado el proceso de modificación del plan regulador de Antofagasta (PRCA) Sector Chimba Bajo Costa y el inicio del proceso de evaluación ambiental estratégica.

En el Plan Regulador vigente y actualmente en rediseño, se consideran las siguientes zonas para uso industrial:

La Zona C7: Zona Barrio Industrial inofensivo esté destinado como barrio de actividades productivas.

Ubicación:

Límite Oriente: Radomiro Tomic (Gran Avenida), Azapa

Límite Sur: Víctor Jara (Ex Paihuano), Vitacura

Límite Poniente: Pedro Aguirre Cerda

Límite Norte: Nicolás Tirado

La Zona C7a: Centro Institucional y Comercial corresponde a un barrio Mixto habitacional. Cuenta con dos secciones:

Sector 1

Ubicación

Límite Oriente: Avda. Pedro Aguirre Cerda

Límite Sur: Artesanía, El Azufre

Límite Poniente: El Yodo, El Salitre, El Yodo

Límite Norte: Nicolás Tirado, Anhidrita

Sector 2

Ubicación

Límite Oriente: Avda. Pedro Aguirre Cerda, Ollague, Industria, Illapel

Límite Sur: Freirina,

Límite Poniente: Iquique

Límite Norte: Ongolmo, Víctor Jara

El Plano Regulador vigente establece que las empresas del Barrio Industrial deben ser de carácter inofensivo.

Dicha clasificación, es otorgada a través de la Calificación Técnica Industrial que otorga la SEREMI de Salud, en consideración a los riesgos que su funcionamiento pueda causar a sus trabajadores, vecindario y comunidad. Esta calificación y/o eventualmente Resolución sanitaria otorgada permite a la Municipalidad emitir los correspondientes permisos y patentes.

Las categorías para la calificación son:

Peligroso: el que por el alto riesgo potencial permanente y por la índole eminentemente peligrosa, explosiva o nociva de sus procesos, materias primas, productos intermedios o finales o acopio de estos, pueden llegar a causar daño de carácter catastrófico para la salud o la propiedad, en un radio que excede los límites del propio predio.

Insalubre o contaminante: el que por destinación o por las operaciones o procesos que en ellos practican o por los elementos que se acopian, dan lugar a consecuencias tales como vertimientos, desprendimientos, emanaciones, trepidaciones, ruidos, que puedan llegar a alterar el equilibrio del medio ambiente por el uso desmedido de la naturaleza o por la incorporación a la biosfera de sustancias extrañas, que perjudican directa o indirectamente la salud humana y ocasionan daños a los recursos agrícolas, forestales, pecuarios, piscícolas u otros.

Molesto: aquel cuyo proceso de tratamientos de insumos, fabricación o almacenamiento de materias primas, y que normalmente quedan circunscritos al predio de la propia instalación, o bien, aquellos que pueden atraer insectos o roedores, producir ruidos o vibraciones, u otras consecuencias, causando con ello molestias que se prolonguen en cualquier periodo del día o de la noche.

Inofensivo: aquel que no produce daños ni molestias a la comunidad, personas o entorno controlando y neutralizando los efectos del proceso productivo o de acopio, siempre dentro del propio predio e instalaciones, resultando éste inócuo.

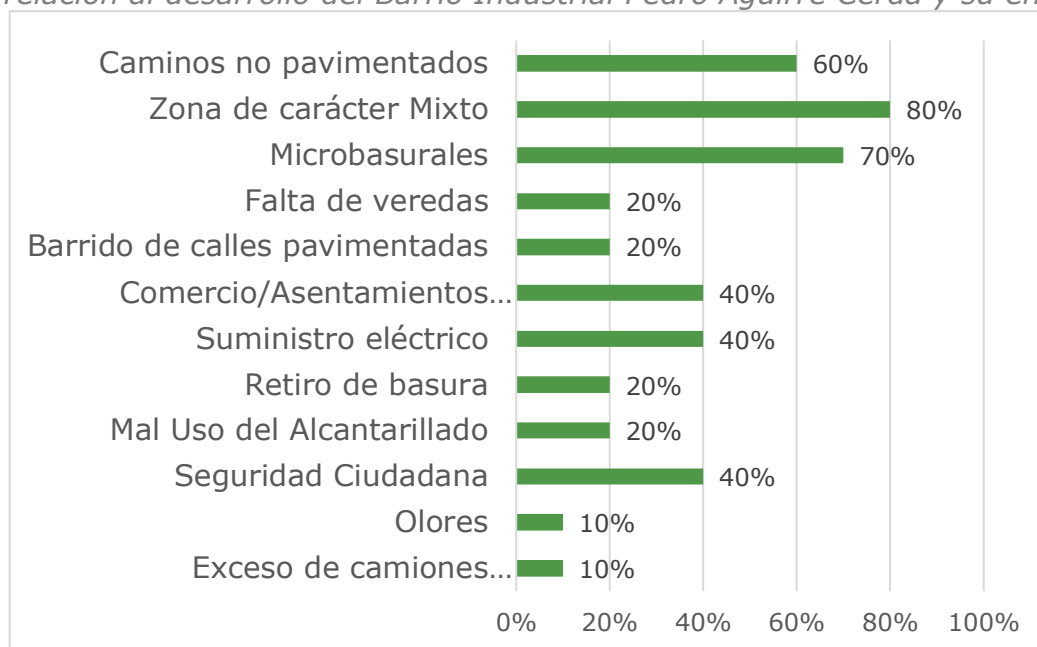
Como se ha señalado, el Plano Regulador inició un proceso de modificación y según información de SECOPLAN las etapas del proceso de modificación serían:

- ☐ Diagnóstico general y construcción de imagen objetivo. Diciembre 2018.
- ☐ Participación ciudadana. Octubre 2019.
- ☐ Anteproyecto y proyecto definitivo: Diciembre 2019
- ☐ Tramitación y aprobación: 2020

Problemáticas relacionadas al desarrollo del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda

Un punto importante para la caracterización ambiental está referido a la consolidación del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda y sus proyecciones a futuro. De acuerdo con esto, se consultó a las empresas participantes sobre los principales problemas, limitantes o factores negativos presentes en el sector que pudiesen ser limitantes a la competitividad de las empresas, afectando la consolidación de cadenas productivas y la conformación de un polo empresarial. Los resultados muestran como prioritarios la condición de Zona Mixta, la presencia de micro basurales, la falta de pavimentación de calles, seguridad ciudadana, el comercio y/o asentamientos irregulares, exceso de camiones estacionados en la vía y el barrido de las calles.

Ilustración 56. Principales problemas/limitantes/factores negativos que identifica con relación al desarrollo del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda y su entorno



Fuente: Elaboración propia

De esta manera, es posible determinar que urge en el Barrio Industrial considerar alternativas para lograr una adecuada proyección de las empresas en una Zona de carácter mixto que garantice por un lado; un comportamiento de carácter inofensivo en las empresas controlando y neutralizando los efectos del proceso productivo (olores, impacto vial de camiones, ruido ambiental, uso de alcantarillado); y por otro lado, que ofrezca mejores condiciones de aseo, calidad de calles y veredas, y seguridad ciudadana a trabajadores y comunidad inserta.

4.3.11 RELACIONAMIENTO COMUNITARIO

Para el éxito de las operaciones industriales es fundamental forjar y mantener una buena relación con las comunidades vecinas. Existe un consenso global de que las relaciones positivas con las comunidades son un factor crucial para lograr los objetivos comerciales de las empresas.

Es importante recordar para efectos del presente Diagnóstico, que la necesidad de contar con éste y una futura propuesta de APL, surge a partir de situaciones de conflicto con la comunidad aledaña al Barrio Industrial quienes denunciaron malos olores, emanaciones de gases y molestias con mayor intensidad durante los años 2015 a 2017.

Por lo anterior, en el presente Diagnóstico se realizó un levantamiento de antecedentes referidos a la relación con la comunidad que evidencias las empresas participantes y a

través de un proceso de consulta a los grupos prioritarios se levantaron aspectos de percepción y un análisis FODA de la futura iniciativa de APL.

Ante la pregunta sobre el mapeo de grupos de interés como elemento inicial para un relacionamiento comunitario, el 80% de las empresas que fueron encuestadas señalaron tener identificado a los grupos de interés más relevantes para sus operaciones lo cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23. Grupos de interés prioritarios en el área de estudio

Ámbito Educación	Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo A-10 Jardín Infantil Caracolito - JUNJI
Ámbito Organizaciones Sociales	Junta de Vecinos Los Pinares ONG Salvemos Nuestra Ciudad Asociación de Dirigentes Sociales Pedro Vignola
Ámbito Salud	Colegio de Médicos de Antofagasta Hospital Dr. Leonardo Guzmán CESFAM Rendic

Fuente: Elaboración propia

El 50% de las empresas encuestadas señala contar con un plan de relacionamiento comunitario. Las líneas de trabajo con las comunidades son:

- *Programas de Inclusión Social y Apoyo a la Comunidad.*
- *Comités Locales de Sustentabilidad.*
- *Planes Sociales con Clientes.*
- *Voluntariado Corporativo.*
- *Programa de Desarrollo de Proveedores Locales.*
- *Gestión Responsable en la Cadena de Suministro.*
- *Reuniones protocolares con vecinos.*
- *Visitas guiadas a instalaciones*
- *Mejoramiento de instalaciones.*
- *Seminarios públicos*
- *Arte.*
- *Consumo responsable.*
- *Plan de prácticas estudiantiles.*

En materia de reclamos y quejas de la comunidad, más de la mitad de las empresas encuestadas cuenta con un sistema para estos fines.

En relación con la reportabilidad, un 67% de las empresas encuestadas cuenta con un reporte de sostenibilidad.

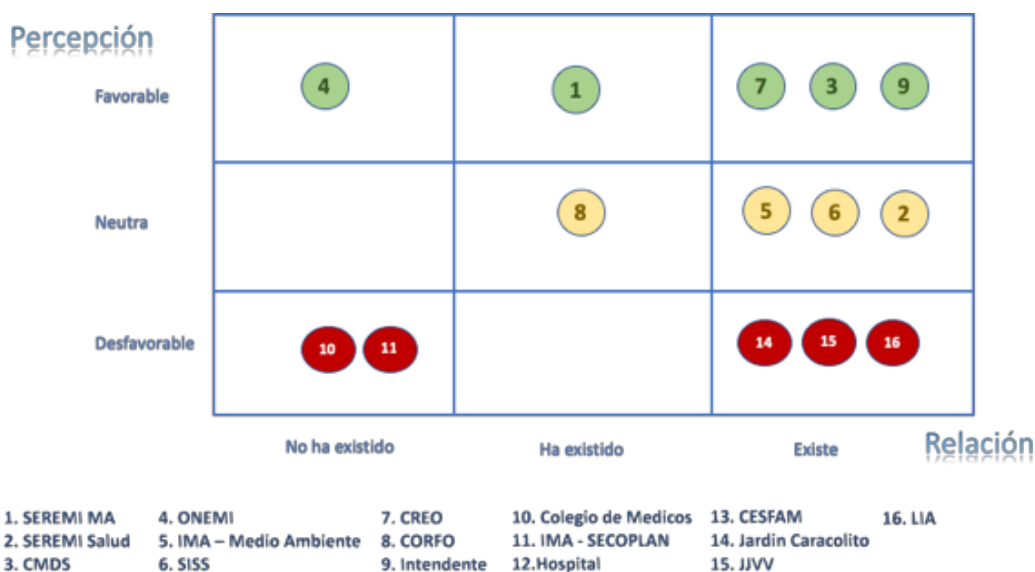
Consulta a grupos de interés

De acuerdo con lo señalado en la metodología del Diagnóstico, se realizaron una serie de entrevistas con diferentes actores identificados como relevantes para efectos del estudio. Las entrevistas tuvieron por objetivo:

- Conocer la percepción y tipo de relación existente entre las empresas y los grupos interés.
- Conocer la percepción de los grupos de interés respecto a las situaciones ocurridas en los años 2015 a 2017.
- Determinar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para un futuro APL.

En las siguientes figuras, se muestran atributos que proporcionan información sobre el cómo los grupos prioritarios categorizan el tipo de relación existente entre ellos y las empresas, así como la percepción que tienen de ellas. Por otra parte, se representa gráficamente aquellas empresas mas presentes en el discurso de los grupos prioritarios (sin hacer referencia si es de carácter positivo o negativo).

Ilustración 57. Percepción - Relación de empresas con grupos prioritarios



Fuente: Elaboración propia

Atributos analizados:

Relación con las empresas: se entiende como una variable nominal, donde se indica la ausencia o presencia del atributo. Se etiqueta como "Relación" y sus categorías son:

1. No ha existido: No ha habido ningún acercamiento, comunicación, dialogo, coordinación o implementación de acciones que vincule a las empresas con el actor.

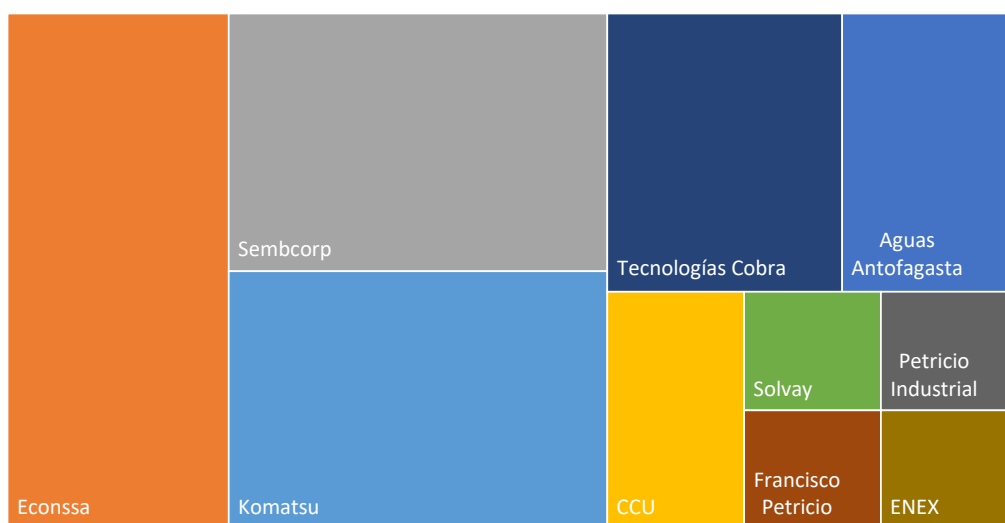
2. *Ha existido:* hubo algún acercamiento, comunicación, dialogo, coordinación o implementación de acciones que relacione a la empresa con el actor, pero estas iniciativas no han trascendido en el tiempo y actualmente no existe ninguna forma de vinculación ambos.
3. *Existe:* Actualmente se encuentran en ejecución iniciativas de acercamiento, comunicación, diálogo, coordinación o implementación de acciones que vinculan a las empresas y el actor.

Percepción de las empresas: se entiende como una variable ordinal, que se basa en el análisis de los discursos para identificar la valoración que los actores asignan al trabajo de las empresas, en términos de impacto a la comunidad. Las categorías de esta variable son:

1. *Desfavorable,* cuando el actor evalúa el trabajo de las empresas en términos críticos o negativos;
2. *Neutra,* asociada a una evaluación del trabajo de las empresas que no permite identificar sesgos positivos o negativos predominantes;
3. *Favorable,* cuando el actor aprueba las acciones emprendidas por las empresas o las evalúa en términos positivos.

Ilustración 58. Empresas presentes en el discurso de grupos prioritarios

Empresas nombradas por los grupos de interes en entrevistas



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presenta el análisis FODA resultante del proceso de consulta a grupos de interés. Este análisis permite enfocar los esfuerzos a desarrollar por el grupo de empresas en su relacionamiento con la comunidad aledaña, abordando las oportunidades que se visualizan desde sus fortalezas tales como su rol en empleo laboral, prácticas a estudiantes, aporte en educación ambiental, pero se hace fundamental implementar cambios tecnológicos que aseguren un comportamiento de “buen vecino” con su comunidad y realizar un esfuerzo importante en su difusión.

Fortalezas

- Existe una historia de convivencia con la comunidad por muchos años sin grandes conflictos.
- Empresas demostraron interés y mejoraron las comunicaciones con autoridades.
- Se reconoce el aporte de algunas empresas a programas de IMA
- Empleo local. Prácticas estudiantiles.
- Línea de trabajo ambiental con comunidades: Jardín botánico, forjadores ambientales, visitas a la s plantas.
- Acompañamiento a las comunidades en situación de crisis (Fundición Altonorte)
- La excelente ubicación del barrio industrial.

Debilidades

- Poca claridad sobre emisiones de empresas.
- Percepción de que las empresas fueron reactivas.
- Compromiso incumplido salida de estanque combustible.
- Se asocian los estanques a contaminación playa.
- Inexistencia de tecnología para mediciones en la región y país. Estudios con controversias.
- Diferentes enfoques comunicacionales en el grupo de empresas.
- No se conoce la causa de las emanaciones.
- Empresas no deben acceder al sector con vehículos de carga mayor y deben ser de tipo no molesta.

Oportunidades

- Participar en un APL es valorado, intención de mejorar de ser mejor vecino.
- Empresas APL con MTDs podrían participar en procesos Fast Track de relocalización a un lugar adecuado y con estándares.
- Acceder a líneas de financiamiento CORFO.
- Recuperar agua tratada para incrementar y dar riego de áreas verdes implementando tecnología de punta y en forma participativa.
- Generar un cuadro de responsabilidades ante emergencias ambientales (IMA).
- Monitoreo participativo. Visualizar en Twitter
- Potenciar y fortalecer acercamiento y relacionamiento con comunidades.
- Potenciar campañas uso alcantarillado y charlas en alianza público-privada.
- Constituir un Circulo de Seguridad con ONEMI
- Apertura al dialogo desde el Colegio de Médicos
- Participar en el Consejo Asesor Empresarial de LIA. Enfoque de genero.
- Apoyar mejoramiento áreas verdes jardín caracolito.

Amenazas

- Debe evaluarse si el reemplazo de barrio industrial por habitacional pudiese generar un caos vial.
- Plan Regulador
- Ordenanza Municipal Ambiental en Desarrollo.
- Disposición ResCon, Chaqueta Blanca no los considera.
- Caso Quintero
- Crecimiento no planificado de la ciudad.
- Expectativas sobre el diagnóstico y el APL.
- Mayor presión de la comunidad aledaña para solicitar la salida de las empresas si no se ven mejoramientos efectivos.
- Percepción desde la comunidad que las leyes y normas son laxas.

4.4 REGLAMENTACIÓN PERTINENTE A LA ACTIVIDAD E IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS

En los siguientes cuadros se presenta la legislación aplicable en Chile a las actividades productivas desarrolladas en el Sector Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda, tanto respecto del entorno natural como social y laboral.

4.4.1 LEY GENERAL DE BASES DE MEDIO AMBIENTE

La Ley General de Bases de Medio Ambiente fue promulgada el primero de marzo de 1994 y publicada el 09 del mismo mes, por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

En la siguiente tabla se presenta dicha Ley y sus Reglamentos.

Tabla 24. Ley General de Bases de Medio Ambiente y sus Reglamentos

Norma	Fecha promulgación	Fecha publicación	Organismo	Título
Ley 19.300	01-03-1994	09-03-1994	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente
Ley 20.417	12-01-2010	26-01-2010	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente
Ley 20.600	18-06-2012	28-06-2012	Ministerio del Medio Ambiente	Crea los Tribunales Ambientales
Decreto 40	30-10-2012	12-08-2013	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Decreto 39	30-10-2012	22-07-2013	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento para la dictación de Planes de Prevención de Descontaminación
Decreto 38	15-10-2013	18-03-2014	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento de entidades técnicas de fiscalización ambiental de la Superintendencia de Medio Ambiente

Norma	Fecha promulgación	Fecha publicación	Organismo	Título
Decreto 31	20-08-2012	11-02-2013	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental y de los Registros Públicos de Resoluciones de Calificación Ambiental y de Sanciones
Decreto 25	14-07-2011	20-10-2011	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento del Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente y los Consejos Consultivos Regionales del Medio Ambiente
Decreto 61	18-06-2008	19-11-2008	Ministerio de Salud; Subsecretaría de Salud Pública	Aprueba Reglamento de estaciones de medición de contaminantes atmosféricos
Decreto 101	21-08-2001	07-12-2002	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Modifica Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Decreto 166	03-11-1999	18-12-1999	Ministerio Secretaría General de la Presidencia-Comisión Nacional del Medio Ambiente	Dicta nuevo Reglamento del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional y de las Comisiones Regionales del Medio Ambiente
Decreto 30	20-08-2012	11-02-2013	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento sobre programas de cumplimiento, autodenuncia y planes de reparación
Decreto 30	19-08-2011	09-04-2012	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento especial de calificaciones del personal de la Subsecretaría del Ministerio del Medio Ambiente
Decreto 86	08-05-1995	26-10-1995	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Aprueba Reglamento del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional y de las Comisiones Regionales del Medio Ambiente
Decreto 94	15-05-1995	26-10-1995	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Reglamento que fija el procedimiento y etapas para establecer planes de prevención y de descontaminación
Decreto 93	15-05-1995	26-10-1995	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental de emisión
Decreto 32	17-08-2015	04-11-2015	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba reglamento para la evaluación ambiental estratégica.
Decreto 78	22-10-2014	17-04-2015	Ministerio del Medio Ambiente.	Aprueba reglamento del registro público de consultores certificados para la realización de declaraciones y estudios de impacto ambiental.
Decreto 62	30-07-2014	12-03-2015	Ministerio del Medio Ambiente.	Aprueba nuevo reglamento orgánico del Ministerio del Medio Ambiente y deja sin efecto el decreto N°8, de 2012, de la misma institución.

A continuación, se mencionan como relevantes los cambios o procesos de modificación siguientes:

- Proyecto de Ley que moderniza el Sistema de Evaluación de impacto Ambiental considerando: reducción del componente político en el SEIA; ampliación de los espacios de participación ciudadana; y acceso igualitario a la justicia ambiental.
- Someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a las centrales generadoras de energía mayores a 1 MW y menores de 3MW en los casos donde las comunidades indígenas sean susceptibles de afectación directa.
- Modificación de Bases Generales del Medio Ambiente, en el sentido de prohibir la utilización de plásticos desechables en establecimientos comerciales
- Bases Generales del Medio Ambiente, para incorporar en ella el criterio de cambio climático y la participación ciudadana, en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental
- Artículo 25 bis de la Ley N° 19.300, Las Direcciones de Obras Municipales no podrán otorgar ni el permiso de edificación ni tampoco la recepción definitiva si los proyectos o actividades a los que se refiere el artículo 10 no acreditan haber obtenido una resolución de calificación ambiental favorable
- Modifica la ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, para reconocer expresamente al olor como agente contaminante

4.4.2 RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS

A continuación, se presenta la legislación sobre Residuos Industriales Líquidos (riles) aplicables al sector industrial.

Tabla 25. Normativa de RILes

Norma	Fecha promulgación	Fecha publicación	Organismo	Título
Ley 19.821	08-08-2002	24-08-2002	Ministerio de Obras Públicas	Deroga Ley N°3,133 y modifica la Ley N° 18,902 en materia de Residuos Industriales
Ley 18.902	08-01-1989	27-01-1990	Ministerio de Economía	Crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios
Ley 19.549	19-01-1998	04-02-1998	Ministerio de Obras Públicas	Modifica el Régimen Jurídico aplicable al sector de los Servicios Sanitarios
Ley 9.909	13-04-1951	28-05-1951	Ministerio de Justicia	Fija los textos definitivos del Código de Aguas
Ley 3.133	04-09-1916	07-09-1916	Ministerio de Obras Públicas	Prohíbe a los establecimientos industriales, sean mineros, metalúrgicos, fabriles, etc., vaciar sus aguas a las corrientes o depósitos de agua, lagos o lagunas los residuos de su funcionamiento que contengan sustancias nocivas a la bebida o al riego, las materias sólidas que provengan de estos

Norma	Fecha promulgación	Fecha publicación	Organismo	Título
				establecimientos y las semillas perjudiciales a la agricultura, y dispone lo relativo a la neutralización o depuración de los residuos indicados o de los que contaminen el aire o puedan dañar las alcantarillas
Decreto 1	02-01-2013	02-05-2013	Ministerio del Medio Ambiente	Aprueba Reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes RETC
Decreto Ley 2050	23-11-1977	15-12-1977	Ministerio de Obras Públicas	Crea el Servicio Nacional de Obras Sanitarias
Decreto con Fuerza de Ley 22	28-01-1988	29-09-1988	Ministerio de Obras Públicas	Estatuto Orgánico y de Funcionamiento del Servicio Nacional de Obras Sanitarias
Decreto con Fuerza de Ley 725	11-12-1967	31-01-1968	Ministerio de Salud Pública	Código Sanitario
Decreto con Fuerza de Ley 1	08-11-1989	21-02-1990	Ministerio de Salud Pública	Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa
Decreto 46	08-03-2002	17-01-2003	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Establece Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas
Decreto 1	06-01-1992	18-11-1992	Ministerio de Defensa Nacional	Reglamento para el control de la contaminación acuática
Decreto 351	26-11-1992	23-02-1993	Ministerio de Obras Públicas	Aprueba Reglamento para neutralización y depuración de los residuos líquidos industriales a que se refiere la Ley N° 3.133
Decreto 609	07-05-1998	20-07-1998	Ministerio de Obras Públicas	Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado
Decreto 90	30-05-2000	07-03-2001	Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales
Decreto 601	15-07-2004	08-09-2004	Ministerio de Obras Públicas	Modifica Decreto N°609, de 1998, que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillados
Res. 1381	20-06-2000	24-06-2000	Ministerio de Obras Públicas: Superintendencia de Servicios Sanitarios	Aprueba norma técnica provisoria para la regulación de contaminantes
Res. 117 Exenta	06-02-2013	11-02-2014	Ministerio del Medio Ambiente: Superintendencia del Medio Ambiente	Dicta e instruye normas de carácter general sobre procedimientos de caracterización, medición y control de residuos industriales líquidos
Decreto 3592	18-08-2000	20-09-2000	Ministerio de Obras Públicas	Modifica Decreto N° 609 de 1998, que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales

Norma	Fecha promulgación	Fecha publicación	Organismo	Título
				líquidos a sistemas de alcantarillado
Res. 276 Exenta	27-03-2013	04-04-2013	Ministerio del Medio Ambiente: Superintendencia del Medio Ambiente	Dicta e instruye normas de carácter general sobre el procedimiento de fiscalización ambiental de normas de calidad, normas de emisión y planes de prevención y/o descontaminación
Res. 1.841	-	2002	Ministerio de Obras Públicas: Superintendencia de Servicios Sanitarios	Establece nueva fecha respecto de norma DS. SEGPRES N° 90. Industriales suscritos a Acuerdos de Producción Limpia (APL) en materia del control de residuos líquidos, quedan excluidos de realizar este trámite en razón de que estos acuerdos también apuntan a comprometerlos, con el cumplimiento de la normativa, mediante un calendario de trabajo.
Res. 1.248		1998	Ministerio de Obras Públicas: Superintendencia de Servicios Sanitarios	Aprueba contenido de informe técnico de la concesionaria
Res. 1.239		1998	Ministerio de Obras Públicas: Superintendencia de Servicios Sanitarios	Aprueba guía para la elaboración de proyectos de tratamiento de riles
Res. 2.327		2000	Ministerio de Obras Públicas: Superintendencia de Servicios Sanitarios	Hace extensiva Norma Provisoria SISS que regula Descargas de Riles a Aguas Superficiales a los concesionarios de servicio público de disposición de aguas servidas.
Res. 1.124		23-06-1905	Ministerio de Obras Públicas: Superintendencia de Servicios Sanitarios	Procedimiento para la calificación de establecimiento industrial.

Fuente: Elaboración propia

En este tema hay varias modificaciones en tramitación, entre ellas:

- Revisión Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.
- Revisión Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.
- Revisión Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.

4.4.3 AGUA, RECURSO HÍDRICO

A continuación, se presenta la legislación sobre Agua y Recursos Hídricos aplicables al sector industrial.

Tabla 26. Normativa de Recursos Hídricos

Norma	Fecha publicación	Organismo	Título
Ley 21.064	27-01-2018	Ministerio de Obras Públicas.	Introduce modificaciones al marco normativo que rige las aguas en materia de fiscalización y sanciones.
Ley 21075	15-02-2018	Ministerio de Obras Públicas.	Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises.
Decreto 14	04-jul-14	Ministerio secretaría general de la presidencia	Aprueba reglamento para la determinación del caudal ecológico mínimo
Decreto 136	11-04-2012	Ministerio de relaciones exteriores.	Promulga el protocolo de 1996 relativo al convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972.
Decreto 144	30-jul-13	Ministerio secretaría general de la presidencia	Establece normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo
Decreto 143	07-abr-09	Ministerio de relaciones exteriores	Establece normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo
Decreto 173	27-mar-09	Ministerio secretaría general de la presidencia	Promulga el protocolo sobre cooperación preparación y lucha contra los sucesos de contaminación por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas y su anexo
Decreto 46	27-mar-08	Ministerio de economía, fomento y reconstrucción, subsecretaría de pesca	Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas
Decreto 320	17-ene-03	Ministerio secretaría general de la presidencia	Reglamento ambiental para la acuicultura
Decreto 90	14-dic-01	Ministerio de obras públicas	Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales
Decreto 609	07-mar-01	Ministerio de defensa nacional	Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado
Decreto 1	20-jul-98	Ministerio de economía, fomento y reconstrucción	Reglamento para el control de la contaminación acuática
Decreto 430	18-nov-92	Ministerio de relaciones exteriores	Fija el texto refundido coordinado y sistematizado de la ley n° 18.892 de 1989 y sus modificaciones ley general de pesca y acuicultura
Decreto 656	21-ene-92	Ministerio de relaciones exteriores	Promulga Protocolo Complementario del Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por

Norma	Fecha publicación	Organismo	Titulo
			Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas suscrito el 22 de julio de 1983.
Decreto 425	11-ago-86	Ministerio de relaciones exteriores	Promulga Acuerdo sobre Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas en casos de Emergencia suscrito en Lima Perú el 12 de noviembre de 1981
Decreto 295	19-jun-86	Ministerio de relaciones exteriores	Promulga Protocolo para la Protección del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Proveniente de Fuentes Terrestres y sus Anexos suscrito en Quito Ecuador el 22 de julio de 1983
Decreto 296	14-jun-86	Ministerio de relaciones exteriores	Promulga Convenio para la Protección del Medio Ambiente y la Zona Costera del Pacífico Sudeste suscrito en Lima Perú el 12 de noviembre de 1981
Decreto 476	11-oct-77	Ministerio de relaciones exteriores	Promulga el convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias con sus anexos i ii y iii del año 1972
Decreto 475	08-oct-77	Ministerio del medio ambiente, subsecretaría del medio ambiente	Promulga el convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos con su anexo del año 1969
Resolución 483 EXENTA	14-jun-17	Ministerio de justicia	Realiza segundo requerimiento de información a los productores de productos prioritarios que indica
Decreto con Fuerza de Ley 1122	29-oct-81	Ministerio de salud pública	Fija texto del código de aguas
Decreto con Fuerza de Ley 725	31-ene-68	Ministerio de hacienda	Código sanitario
Decreto con Fuerza de Ley 208	03-ago-53	Ministerio de Defensa Nacional	Crea consejo consultivo de pesca y caza y dicta disposiciones en fomento de las actividades pesqueras nacionales
			Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos de 1954 con sus enmiendas de 1962 y 1969 y un anexo sobre libro registro de hidrocarburos

El Informe REMA 2017 señala que, en materia ambiental, junto con la dictación y revisión de las normas de calidad y de emisión, en el marco de las acciones en materia de cambio climático, se está desarrollando el Plan de Adaptación para los Recursos Hídricos, orientado a alcanzar una gestión sustentable, mejorar la institucionalidad en este tema, así como desarrollar una educación que promueva la conservación del agua, entre otros aspectos.

Se encuentra en tramitación un proyecto de ley que se relaciona con las plantas de tratamiento de aguas servidas destinadas a servir a más de 50 personas que indica que

no podrán instalarse contiguas a edificios, debiendo destinarse para el objeto recintos especiales, convenientemente cerrados y distantes a lo menos 100 metros de cualquier inmueble.

4.4.4 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

4.4.4.1 CALIDAD DE AIRE

En la siguiente tabla se describe la normativa sobre calidad de aire atinente al sector industrial.

Tabla 27. Normativa de Calidad del Aire

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 59	1998	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de calidad primaria para material particulado respirable MP-10, en especial de los valores que definen situaciones de emergencia. <i>Modificado por DS 45/ 2001.</i>
DS 136	2001	Secretaría General de la Presidencia	Establece Norma de Calidad Primaria para Plomo en el Aire
Res. 1.215	1978	Ministerio de Salud Pública	Normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica.
DS 12	2010	Ministerio de Medio Ambiente	Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP 2,5.
DS 113	2002	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de azufre (SO ₂).
DS 114	2002	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno (NO ₂)
Decreto 115	2002	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de calidad primaria de aire para monóxido de carbono (CO)
DS 22	2010	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de calidad secundaria de aire para anhídrido sulfuroso (SO ₂)

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente información se indica normas que pudieran servir de referencia y comparación con la normativa nacional. De acuerdo con ello, para el contaminante ácido sulfhídrico (H₂S) Suiza, Holanda y Japón poseen normativas con el objetivo de resguardar la salud e integridad ocupacional de las personas al interior de una industria. Otras jurisdicciones, poseen normativas de acuerdo con el umbral de molestia en que la población detecta el olor y que son presentadas en unidades de ppb.

Tabla 28. Normativa Internacional H₂S

País/Jurisdicción		Valor	Unidad	Fuente o tipo de procesos	Uso (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Chile		8	ppm			LPP	DS 594
		15	ppm			LPT	DS 594
Holanda		7,2	ppm		Estándar utilizado en los permisos de funcionamiento		nfoMil. Netherlands. 2003. Netherlands Emission Guidelines for Air.
Japón		0,2	ppm	Estándar de efluentes líquidos en términos de concentración de productos químicos en los efluentes	Norma reglamentaria utilizada en los permisos y ejecutada por el gobierno local		Japan MOE (Ministry of the Environment) 2005. Laws and Regulations - Control of Offensive Odor.
Suiza		3,6	ppm	General	Ley federal	Si el flujo másico es ≥ 50 g/h	Ordonnance Sur la protection de L'air. Le Conseil federal Suisse
Estados Unidos	California	60	ppb			Exposición 30 min	Mahin, 2001, Osterberg and Melvin, 2002
		30	ppb			Exposición 60 min	
		8	ppb				
	Idaho	30	ppb			Exposición 30 min	Mahin 2001
		10	ppb			Exposición 24 horas	
	Illinois	10	ppb			Exposición 8 horas. Norma basada en Salud	Osterberg and Melvin 2002
	Minesota	50	ppb			Exposición 30 min. No podrán superarse en más de dos veces al año	Mahin, 2001, Osterberg and Melvin, 2002
		30	ppb			Exposición 30 min. No podrán superarse en más de dos veces en un período de cinco días	
		60	ppb			Exposición 1 h	
		7	ppb			Exposición 3 meses	
	Nuevo México	30-100	ppb			Exposición 30 min	Mahin 2002
		10	ppb			Exposición 1 h	
		10	ppb			Exposición 1 h	

País/Jurisdicción		Valor	Unidad	Fuente o tipo de procesos	Uso (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
	Nueva York	0,7	ppb			Exposición 1 año	
Canada	Alberta	10,07	ppb		Objetivos de la calidad del aire		Ontario MOE, 2001
		5,56	ppb				
	Ontario	21,59	ppb		Guía de instrucción para establecer límites		
		21,59	ppb			Criterio para Calidad del Aire	
Australia		0,72	ppb		Borrador de guía para fuentes nuevas	≥ 2000 habitantes	NSW, EPA, 2001
		1,44	ppb			500 a 200 habitantes	
		1,44	ppb			125 a 500 habitantes	
		2,16	ppb			30 a 125 habitantes	
		2,88	ppb			10 a 30 habitantes	
		2,88	ppb			≤ 10 habitantes	

De igual modo se señalan normativas aplicables para el contaminante NH₃.

Tabla 29. Normativa Internacional NH₃

Jurisdicción	Valor	Unidad	Fuente o tipo de proceso	USO (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Calidad del Aire (California, EE.UU.)	5.000	ppm	Tipo A	Reglamento Ejecutable 7	Tipo A emisión puntual: un punto de emisión, que tiene geometría suficientemente regular de modo que tanto el volumen de flujo y concentraciones de contaminantes se puede medir y donde la naturaleza y extensión de los contaminantes del aire no cambian sustancialmente entre un punto de muestreo y el punto de emisión (es decir, una chimenea) Tipo B emisión puntual: punto individual (por ejemplo, el respiradero del techo)	BAAQMD (Bay Area Air Quality Management District), California, USA. 2001. Rules and Regulations. http://www.baaqmd.gov/dst/regulations/ind ex.asp .
	2.500	ppm	Tipo B			

Jurisdicción	Valor	Unidad	Fuente o tipo de proceso	USO (permisos, orientación, ejecución, planificación)	Comentarios	Referencia
Holanda	3,58	ppm	Planta de tratamiento de purines	Estándar utilizado en los permisos de funcionamiento		InfoMil. Netherlands. 2003. Netherlands Emission Guidelines for Air. http://www.infomil.nl/asp/get.aspx?xdl=/views/infomil/xdl/page&PosIdt=29288&ItemIdt=28598&SitIdt=111&VarIdt=46
	21,5	ppm	La producción de fertilizantes de nitrógeno	Permiso para nuevas instalaciones		
	21,5-143,3	ppm		Reglamento para instalaciones existentes		
	21,5	ppm	Planta de amoníaco	Estándar utilizado en el permiso de funcionamiento		
Suiza	21,5	ppm	General	Ley Federal	Si el flujo másico es > a 300 g/h	Ordonnance Sur la protection de L'air.

A nivel nacional se encuentra en tramitación las modificaciones pertinentes que permiten tipificar la contaminación atmosférica por malos olores o contaminación olfativa.

En revisión y tramitación las normas de calidad primaria para contaminantes tales como, CO, NO₂, SO₂, O₃, MP-10.

4.4.4.2 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Se presentan a continuación las normas que rigen al sector industrial en cuanto a emisiones atmosféricas.

Tabla 30. Normativa de Emisiones Atmosféricas

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 144	1961	Ministerio de Salud Pública	Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.
DS 32	1990	Ministerio de Salud Pública	Reglamento de funcionamiento de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos que indica, en situaciones de emergencia de contaminación atmosférica. <i>Modificado por DS 322/1991, DS 356/ 1997 y DS 16/ 1998.</i>

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 185	1991	Ministerio de Minería	Reglamenta funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio nacional. <i>Modificado por DS 59/1998.</i>
DS 165	1998	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire.
DS 167	1999	Secretaría General de la Presidencia	Establece Norma de Emisión para Olores molestos (<i>compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: gases TRS</i>) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada.
Decreto 75	2008	Secretaría General de la Presidencia	Modifica norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire contenida en DS Nº 165, de 1999, del ministerio de la Secretaría General de la Presidencia.
Decreto Supremo 28	2013	Ministerio del Medio ambiente.	Establece normas de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico.
Res. 5.163	1999	Ministerio de Salud Pública: Servicio De Salud Metropolitano Del Ambiente	Establece condiciones de operación y mantención de equipos de combustión, tipo calderas puntuales existentes, que no compensen emisiones de material particulado y utilicen gas natural, gas licuado (LPG), gas de ciudad o biogás como combustible y otros de similares características.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a futura normativa, en este aspecto, y de acuerdo con lo señalado en el informe REMA 2017, el Estado busca normar el límite de emisiones para actividades industriales no menos relevantes, como es el caso de las calderas, procesos de combustión y equipos electrógenos.

4.4.4.3 MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE EMISIONES

A continuación, se presenta la legislación relacionada a la medición y análisis de emisiones para el sector industrial.

Tabla 31. Normativa de Medición y Análisis de Emisiones

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 2.467	1993	Ministerio de Salud Pública	Aprueba reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias.

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
Res. 1.349	1997	Ministerio de Salud Pública: Servicio De Salud Metropolitano Del Ambiente	Aprueba normas técnicas que indica sobre metodologías de medición y análisis de emisiones de fuentes estacionarias.
Res. 535	1999	Ministerio de Salud Pública: Servicio De Salud Metropolitano Del Ambiente	Aprueba normas técnicas que indica sobre metodologías de medición y análisis de emisiones de fuentes estacionarias.
Res. 559	1999	Ministerio de Salud Pública: Servicio De Salud Metropolitano Del Ambiente	Aprueba normas técnicas que indica sobre metodologías de medición y análisis de emisiones de fuentes estacionarias.
Res. 752	2000	Ministerio de Salud Pública	Aprueba normas técnicas que indica sobre metodologías de medición y análisis de emisiones de fuentes estacionarias.

Fuente: Elaboración propia

4.4.5 RESIDUOS INDUSTRIALES SÓLIDOS

La siguiente tabla describe las leyes y normas relacionadas a los residuos industriales sólidos que aplican al sector industrial.

Tabla 32. Normativa de RISEs

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
Ley 20.879	2015	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Sanciona el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos
Ley 20.920	2016	Ministerio del Medio Ambiente	Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje
DFL 725	1967	Ministerio de Salud Pública	Código Sanitario. (Artículos 78 a 81: De los desperdicios y basuras)
DFL 1	1989	Ministerio de Salud Pública	Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa. (Nº 22, 25, 26, 40 y 44: Instalaciones, obras y lugares destinados a la acumulación, tratamiento y disposición final de residuos)
DS 4.740	1947	Ministerio del Interior	Normas sanitarias mínimas municipales.
DS 144	1961	Ministerio de Salud Pública	Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza. (Artículo 6: Prohíbe dentro del radio urbano de las ciudades, la incineración libre de hojas secas, basuras, u otros desperdicios.)
DS 685	1992	RR.EE.	Convenio de Basilea, que establece el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos.
DS 594	2000	Ministerio de Salud Pública	Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. (Artículos 16 a 20: De la disposición de residuos industriales líquidos y sólidos) Modificado por DS 201/2001.

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 148	2004	Ministerio de Salud	Aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos
DS 43	2016	Ministerio de Salud	Aprueba el reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas
DS 2	2010	Ministerio de Salud	Regula autorización de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos consistentes en baterías de plomo usadas
DS 6	2017	Ministerio de Salud	Aprueba reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (reas)
DS 4740	1947	Ministerio del Interior	Aprueba el reglamento sobre normas sanitarias mínimas municipales
Res. Ex. 483	2017	Ministerio del Medio Ambiente	Realiza segundo requerimiento de información a los productores de productos prioritarios que indica, a) Aceites lubricantes. b) Aparatos eléctricos y electrónicos. c) Baterías. d) Envases y embalajes. e) Neumáticos. f) Pilas. g) Diarios, periódicos y revistas.
Res. Ex. 425	2017	Ministerio del Medio Ambiente	Realiza primer requerimiento de información a los productores de productos prioritarios que indica (aceites lubricantes)
Res. 5081	1968	Ministerio de Salud	Establece sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales

Fuente: Elaboración propia

Se encuentran en proceso de tramitación los siguientes temas:

- Exige el uso de bioplásticos a la industria y el comercio para envasar productos o mercancías
- Modificación a la Ley N° 18.290, de Tránsito, referido a vehículos que retire escombros, el que se deja establecido que sólo deberá contar con la autorización de la municipalidad de la comuna desde donde inicia su recorrido, debiendo, además, portar el documento tributario pertinente que acredite el destino y origen de su recorrido

- Proyecto de ley que tiene por objeto disminuir la generación de residuos plásticos mediante la reducción de la producción de botellas plásticas de un solo uso, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.

4.4.6 SUSTANCIAS PELIGROSAS

A continuación, se presenta la normativa relacionada con el manejo de sustancias peligrosas.

Tabla 33. Normativa de Sustancias Peligrosas

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DFL 725	1967	Ministerio de Salud Pública	Código Sanitario. (Artículos 90 a 93: De las sustancias tóxicas o peligrosas para la salud.)
DS 12	1985	Ministerio de Minería	Reglamento para el transporte seguro de materiales radioactivos.
DS 298	1994	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Reglamenta transporte de cargas peligrosas por calles y caminos. Modificado por DS 198/2000.
DS 379	1994	Ministerio de Economía	Reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo, destinados a consumo propio.
DS 90	1996	Ministerio de Economía	Reglamento de seguridad para el almacenamiento, refinación transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.
DS N 105	1998	Ministerio de Salud Pública	Reglamento de empresas aplicadoras de pesticidas de uso doméstico y sanitario.
DS 594	2000	Ministerio de Salud Pública	Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. (Artículos 42: Establece condiciones de almacenamiento de sustancias peligrosas) Modificado por DS 201/2001.
DS 656	2001	Ministerio de Salud Pública	Prohíbe uso de asbestos en productos que indica.
DS 43	29-03-2016	Ministerio de Salud	Aprueba el reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas
Nch 383	1955	Ministerio de Economía	Medidas de seguridad en almacenamiento de explosivos.
Nch 385	1955	Ministerio de Economía	Medidas de seguridad en el transporte de materiales inflamables y explosivos.
Nch 387	1955	Ministerio de Economía	Medidas de seguridad en el empleo y manejo de materias inflamables

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
Nch 391	1960	Ministerio de Economía	Medidas adicionales de seguridad en el transporte en camiones de explosivos y de materiales inflamables.
Nch758	1971	Ministerio de Economía	Sustancias peligrosas - Almacenamiento de líquidos inflamables - Medidas particulares de seguridad
Nch 389	1972	Ministerio de Economía	Sustancias peligrosas - Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables - Medidas generales de seguridad
Nch 1411/4	1978	Ministerio de Economía	Prevención de riesgos - Parte 4: Identificación de riesgos de materiales.
Nch 2137	1992	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Sustancias peligrosas - Embalajes/Envases - Terminología, clasificación y designación.
Nch 2190	1993	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Sustancias peligrosas - Marcas para información de riesgos
Nch 2245	1993	Ministerio de Economía	Hoja de datos de seguridad de productos químicos - Contenido y disposición de los temas
Nch 2353	1996	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Sustancias peligrosas - Transporte por carretera - Hoja de Datos de Seguridad.
Nch 382	1998	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general.
Nch 2120/	1998	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones	Sustancias peligrosas - Partes 1 a 9: Clase 1 a 9.

Fuente: Elaboración propia

4.4.7 RUIDO

La siguiente tabla presenta la normativa de ruido que aplica al sector industrial.

Tabla 34. Normativa de Ruido

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 146	1997	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, elaborada a partir de la revisión de la norma de emisión contenida en el DS 286 de 1984.
DS 686	1998	Secretaría General de la Presidencia	Establece norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.

Fuente: Elaboración propia

4.4.8 RADICACIÓN INDUSTRIAL

La normativa de radicación industrial se presenta a continuación.

Tabla 35. Normativa de Radicación industrial

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DL 3063	1979	Ministerio del Interior	Ley de Rentas Municipales. <i>(Establece las patentes municipales correspondiente a la actividad económica que desarrolla)</i>
DFL 725	1967	Ministerio de Salud Pública	Código Sanitario. <i>(Artículo 83: Exige informe sanitario previo al otorgamiento de la patente)</i>
DFL 458	1975	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Ley General de Urbanismo y Construcciones. <i>(Establece permisos de edificación y recepción definitiva de obras, así como el congelamiento de los terrenos cuyo uso no se conformare con el Plan Regulador)</i>
DFL 1	1989	Ministerio de Salud Pública	Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa.
DS 30	1997	Secretaría General de la Presidencia	Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
DS 75	2001	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Nueva Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. <i>(Define la calificación industrial)</i>
Circular 95	1999	Ministerio de Vivienda y Urbanismo; SEREMI RM	Pauta de Referencia de Calificación de Actividades de Carácter Industrial

Fuente: Elaboración propia

4.4.9 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

En cuanto a seguridad y salud ocupacional, la siguiente tabla presenta la normativa aplicable al sector industrial.

Tabla 36. Normativa de Seguridad y Salud Ocupacional

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
Ley 16.744	1968	Ministerio del Trabajo	Ley sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales
DFL 725	1967	Ministerio de Salud Pública	Código Sanitario. <i>(Artículos 82 a 88: De la higiene y seguridad en los lugares de trabajo)</i>
DS 40	1969	Ministerio del Trabajo	Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales. <i>Modificado por el DS 95/1995.</i>

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
DS 54	1969	Ministerio del Trabajo	Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad.
DS 133	1984	Ministerio de Salud Pública	Reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radioactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades.
DS 3	1985	Ministerio de Salud Pública	Reglamento de protección radiológica e instalaciones radioactivas.
DS 48	1984	Ministerio de Salud Pública	Reglamento de Calderas y Generadores de Vapor (/84 del Ministerio de Salud)
DS 91	1984	Ministerio de Economía	Oficializa nch. Elec. 10/1984 que establece trámite para la puesta en servicio de una instalación interior.
Ds 72	1985	Ministerio de Minería	Reglamento de seguridad minera.
DS 369	1996	Ministerio de Economía	Reglamento de Normas sobre Extintores Portátiles.
DS 222	1996	Ministerio de Economía	Reglamento de Instalaciones Interiores de Gas.
DS 594	2000	Ministerio de Salud Pública	Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. <i>Modificado por DS 201/2001.</i>
Nch 388	1955	Ministerio de Economía	Prevención y extinción de incendios en almacenamientos de materias inflamables y explosivas
Nch 1432/ 1 al4	1995	Ministerio de Economía	Extintores Portátiles – Pruebas de Fuego.
Nch 1430	1997	Ministerio de Economía	Extintores Portátiles – Clasificación y Rotulación.
Nch 2111	1999	Ministerio de Economía	Protección contra incendio - Señales de seguridad
Nch 2056	1999	Ministerio de Economía	Extintores portátiles - Inspección, mantención y recarga - Requisitos generales

Fuente: Elaboración propia

4.4.10 OTRAS NORMATIVAS SECTORIALES

Por último, a continuación, se presentan otras normas aplicables a las empresas del sector del Barrio Industrial PAC.

Tabla 37. Otras Normativas

Norma	Año de publicación	Organismo	Título
Ley 18.248	1983	Ministerio de Justicia	Código de minería
Ley 19.473	1996	Ministerio de Agricultura	Ley de caza
DL 3.557	1980	Ministerio de Agricultura	Establece disposiciones sobre protección agrícola.
DL 1	1992	Ministerio de Defensa	Reglamento para el control de la contaminación acuática.
DFL 1.122	1981	Ministerio de Justicia	Código de aguas

Fuente: Elaboración propia

4.4.11 IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS O MODIFICACIONES SOMETIDOS AL SISTEMA DE EVALUACION AMBIENTAL.

Tabla 38. Estudios Sometidos al Sistema de Evaluación Ambiental

Nombre Razon Social	Unidad Fiscalizable	Categoría	Comuna	Descripción	Fiscalización
EMPRESA CONCESIONARIA DE SERVICIOS SANITARIOS S.A.	AMPLIACION PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS ANTOFAGASTA	Saneamiento Ambiental	Antofagasta	Aumento de la Capacidad de Manejo de las Aguas Servidas de Antofagasta (2008) Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 2500 habitantes (2016) Ampliación del sistema de disposición final de aguas servidas de Antofagasta (2014)	SISS Seremía Salud Seremi Medio Ambiente
EMBOTELLADORAS CHILENAS UNIDAS S.A	UTILIZACION DE EFLUENTES TRATADOS EN RIEGO DE JARDINES	Saneamiento Ambiental	Antofagasta	Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales líquidos, que contemplen dentro de sus instalaciones lagunas de estabilización u otros depósitos de los efluentes sin tratar y tratados.	SISS Seremía Salud Seremi Medio Ambiente
IMA	MODIFICACION PLAN REGULADOR COMUNAL DE ANTOFAGASTA SECTOR NORTE			El objetivo del proyecto consiste en adecuar el sector norte de la ciudad de Antofagasta a las actuales condiciones de desarrollo y crecimiento urbano de la ciudad de Antofagasta.	
CYTEC CHILE LIMITADA	CYTEC PLANTA ANTOFAGASTA	Instalación fabril	Antofagasta	Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales sólidos (2004)	SISS Seremía Salud Seremi Medio Ambiente
				Implementar una Planta de Almacenamiento de Sustancias Inflamables y Corrosivas en la comuna de Antofagasta, específicamente en el "Nudo Uribe", el cual se encuentra dentro del polígono del Plano Seccional del Barrio Industrial La Negra, particularmente en la Zona "ZUC-09", definida como Zona Urbanizable de Desarrollo Condicionado. Dicha planta contempla el almacenamiento a granel en estanques cilíndricos verticales de sustancias inflamables, y el almacenamiento de sustancias corrosivas.	SISS Seremía Salud Seremi Medio Ambiente

Fuente: Elaboración propia desde información página web SNIFA

De acuerdo con la información de la tabla anterior se observa que en la zona en estudio, 3 son las empresas que han ingresado estudios, desarrollo o modificaciones de proyecto. Estas son Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios Econssa S.A., Embotelladoras Chilenas Unidas (CCU) y Solvay (Cytec Chile).

Se encontró que la Ilustre Municipalidad de Antofagasta ha ingresado al Sistema de Evaluación Ambiental al desarrollo del proceso que tiene como objetivo realizar modificaciones al actual Plano Regulador.

Con todo, se observa que para el caso de Econssa se consideran expansiones en la planta para la capacidad de tratamiento y depuración de aguas servidas, teniendo como desafío la creciente expansión de la ciudad tanto en habitantes como área geográfica. Deberá ser consistente este crecimiento con una operación sustentable.

Para el caso de CCU el estudio presentado al Sistema de Evaluación Ambiental, presenta como oportunidad el reuso de aguas proveniente de los procesos de lavado de envases y su reutilización en jardines y áreas verdes. En este caso también se deberá asegurar una operación consecuente con las mejoras prácticas operacionales enmarcadas en este estudio.

Finalmente, para la Planta Solvay (Cytec) de acuerdo con sus necesidades de crecimiento se ha presentado un estudio que involucra una operación con mayor disponibilidad de operación por lo cual entonces es necesario el traslado de la Planta de Antofagasta a La Negra que permitirá el almacenamiento de materias prima y productos para satisfacer las necesidades de las empresas mineras.

4.4.12 APROXIMACIÓN A UNA IDENTIFICACIÓN DE PRINCIPALES BRECHAS DE CUMPLIMIENTO.

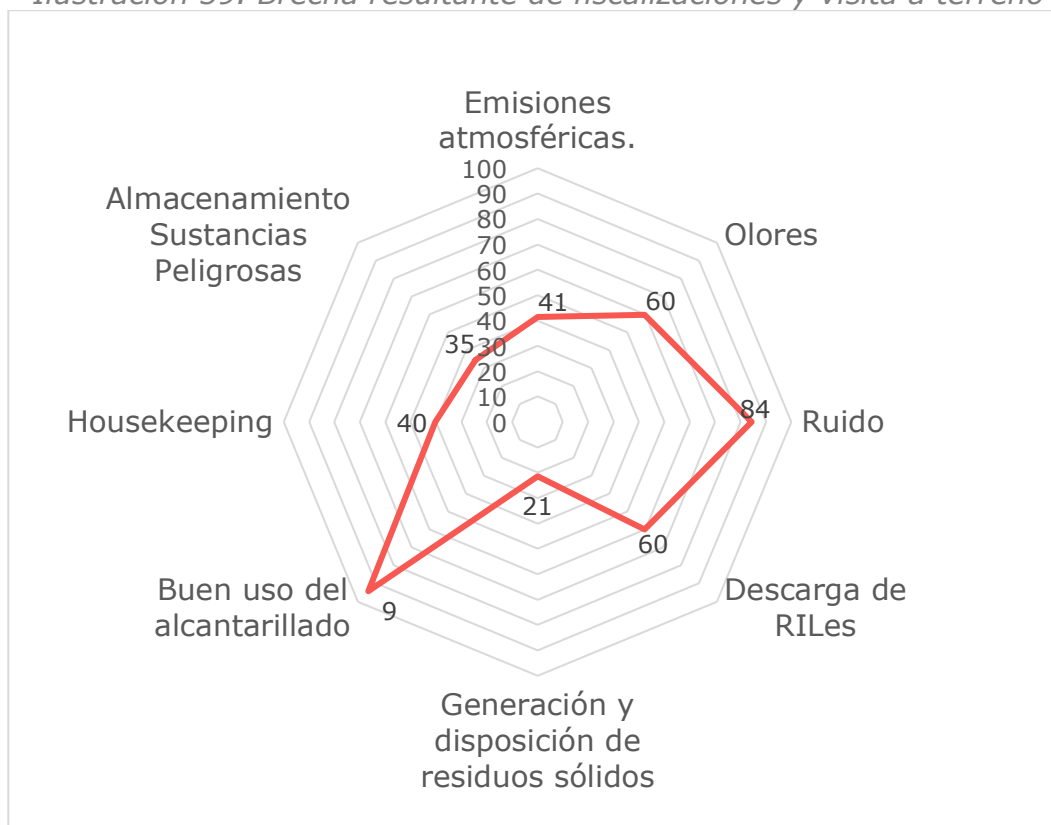
De acuerdo con información proporcionada por la SEREMI de Salud de la II Región, a raíz de las situaciones de emergencia ocurridos en el Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo A-16, se intensificó la fiscalización en la zona, de tal modo que, en el periodo abril 2015 a junio 2017 se realizaron 96 fiscalizaciones, 25 sumarios sanitarios y un total de 16 multas cursadas por un valor de 3.820 UTM.

Tabla 39. Información resumen de fiscalizaciones, sumarios y multas

Período de abril 2015 a junio 2017	
Total, fiscalizaciones Unidad Salud Ambiental	96
Número de sumarios sanitarios	25
Número de Multas cursadas	16
Multas cursadas UTM	3820

Como consecuencia de las visitas a las instalaciones de las empresas partícipes del presente estudio, la información histórica de fiscalizaciones durante los períodos de los sucesos que afectaron la normalidad de la convivencia de una parte del Barrio Industrial Pedro Aguirre Cerda y el desarrollo actual de acciones de mejoramiento operacional ejecutadas en estas mismas empresas, el siguiente diagrama permite evaluar de manera global brechas que tiene oportunidades de ser mejoradas y reducidas. Estas tienen como foco de medida, los componentes que la autoridad evaluó, las que se relacionan con las vistas a terreno de estos mismos componentes, actividad realizada por la consultora a cargo del diagnóstico y la aplicabilidad de la normativa vigente.

Ilustración 59. Brecha resultante de fiscalizaciones y visita a terreno



Fuente: Elaboración propia

La figura representa por cada componente analizado las oportunidades de alcanzar plena conformidad, como por ejemplo en lo relativo a emisiones atmosféricas existe un poco menos de 60% de alcanzar mejores efectivas, como también para el componente generación y disposición de residuos sólidos hay casi un 80% de oportunidades para generar acciones que mejoren esta debilidad. En definitiva, este podría ser un medidor de cuáles deberán ser los puntos más sensibles para abordar mejoras y que sus resultados tengan gran impacto en sus resultados.

4.5 REQUISITOS DE LOS MERCADOS

Según la “Visión 2050, Una nueva agenda para los negocios”¹⁴ elaborada por el WBCSD¹⁵, la transformación por delante supone grandes oportunidades en un amplio abanico de segmentos de actividad, durante la próxima década los retos globales ligados al crecimiento, la urbanización, la escasez de recursos y el cambio ambiental pasaran a ser motores estratégicos para los negocios. Solo en recursos naturales, sanidad y educación, la magnitud de estas oportunidades se cifra en torno a 0,5 y 1,5 billones de dólares al año en 2020, cifra que aumentará entre 3 y 10 billones de dólares al año en 2050 a precios actuales, lo cual representa entre un 1,5% y un 4,5% del PIB mundial en 2050.

Gobiernos y empresarios dejaran de considerar que el cambio climático y la limitación de recursos son problemas exclusivamente ambientales, y comenzarán a verlos como problemas económicos relativos a la distribución del coste y de las oportunidades. Esta transformación traerá importantes cambios en materia de regulación, mercados, preferencias de los consumidores, precios de las materias primas, y en cómo medimos los beneficios y las pérdidas, que incidirá directamente en las empresas.

En ese contexto global, el escenario para Chile y la Región de Antofagasta, abre una serie de oportunidades con acciones ya en desarrollo como lo es la diversificación de la matriz energética a través de la incorporación de energías no convencionales, la aplicación de impuestos verdes, el potenciar la producción de litio para cubrir su demanda impulsada por un fuerte aumento en la fabricación de baterías utilizadas para vehículos eléctricos, la producción de cobre valorado para su conducción eléctrica, que se utiliza en las estaciones de carga para los autos eléctricos y en las baterías recargables de iones de litio que los alimentan, etc.

¹⁴ http://accionempresas.cl/wp-content/uploads/2017/08/ES-Vision2050-FullReport_Final.pdf

¹⁵ El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

De esta manera, el Barrio Industrial, actual polo del desarrollo industrial con un importante enfoque en servicios sanitarios para la comuna de Antofagasta y de empresas de servicios y productos para la industria minera de la Región tiene importantes desafíos a futuro.

Con el fin de recoger las visiones de las empresas en materias de mercado y clientes, se realizaron entrevistas con altos directivos y ellos señalaron que las posibles amenazas que distinguen provienen en un porcentaje importante, de las presiones dadas por las exigencias sociales y medioambientales ante la característica de Zona Mixta donde conviven industrias (de gran tamaño y pymes) y sectores residenciales, establecimientos educacionales y establecimiento de salud que atienden a la macro zona Norte. Estas amenazas, han llevado a algunas de las empresas a programar el traslado de sus operaciones a otras áreas disponibles para el desarrollo industrial de la Comuna. Siendo esto último, una de las principales barreras que enfrentan, dada la dificultad de encontrar espacios disponibles que cumplan con estándares idóneos para el desarrollo industrial.

Por su parte, los principales clientes de las empresas encuestadas corresponden a:

- Empresas mineras y de servicios a la minería.
- Población de Antofagasta conectada a agua potable y alcantarillado,
- Cadenas de supermercados, distribuidoras, canal tradicional y moderno.

Sobre todo, para las empresas de servicios o productos para la minería, las certificaciones o compromisos ambientales y sociales, tienden a establecer exigencias adicionales a las empresas, las cuales ya han comenzado a regir el mercado.

En este sentido, las exigencias de los mercados internacionales van en aumento y las normas ISO son algunas de las principales. La norma ISO 9.001 sobre la Gestión de Calidad es la norma más reconocida en el rubro industrial. Por lo general, constituye el punto de partida de las empresas al mundo de las certificaciones pudiendo implementar posteriormente normas de otras áreas de gestión estratégica como Medio Ambiente (ISO 14001), Seguridad y Salud Laboral OSHAS 18001, Responsabilidad Social (ISO 26.000), en Eficiencia Energética (ISO 50001), por nombrar algunas.

No obstante, países como Japón y Francia, han establecido exigencias más rigurosas en términos medioambientales, como la norma ISO 14.025 que requiere desarrollar un Análisis de Ciclo de Vida (LCA) de cada producto, evaluando los impactos ambientales de todo el sistema productivo y cadena de suministros asociados al producto.

En esta sintonía, el 50% las empresas encuestadas indican tener certificación en la ISO 14.001, mientras un 10% solo la tiene implementada. Respecto a la ISO 9.001 el 30%

cuenta con certificación y un 10% implementada. La Norma OHSAS 18.001, está certificada en un 40% de las empresas e implementada en un 10%.

Por esta razón, las empresas del Barrio Industrial que ofrecen servicios y productos a la minería tienen en consideración que dichas empresas buscarán proveedores que les permitan cumplir con los estándares ambientales que rigen en el exterior, por lo que se ven motivadas a cumplir con estándares de calidad como estos para seguir operando con ellos.

4.6 IDENTIFICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES, MTDS.

Se puede definir como Mejores Técnicas Disponibles¹⁶ aquellas tecnologías más eficaces y avanzadas para el desarrollo de las actividades y su modalidad de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas. Se entenderá por:

Técnicas: *La tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada;*

Disponibles: *Las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en Chile como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables;*

Mejores: *Las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.*

Las técnicas identificadas en el presente documento son aquellas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, teniendo en cuenta los costos, los beneficios y el acceso a su implementación en condiciones razonables.

Por otra parte, la decisión sobre qué técnicas debe aplicarse en cada instalación industrial, está muy condicionada por aspectos locales propios de cada rubro, sin embargo, el alcance de ellas puede ser transversal, en la medida que se compartan ciertas características en los procesos; o más específicas para cada uno de ellos.

¹⁶ Directiva del IPPC y definición de MTD, 1996.

A continuación, se presentan las Mejores Técnicas Disponibles para algunos rubros en estudio que actualmente ofrece el mercado y datos básicos que permiten decidir hacia dónde enfocar una posible solución.

4.6.1 MTD SERVICIOS TÉCNICOS Y DE MANTENIMIENTO VEHÍCULOS

Tabla 40. MTD Uso de agua para la limpieza de partes y piezas

Descripción		Costos
Se trata de agua con un contenido de menos del 5% de solventes. El lavado se puede apoyar con la aplicación de detergente y acción mecánica para la remoción física de aceites e incluso con la ayuda de aplicación de calor.		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
La solución resultante luego del lavado, permite separar el aceite del agua, porque el aceite flotará en la solución. Este aceite se incorporar el aceite usado y enviarlos a reciclaje. Se maximiza el uso del agua al mismo tiempo.	La solución resultante luego del lavado, permite separar el aceite del agua, porque el aceite flotará en la solución. Este aceite se incorporar el aceite usado y enviarlos a reciclaje. Se maximiza el uso del agua al mismo tiempo.	Aplicable a todo taller.
Fuente: Guía de Aplicación de Pintura Talleres Automotrices ASCC		

Tabla 41. MTD Uso de prensa para filtros

Descripción		Costos
Una porción importante de los materiales y partes en mal estado que se generan en los talleres automotrices tienen la calidad de peligrosos debido a estar contaminados con aceites u otros. Muchos de éstos tienen un tamaño innecesariamente grande lo que implica aumentar el costo asociado a su transporte y disposición. Especialmente sensibles en este tema son los filtros de aceite usados. El uso de una prensa que disminuya el tamaño de filtros (además de tarros y otros elementos compresibles) es una medida que apunta fuertemente a disminuir el volumen total generado. Notas: - Esta MTD pretende disminuir el volumen, no la peligrosidad de los residuos. - Se asume que una prensa, ya sea mecánica o eléctrica, es una herramienta de uso común en este tipo de talleres. Sin embargo, se sugiere contar con una prensa para uso exclusivo de esta tarea para evitar contaminación de otros elementos..		3 años Tasa: 12% Impuesto: 17% Inversión: \$212.800 (materiales para operación de drenaje, instructivo y capacitación) Egresos anuales: \$5.000 (mantención materiales para operación de drenaje) Ingresos anuales: \$132.000 (disminución de residuos peligrosos) VAN: \$144.088 TIR: 49% PRI: 2 años
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Disminuye la generación (en volumen) de residuos peligrosos. Disminuye el área necesaria para manejar los residuos peligrosos. Disminuye el gasto en transporte y disposición de residuos peligrosos. Disminuye derrames de aceite gracias al drenaje realizado. 	Requiere la existencia de una prensa en el taller. <ul style="list-style-type: none"> Requiere implementar la operación de drenaje, en un espacio físico adecuado, en particular contar con una bandeja o recipiente en la parte inferior que contenga el líquido drenado. Capacitación e instructivo asociado. Se sugiere contar con una prensa para uso exclusivo de esta tarea para evitar contaminación de otros elementos. 	Aplica a todos los talleres mecánicos automotrices..



Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Minimización de Residuos Peligrosos en Talleres Mecánicos AutomotricesASCC

Tabla 42. MTD Uso de materiales oleofílicos para limpieza de derrames.

Descripción		Costos
<p>En los talleres mecánicos automotrices, por la naturaleza de sus operaciones, es habitual la existencia de aceite y otros líquidos peligrosos en el piso. Esto representa un serio problema ambiental y de seguridad, además de representar una pérdida importante de dicho insumo y por ende, una pérdida económica.</p> <p>En términos generales, lo comúnmente utilizado para limpiar dichos derrames es arena o aserrín.</p> <p>Ambos elementos cumplen con el objetivo de absorber el aceite y limpiar la zona contaminada, sin embargo no lo hacen de una forma eficiente, debido principalmente a su escaso grado de absorción y a la imposibilidad de reutilización.</p> <p>En línea con lo anterior, se propone como MTD la utilización de materiales oleofílicos, los cuales tienen altos grados de absorción, es factible reutilizarlos en varias ocasiones y por ende finalmente generan un volumen considerablemente menor de residuos peligrosos, además de permitir la recuperación del aceite absorbido. Por otra parte, éstos pueden ser adquiridos en diferentes formatos y tamaños.</p>		<p>3 años Tasa: 12% Impuesto: 17% Inversión: \$334.400 (Procedimiento y capacitación) Egresos anuales: \$4.000 (Diferencia de costos anuales por compra de material oleofílico versus aserrín) Ingresos anuales: \$237.714 (disminución de RP) VAN: \$322.370 TIR: 63% PRI: 2 años</p>
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Disminuye la generación de residuos peligrosos.</p> <p>Genera ahorros económicos</p> <p>Implementación rápida</p> <p>Puede reutilizarse y recuperar el aceite.</p> <p>Es hidrofóbico lo que evita absorber agua</p> <p>En diversas formas y presentaciones.</p> <p>Fácil utilización</p> <p>No solamente puede ser utilizado el piso, permitiendo actuar directamente en el origen (cañería, equipo, etc.)</p>	<p>Mayor costo unitario que aserrín no lo hace rentable en análisis económico de corto plazo.</p>	<p>Aplica a todos los talleres mecánicos automotrices.</p>



Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Minimización de Residuos Peligrosos en Talleres Mecánicos AutomotricesASCC

4.6.2 MTD SECTOR METALMECÁNICA

Tabla 43. MTD Control de la emisión de humos de soldadura

Descripción		Costos
<p>Durante la soldadura se incrementa la temperatura de los elementos a unir hasta el punto de fusión de los materiales para conseguir así su unión una vez se hayan enfriado. En este proceso se generan los humos de soldadura, que proceden tanto del aparato soldador como del metal o material a soldar. Existen diferentes tipos de soldadura por fusión, pero la más utilizada es la soldadura con arco eléctrico, la cual se puede dividir a su vez en varias categorías, las más extendidas son con electrodo revestido (arco manual) y con MIG (Metal Inert Gas). A continuación se enumeran las principales fuentes que generan los gases contaminantes durante el proceso de soldadura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contaminantes procedentes del material de las piezas a soldar. • Contaminantes procedentes del recubrimiento de las piezas, como pinturas y otros disolventes. • Contaminantes procedentes de los materiales de aporte usados para realizar el proceso de soldadura. • Contaminantes formados a partir del aire y posibles impurezas o contaminantes presentes. <p>En general, durante la soldadura se producen óxidos de metales, fluoruros, CO₂, argón, acetileno, CO y Ozono, dependiendo del metal o material soldado y de los gases o partículas presentes en la zona de soldadura. Para reducir la cantidad de humos de soldadura, se debe soldar con una ventilación adecuada y si es necesario con sistema de aspiración de gases en zonas confinadas. Para controlar la generación de humos de soldadura se pueden utilizar sistemas de detección de gases en concentraciones elevadas.</p>		<p>La instalación de un catalizador catalítico y de un filtro de partículas en un motor diésel de una máquina de una obra tiene un costo aproximado de:</p> <p>Catalizador de 2 vías: \$787.2072</p> <p>Filtro de partículas: \$3.937.0092</p> <p>Los beneficios económicos de la aplicación de esta técnica no son directos (costo por efecto de ausentismo laboral, enfermedades respiratorias, etc.) Por tanto, esta guía no recoge estimaciones sobre valores de recuperación de la inversión.</p>
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Reduce la cantidad de gases contaminantes emitidos en la obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduce el consumo de combustibles fósiles. • Mejora la calidad de la salud laboral en la obra. • Disminuye el riesgo de intoxicación accidental por inhalación de los gases emitidos en la obra asociados a metales o soldadura. 	<p>El acceso a la información asociada a la incorporación de estos sistemas en los vehículos y maquinaria a arrendar o adquirir puede resultar complejo de contar con la información, .</p>	<p>Requiere un conocimiento previo de estos sistemas para poder transmitir los requerimientos a los proveedores.</p>
<p>Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para Prevenir y Reducir la Emisión de Gases Contaminantes y Material Particulado en el Sector de la Construcción. ASCC</p>		

Tabla 44. MTD Captación del pulverizado sobrante mediante cabinas de pintado

Descripción	Costos
<p>Las cabinas de pintado son instalaciones que permiten dirigir y retener el pulverizado sobrante (overspray) y las emisiones de disolvente de las operaciones de pintado. Su función primordial es proteger a los operarios de la exposición a las partículas y vapores potencialmente tóxicos (los COV también se extraen pero no se destruyen por medio de estos dispositivos). Otra función de la cabina es la prevención de incendios y explosión dentro de la instalación mediante venteo de las altas concentraciones de vapores de disolvente inflamables al exterior o a un sistema de filtración o depuración.</p> <p>Una cabina de pintado es un recinto cerrado por el que circula lentamente aire a 20-25°C normalmente desde el techo de la cabina hacia el suelo de la misma, donde se encuentra situado el colector de evacuación del aire hacia el exterior y el dispositivo de separación del pulverizado sobrante del aire de salida, es decir las partículas de pintura y los vapores orgánicos de disolvente.</p> <p>Las cabinas se clasifican en cabinas secas o con filtros secos (poseen manta filtrante) y cabinas húmedas (poseen un lavador húmedo). Un tercer tipo de cabina se utiliza exclusivamente en operaciones con pintura en polvo. Finalmente también existen cabinas con placas frías que reciclan la niebla de pulverización</p> <p>1. Cabinas con filtros secos</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>En las cabinas con filtros secos, el aire se separa de las partículas en el medio filtrante conduciéndose posteriormente a la atmósfera.</i> • <i>El filtro se sustituye cuando está totalmente colapsado de partículas. Los filtros agotados son la principal fuente de residuos generados por las cabinas secas, aunque también existen filtros reutilizables.</i> • <i>Existen cuatro tipos generales de filtros: cartuchos de fibra de vidrio, rollos de papel multicapa en forma de panel o almohadillas, hojas de papel plegadas en forma de acordeón, y rollos o almohadillas de paño. Los filtros se caracterizan por una serie de parámetros como son: pérdida de carga, eficiencia en la recogida de partículas, costo, tiempo de reemplazo y resistencia al caudal de aire.</i> • <i>Los filtros secos recogen entre el 85 y el 95 % de las partículas de pintura en suspensión. Es importante evaluar bien la eficiencia y capacidad de carga de los filtros ya que algunos filtros más caros ofrecen un mejor rendimiento dando lugar a un ahorro de costos al cabo del tiempo.</i> • <i>Este sistema es bastante versátil ya que puede usarse en diferentes tipos de cabinas (pequeñas, grandes, con corrientes de aire cruzada, vertical y semivertical), así como con todo tipo de tecnologías de recubrimiento, incluyendo poliuretanos, epoxis y alquídicas. Sin embargo, no pueden usarse para pinturas con nitrocelulosa (la selección del filtro es muy importante en este caso y debe consultarse con una empresa especializada que considerará los tipos de pintura y las cantidades utilizadas). Existen, además, filtros de cartón hidrófugo que permiten su utilización con pinturas en base agua.</i> • <i>Desde el punto de vista de la seguridad, los filtros secos son potencialmente inflamables, por lo que las cabinas incorporan un sistema de aspersores.</i> • <i>Por lo general, las cabinas de filtro seco son adecuadas para operaciones de pintado de pequeño volumen, donde se precisa un número relativamente bajo de filtros. Sin embargo, a medida que el volumen de pintura aumenta, las sustituciones de los filtros deben realizarse más a menudo, aumentando los costos de mano de obra y materiales de forma significativa.</i> <p>2. Cabinas de pintado húmedas</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>En la separación por vía húmeda se extrae el pulverizado presente en el aire de la cabina en un lavador húmedo (por ejemplo, una cortina de agua o Venturi).</i> • <i>Para mejorar la reticulación, el desprendimiento y la extracción de las partículas de pintura, se añade una sustancia coagulante al agua.</i> • <i>Para que el agua de extracción pueda circular en circuito cerrado, es necesario separar/evacuar de la misma la pintura coagulada.</i> 	<p>El costo¹ de las cabinas de pintado es muy variable, en función del tipo de cabina, dimensiones y otros factores. A modo de valor indicativo, la inversión inicial requerida puede oscilar entre los \$15 millones de pesos para pequeñas empresas, y los 40 millones de pesos para empresas medianas o grandes. En cuanto a los costos de operación a modo de ejemplo, los filtros secos cuestan \$500.000, y siendo su durabilidad variable en función de la intensidad de uso.</p> <p>Esta MTD se aplica fundamentalmente como medida de higiene y salud laboral. Los beneficios económicos de su aplicación no son directos. Por tanto, esta guía no recoge estimaciones sobre valores de recuperación de la inversión.</p>

- Las cabinas de pintado con cortina de agua capturan el pulverizado sobrante usando una presión de aire positiva para forzar las partículas a pasar a través de la cascada de agua. Como resultado las partículas son capturadas en la cortina y las partículas sin curar se acumulan en la cámara del lavador de agua.
- Otro sistema de separación vía húmeda lo constituyen los lavadores Venturi. Estos sistemas se utilizan en cabinas de circulación de aire vertical, existiendo en el fondo un foso de agua en constante circulación.
- Con este tipo de cabina se puede conseguir una eficiencia de captura del material pulverizado del 95-98%. En algunos casos, la pintura se puede reutilizar.

3. Cabinas para pintura en polvo

- Estas cabinas poseen en el interior laterales suaves con pendientes, tolvas que se vacían en colectores y un sistema de aspiración que recoge el polvo suspendido en el aire, que normalmente se reutiliza.
- Existen dos clases principales de sistemas de recuperación: filtros y ciclones.
- El material recogido puede mezclarse con nuevo material.
- Las cabinas suelen ser de plástico o de acero inoxidable:
 - a) La cabina de plástico mejora la eficacia de transferencia mediante la imposibilidad de atraer el polvo cargado por los materiales plásticos e incluso realizando una repulsión de los mismos. Se utilizan también cuando se aplica una amplia gama de colores.
 - b) Las cabinas de acero inoxidable son ideales para trabajos de aplicación de un solo color, o como mucho unos pocos colores.
- La cabina y el equipo de extracción deben de estar diseñados para recoger gran cantidad de polvo. A elevadas concentraciones se genera peligro de explosión cuando la concentración de aire no es la apropiada y se produce una ignición accidental.
- Cuando las producciones son altas, generalmente se utilizan dos cabinas.
- Cuando se necesita cambiar de color, se desplaza una de las cabinas para su limpieza y la cabina secundaria sustituye a la anterior.

4. Cabinas de pulverización con placa fría

- Las placas frías se usan para reciclar la niebla de pulverización. Así, la niebla se deposita sobre una pared metálica fría, que al condensarse cae por gravedad hasta un sistema de recogida y es devuelta al proceso de aplicación.
- Esta técnica se utiliza para reciclar las pinturas y lacas al agua, aunque su implantación es mucho menor que las cabinas húmedas o de filtro seco, ya que no aportan ventajas adicionales, aparte del potencial de reciclaje de la pintura, que además en muchos casos no es viable para la empresa.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Facilita el control de las emisiones mediante la captación del pulverizado sobrante.</p> <p>Permite prevenir el riesgo de inhalación de partículas de pintura por parte de los operarios.</p> <p>Asegura el control de la calidad de los acabados, evitando que el pulverizado sobrante afecte la superficie de pintado.</p> <p>Ayuda a prevenir incendios, aislando la emanación de disolventes de posibles operaciones de riesgo en la planta (por ejemplo, soldaduras).</p> <p>Posibilita la reutilización de la pintura, como por ejemplo, en el caso de las cabinas de pintura en polvo.</p>	<p>Los costos de inversión y operación pueden ser elevados, en función del tipo y dimensiones de la cabina.</p> <p>No eliminan los COV (aunque se captan y se extraen al exterior de la planta).</p>	<p>Esta MTD es de aplicación en cualquier taller metalmeccánico que tenga una etapa de pintura dentro de su proceso productivo.</p>



Cabina de pintado seca. Fuente: IHOBE.



Cabina de pintado con cortina de agua. Fuente: IHOBE



Cabina para pintura en polvo con recuperación del pulverizado sobrante. Fuente: IHOBE

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Manejo de Emisiones en la Etapa de Pulido y Pintado en el Sector Metalmeccánico. ASCC

Tabla 45. MTD Sustitución de pinturas

Descripción		Costos
Pinturas de base acuosa <ul style="list-style-type: none"> Las pinturas al agua contienen, aparte de las resinas y de los pigmentos, agua como disolvente principal y sólo pequeñas cantidades de disolvente orgánico. Por ejemplo las típicas pinturas base al agua para el pintado en serie contienen hasta un 14% de disolvente orgánico. Las pinturas de base acuosa hace años que están disponibles en el mercado y son ampliamente utilizadas. En la actualidad existe un amplio rango de pinturas al agua que permiten obtener toda una variedad de colores y brillos y su gama de aplicaciones crece constantemente. Generalmente producen recubrimientos de buenas propiedades, pero de menor durabilidad y resistencia química que los poliuretanos y epoxis de dos componentes. No son inflamables, son menos tóxicas y dan lugar a una emisión de solventes considerablemente menor, pero requiere un mayor tiempo de secado y la superficie de la pieza debe estar muy limpia. Pinturas en polvo <ul style="list-style-type: none"> Otra opción para sustituir la pintura en base solvente es la utilización de pintura en polvo. Esta técnica se basa en la deposición sobre sustratos metálicos de un producto en polvo especialmente formulado, fundible bajo la acción de una fuente de calor. No se utilizan solventes, produce muy pocas o ninguna emisión de COV, y no se generan residuos por productos caducados. La productividad se ve incrementada porque el recubrimiento puede ser curado inmediatamente después de su aplicación, ya que el curado es termoactivado y su tiempo es corto. Las tecnologías de aplicación de las pinturas en polvo disponibles en la actualidad incluyen la aplicación electrostática, que se suele utilizar en el sector metalmeccánico; el método de lecho fluidificado y la aplicación de plasma. 		Pinturas de base acuosa <p>En caso de requerirse cambiar las líneas existentes de pintado automático los costos pueden ser elevados. La remodelación generalmente se lleva a cabo al final de la vida útil de la instalación existente.</p> <p>El costo del pintado por m² puede ser superior, aunque utilizando productos de bajo contenido en solventes con pistolas de pulverización de alto volumen y baja presión (HVLP), el costo total de los productos de pintura se reduce en aproximadamente un 7% respecto a la situación inicial.</p> <p>El costo de las pinturas de base acuosa puede ser ligeramente superior</p> Pinturas en polvo <p>En los casos en que la pintura se aplica manualmente, los costos de remodelación son inferiores pero todavía significativos, y dependerán de la fracción de equipos manual frente al automático. Aumenta los costos de operación, puesto que la temperatura de curado de las pinturas puede llegar a ser el doble con respecto a los procesos convencionales o en base agua, aumentando, por tanto el consumo de combustible.</p>
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Reduce las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y otros compuestos peligrosos. Reduce la toxicidad, mejorando la seguridad y salud laboral de los operarios. Facilita las tareas de limpieza de utensilios, equipos y envases. 	<p>Requiere que la superficie esté muy limpia precisando un mejor pretratamiento que las pinturas en base solvente.</p> <ul style="list-style-type: none"> Requiere mayores tiempos de secado o un aumento de la temperatura del horno. Requiere un buen control de la temperatura y humedad. Tiene problemas con la atomización ya que se reduce la 	Base agua: <ul style="list-style-type: none"> La superficie del sustrato debe estar limpia de cualquier resto de grasa o polvo para que el recubrimiento se adhiera bien y no presente defectos superficiales. Puede requerirse de equipos especiales para su aplicación con la finalidad de evitar la corrosión (por ejemplo, materiales de acero

eficacia de transferencia si no se utilizan técnicas avanzadas de aplicación.

- Los acabados pueden ser de menor calidad (peor brillo y resistencia al roce).

inoxidable). La temperatura ambiente debe estar entre 18 y 28 °C.

- La temp. de la superficie de las piezas no puede ser inferior a 15 °C.
- El procesamiento óptimo a humedad ambiental entre 55 y 75 °C.
- Las pinturas no deben ser almacenadas a menos de 0°C.

Pintura en polvo:

Requiere la instalación de un horno de secado (horno de polimerización) para que la pintura polimerice y adquiera su acabado final. El tipo de polvo y espesor del sustrato determinan la temperatura y tiempo de horneado.

- Requiere la renovación de toda la instalación, cabina, pistolas, quemador, etc.



Fuente: www.ceresita.cl

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Aplicación de Pinturas en el Sector Metalmeccánico. ASCC

Tabla 46. MTD Uso de técnicas de pulverización de alta eficiencia

Descripción	Costos
<p>Técnicas de alta eficiencia Pistolas HVLP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las pistolas de alto volumen y baja presión, más conocidas como HVLP, utilizan para atomizar el producto un gran caudal de aire a baja presión (0,7 bar) medida en boquilla. • La inferior presión de pulverización de las pistolas HVLP repercute positivamente en la eficacia de transferencia, alcanzando valores superiores al 65% (entre un 10 y un 20% superior al de las pistolas aerográficas convencionales). • Las pistolas de baja presión pueden alimentarse desde cualquier tipo de contenedor de pintura acoplado a la pistola, depósito o bomba de suministro de presión. El contenedor de pintura puede situarse encima o debajo de la pistola; en el caso de que el contenedor se coloque encima del nivel de la pistola, podrá utilizarse hasta que quede completamente vacío. <p>Aplicación electrostática</p> <p>La aplicación electrostática, que se puede aplicar con pintura líquida o en polvo, consiste en el uso del diferencial de cargas para causar la atracción de las partículas del producto pulverizado sobre el sustrato, cargado con diferente signo y con alta diferencia de potencial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la diferencia de cargas es suficiente, sobrepasan la pieza y toman la dirección contraria, recubriendo los bordes y reverso de la pieza ("efecto envolvente"), aumentando así la eficacia de transferencia hasta un 65%-95%. • En el caso de la aplicación electrostática de pintura en polvo, la eficacia puede aumentar hasta prácticamente el 100% si se recupera el pulverizado sobrante. • El pulverizado sobrante se define como la parte de recubrimiento aplicada que no llega a la pieza y que se deposita en los alrededores de ésta (superficie de la cabina de pintura, filtros, bastidores, 	<p>Considerando una empresa que utiliza 2.000 litros de pintura por año (suponiendo un costo de ésta de \$6.000/litro), los costos están asociados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las pistolas pulverizadoras de HVLP. El costo de dos pistolas (el precio de cada una oscila entre \$150.000 y \$250.000) incluyendo los costos de adaptación del compresor y los tubos de aire comprimido para los caudales más elevados se ha estimado en \$800.000. • La capacitación del personal. El costo de la formación inicial del personal (estimado en 1 o 2 jornadas) se sitúa alrededor de los \$150.000. • El plazo de amortización de la inversión es, frecuentemente, inferior a un año, en este caso concreto de 5 meses, siempre dependiendo de la cantidad de pintura aplicada y de las eficiencias reales conseguidas. El VAN asociado es de \$7.000.000.

etc.). Para su separación y recuperación se utilizan dos tipos básicos de sistemas: cabinas secas (poseen manta filtrante) y cabinas húmedas (poseen un lavador húmedo); un tercer tipo de cabina se utiliza exclusivamente en operaciones con pintura en polvo. La diferencia fundamental entre las dos primeras es que una cabina seca depende de un filtro de papel, fibra de vidrio o poliestireno para recoger el pulverizado sobrante, mientras que la cabina húmeda utiliza agua con aditivos químicos para recoger el pulverizado sobrante.

- Por otro lado, como la pintura en polvo es 100% sólidos, no contiene solventes y se puede utilizar directamente sin diluir. Sin embargo, es muy importante el pretratamiento de la pieza para asegurar que esté libre de impurezas y suciedad.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Disminuye el consumo de materias primas (pinturas y solventes). Reduce las emisiones COV, como consecuencia del menor consumo de pintura y solventes. En el caso de la pintura en polvo se eliminan estas emisiones. Mejora las condiciones de salud laboral de los trabajadores debido a la menor generación de nieblas de pintura. Aumenta la vida de los filtros de la cabina (por la menor pulverización de producto y la cantidad consumida). Alarga la frecuencia de mantenimiento de la cabina de pintura. Incrementa la vida de las mascarillas de uso personal y, en general, del equipo o ropas utilizadas por el pintor.</p>	<p>El sistema HVLP requiere adaptar los sistemas de presión y las conexiones entre mangueras y pistolas. Requiere una adaptación de las pinturas. Requiere una formación inicial del personal sobre la técnica de aplicación.</p>	<p>Para el correcto funcionamiento de las pistolas HVLP es imprescindible que se alcance una presión en la boquilla de la pistola de 0,7 bar o menor que ésta y garantizar que realmente se trabaje a dicha presión. Además, el sistema HVLP funciona gracias al aporte de un gran volumen de aire a mayor velocidad, que se consigue gracias a un estrechamiento en la sección de paso de aire.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El empleo de las pistolas HVLP requiere una adaptación a las pinturas (viscosidad, tipo de solventes) y a la técnica de aplicación. • En la aplicación electrostática es preciso adoptar las oportunas medidas de seguridad por el uso de equipos de alto voltaje, y asegurar previamente una adecuada limpieza de la pieza.



Pistola HVLP. Fuente: Elaboración propia

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Aplicación de Pinturas en el Sector Metalmecánico. ASCC

Tabla 47. MTD Sistemas de extracción de emisiones de soldadura con arco




Descripción	Costos
<p>Sistema de Extracción localizada</p> <p>La instalación de un sistema de extracción localizada por aspiración capta los vapores y gases de soldadura en su origen. No obstante, para asegurar su efectividad, deben considerarse dos principios básicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura;</i> • <i>Evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.</i> <p>En este tipo de sistemas de extracción, es posible encontrar una velocidad de arrastre suficiente para lograr una captación adecuada y que sea compatible con las exigencias de calidad de las operaciones de soldadura. A continuación se describen las principales formas de instalar sistemas de extracción localizada:</p> <p>1. Sistemas fijos.</p> <p><input type="checkbox"/> Cuando el puesto de soldadura es fijo, es decir, no es necesario que el soldador se desplace durante su trabajo, se puede conseguir una captación eficaz de los gases y humos de soldadura, mediante una mesa con aspiración descendente.</p> <p>Consiste en una mesa con una parrilla en la parte superior. El aire es aspirado hacia abajo a través de la parrilla hacia el conducto de evacuación. La velocidad del aire debe ser suficiente para que los vapores y los gases no contaminen el aire respirado. Las piezas no deben ser demasiado grandes para no cubrir completamente el ducto e impedir o dificultar el efecto de extracción.</p> <p>El caudal de aspiración recomendado para este tipo de mesa es de 2.000 m³ /h por metro de longitud de la mesa.</p> <p>La velocidad del aire en las rendijas debe ser como mínimo de 5 m/s. La eficacia disminuye mucho si la anchura de la mesa rebasa los 60 - 70 cm. La colocación de pantallas en los extremos de la mesa mejora la eficacia de extracción.</p> <p>2. Sistemas móviles.</p> <p>Cuando es preciso desplazarse durante el trabajo, por ejemplo al soldar piezas de gran tamaño, no es posible el empleo de mesas de soldadura, por lo que hay que recurrir al uso de pequeñas bocas de aspiración desplazables tales como:</p> <p>Campana móvil: es un sistema de aspiración mediante ductos flexibles. Hace circular el aire sobre la zona de soldadura a una velocidad de al menos 0,5 m/s. Es muy importante situar el ducto lo más cerca posible de la zona de trabajo.</p> <p>El caudal de aspiración necesario en este caso depende en gran medida de la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura. Debe tenerse en cuenta que la velocidad de la corriente de aire creada por una campana de aspiración en el punto de soldadura, disminuye rápidamente al aumentar la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura; por lo tanto, es importante que esta distancia no sea superior a la prevista en el cálculo del caudal, a fin de mantener la eficacia del sistema.</p> <p>3. Extracción incorporada en la pantalla de protección.</p> <p>Cuando la soldadura se efectúe en recintos cerrados de pequeñas dimensiones y sin ventilación, el soldador deberá estar equipado con un equipo autónomo o con suministro de aire desde el exterior que además cumplirá con la protección contra las radiaciones.</p> <p>Desde el punto de vista teórico, este sistema presenta la ventaja de que, por la misma índole de la operación, es forzoso que la pantalla (y por tanto la aspiración) se sitúe muy cerca del punto de soldadura, lo que contribuye notablemente a incrementar la eficacia de captación.</p> <p>Sistemas de impulsión localizada</p> <p>Existen, asimismo, otros sistemas denominados de impulsión localizada que se fundamentan en el intento de expulsar de su trayectoria ascensional a los humos recién emitidos, antes de su paso por la zona respiratoria del productor, o sea, en realidad se intenta crear una cortina de aire fresco entre el foco emisor (punto de soldadura) y el</p>	<p>Los costos para una empresa pequeña-mediana del sector metalmeccánico están asociados a la adquisición del sistema más recomendable para este tipo de empresas, un sistema de extracción móvil: \$ 1.200.000.(1)</p> <p><input type="checkbox"/> Los costos de operación corresponden al mantenimiento periódico del equipo.</p> <p><input type="checkbox"/> Esta MTD se aplica fundamentalmente como medida de higiene y salud laboral.</p> <p>Los beneficios económicos de su aplicación no son directos. Por tanto, esta guía no recoge estimaciones sobre valores de recuperación de la inversión.</p>

receptor (operario). Los humos vertidos a la atmósfera interna del local son posteriormente evacuados mediante un sistema de extracción general forzada:

□ Recinto acotado: consiste en una estructura con techo y dos lados que acotan el lugar donde

se ejecutan las operaciones de soldadura. El aire fresco llega constantemente al recinto. Este sistema hace circular el aire a una velocidad mínima de 0,5 m/s.

Sistema de extracción mediante ductos: los ductos de extracción constan de una entrada de gas inerte que circula por un tubo hacia la zona de soldadura y luego junto con los vapores y gases es conducido por un tubo de salida hacia la cámara de extracción y después al sistema de evacuación.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
Mejora de la seguridad laboral de los trabajadores implicados en las operaciones de soldadura.	Deben respetarse las normas de instalación y uso en cada caso a fin de maximizar su eficacia.	MTD aplicable a todos los talleres metalmecánicos donde se realicen operaciones de soldadura.
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Mesa con aspiración descendente (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Mesa con aspiración descendente (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España)</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Sistema de extracción mediante un recinto acotado (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España)</p> </div>		

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Aplicación de Soldaduras en el Sector Metalmecánico. ASCC

Tabla 48. MTD Soldadura con arco eléctrico MIG (Metal Inert Gas)

Descripción	Costos
<p>La soldadura con arco se basa en que si a dos conductores en contacto se les somete a una diferencia de potencial, se establece entre ambos una corriente. Si posteriormente se les separa, se provoca una chispa, cuyo efecto ioniza el gas o el aire que la rodea, creando entre ellos un arco eléctrico que transforma la energía eléctrica en energía luminosa y calorífica, la cual permite la operación de soldar, llegando a temperaturas del orden de 3.500°C.</p> <p>□ La soldadura con arco con electrodo revestido es la forma más frecuente. En ella el arco eléctrico se produce entre la pieza y un electrodo metálico recubierto. El recubrimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión.</p> <p>□ En la soldadura con arco MIG, en cambio, la protección del arco eléctrico se obtiene de un gas inerte suministrado de forma externa. Este tipo de soldadura reduce significativamente la producción de escorias, la necesidad de remover excesos de soldadura y la emisión de gases derivados de la combustión de los electrodos. Adicionalmente, al utilizar electrodos continuos en lugar de varillas, se reduce la pérdida de soldadura en forma de colillas de corta longitud y, por consiguiente, la emisión de residuos sólidos y se obtiene un acabado</p>	<p>Los costos para una empresa que realiza 100.000 m de soldadura anuales están asociados a la adquisición de un equipo soldadura MIG semiautomático con un costo aproximado de \$10.700.000 (1) (Las fuentes consultadas (Usos de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile y ESAB Welding & Cutting. MIG Handbook http://www.esabna.com/euweb/miq_handbook/592miq1_1.htm.) establecen estos valores para empresas de tamaño pequeño y medio).</p> <p>□ Si se supone una vida útil de 5 años para este equipo, el VAN es de \$3.889.667 (1) y el PRI es de 3,1 años.</p>

más uniforme de la soldadura y un incremento en la velocidad del proceso. Por estos motivos, la soldadura MIG ha experimentado una rápida evolución y actualmente es aplicable a la mayoría de los metales comercialmente interesantes como el acero (incluyendo el inoxidable), el aluminio, el cobre, entre otros. Esto permite la obtención de soldaduras de alta calidad, un menor impacto de las emisiones de gases y residuos generados y una mayor eficiencia de operación siempre que se realice una elección óptima del equipo, del alambre-electrodo, el gas de protección y de las condiciones de soldadura.

□ La elección del equipo se basa principalmente en si debe ser manual o automático. En cuanto a la selección de los tipos de alambre-electrodo y de los gases de protección existen normas, como las de la American Welding Society (<http://www.aws.org/w/a/>), para simplificar la selección

Una vez seleccionados el alambre-electrodo y el gas para la soldadura, deben seleccionarse las condiciones óptimas de operación. Los cuatro parámetros importantes son: la corriente de soldadura, la extensión del alambre-electrodo, la tensión de soldadura y la velocidad de desplazamiento del arco.

□ Independientemente del material a soldar, de los equipos de soldadura, del gas de protección del tipo de alambre-electrodo y de las condiciones de soldadura, existen algunas precauciones básicas que se deben tomar para evitar la porosidad en la soldadura y los defectos de fusión:

o El material a soldar debe estar limpio. Deben eliminarse todas las grasas, aceites y otros lubricantes. Para obtener la mejor calidad de soldadura, el óxido y otros recubrimientos de óxido deben eliminarse mecánica o químicamente. Esto es de extrema importancia cuando la soldadura es de aluminio.

o Por lo general debe evitarse las condiciones de soldadura que se traducen en una solidificación muy rápida del cordón de soldadura, como las velocidades de desplazamiento muy elevadas. El gas que normalmente se desprendería sin dificultad del metal de soldadura durante un enfriamiento lento puede quedar atrapado, causando la porosidad del material si este proceso se produce rápidamente.

o Debe mantenerse un adecuado flujo de gas de protección y proteger la zona de soldadura del viento y de corrientes de aire.

o Se recomienda mantener el alambre de soldadura centrado en el patrón del gas de protección. La curvatura del cable es generalmente responsable de que el alambre quede descentrado. Esto se puede corregir utilizando un dispositivo de enderezamiento en el alimentador de alambre.

o Deben evitarse las condiciones de soldadura que permiten que el metal de soldadura fundido pueda avanzar al frente del arco. Esta es la principal causa de defectos de falta de fusión, en particular, en la soldadura en descenso.

o En la soldadura de pasos múltiples, se deben moler hasta conseguir una superficie plana todos los cordones de soldadura puntiagudos y que muestren una adherencia deficiente.

o También se recomienda quitar las manchas pequeñas de óxido que se encuentran en el cordón de soldadura con una lima o destornillador si se debe realizar otra soldadura sobre éste.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Permite obtener depósitos de soldadura de calidad: se evita la porosidad en la soldadura y se reducen los defectos de fusión.</p> <p>□ Mejora la productividad del arco manual ya que se evitan los tiempos muertos para reponer el electrodo.</p> <p>□ La eficiencia en la deposición del metal de soldadura con arco MIG es del 90% en comparación</p>	<p>Incremento de costo inicial por cumplimiento de especificaciones en cuanto a la selección de los equipos de soldadura, tipos de alambre-electrodo y gas de protección adecuados a cada material a soldar.</p> <p>□ El requerimiento de aporte continuo de gas y electrodo eleva las posibilidades de fallo del equipo.</p>	<p>El proceso MIG puede ser empleado en la mayoría de los metales: aluminio, bronce, cobre, aceros de bajo carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidables, níquel, aceros al cromo, etc. Asimismo, es un sistema muy utilizado en espesores delgados y medios, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual.</p> <p>□ Para una óptima aplicación de la soldadura con arco MIG, debe</p>

con el 65% de la soldadura con arco manual.

- ☐ Las pérdidas por residuos (colillas), se reducen de 12% en el arco manual a aproximadamente un 2% en el arco MIG.
- ☐ Se eliminan las emisiones de gases tóxicos, producto de la fusión de las varillas o electrodos y de la combustión de su revestimiento, y en su lugar se producen emisiones de CO₂ y argón.
- ☐ Fácilmente automatizable y altamente flexible en cuanto a tipos de metal, espesores de soldadura y posiciones de soldadura.

seleccionarse los equipos, el alambre-electrodo, el gas para la soldadura y las condiciones de soldadura apropiadas.

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Aplicación de Soldaduras en el Sector Metalmecánico. ASCC

Tabla 49. MTD Diseño, manufactura y control de calidad asistido por computador (MTD emergente)

Descripción	Costos
<p>1. Diseño y fabricación asistido por computador (CAD/CAM).</p> <p><input type="checkbox"/> La combinación del diseño y la fabricación asistidos por computador en los sistemas CAD/CAM permite la transferencia de información desde la etapa de diseño a la etapa de planificación para la fabricación de un producto, sin necesidad de volver a capturar manualmente los datos geométricos de la pieza. La base de datos que se desarrolla durante el CAD (Diseño Asistido por Computador, en inglés Computer-Aided Design) es procesada por el CAM, para obtener los datos y las instrucciones necesarias para operar y controlar la maquinaria de producción, el equipo de manejo de material y las pruebas e inspecciones automatizadas para establecer la calidad del producto.</p> <p>Una función del sistema CAD/CAM importante en operaciones de mecanizado es la posibilidad de describir la trayectoria de la herramienta para diversas operaciones, como por ejemplo, torneado, fresado y taladrado con control numérico. Las instrucciones o programas se generan en computadora, y pueden modificar el programador para optimizar la trayectoria de las herramientas. El ingeniero o el técnico pueden entonces mostrar y comprobar visualmente si la trayectoria tiene posibles colisiones con prensas, soportes u otros objetos.</p> <p>En cualquier momento es posible modificar la trayectoria de la herramienta para tener en cuenta otras formas de piezas que se vayan a mecanizar. También, los sistemas CAD/CAM son capaces de codificar y clasificar las piezas que tengan formas semejantes en grupos, mediante codificación alfanumérica.</p> <p>Algunos ejemplos de CAM son: el fresado programado por control numérico, la realización de agujeros en circuitos automáticamente por un robot, y la soldadura automática de componentes SMD en una planta de montaje de equipos electrónicos.</p> <p>2. Control de Calidad Asistido por Computador (CAQC).</p> <p><input type="checkbox"/> En el Control de Calidad Asistido por Computador o CAQC (Computer Aided Quality Control) se comprueba que la pieza acabada cumpla con las exigencias predeterminadas con respecto a las dimensiones, los defectos estructurales del metal o la estructura superficial. En el caso particular de la laminación en caliente, el control de calidad asistido por computador se aplica en la producción en colada continua para reducir los defectos superficiales en el producto laminado y evitar así el desbarbado posterior. Un modelo computarizado observa y controla las condiciones de moldeo</p>	<p>Los costos asociados a la adquisición de un software tipo CAD/CAM se sitúan alrededor de los \$15.000.000(1) aunque pueden variar dependiendo de las prestaciones del software y el número de licencias requeridas. Las actividades de capacitación para su correcto uso se estiman en \$ 1.000.000(1).</p> <p><input type="checkbox"/> Si se supone una vida útil de 10 años del software, el VAN es de \$ 8.246.070 y el PRI de 4,8 años.</p>

basándose en diversas mediciones periféricas. Cada cambio en los parámetros operativos produce un nuevo preajuste de la máquina para un proceso de moldeo optimizado. Los cambios en las condiciones de moldeo que no pueden ser corregidos por el circuito de control y pueden producir defectos superficiales son detectados y visualizados por el sistema de modo que se conoce con certeza la localización de un posible defecto. Posteriormente puede realizarse el desbarbado selectivo (manual) de las zonas dañadas en lugar de descostrar automáticamente todo el planchón.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Mejora de la calidad en el producto terminado y reducción de la producción de piezas no conformes.</p> <p><input type="checkbox"/> Mayor rendimiento, se acortan los tiempos de producción.</p> <p><input type="checkbox"/> Reducción de las emisiones, consumos y residuos de operaciones posteriores, por ejemplo, el desbarbado después de la laminación.</p> <p><input type="checkbox"/> Elevada flexibilidad en cuanto a materia prima, diseños y dimensiones, operaciones, etc.</p>	<p>Se requiere un estudio previo de los distintos sistemas de software disponibles y sus prestaciones en función de los requerimientos de uso.</p> <p><input type="checkbox"/> Necesidad de programación previa.</p> <p><input type="checkbox"/> Requerimientos de capacitación del personal.</p> <p><input type="checkbox"/> Dificultad en la integración completa en la empresa.</p>	<p>MTD aplicable a empresas pequeñas-medianas del sector metalmecánico (ventas anuales netas de aproximadamente 100.000 UF). Existen requerimientos iniciales de inversión y capacitación del personal.</p>

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Dimensionado de Partes y Piezas del Sector Metalmecánico. ASCC

Tabla 50. MTD Galvanización

Descripción

La galvanización es uno de los métodos que se utilizan para mejorar la resistencia del acero a la corrosión (y de las aleaciones de hierro) mediante un pequeño recubrimiento sobre la superficie. Este tipo de solución es efectiva en un amplio rango de ambientes corrosivos. Se utiliza casi exclusivamente para describir la formación de un recubrimiento de cinc sobre piezas de acero o hierro, sumergiéndolas en un baño de cinc fundido, garantizando una protección a largo plazo, con necesidades muy reducidas de mantenimiento. las piezas que han de ser galvanizadas son sometidas a una serie de pretratamientos que por lo general consisten en:

```

graph TD
    Entrada[Entrada de materiales] --> Desengrase[DESENGRASE]
    Entrada --> Granallado[GRANALLADO]
    Desengrase --> Lavado1[LAVADO]
    Granallado --> Decapado[DECAPADO]
    Lavado1 --> Decapado
    Decapado --> Lavado2[LAVADO]
    Decapado --> Mordentado[MORDENTADO]
    Lavado2 --> Mordentado
    Mordentado --> Secado[SECAO]
    Secado --> Galvanizacion[GALVANIZACIÓN]
    Galvanizacion --> Centrifugado[CENTRIFUGADO]
    Centrifugado --> Enfriamiento[ENFRIAMIENTO]
    Enfriamiento --> Pieza[Pieza]
    CloruroZinc[Cloruro de Zinc] --> Mordentado
    CloruroAmonio[Cloruro de amonio] --> Mordentado
    Zinc[Zinc] --> Galvanizacion
    ClorhidricoSulfonico[Clorhidrico Sulfonico] --> Decapado
    
```

A partir de la situación general del sector y de los efectos medioambientales ya comentados, haremos referencia a las pautas a seguir, con objeto de paliar el impacto sobre el medio ambiente.

- La etapa de desengrase, no siempre necesaria, no representa un problema medioambiental grave para el sector, no obstante citamos a continuación unas posibles pautas de actuación:

Costos

En la tabla adjunta se muestran los costes unitarios, el nº de empresas susceptibles de aplicarlas y, finalmente, la inversión necesaria para la implantación de las técnicas seleccionadas por el sector como MTD's.

ETAPA	Problemática medioambiental	MTD's	Coste unitario	Nº empresas	INVERSIÓN
Mordentado	Baño agotado	Regeneración en continuo	9 MPts	20	180 MPts
Galvanización	Humos y polvos	Mampara captación y filtrado	22 MPts	28	616 MPts
				TOTAL	796 MPts

- Minimización del arrastre de aceites y grasas al baño de desengrase.
- Prolongación de la vida de los baños de desengrase.
- Valoración de los lodos y concentrados que contienen aceites y grasas.
 - De la etapa de decapado caben destacar las siguientes pautas de actuación:
 - El almacenamiento de las piezas previo al decapado debería evitar en la medida de lo posible la oxidación de las mismas, para minimizar el aporte de óxidos de hierro al baño y prolongar así la vida del mismo.
 - Es conveniente tener una cuba aparte para desgalvanizar piezas y utillaje siempre que sea posible. Esta práctica facilita la revalorización del baño gastado y además permite la posibilidad de utilizar el baño agotado de desgalvanización para la regeneración del baño de mordentado por su alto contenido en cloruro de cinc.
 - Optimización del escurrido de las piezas.
 - Tanto los lavados tras el desengrase como tras el decapado, si se dan, es conveniente que sean estancos. Además, esta agua puede ser utilizada para reponer los baños de desengrase y decapado respectivamente consiguiendo así cierto ahorro de agua en el proceso.
 - En la etapa de mordentado hay que destacar la posibilidad de regenerar el baño de mordentado agotado consiguiendo así evitar la generación de un residuo peligroso. Se ha constatado que aproximadamente el 50% de las empresas del sector afectadas por la Directiva cuentan con este sistema.
 - El secado previo de las piezas puede llevarse a cabo aprovechando el calor de salida de los gases de combustión del horno de galvanización. Otra posibilidad es que por sí solas se sequen al salir del baño de mordentado si éste es en caliente, pudiendo aprovecharse en este caso el calor residual de los gases de combustión para calentar el baño de mordentado.
 - Finalmente, en la etapa de galvanización propiamente dicha hay que destacar los siguientes puntos:
 - Es importante que las empresas cuenten con una mampara móvil que facilite la extracción de los humos generados durante la inmersión de las piezas, a la vez que facilita la recogida y reutilización de las salpicaduras de cinc.
 - Es también necesario un sistema de captación de dichos humos y un filtrado que recoja las partículas, que de otro modo saldrían a la atmósfera junto con el resto de gases. Aproximadamente un 30% de las empresas del sector afectadas por la Directiva cuentan con un sistema como el descrito

ETAPA	PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL	AFECCIÓN
DESENGRASE	C. ATMOSFÉRICA	Vapores
	C. RESIDUOS	Baños agotados, lodos de cubas
DECAPADO	C. ATMOSFÉRICA	Vapores ácidos
	C. RESIDUOS	Baños agotados, lodos de cubas
MORDENTADO	C. ATMOSFÉRICA	Vapores y humos de amonio
	C. RESIDUOS	Baños agotados, lodos de cubas
GALVANIZACIÓN	C. ATMOSFÉRICA	Gases (Cl ₂ , NH ₃), humos (NH ₄ Cl, ZnCl ₂) y polvo
	C. RESIDUOS	Matas, salpicaduras y cenizas de cinc

Fuente Guías Tecnológicas Directiva 96/61 relativa a la prevención y controles integrados de la contaminación. Sector de Galvanización. Ministerio de Industria y Energía, España

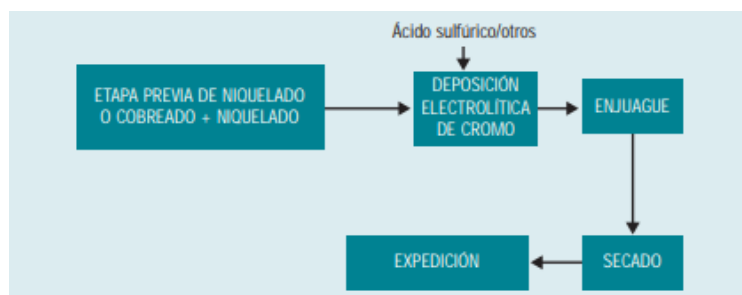
Tabla 51. MTD Cromado

Descripción

El cromado se emplea principalmente como recubrimiento final. Generalmente y con anterioridad, la pieza a tratar ha pasado por otro tipo de recubrimientos como el niquelado o cobreado que confieren a ésta un mayor efecto metálico y protección frente a agentes externos. Los cromados se caracterizan porque confieren a las piezas brillo, dureza y poder anticorrosivo. El principal problema es la presencia de cromo hexavalente, de alta toxicidad.

Cuando se aplica en bajos espesores en acabados decorativos y funcionales sobre depósitos de níquel, se denomina cromo decorativo. Cuando se aplica en grandes espesores se habla de cromo duro. En este caso, la pieza se recubre directamente con cromo y posteriormente se aplica un rectificado final de superficie.

El proceso de cromado también lleva asociado una serie de operaciones comunes a todos los recubrimientos descritos. A continuación se muestra un esquema general del cromado de una pieza.



Sustitución de sustancias Tóxicas

Sustitución de disolventes halogenados en la etapa de desengrase por otros disolventes o soluciones mixtas de compuestos solubles en agua (alcoholes, aminas) o insolubles (ésteres, éteres) menos perjudiciales. De esta forma se reducen las emisiones de COV's.

- Control operacional: uso de inhibidores de decapado, estudio de las concentraciones de los compuestos en el baño para ver cómo repercute la disminución de algunos compuestos tóxicos en la calidad final del producto.
- Minimizar la presencia de disolventes orgánicos en pinturas, para disminuir las emisiones de COV's.
- Sustitución del cromo hexavalente por cromo trivalente, menos perjudicial desde el punto de vista medioambiental.

Minimización de emisiones Atmosféricas

Pueden reducirse las emisiones de compuestos de cromo mediante cambios en el proceso y equipos de tratamiento de las emisiones como desvesiculadores.

TÉCNICAS EMERGENTES

Electro-Electrodialisis

Técnica que permite aumentar la vida de los baños de cromo.

ETAPA	Problema M.A.	MTD'S
Desengrase	Emisiones de COV's	Sustitución de disolventes halogenados.
	Baños agotados	Alargamiento de la vida de los baños mediante técnicas de microfiltración, ultrafiltración, desaceitadores e intercambio iónico.
Decapado	Baños agotados	Alargamiento de la vida de los baños mediante técnicas de ósmosis inversa, microfiltración y ultrafiltración.
Recubrimiento electrolítico	Cromo (VI)	Sustitución por cromo trivalente en el cromado.
	Consumo de Energía eléctrica	Medidas de control del baño.
Enjuagues	Baños agotados	Alargamiento de la vida de los baños mediante técnicas de intercambio iónico.
	Consumo de agua	Lavado estanco. Lavado en cascada. Lavado aspersión en cascada.
Proceso	Arrastres	Control de la solución (viscosidad y adición de humectantes). Buena colocación y orientación de las piezas. Velocidad de salida de las piezas y drenaje adecuado.

Fuente Guías Tecnológicas Directiva 96/61 Tratamiento electrolítico o químico de superficies (General). Ministerio de Industria y Energía, España

4.6.3 MTD VARIAS APLICACIONES CON EL OBJETO DE UN USO EFICIENTE RECURSO HÍDRICO Y REDUCCIÓN USO ALCANTARILLADO

Tabla 52. MTD: Sist. de tratamiento de aguas grises para su posterior utilización

Descripción		Costos
<p>Los sistemas de reutilización de aguas grises consisten en la recolección de las aguas procedentes principalmente de duchas, lavadoras, lavamanos y tinas para su posterior utilización como fuente de alimentación de las cisternas de los inodoros o limpieza de exteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> Estos sistemas requieren la conexión de los desagües de lavamanos, tinas, duchas y lavadoras a un depósito, donde se realizan dos tratamientos de depuración: <ul style="list-style-type: none"> Uno físico, mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas, los cuales tienen que ser de tamaño adecuado para retener aquellas partículas que suelen verse en los desagües. Otro tratamiento químico, mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático, que la deja en condiciones para ser reutilizada. <p>a) Desengrase y desarenado.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se realiza una etapa de prefiltrado automático, en la que se separan las partículas de mayor tamaño. En la primera cámara se realiza el desengrase y el desarenado por diferencia de densidad, separando por la parte superior los aceites y grasas y por la parte inferior las arenas y lodos. En esta etapa se realiza también una purga automática para eliminar las arenas y lodos. <p>b) Degradación biológica y decantación.</p> <ul style="list-style-type: none"> En esta segunda etapa se realiza una oxidación biológica, produciéndose una descomposición de la materia orgánica gracias a la aportación de aire y a la generación de microorganismos aerobios. <p>c) Almacenaje y desinfección.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se esteriliza el agua mediante un filtro de rayos UV que elimina bacterias, virus y protozoos (rendimiento del 99,9%). Esta etapa incluye también la entrada de agua potable, para mantener el nivel de agua en la cámara en caso de falta de entrada de agua tratada. Para su uso posterior en cisternas de inodoros se lleva a cabo la coloración y cloración del agua; si es para limpieza de exteriores sólo se clora. 		<p>En el caso considerado de un alojamiento turístico de 60 habitaciones con una ocupación media del 50%, y con un consumo de agua de 250 l/huésped al día, los costos están asociados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> Instalación de un sistema de tratamiento de aguas grises. El costo de un sistema diseñado para tratar un volumen de aguas grises de 1,66 m³ /día de las características especificadas a continuación es de \$7.900.000. Fabricado en polietileno de alta densidad (PEHD). El diámetro nominal de las bocas de entrada y salida es de 110 mm, compatible con la salida de la arqueta de desbaste, del mismo diámetro. Peso total de 70 kg. Volumen del decantador es de 100 l, el del separador, de 250 l. y el puesto bombeo de 350 l. Capacidad total de 700 l. Los costos de operación correspondientes al mantenimiento y el consumo energético se han estimado en \$15.786. No obstante, se obtienen beneficios económicos asociados a la reducción del consumo de agua. Se ha estimado una recuperación de la inversión en 5,1 años para un alojamiento turístico de estas características y un VAN de \$3.345.688
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Supone un ahorro de hasta el 30% del consumo de agua diario de un alojamiento turístico con su consecuente ahorro económico.</p> <ul style="list-style-type: none"> Permite una elevada independencia del suministro público facilitando la disponibilidad de agua dulce incluso ante restricciones en la red pública. Proporciona flexibilidad de adaptación de los volúmenes de agua a tratar en función de las necesidades de cada establecimiento. Minimiza el consumo energético ya que sólo se utiliza la energía imprescindible. El 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere un espacio suficiente que permita desarrollar el proceso de tratamiento del agua y que reúna las condiciones climáticas adecuadas. Requiere la instalación de una red de recolección separada de las aguas grises. La inversión inicial en instalaciones y en el sistema de tratamiento es importante. 	<p>El edificio debe disponer de dos sistemas de recogida de aguas independientes: por un lado el de las aguas grises, es decir, el de las aguas que proceden de los lavamanos, duchas y baños, y por otro lado el resto de los desagües .</p>

consumo energético específico es cercano a 1,0 kWh/m³

- No requiere una instalación compleja.
- Todo el tratamiento tiene lugar sin aditivos químicos ni otras sustancias biológicas.



Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico. ASCC

Tabla 53. MTD Reutilización de aguas grises para el riego de jardines, zonas verdes y para limpieza de zonas exteriores (MTD emergente)

Descripción	Costos
<p>Sistema filtro jardinera</p> <ul style="list-style-type: none"> • El filtro jardinera es un pequeño humedal artificial de flujo subterráneo sembrado con plantas acuáticas como carrizo o caña brava, papiro, junco, totora, achira u otros, que permite la reutilización de las aguas grises para el riego de árboles, jardines o plantas ornamentales. - Los filtros jardinera disponen en primer lugar de un sistema de retención para jabones y grasas denominado trampa de grasas. La trampa tiene dos funciones: retener las grasas, que forman una capa en la superficie del agua, y sedimentar los sólidos, que se asientan en el fondo. De esta forma, la trampa protege el filtro, pues evita que éste se tape. • Después, el agua pre-tratada se dirige hacia una jardinera impermeable que cuenta con tres secciones: dos rellenas con una grava gruesa (30-50mm de diámetro) y la parte principal con una grava de 20-30mm de diámetro, donde se siembran plantas de pantano. La función del material de relleno es atrapar los sólidos y proveer la superficie necesaria para que se forme una biomembrana (capa muy delgada de microorganismos, quienes se encargan de dar tratamiento al agua). • Por su parte, las plantas de pantano se nutren de los detergentes y a materia orgánica, evaporan el agua y así la purifican. • Durante el recorrido del agua, que dura de tres a cinco días, el agua residual entra en contacto con zonas aeróbicas (con presencia de oxígeno) y anaeróbicas (sin presencia de oxígeno), ubicadas las primeras alrededor de las raíces de las plantas (los rizomas fijan los metales), y las segundas en las áreas lejanas a las raíces. Durante su paso a través de las diferentes zonas del lecho filtrante, el agua residual es depurada por la acción de microorganismos que se adhieren a la superficie del lecho y por otros procesos físicos tales como la filtración y la sedimentación. • Para el buen funcionamiento de este sistema, es necesario limpiar la trampa de grasas una vez al mes, utilizar preferentemente jabones biodegradables y no abusar de productos químicos (por ejemplo, el cloro). Cada 5 o 10 años el material filtrante saturado debe reemplazarse con material nuevo ya que el filtro se obstruye con la acumulación de sólidos; el momento indicado es cuando se observa que el agua desborda por la parte superior del filtro en vez de fluir por el tubo de salida. • En función de las necesidades del establecimiento existen diferentes 	<p>En el caso considerado de un servicio de alojamiento turístico de 60 habitaciones con una ocupación media del 50%, y con un consumo de agua de 250 l/huésped al día, los costos están asociados a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalación de una trampa de grasas. El costo de una trampa de grasas con un volumen de trabajo de 0,40 m³ de 1,25 m de largo y 0,76 m de diámetro es de \$316.900. • La construcción de del filtro jardinera o humedal artificial de las siguientes dimensiones (10 m de largo, 5 m de ancho, 0,5 m de profundidad y un borde libre de 0,5 m) con un costo de \$1.114.100. <p>En este costo se han considerado las siguientes partidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza y desbroce del terreno, con medios manuales y carga manual sobre camión o contenedor. - Membrana de densidad superficial 1,8 kg/m² y grueso 1 mm, de una lámina de EPDM. - Suministro y plantación de macrófitas emergentes y macrófitas flotantes. - Grava de granulometría 20/40 mm (densidad 1,6 Tn/m³) - Grava de granulometría 10/20, lavada (densidad 1,4 Tn/m³) • Los costos de operación correspondientes al mantenimiento se han estimado en \$11.250.

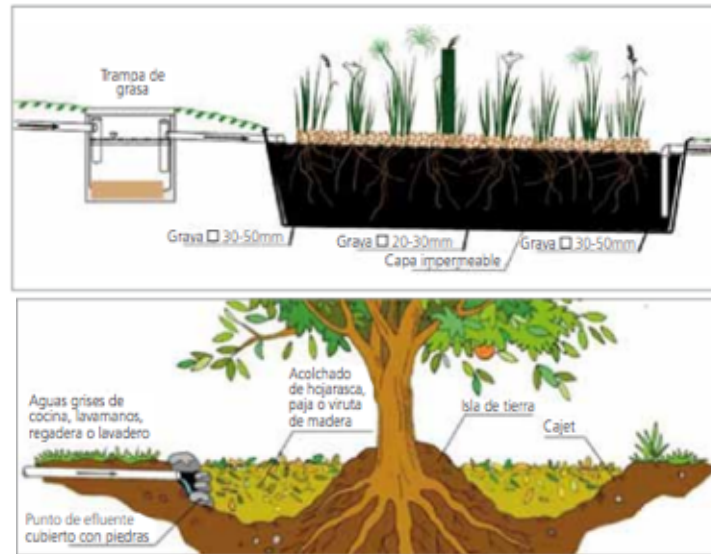
diseños y filtros:

2. Sistema filtro de acolchado

- El sistema de "acolchado" consiste en dirigir el agua gris hacia zanjales rellenos de un acolchado, que rodean árboles o en donde se siembran plantas.
- El acolchado es un material de troncos y corteza triturado de un tamaño relativamente uniforme, pudiéndose utilizar otros tipos de materiales como paja u hojas secas.
- El acolchado se degrada naturalmente por un proceso de compostaje aumentando así la riqueza del suelo, mientras que proporciona un medio adecuado para la proliferación de los microorganismos responsables del tratamiento de las aguas grises.
- Además, contribuye a retener la humedad del suelo (reduciendo significativamente la evaporación), distribuye de manera uniforme el agua (mediante capilaridad), permite una aeración adecuada del suelo al contar con muchos espacios libres, y evita la proliferación de malas hierbas.
- El concepto clave en este tipo de sistemas es separar sucesivamente el flujo principal para que sólo una porción de éste llegue a cada árbol o planta. De esta forma, las plantas sólo reciben la cantidad de agua que necesitan.
- El agua puede llegar a un contenedor perforado, ubicado dentro de la cama de acolchado, para que de ahí se disperse de manera uniforme a través de los espacios libres.

- No obstante, se obtienen beneficios económicos asociados a la reducción del consumo de agua. Se ha estimado una recuperación de la inversión en menos de 1 año para un servicio de aloja

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Posibilita la reutilización de hasta un 70% de las aguas grises (en consonancia con lo establecido en la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras Menores de Riego y Drenaje en Chile y su Reglamento) para su utilización en el riego del jardín.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permite el mantenimiento de mayores áreas verdes, tanto en verano como en invierno, ahorrando gran parte del agua utilizada para su conservación. • No requiere elementos complejos de diseño ni componentes especiales para su construcción. • Permite su adaptación a cualquier forma y disposición de terreno facilitando su completa integración con el paisaje ya que no aparenta ser una planta de tratamiento convencional ni provoca olores ofensivos. • Minimiza la utilización de energía ya que se usa sólo para el bombeo del agua para el riego. • No requiere productos químicos especiales o cualquier otro cuidado más allá que el que se da en un jardín común. 	<p>Necesita la aplicación de un mantenimiento permanente consistente en limpiar la trampa de grasas una vez al mes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es un sistema sólo aplicable cuando el alojamiento turístico o instalación dispone de jardines. • Requiere de espacio suficiente para su instalación y puesta en funcionamiento. • Precisa verificar constantemente el crecimiento saludable de las plantas, malos olores, agua sobre la superficie, inundaciones, limpieza, buen mantenimiento, seguridad, etc. 	<p>Se puede aplicar en cualquier instalación que disponga de jardín con árboles o plantas ornamentales.</p>



Fuente: www.saran-t.org

Fuente: *Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico. ASCC*

Tabla 54. MTD Reutilización de agua dentro de la empresa

Descripción		Costos
<p>La reutilización de agua se entiende como el tratamiento de aguas residuales con fines específicos, la utilización para regadíos, relleno de inodoros o procesos industriales.</p> <p>Mediante dos grandes mecanismos se puede implementar la reutilización del recurso hídrico. El primero corresponde a reciclar el agua utilizada en procesos productivos, esto se lleva a cabo mediante asesorías de profesionales y tecnologías diseñadas específicamente para cada función. Un ejemplo de esto es la reutilización de los recursos hídricos empleados para refrigeración en este mismo proceso.</p> <p>El segundo método de reciclaje de recursos hídricos es de aplicación más transversal y de instalación más sencilla. Se refiere al reciclaje de aguas grises, que corresponden a aquellas aguas de origen no cloacal que son destinadas al drenaje, como lavamanos, lavadoras o duchas. El reciclaje de aguas grises requiere de un proceso de purificación para convertirla en agua reutilizable, sin embargo no la deja en calidad de potable.</p> <p>El sistema de reutilización de aguas grises corresponde a la conexión entre el desagüe de duchas y lavamanos a un estanque de fibra de vidrio ubicado en el mismo emplazamiento de la empresa, donde se realizan tratamientos de depuración física y química. Las aguas purificadas son destinadas, mediante el uso de bombas de bajo consumo, a lugares que no requieren aguas de alta calidad, como lo son los estanques de llenado de los inodoros.</p> <p>Se estima que este tipo de reciclaje puede generar ahorros diarios de hasta 50 litros por persona.</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Ahorros y otros beneficios derivados del tratamiento de una menor cantidad de aguas residuales Ahorro en consumo de agua 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de implementación del sistema de reutilización de aguas Costos de asesoría profesional en caso de utilizar el agua dentro del proceso Contar con espacio suficiente para instalación del sistema 	Todas las empresas que deseen reutilizar agua dentro de su empresa.
Fuente: <i>Guía para el Manejo de Aguas de Procesos y de Servicios. Consejo Nacional de Producción Limpia</i>		

Tabla 55. MTD Uso de cubiertas de protección para sistemas de alcantarillado

Descripción		Costos
<p>Se refiere a protección de las zonas donde se vierten las corrientes líquidas al alcantarillado utilizando una rejilla o techumbre que cumple la función del bloquear el paso de elementos que obstruyan las cañerías y ensucien el agua, como hojas o basura. En general, se tienen tres tipos: cubiertas sólidas, malla o pantalla de cubierta y filtros de canal. También se pueden utilizar cubiertas reutilizables para sellar temporalmente las ranuras de los desagües en caso de un derrame para prevenir que los líquidos contaminantes entren en un alcantarillado. Se fabrican de material duro, flexible, no absorbente que le da una resistencia a la rotura además de ser muy duradero. Se adhiere bien en corrientes de agua y en zonas inundadas. Son resistentes a los hidrocarburos, al agua y a la mayoría de productos químicos. Se puede lavar con una solución de agua y jabón para ser reutilizado posteriormente.</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Evitar desechar residuos a la alcantarilla o alrededores. • Minimiza la contaminación de las aguas vertidas al alcantarillado. • Son adaptables a distintas situaciones. • Su implementación es de corto plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No posee desventajas directas. • Su implementación requiere consideraciones puntuales para cada tipo de descarga, en cuanto a la incompatibilidad del material frente al vertido. 	Aplicable a todo taller.

Fuente: Guía Mejores Técnicas Disponibles Eficacia del recurso hídrico. Universidad de Chile.

4.6.4 MTD RILES

Tabla 56. MTD Gestión de RILes dentro de la empresa

Descripción	Costos
<p>Gestionar de la mejor manera los RILes generados por las empresas significa su identificación y caracterización, minimización, medición y monitoreo de parámetros contaminantes, tratamiento cuando sea necesario y descarga final al cuerpo receptor cuando no puedan seguir reduciéndolos.</p> <p>Una buena gestión de RILes significa disminuir su volumen y la concentración de sus contaminantes, a través estrategias, como por ejemplo, prevenir su generación revisando el proceso productivo, disminuir el consumo de agua utilizado, reutilizando corrientes residuales para aprovechar al máximo el agua y los aditivos que contiene, y segregando las corrientes residuales, es decir, gestionando en forma independiente los residuos que tienen características diferentes.</p> <p>Algunas medidas o recomendaciones que cada instalación puede implementar para mejorar la eficiencia del recurso hídrico en los servicios del personal, a fin de reducir sus costos operativos y mejorar su desempeño ambiental.</p> <p>1. Reducir el caudal de las llaves</p> <p>Normalmente, las llaves tradicionales instaladas en baños y lavaderos llegan a consumir hasta 15 L/minuto, es decir casi tres veces más agua que una llave</p>	<p>El costo de un aireador varía generalmente entre \$1.000 y \$3.000, dependiendo del modelo y de la marca.</p> <p>El costo de dichas eficientes varía generalmente de \$10.000 a \$25.000 para duchas de mano, y de \$5.000 a \$15.000 para duchas de pared.</p> <p>Las válvulas de cierre automático de urinarios tienen un costo que varía generalmente entre \$20.000 y \$40.000.</p>

eficiente, con el objetivo de reducir su consumo de agua, la instalación debe idealmente limitar a 4 L/minuto el caudal de las llaves de los lavamanos, y a 6 L/minuto el caudal de las llaves de los lavaderos.

- Instalación de aireadores eficientes (Es generalmente posible encontrar en el mercado aireadores que están calibrados para generar un caudal nominal de 2, 4, 6, 8 o 9 L/minuto)

- Restrictores de flujo (son pequeños discos perforados hechos de acero inoxidable, cobre o plástico, que se insertan en las cañerías de alimentación de agua para reducir el caudal generado por las llaves. El diámetro del orificio del restrictor varía generalmente entre 1,5 y 2,0 mm según la presión mantenida en el sistema de distribución de agua y el caudal deseado para la llave sobre la cual se instalará)

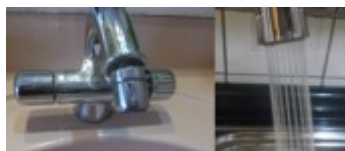
2. Reducir caudales de Duchas

Los dispositivos tradicionales consumen entre 10 y 12 L/minuto, mientras que las duchas eficientes consumen entre 5 y 8 L/minuto, esto se logra reemplazando duchas de alto caudal por duchas eficientes. Se puede agregar además reguladores de flujo

3. Válvulas de cierre automático en los urinarios

Los urinarios normalmente cuentan con válvulas de cierre manual, las cuales quedan frecuentemente abiertas y desperdician cantidades considerables de agua.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar volumen y características de los RILes • Ahorro en tratamiento de RILes • Ahorro en consumo de agua limpia • Optimización de procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de monitoreos y caracterización de RILes • Costos de implementación de nuevas tecnologías 	La aplicación de esta técnica aplica a todas aquellas empresas que tienen generación de RILes y quieren reducir su volumen y carga de contaminantes.



Aireadores flujo fino



Restrictores de Flujo



Duchas eficientes

Fuente: Guía para el Manejo de Aguas de Procesos y de Servicios. Consejo Nacional de Producción Limpia

4.6.5 MTD RUIDO

Tabla 57. MTD: Encapsulamiento y apantallamiento de las fuentes de ruido

Descripción	Costos
<p>1. Encapsulamiento de la fuente de ruido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consiste en encapsular o aislar totalmente la fuente de ruido. • Los encapsulamientos o cierres se suelen diseñar mediante paneles acústicos fabricados con estructuras de acero y rellenos aislantes. • Con la construcción de estas estructuras, la energía sonora se mantiene dentro del encierro o cápsula, por reflexión en sus paredes, evitando la exposición de los trabajadores y reduciendo el ruido externo. Al mismo tiempo, revistiéndolo internamente con materiales absorbentes, se evita que esas ondas reflejadas aumenten el nivel total de ruido dentro de la cabina. • Cuando por razones técnicas de funcionamiento no es posible encerrar la fuente ruidosa, se puede recurrir a la construcción de cabinas para el personal, las cuales pueden ser implementadas para operar las máquinas ruidosas o para descansar en los momentos en que el proceso de producción lo permita. Mediante esta opción se evita la exposición al ruido de los trabajadores pero no se reduce el ruido hacia el exterior. 	<p>El costo de los diferentes sistemas de encapsulamiento y apantallamiento depende de los equipos y zonas a aislar, así como del material del panel acústico. El costo de un panel aislante modular para su utilización en la construcción de cabinas y barreras de las características constructivas especificadas, oscila entre \$110.000 y los \$221.000 por m². Algunas características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exterior : chapa lisa prelacada de 1 mm. - Absorbente : lana de roca de 70 kg/m³.

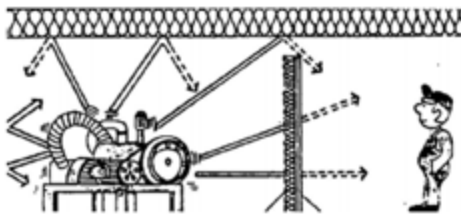
- En ambos casos (encapsulamiento de máquinas o cabinas para el personal), se debe tener en cuenta las aberturas para el control visual, acceso y pasaje de materiales, sistemas de ventilación o acondicionamiento de aire. En estos casos deben preverse puertas con cierre hermético, ventanas con doble o triple vidrio, entradas y salidas de aire con trampas de sonido, etc. Todos estos componentes deben brindar un grado de atenuación acústica del mismo orden que el resto de los cerramientos de la cabina.

2. **Apantallamiento de la fuente de ruido** Cuando no es posible aislar total o parcialmente la fuente sonora se pueden aplicar pantallas acústicas como barreras que interceptan el camino de propagación de la onda sonora directa entre los equipos ruidosos y los operarios, produciendo atenuación por difracción. Las pantallas pueden ser fijas o móviles, y se construyen con materiales que presentan un adecuado aislamiento sonoro, tales como chapas metálicas, vidrio o metacrilatos. En algunos casos, se colocan materiales absorbentes en alguna de sus caras, de modo que se combinan las propiedades aislantes del material de elevada masa superficial con las propiedades absorbentes del material poroso, que es el que evita la reflexión de las ondas.

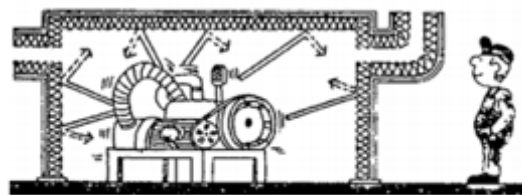
Las cortinas aislantes son pantallas móviles formadas por paneles modulares de vinilo, o una combinación de vinilo y fibra de vidrio acolchado, diseñadas para contener el ruido o actuar como una barrera móvil para separar las áreas más ruidosas. Se sujetan a través de una pista o rieles que permite abrir las cortinas para acceder a diferentes puntos del recinto aislado. Las cortinas se pueden disponer como un cerramiento completo o parcial, de forma que resulta más flexible y económico que los encapsulamientos rígidos. Los sistemas de cortinas aislantes pueden reducir el ruido hasta en unos 12-15 dBA. También se recomienda el uso de puertas insonorizadas o cortinas de goma doble para evitar la propagación.

- Interior : chapa multiperforada prelacada de 0,8mm.
- Resistencia a la corrosión salina: según ASTM D 2247 con 100% humedad relativa y 38°C: 1500 horas.
- Peso: 21 kg/m².
- Resistencia al fuego: M1 según norma UNE 23727-90, según certificado nº 20013159 de LGAI.
- Formato: Panel de 2000, 2500, 3000 y 4000 mm.
- Presentación: prelacado en color gris claro.
- Perfilaría: realizada en chapa lisa galvanizada y prelacada de 1,2 mm., conformada para su ensamble con los paneles y con longitud máxima de 3000 mm. Espesor especial de 2,5mm para barreras e instalaciones especiales. El costo de un panel absorbente multiperforado fabricado en chapa galvanizada y prelacada con perforaciones de diámetros diferentes a de las características constructivas especificadas, es de \$28.500.

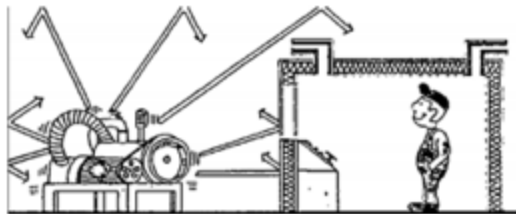
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Reduce la exposición al ruido por parte de los trabajadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la propagación del ruido entre áreas de la misma planta y hacia el exterior. • Es fácilmente adaptable a los diferentes equipos y áreas de trabajo. • Reduce los costos potenciales asociados a denuncias, enfermedades profesionales o incumplimiento normativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden dificultar el acceso a la máquina para las operaciones de mantenimiento. • Los encapsulamientos rígidos requieren sistemas de ventilación. 	<ul style="list-style-type: none"> • El encapsulamiento es fácilmente aplicable a máquinas ya instaladas. • El uso de pantallas es una alternativa para aquellos casos en los que no sea posible aislar total o parcialmente la fuente sonora. • En el diseño de ambos casos se debe tener en cuenta sus propiedades acústicas (absorción y aislamiento adecuados), sus dimensiones y su ubicación respecto a la fuente y al receptor.



Fuente: Comisión de Investigaciones Científicas de Argentina (www.cic.gba.gov.ar)



Fuente: Comisión de Investigaciones Científicas de Argentina (www.cic.gba.gov.ar)



Fuente: Comisión de Investigaciones Científicas de Argentina (www.cic.gba.gov.ar)

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Control del Ruido en el Sector Metalmeccánico. ASCC

Tabla 58. MTD Amortiguación de equipos y partes vibrantes

Descripción	Costos
<p>1. Mantenimiento preventiva</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si bien la maquinaria nueva ya se diseña teniendo en cuenta la reducción de la emisión de ruido y vibraciones, es importante realizar una mantención preventiva de la misma, mediante un ajuste adecuado de sus componentes, las velocidades de rotación y la rigidez de las herramientas. • De la misma forma se puede disminuir el nivel de ruido en una máquina haciendo ajustes en sus piezas o utilizando algunos de los siguientes métodos mecánicos: <ul style="list-style-type: none"> - Impedir o disminuir el choque entre piezas de la máquina. - Disminuir suavemente la velocidad entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás. - Sustituir piezas de metal como elementos de transmisión (engranajes, cadenas, etc.) o elementos de pivotaje y rodadura (cojinetes, rodamientos, etc.) por piezas de plástico más silenciosas (cuando sea posible). - Aislar las piezas de la máquina que sean particularmente ruidosas. <p>Colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambiar el tipo de bomba de los sistemas hidráulicos. - Colocar ventiladores más silenciosos o poner silenciadores en los ductos de los sistemas de ventilación. - Poner silenciadores o amortiguadores en los motores eléctricos. - Poner silenciadores en las tomas de los compresores de aire. • También son eficaces para disminuir los niveles de ruido el mantenimiento y la lubricación periódica, así como la sustitución de las piezas gastadas o defectuosas. • Al mismo tiempo se puede reducir el ruido causado durante la manipulación de los materiales con medidas como las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Disminuir la altura de la caída de los objetos que se recogen en cubos o tachos y cajas. - Aumentar la rigidez de los recipientes contra los que chocan objetos o dotarlos de amortiguadores. - Utilizar caucho blando o plástico para los impactos fuertes. - Disminuir la velocidad de las correas o bandas transportadoras. - Utilizar transportadoras de correa en lugar de las de rodillo. <p>2. Montaje adecuado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los equipos de trabajo en metalse deben ubicar aislados del suelo. Esto se logra interponiendo un sistema elástico entre la fuente emisora y la estructura. • Para atenuar el ruido y las vibraciones, las superficies de montaje deben acoplarse a poca distancia, de modo que el soporte de la maquinaria o herramienta se encuentre asegurado y totalmente soportado alrededor de su circunferencia. • Cuando se fijan las piezas metálicas, es importante que las fijaciones y tornillos de los soportes no entren en contacto directo con la pieza, lo cual se puede lograr mediante una ranura transversal en un lado de la pieza o barra a ajustar. <p>Sistemas anti-vibratorios</p> <p>En los equipos vibrantes como bombas, ventiladores, torres de enfriamiento, etc., se pueden instalar diferentes sistemas antivibratorios mediante soportes elásticos, amortiguadores de muelle o de caucho, para los cuales existe una gran variedad de dispositivos en el mercado, que varían en función del punto de apoyo, la carga a soportar, etc. La siguiente tabla ofrece una muestra representativa de las características y campo de aplicación de algunos sistemas anti-vibratorios</p> <p>La absorción de las vibraciones que se obtiene a través de estos sistemas mejora no solo la transmisión de vibraciones a la estructura sino también el rendimiento de la maquina logrando reducir, a su vez, las necesidades de mantención. Estos equipos logran atenuaciones superiores al 80%</p>	<p>El costo de los sistemas de aislamiento y amortiguación varía significativamente en función del dispositivo, carga a soportar, etc. A continuación se muestran unos precios orientativos. En cada caso, el costo final deberá consultarse al proveedor especializado.</p> <p>El costo de los soportes elásticos puede oscilar entre los \$4.500 - \$40.000.</p> <p>El costo de los amortiguadores de muelle se sitúa entre los \$14.000 - \$200.000.</p>

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la exposición laboral al ruido y a las vibraciones. • Permite su adaptación a cualquier equipo debido a la amplia variedad de sistemas existentes. • Mejora las condiciones de operatividad de las máquinas. • Reduce las necesidades de mantenimiento de las máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere un trabajo inicial para adecuar la fijación y asilamiento de las máquinas y partes vibrantes. 	El mantenimiento preventivo y ajuste de las fijaciones es aplicable a cualquier equipo que sea fuente de vibraciones, particularmente aquellos que incluyen dispositivos con velocidades elevadas de rotación.
 <p><i>Bancada antivibratoria de metal de doble pletina y muelle. Fuente: Elaboración propia</i></p>		
Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el Control del Ruido en el Sector Metalmecánico. ASCC		

Tabla 59. MTD Medidas de control del ruido

Descripción	Costos
<p>El ruido es la sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable. En el medio ambiente, se define como todo lo molesto para el oído o, más exactamente, como todo sonido no deseado. Se debe reducir el impacto acústico mediante la creación de obstáculos a la propagación de las ondas sonoras, bien diseñados y con una correcta gestión de los mismos, que eviten la afectación al entorno. Una de las medidas para controlar el ruido es la colocación de barreras acústicas, las cuales se pueden construir con materiales absorbentes de sonido para lograr la máxima protección posible. Para ser efectivo, el diseño de las barreras deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La longitud de la barrera debe ser mayor que su altura. • La fuente de ruido no debe ser visible. • La barrera deberá situarse tan cerca como sea posible de la fuente de ruido o el receptor. • Su geometría dependerá de la sombra acústica que sea capaz de generar. • Sería recomendable la presencia de material absorbente en la cara que enfrenta la fuente de ruido. <p>El rendimiento esperado para una barrera no superará los 15 a 20 decibeles de reducción, cuando tenga la altura adecuada y se utilicen materiales con gran capacidad de aislamiento. Otra de las medidas utilizadas es apantallamiento o encierros, el cual consiste en encapsular o aislar totalmente la fuente de ruido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son muy eficientes para aplicar en fuentes estacionarias tales como bombas, compresores u otros. • Los encapsulamientos o cierres se suelen diseñar mediante paneles acústicos fabricados con estructuras de acero y rellenos aislantes. • Los apantallamientos mantiene la energía sonora dentro del encierro o cápsula, por reflexión en sus paredes. Al mismo tiempo, revistiéndolo internamente con materiales absorbentes, se evita que 	<p>Panel absorbente multiperforado: Panel fabricado en chapa galvanizada y prelacada con perforaciones de diámetros diferentes de 0,5 mm, de 300 x 3.000 mm y espesor de 50 mm. Absorbente interior de lana de roca de 40 Kg/m³ con acabado en velo negro, \$28.500/unidad.</p> <p>Paneles absorbentes: Paneles de 1220 x 2720 mm. Espesor: 25 mm. Material absorbente acústico decorativo compuesto de fibra de poliéster acabado con tejido para revestimiento de paramentos verticales, \$88.100 /unidad.</p> <p>Panel aislante modular: Panel de chapa lisa prelacada de 1 mm de 2000, 2500, 3000 y 4000 mm con interior chapa multiperforada prelacada de 0,8mm. Material absorbente acústico lana de roca de 70 kg/m³ con presentación en Panel aislante modular prelacado de color gris claro. La perfilera es en chapa lisa galvanizada y prelacada de 1,2 mm., conformada para su ensamblaje</p>

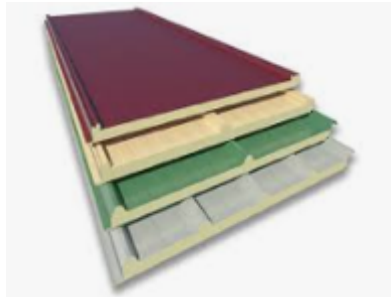
esas ondas reflejadas aumenten el nivel total de ruido dentro del encierro.

- Un encierro bien diseñado puede proporcionar un aislamiento acústico mayor al de una barrera.
- Se debe tener en cuenta la atenuación de las entradas y salidas de ventilación de los encierros ya que de lo contrario, las fugas de ruido generadas disminuirán considerablemente la eficacia del encierro.
- En el caso de compresores de aire, se aplican cabinas de membranas con dos o tres capas de asfalto, fáciles de transportar.

El uso de reductores de ruidos, como amortiguadores y silenciadores también son utilizados para disminuir el ruido y consiste en utilizar equipos con reductores de ruido incorporados o adaptar los existentes para disminuir la emisión de ruido mediante sistemas de aislamiento acústico en máquinas. Estos equipos permiten atenuar el paso del aire para la refrigeración del motor sin dejar pasar el ruido, escapes silenciosos y otros.

con los paneles y con longitud máxima de 3000 mm. Espesor especial de 2,5 mm para barreras e instalaciones especiales, \$220.000 /m2

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la exposición laboral al ruido por parte de los trabajadores y la propagación del ruido exterior. • Mejorar la calidad en el área de trabajo • Cumplir con la normativa de Ruido (DS 38/11) • Es fácilmente adaptable a los diferentes equipos y áreas de trabajo. <p>Evita sanciones por denuncias de la comunidad vecina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de implementación de sistemas anti-ruidos. • Pueden dificultar el acceso a la máquina para las operaciones de su mantenimiento. <p>Los encierros requieren sistemas de ventilación adecuada.</p>	<p>Toda empresa que tenga maquinarias, equipos, procesos donde generen ruidos que se mantienen en el tiempo, que se producen por algunas de las causas descritas anteriormente.</p>



Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Gestión y Control del Ruido en el Sector de la Construcción. Consejo Nacional de Producción Limpia.

Tabla 60. MTD Identificación, reducción y control del ruido

Descripción	Costos
<p>Entregar buenas condiciones ambientales a los trabajadores de una empresa existen menos probabilidades de ausentismo, accidentes y bajo rendimiento. El ruido puede ser un problema en muchos lugares de trabajo, obras de construcción, fábricas, pero también en oficinas. Independientemente del lugar de trabajo, hay tres medidas fundamentales que permiten evitar que los trabajadores sufran daños:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar los riesgos • Sobre la base de esta evaluación, adoptar medidas para prevenir o controlar los riesgos • Realizar seguimientos periódicos y revisar la eficacia de las medidas adoptadas <p>La evaluación de riesgos busca determinar por ejemplo, si el trabajador al estar expuesto a ruidos intensos puede perder la audición, existen sustancias peligrosas que puedan aumentar el riesgo de sufrir daños auditivos, dificulta el</p>	

ruido de determinadas tareas la comunicación, aumentando el riesgo de accidente.

Esta técnica apunta a identificar y cuantificar, las fuentes de ruidos intensos, evaluar las medidas que se han implementado y mejorarlas, identificar potenciales nuevas medidas para mitigar el ruido.

Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar fuentes de emisión • Cuantificar magnitud de ruidos • Establecer si disminuye el ruido con medidas implementadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de cuantificación de ruidos, monitoreo de medidas implementadas 	Todas las empresas donde sus trabajadores estén expuestos a ruidos intensos.



Fuente: Mejores Técnicas Residuos Disponibles en el Tratamiento de Residuos, Diario Oficial de la Unión Europea

4.6.6 MTD SUSTANCIAS PELIGROSAS

Tabla 61. MTD Rack anti-caídas

Descripción		Costos
Consiste en la implementación de sistemas anticaídas ante la eventualidad de un sismo, para disminuir la probabilidad de accidentes con daños a personas, evitar pérdida de materiales y de tiempo productivo.		Por ahora la técnica no se presenta como factible desde un punto de vista económico, en un futuro cercano podría serlo, por lo que se incluye para consideración futura.
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la probabilidad de accidentes con daños a las personas, evita perdidas de materiales (materias primas, insumos, productos), evita pérdidas de tiempo productivo y no requiere de capacitación para su uso 	<ul style="list-style-type: none"> • alto costo de implementación 	Aplicable en todo tipo de bodegas que almacenen sustancia peligrosas



Fuente: Guía MTD de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas en la Industria Química, 201

Tabla 62. MTD Contención de fugas (sistemas de contención secundarios)

Descripción		Costos
<p>El objetivo primordial es evitar que pérdidas de sustancias peligrosas almacenadas, ya sea debido a fugas, derrames (sobrellenados, caídas de recipientes) o roturas de recipientes, lleguen a fuentes de agua naturales y suelos produciendo una contaminación ambiental</p> <p>Las distancias mínimas requeridas entre tanques, recipientes y demás instalaciones de la planta industrial pueden ser reducidas en algunos casos, si existen en el área formas de contención o contenedores secundarios de fugas y derrames, así como medios para su conducción hacia zonas seguras para su disposición final o tratamiento.</p> <p>las fugas o derrames gastos importantes por el producto perdido, es por ello que los medios de contención ayuden también para recuperar el producto derramado y permitir su tratamiento.</p> <p>Los sistemas de contención de fugas deben contar con sistemas de detección de fugas con el objetivo de detectar las fugas o derrame lo mas tempranamente posible y así tomar medidas, estos sistemas pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensores de conductividad térmica - Sensores de resistividad eléctrica - Detectores de vapores - Inspección visual diaria 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> - Ahorro económico al no perder materias primas o productos - Evita accidentes por exposición a sustancias peligrosas, explosivas, corrivas, entre otras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos de implementación de sistemas de detección de fugas - Costos de implementación de sistemas de contención secundarios - Se necesita área para implementarlos 	<p>Estas técnicas aplican a todas aquellas empresas que dentro de sus materias primas o de sus productos se encuentren productos químicos. Los sistemas de contención secundarios pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terrenos con pendientes - Muros de contención perimetrales - Bandejas - Cámara subterránea - Tanques de doble pared - Accesorios complementarios



Tabla 63. MTD Disminución emisiones en almacenamiento de combustible

Descripción		Costos
<p>Los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos durante las actividades de almacenamiento de las terminales de productos de crudo y petróleo pueden ser significativos en términos tanto ambientales como económicos. Las emisiones de COV pueden resultar de las pérdidas por evaporación durante el almacenamiento (conocidas normalmente como “pérdidas por respiración, de almacenamiento o instantáneas”), durante actividades operativas como el llenado, la retirada, la mezcla de aditivos y la carga/descarga en los eslabones de transporte (conocidas como “pérdidas durante la operación”), y debido a fugas en las juntas, bridas y otras clases de conexiones de los equipos (conocidas como “pérdidas fugitivas”). Otras emisiones pueden proceder de las unidades de combustión de vapor y de recuperación de vapor. Las recomendaciones para prevenir y controlar la emisión de COV procedentes de las pérdidas por almacenamiento y pérdidas durante la operación aplicables a la mayoría de los tanques de almacenamiento de combustible a granel, así como a los sistemas de tuberías y bombeo por encima del nivel del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener una presión estable en los tanques y el espacio de vapor • Instalar controles secundarios de emisiones cuando las emisiones de vapor puedan contribuir o causar niveles de calidad del aire ambiente que excedan la normativa sanitaria vigente • Emplear sistemas de devolución y abastecimiento de gasolina, mangueras de recuperación de vapor y camiones • Establecer un procedimiento para supervisar periódicamente las emisiones fugitivas procedentes de conductos, válvulas, juntas, tanques y otros componentes de infraestructura dotados de equipos de detección de vapor y mantener o reemplazar dichos componentes cuando sea necesario. 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Evitar perdidas de combustible • Evitar emisiones a la atmosfera • Cumplir con normativa chilena 		Empresas que cuenten con estanques de almacenamiento de combustible
Fuente: Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las terminales de productos de crudo y petróleo. IFC.		

4.6.7 MTD RESIDUOS

Tabla 64. MTD Manejo de residuos solidos

Descripción		Costos
<p>Gestionar los residuos sólidos, reduciendo, reciclando y reutilizar tanto los relacionados con las materias primas que se abastece la industria, como en los productos que genera.</p> <p>La reducción de los residuos sólidos, debe ser un acuerdo en conjunto entre el proveedor y la empresa, de tal forma de llegar a un acuerdo de envoltorio de las materias primas, reutilizando los envases, entregando al proveedor los mismos recipientes.</p> <p>Los residuos son catalogados como inocuos, y generalmente se pueden clasificar como reciclables y no reciclables. Los no reciclables son asimilados como basura domiciliaria y dispuestos en contenedores especialmente diseñados para ello. Cuando se trate de residuos inocuos (orgánicos e inorgánicos) provenientes de actividades experimentales, éstos deben ser dispuestos en bolsas adecuadas y selladas. Los residuos reciclables se deben separar en origen según:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vidrio • Plástico • Papel • Cartón • Metal • Baterías • Orgánicos alimenticios <p>La separación facilita el reuso y el reciclaje según sea el caso. Los contenedores deben estar debidamente rotulados e identificados para no mezclar los residuos y dificultar las operaciones de recuperación. No se requieren condiciones especiales para su almacenamiento, con la única condición de que este material no se encuentra contaminado con residuos químicos u otro tipo de residuo peligroso. El material cortopunzante debe estar debidamente protegido para que no sea un peligro potencial para el manipulador final de los residuos</p> <p>Para una buena gestión en el manejo de residuos sólidos se debe al menos realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquirir o arrendar contenedores • Ubicar y señalar correctamente los contenedores • Establecer un programa de mantenimiento y limpieza <p>Establecer frecuencia de retiro y disposición por parte de empresas autorizadas dependiendo el tipo de residuo</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un Plan de Gestión Integral del Manejo de Residuos Sólidos • Ahorro en la disposición de Residuos Sólidos • Cumplir con la normativa de REP 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio dentro de las instalaciones de la empresa para instalar áreas de acopio 	<p>La aplicación de esta técnica aplica a todas aquellas empresas que tienen generación de Residuos Sólidos</p>



Fuente: Guía Mejores Técnicas Disponibles para la prevención y minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres. Consejo Nacional de Producción Limpia.

Tabla 65. MTD Elaboración e implementación de Un programa de Manejo responsable de envases Usados (peligrosos y no peligrosos).

Descripción		Costos
<p>La técnica que se presenta corresponde a la elaboración e implementación de un programa de manejo responsable de todos los envases usados peligrosos y no peligrosos que considere alguna(s) de las opciones indicadas a continuación:</p> <p>Opción 1: Reutilización del envase, previa limpieza dentro de la misma empresa.</p> <p>Esta etapa busca reducir los volúmenes de residuos sólidos industriales peligrosos y no peligrosos a través de la recuperación y posterior reutilización de los envases contenedores de productos químicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Lavado: a) Lavado con agua a presión (la cual puede ser realizada mediante hidrolavadoras para lograr un lavado más eficiente y menor consumo de agua). Esto se aplica a todos los envases que hayan contenido sustancias compatibles con agua. b) Aplicación de limpieza con vapor (se debe contar con suministro de vapor a través de una caldera). c) Enjuague con solución ácida o básica para neutralizar pH si el envase contenía una sustancia básica o ácida respectivamente.</i> <i>Reutilización: Una vez que se han realizado las acciones de lavado de envases, y éstos han sido dispuestos en la zona post lavado, están en condiciones de ser reutilizados (nuevamente llenados) con sustancias que sean compatibles con las originales. Para el caso de los envases que contuvieron sustancias no peligrosas se recomienda reutilizar (volver a llenar) solo con sustancias no peligrosas, con el fin de evitar el aumento de envases usados peligrosos.</i> <p>Opción 2: Envío del envase a sitio de reciclaje o eliminación autorizados. En el caso de no poder ser reutilizado. En cualquier caso, debe ser considerado un plan de capacitación para el personal en materia de manejo adecuado de los envases.</p>		<p>Se considera:</p> <p>Inversión: \$132.000 (procedimiento)</p> <p>Egresos anuales: \$552.800 (aumento consumo de agua y capacitaciones anuales)</p> <p>Ingresos anuales: \$636.000 (Disminución de residuos, disminución de compras de envases)</p>
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> No requiere la modificación de procesos. Disminuye la cantidad de residuos generados, por reutilización envases. Disminuye costo de disposición, por minimización de envases. Disminuye costos asociados a disposición. Disminuye el riesgo de accidentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Se deben modificar instalaciones para la zona de lavado. En función del volumen de envases que se traten, se podría requerir permisos ambientales y/o sanitarios adicionales Generación de residuos líquidos del lavado de los envases, que deben ser adecuadamente 	<p>La aplicación de esta técnica aplica a todas aquellas empresas que tienen generación de Residuos Sólidos</p>

<ul style="list-style-type: none"> Contribuye a mejorar la imagen de la empresa. 	<i>tratados y dispuestos según la normativa vigente.</i>	
<i>Fuente: Guía de Manejo Eficiente de Envases Usados en la Cadena Productiva de la Industria Manufacturera en General. Consejo Nacional de Producción Limpia.</i>		

Tabla 66. MTD Minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres.

Descripción	Costos
<p>En los laboratorios se utilizan una considerable cantidad de productos y reactivos y se efectúan diversas prácticas que llevan a la generación de residuos que en la mayoría de los casos son peligrosos para la salud y el medio ambiente. Generalmente, el volumen de residuos que se generan en los laboratorios es pequeño al compararlo con el proveniente del resto de la empresa. Sin embargo, su composición y peligrosidad variable es uno de los principales problemas de este tipo de residuos. Una adecuada gestión de estos incluyen su control, tratamiento y disposición, siendo estos pasos imprescindibles en la organización de todo laboratorio.</p> <p>Un sistema de gestión contempla una serie de políticas y acciones que derivan en la reducción de la emisión de residuos al interior del establecimiento y determina además la responsabilidad sobre la aplicación de éstos protocolos. El sistema de gestión debe considerar protocolos para la minimización de residuos, tratamiento in situ de los residuos generados, recogida selectiva de los residuos que no se pueden tratar, segregación en el almacenamiento de sustancias y para el monitoreo y control en la generación, manipulación y disposición de residuos.</p> <p>Los enfoques a implementar en un sistema de gestión de residuos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Reducir: Es la forma más efectiva de minimizar los residuos. Esto implica el uso de reactivos menos peligrosos, tratamiento de los residuos antes de su disposición.</i> <i>Reciclar: Involucra la recolección y reprocesamiento de los residuos para transformarlos en nuevos productos. Sólo parte de los residuos pueden ser reciclados, siendo fundamental la segregación en origen. Los residuos deben tener un alto contenido del material de interés para que el proceso sea eficaz.</i> <i>Reusar: Consiste en el uso directo del material sin transformar (o ligeramente transformado) para un uso similar o alternativo.</i> <i>Recuperar: Involucra la obtención de energía desde los residuos. Por ejemplo, los solventes y el aceite pueden ser utilizados como combustibles.</i> <p>Cada política o protocolo asociado al sistema de gestión debe estar orientado a la realidad y a las necesidades específicas de la empresa, laboratorio o taller. El desarrollo de estos documentos se encuentra enmarcado dentro del cumplimiento de las normativas y regulaciones nacionales e institucionales.</p> <p>Como buenas practicas asociadas a la implementación de un sistema de gestión son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Se debe realizar la inducción correspondiente a los usuarios a fin de que conozcan el Sistema de gestión integral de residuos de su lugar de trabajo.</i> <i>De manera anual – bianual, se debe realizar una revisión de los protocolos establecidos y contrastarlos con las técnicas y tecnologías nuevas del mercado.</i> 	<p>Los costos asociados a esta técnica es el pago al encargado de la realización del documento, con un valor de asesoramiento entre 1,0 a 1,5 UF/h. Se considera que el levantamiento de información, análisis de resultados y redacción del informe considera alrededor de 96 a 100h de trabajo.</p> <p>El costo de capacitación se considera como la hora-hombre del taller de capacitación y del costo del relator.</p>


Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Se disminuye el nivel de residuos a disponer y contaminantes a emitir en la instalación. Facilita el reciclaje de materiales por parte de terceros, disminuyendo la emisión de residuos al ambiente. Disminuye los riesgos de accidentes laborales por malas prácticas. Promueve la seguridad y salud de los usuarios. Permite la entrega de información de manera centralizada, estandarizada e inequívoca sobre cómo proceder en cada una de los recintos asociados a una instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere de la capacitación del personal. Requiere de revisión para su mejora continua. 	La aplicación de esta técnica aplica a todas aquellas empresas que tienen laboratorios en sus instalaciones.



Fuente: Guía Mejores Técnicas Disponibles para la prevención y minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres. Consejo Nacional de Producción Limpia.

Tabla 67. MTD Uso de Equipos más eficientes para la extracción

Descripción	Costos
<p>El uso de equipos más eficientes, se puede mencionar la sustitución de un equipo Soxhlet por un equipo ASE (Accelerated Solvent Extraction) en la recuperación de compuestos por extracción. ASE es una técnica de extracción desde matrices sólidas y semisólidas usando solventes comunes a elevadas presiones (1.500 – 2.000 psi) y temperatura (50 – 200°C), entregando resultados en minutos, en vez de las horas que toma una extracción tradicional con equipos Soxhlet o sonicadores. Además, este equipo disminuye en un 90% el uso de solventes y a 1/3 el costo de procesamiento por muestra.</p> <p>El aumento de temperatura y presión mejora los coeficientes de difusión y la transferencia de masa, así como la capacidad del solvente de solubilizar los compuestos de interés. Disminuye la viscosidad y mejora la penetración del solvente en la matriz. Por otra parte, la engorrosa preparación de las muestras puede ser automatizada, donde la limpieza de las muestras se pueden llevar a cabo en mejor tiempo y en un paso único. A continuación se presenta una comparación entre distintas técnicas de extracción.</p> <p>Como buenas practicas asociadas se identifican:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se recomienda seguir las indicaciones del proveedor para la limpieza y mantenimiento del equipo. 	<p>Como ejemplo de cálculo, se considera la compra de un ASE como sustitución de un equipo Soxhlet tradicional.</p> <p>Periodo de inversión: 5 años Tasa de interés: 10% Inversión inicial: \$ 4.000.000 Costos operación: \$ 480.000 (considerando una disminución de 10 veces en el uso de reactivos y de 1/3 en los costos de procesamiento)</p> <p>Costos de mantención: \$120.000 (mantención y operación como el 15% del costo del equipo) Ahorro anual neto: \$ 2.100.000 Resultados PRI: 2 año - TIR: 44% - VAN: \$3.960.652</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda utilizar los solventes y reactivos de calidad adecuada para aumentar la vida útil del equipo. • Los solventes agotados y otros residuos deben ser manipulados y dispuestos de acuerdo a los protocolos definidos para la minimización de su impacto. 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Se disminuye el nivel de residuos a Reducción de disponer y contaminantes a emitir para emisiones 3 un mismo proceso de extracción. • Las extracciones desde material (1 a 100 g) se puede realizar en minutos. • Promueve el ahorro en solventes. • Amplio rango de aplicaciones. • Puede manejar matrices ácidas y alcalinas. • Automatiza hasta 24 muestras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es una técnica más compleja pero menos selectiva. • Requiere mayores temperaturas de operación por lo que aumenta el peligro potencial de volatilización de compuestos. • El equipo posee un alto costo. 	La aplicación de esta técnica aplica a todas aquellas empresas que tienen laboratorios en sus instalaciones.
 <p>Fuente: Guía Mejores Técnicas Disponibles para la prevención y minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres. Consejo Nacional de Producción Limpia.</p>		

4.6.8 MTD CIERRE O TRASLADOS DE EMPRESAS

Tabla 68. MTD Desmantelamiento de estanques de almacenamiento de combustibles en tierra (petróleo, gas licuado, entre otros)

Descripción	Costos
Las empresas por sus diferentes operaciones y procesos, cuentan generalmente con estanques de almacenamiento de combustibles, ya sea para alimentar equipos, refrigerar y/o calentar procesos, entre otros; al momento de el cierre o traslado de la empresa, deben retirar los estanques y cerciorarse que no han contaminado los suelos. Esta técnica entrega diferentes metodologías para asegurar el correcto desmantelamiento de estanques de combustibles.	En actualización
Ventajas	Desventajas
Aplicación	

<ul style="list-style-type: none"> • Evitar explosiones mediante métodos de inertización hidrofóbica y con espuma de nitrógeno la purga del gas de nitrógeno, el relleno con agua, nieve carbónica, combustión de gas y la limpieza-desgasificación 	<ul style="list-style-type: none"> • El combustible residual que se eliminará de los estanques debe ser manejado como residuo peligroso. Costo de implementación de sistemas anti ruidos 	<p>Se aplica a todo estanque de almacenamiento de combustible que será desmantelado debido al traslado de la empresa de lugar. Los métodos recomendados para el cierre de las instalaciones incluyen la limpieza y retirada de los contenidos, la inertización y el relleno con arena y lodos de cemento, espumas de neutralización hidrofóbicas o cemento celular.</p>
<p><i>Fuente: Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para las terminales de productos de crudo y petróleo. IFC.</i></p>		

Tabla 69. MTD Buenas prácticas relacionadas al cierre/traslado de una empresa.

Descripción		Costos
<p>La empresa debe cerrar su operaciones en un lugar específico, ya sea por traslado o por cierre debe hacerse cargo de entregar el terreno donde se realizaban sus actividades, como fue recibido, es decir, debe asegurarse de no dejar ningún tipo de contaminación en el área; debe incorporar esta variable como un elemento más dentro del negocio. Las empresas deberán monitorear, suelo, agua y aire con el objetivo de asegurar que no hay contaminación alguna y si es que la hubiera debe tomar medidas reparatorias a corto, mediano y largo plazo con el objetivo de asegurar de dejar el terreno en las mejores condiciones posibles.</p> <p>Por otra parte la MTD tiene como objetivo impedir que se generen empresas abandonadas.</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar fuentes de emisión • Cuantificar magnitud de ruidos • Establecer si disminuye el ruido con medidas implementadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de cuantificación de ruidos, monitoreo de medidas implementadas 	<p>Aplica a toda empresa que se retire del lugar donde realiza sus actividades productivas, ya sea por traslado del lugar o cierre de la empresa.</p>

Tabla 70. MTD Reinserción laboral. Empresas en etapa de cierre

Descripción		Costos
<p>Cada vez que una empresa toma la decisión de cerrar o trasladarse, parte del personal queda sin trabajo, es por ello que esta técnica buscar dar los lineamientos para que la empresa, capacite al trabajar en áreas diferentes o específicas con la idea de insertarlos laboralmente en el mismo sector.</p>		En actualización
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Contar con personas con competencia diferentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de capacitar a los trabajadores 	<p>Toda aquella empresa que debe trasladarse o cerrar</p>

4.6.9 MTD PARA CONTROL DE GASES Y OLORES

Tabla 71. MTD Uso de detectores colorimétricos para el monitoreo de la contaminación aérea

Descripción		Costos
<p>Se refiere a la monitorización de la carga contaminante en las zonas de trabajo mediante detectores colorimétricos. El cerrado deficiente de los contenedores que almacenen reactivos y/o residuos genera fugas, en especial de vapores, que provocan molestias y potenciales peligros a la salud de los usuarios. Estos tubos se utilizan, p.ej., para la determinación de picos de concentración, la medición de exposición personal en la zona de trabajo, la determinación de fugas, así como para el análisis de aire en alcantarillas, pozos, tanques u otros espacios reducidos.</p> <p>También son indicados para la medición de gases peligrosos en infinidad de aplicaciones industriales, así como para la medición de la calidad del aire.</p> <p>Permiten la medición in situ de vapores y gases en un rango de más de 500 compuestos. Los tubos colorimétricos son tubos de vidrio con ambos extremos cerrados. Los tubos colorimétricos incorporan escalas limitadas y la precisión es alrededor de un 10% a 25% de la escala completa de lectura del tubo.</p>		<p>Los detectores colorimétricos son de bajo costo y portátiles, (aprox. \$2.500 - \$5.600 por tubo) pero su uso puede estar asociado a bombas (< \$250.000) u otros equipos electrónicos de detección más sofisticados (\$2.500.000 - \$5.000.000). El costo global del sistema de monitorización va a depender del número de sustancias que se necesite controlar y su frecuencia.</p>
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<p>Su uso es sencillo con una lectura directa y precisa.</p> <p>Los resultados se pueden obtener de manera rápida.</p> <p>La escala de calibración se imprime para cada lote de reactivo por lo que no se requiere de gráficas que disminuyen la precisión.</p>	<p>Los detectores colorimétricos están diseñados para compuestos específicos. Sin embargo, pueden tener interferencias con compuestos de estructura similar a la molécula de interés.</p>	<p>Aplicable a todo laboratorio y taller afín.</p>
<p>Fuente: Guía Mejores Técnicas Disponibles para Prácticas Sustentables en Laboratorios y Talleres en las Instituciones de Educación Superior. ASCC</p>		

Tabla 72. MTD Captación de gases residuales

Descripción		Costos
<p>1. Facilitar la recuperación de los compuestos y la reducción de emisiones a la atmósfera, la MTD consiste en confinar las fuentes de emisión y en tratar las emisiones, en la medida de lo posible. El sistema de confinamiento asegura una captación para una posterior reducción de olores.</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Alta eficiencia 	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo Requiere espacio 	<p>Puede verse limitada por cuestiones relativas a la operatividad (acceso a los equipos), la seguridad (evitar concentraciones próximas al límite inferior de inflamabilidad) y la salud (cuando el operador tiene que acceder al recinto).</p>



Fuente: Comisión Europea

Descripción		Costos
2. Para reducir las emisiones al aire, la MTD consiste en utilizar una estrategia integrada de gestión y tratamiento de gases residuales que incluya técnicas de tratamiento de gases residuales integradas en el proceso. La estrategia integrada de gestión y tratamiento de gases residuales se basa en el inventario de flujos de gases residuales, dando prioridad a las técnicas integradas en el proceso.		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Enfoque integrado 	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo 	Aplicable con carácter general.



Fuente: Comisión Europea

Tabla 73. MTD Combustión de antorcha

Descripción		Costos
<p>1. Para evitar las emisiones al aire de las antorchas, la MTD consiste en utilizar la combustión en antorcha solo por motivos de solo por motivos de seguridad o en condiciones operativas no rutinarias (por ejemplo, puesta en marcha o parada), mediante una o varias de las técnicas descritas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>El diseño debe prever un sistema de recuperación de gases con capacidad suficiente y la utilización de válvulas de seguridad de alta integridad.</i> • <i>Ajustar el balance del sistema de gas combustible y de utilizar un control avanzado del proceso.</i> 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
•	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo • No permite recuperar los gases • <i>Emisiones</i> 	En general, aplicable a las nuevas plantas. Los sistemas de recuperación de gases pueden añadirse posteriormente a las plantas existentes.
<div>   </div> <p>Fuente: Comisión Europea</p>		
Descripción		Costos
<p>2. Para reducir las emisiones atmosféricas de las antorchas cuando su uso sea inevitable, la MTD consiste en utilizar las técnicas descritas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Diseño correcto de los dispositivos de combustión de antorcha: optimización de la altura, la presión la ayuda mediante vapor, aire o gas, el tipo de boquillas de quemador (cerradas o protegidas), etc., con objeto de permitir un funcionamiento fiable y sin humos y garantizar la combustión eficiente del excedente de gas.</i> • <i>Control y registro de datos en el marco de la gestión de las antorchas: Control continuo del gas enviado a la antorcha con mediciones del flujo</i> 		

<p>de gas y cálculo de otros parámetros como, por ejemplo, composición contenido calorífico, velocidad, caudal del gas de purga, emisiones contaminantes. El registro del uso de antorchas incluye normalmente datos sobre la composición y la cantidad estimadas/medidas de los gases de antorcha y la duración de la operación. El registro permite cuantificar las emisiones y eventualmente evitar futuros casos de uso de antorchas.</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> Bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicabilidad limitada en plantas existentes. Emisiones. 	<p>En general, aplicable a las nuevas antorchas. En las plantas existentes, la aplicabilidad puede verse limitada en función, por ejemplo, de la disponibilidad de tiempo durante la parada de mantenimiento de la planta.</p>
<div style="text-align: center;">  <p>Fuente: Comisión Europea</p> </div>		

Tabla 74. Emisiones difusas de COV: Técnicas relacionadas con el diseño de la planta

Descripción	Costos
<p>Para evitar, o cuando no sea posible reducir las emisiones difusas de COV a la atmosfera, la MTD consiste en utilizar varias de las técnicas descritas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Limitar el número de fuentes de emisión potenciales: Mediante un diagnóstico de las fuentes de emisión se verifican las principales. Maximizar las características de confinamiento inherentes al proceso: De forma preliminar a la puesta en marcha de un proyecto se debe tener presente la encapsulación de la mayor cantidad de fuentes. Seleccionar equipos de alta integridad: La selección de equipos eficientes asegurará la confiabilidad del proceso. 	

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Facilitar actividades de mantenimiento garantizado a equipos: La mantención de los equipos asegura una vida útil mayor evitando fallas que pudiesen generar fugas.</i> 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque transversal de la problemática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificil aplicación en plantas existentes por limitaciones de la operación. 	La aplicabilidad puede verse limitada en el caso plantas existentes debido a los requisitos de operatividad.
 <p style="text-align: center;">Fuente: Comisión Europea</p>		

Tabla 75. MTD Emisiones difusas de COV: Técnicas relacionadas con la construcción, montaje y puesta en servicio de la planta/equipos

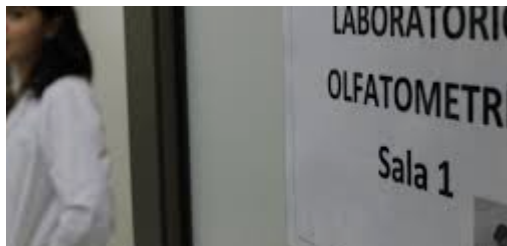
Descripción		Costos
<p>Para evitar, o cuando no sea posible reducir las emisiones difusas de COV a la atmosfera, la MTD consiste en utilizar varias de las técnicas descritas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Garantizar procedimientos exhaustivos y bien definidos para la construcción y el montaje de la planta/equipos: Con el fin de evitar fallas, se deben verificar las instalaciones, de forma especial las uniones embridadas.</i> • <i>Garantizar procedimientos robustos de puesta en servicio y traspaso de planta/equipos en consonancia con los requisitos de diseño: La instalación debe asegurar las condiciones de diseño iniciales consideradas en la construcción de la planta.</i> 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
		Aplicable con carácter general.
 <p style="text-align: center;">Fuente: Comisión Europea</p>		

Tabla 76. MTD Emisiones difusas de COV: Técnicas relacionadas con el funcionamiento de la planta

Descripción		Costos
<p>Para evitar, o cuando no sea posible reducir las emisiones difusas de COV a la atmosfera, la MTD consiste en utilizar varias de las técnicas descritas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Garantizar el buen mantenimiento y la sustitución oportuna de equipos: Un buen mantenimiento de los equipos asegura una operación continua.</i> • <i>Utilizar un programa de detección de fugas y reparación basado en el riesgo: Realizar mantenciones preventivas asegura un buen funcionamiento de la planta.</i> • <i>En la medida que sea razonable, evitar las emisiones difusas de COV, recogerlas en origen y tratarlas: Si existen emisiones difusas de COV, es recomendable encapsular la fuente.</i> 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tecnología probada y eficiente</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Altos costos de inversión</i> 	Aplicable con carácter general.
 <p><i>Fuente: Comisión Europea</i></p>		

Tabla 77. MTD Emisiones de Olores: Plan de Gestión de Olores

Descripción		Costos
<p>Para evitar, o cuando no sea posible reducir las emisiones de olores, la MTD consiste en establecer, aplicar y revisar periódicamente un plan de gestión de olores, como parte del sistema de gestión ambiental, que incluya todos los elementos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Un protocolo que contenga actuaciones y plazos adecuados.</i> • <i>Un protocolo para realizar controles de olores.</i> • <i>Un protocolo de la respuesta a incidentes concretos de olores.</i> • <i>Un programa de prevención y reducción de olores.</i> <p>Debe existir un documento en donde la empresa se compromete a entregar un plan de gestión de olores, en donde se incluyen medidas de contingencia a eventos, monitoreos y un programa de mitigación efectiva.</p>		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere asesoría especializada y benchmark 	<p>La aplicabilidad se limita a los casos en que cabe esperar o se confirmen molestias por malos olores.</p>



Fuente: Comisión Europea para la empresa Sembcorp.

Tabla 78. MTD Emisiones de Olores de tratamiento de Aguas Servidas o Tratamiento de lodos

Descripción	Costos
<p>Para evitar, o cuando no sea posible reducir las emisiones de olores derivadas de la recogida y tratamiento de aguas servidas y del tratamiento de lodos, la MTD consiste en utilizar una o varias de las técnicas descritas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Minimizar los tiempos de permanencia: Minimizar el tiempo de permanencia de las aguas residuales y lodos en los sistemas de recogida y almacenamiento, en particular en condiciones anaeróbicas.</i> • <i>Tratamiento Químico: Utilizar sustancias químicas para destruir los compuestos olorosos o reducir su formación.</i> • <i>Optimizar tratamiento aeróbico: Regular el contenido de oxígeno; prever un mantenimiento frecuente del sistema de aireación; utilizar oxígeno puro; eliminar el sobrenadante de los tanques.</i> • <i>Confinamiento: Cubrir y confinar las instalaciones de recogida y tratamiento de aguas residuales olorosos con vistas a su tratamiento posterior.</i> 	

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tratamiento de final de línea: Incluir tratamiento biológico y/o oxidación térmica.</i> 		
Ventajas	Desventajas	Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque transversal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitado a compuestos solubles en el agua. 	<p>Aplicable de carácter general, excepto el tratamiento biológico solo es aplicable a los compuestos que son fácilmente solubles en el agua.</p>
<div>  </div> <p><i>Fuente: Comisión Europea para la empresa Sembcorp.</i></p>		

Con la información precedente presentada a las empresas partícipes del estudio, se realizó un análisis de la potencial implementación de estas MTD de acuerdo con sus procesos, las realidades y recursos disponibles para cada una.

Esta información fue plasmada en la tabla siguiente que posteriormente será vinculada con la propuesta de APL a ser implementada.

En particular las MTD 36 y 37 serán adoptadas en forma transversal para todas las empresas, en una primera etapa del desarrollo del futuro APL, dentro de un Plan de Gestión de Olores.

Tabla 79. Listado de MTD y propuesta de implementación en empresas

Número	MTD	CLASIFICACIÓN	Aguas Antofagasta	CCU	Econssa	Enx	Fco Petricio	Komatsu	Petricio Industrial	Sembcorp	Solvay	Tec. Cobra	MTD
1	Uso de agua para la limpieza de partes y piezas con aceite	Uso de agua						X				X	2
2	Uso de prensa para filtros	Reducción residuos sólidos											0
3	Uso material oleofílicos para limpiezas de derrames	Reducción residuos sólidos				X							1
4	Control emisión de humos de soldadura	Reducción emisiones al aire							X			X	2
5	Captación de pulverizado mediante cabinas	Reducción de emisiones al aire							X			X	2
6	Sustitución de pinturas	Reducción de emisiones al aire									X		1
7	Técnicas de pulverización de alta eficiencia	Reducción de emisiones al aire											0
8	Sistemas de extracción de emisiones de soldadura	Reducción de emisiones al aire							X			X	2
9	Soldadura con arco eléctrico	Reducción de emisiones al aire										X	1
10	Diseño, manufactura y control de calidad asistido por comp	Productividad							X				1
11	Galvanización												0
12	Cromado												0
13	Tratamiento aguas grises para reutilización	Uso de agua										X	1
14	Tratamiento aguas grises para riego	Uso de agua											0
15	Reutilización agua dentro de la empresa	Uso de agua	X	X	X			X			X		5
16	Uso de cubiertas para red de alcantarillado	Buen uso de alcantarillado		X		X							2
17	Gestión de Riles	Buen uso de alcantarillado	X							X		X	3
18	Encapsulamiento de fuentes de ruido	Ruido							X			X	2
19	Amortiguación y control de equipos vibrantes	Ruido								X			1
20	Control de ruido	Ruido							X			X	2
21	Identificación, reducción y control de ruido	Ruido					X		X	X		X	4
22	Rack anti caídas	Accidentes											0
23	Contención de fugas sustancias peligrosas	Contaminación suelo		X	X	X					X	X	5
24	Disminución emisiones en almacenamiento combustibles	Olores										X	1
25	Manejo de residuos sólidos	Manejo de residuos	X	X	X	X	X	X		X	X	X	9
26	Programa manejo de envases	Manejo de residuos		X	X		X			X	X		5
27	Minimización residuos químicos en laboratorios y talleres	Manejo de residuos				X					X		2
28	Equipos eficientes para extracción												0
29	Desmantelamiento de estanques	Manejo de residuos											0
30	Buenas prácticas en desmantelamiento	Reubicación						X					1
31	Reinserción laboral	Reubicación											0
32	Detectores colimétricos para control de olores	Control de olores	X	X**	X					X			4
33	Captación de gases residuales	Control de gases y olores											0
34	Tratamiento de gases residuales	Control de gases y olores											0
35	Combustión en antorcha	Control de gases y olores											0
36	Control de Emisiones difusas de COV	Control de gases y olores											0
37	Control de Emisiones de Olores	Control de gases y olores											0
TOTAL MTD POR EMPRESA			4	6	5	5	3	4	7	6	6	13	
** Ver plazo													

4.7 INNOVACIÓN

De acuerdo con el Plan Nacional de Innovación 2014-2018¹⁷, la innovación es una necesidad esencial para el desarrollo de Chile. No hay forma de crecer en forma sostenible y sustentable sin basarse en la innovación y en el desarrollo e incorporación de nuevo conocimiento al quehacer del país.

La innovación es un medio para expandir la productividad, las posibilidades y las soluciones para alcanzar un desarrollo distinto y mejor al que tenemos hoy. Y es un proceso, pues se requiere de su aplicación continua para que genere resultados.

La innovación es el motor de la transformación productiva, no es sólo la creación y aplicación de nueva tecnología para la generación de nuevos productos manufacturados. También lo son las nuevas formas de manejar una empresa, la creación de un nuevo servicio y sus mejoras significativas, nuevas formas de diseñar para lograr un mayor impacto, nuevas formas de resolver mediante creatividad, problemas sociales y medioambientales.

La estructura productiva del país, concentrada en la extracción y exportación de recursos naturales y de procesos productivos de bajo nivel tecnológico y de escaso contenido de conocimiento, está lejos de asegurar el crecimiento económico en el largo plazo y requiere la incorporación de la innovación para un cambio sustancial.

Las empresas participantes han realizado importantes esfuerzos en materia de innovación tal es el caso de Petricio Industrial que fue la segunda empresa a nivel nacional en incorporar la tecnología de granallado para alisar o eliminar materiales contaminantes y el uso de software especializados para corte de piezas. De igual manera, Tecnologías Cobra se encuentra en proceso de automatización y ha incorporado robot en el área de lavado de cátodos, mientras otras, tiene incorporado modelos participativos donde se invita a los mismos trabajadores a proponer iniciativas de innovación y productividad como es el caso de Aguas Antofagasta que recibió 132 ideas para evaluación durante el 2018. Esta empresa, además, ha sido reconocida a nivel internacional con el Premio de la Asociación Latinoamericana de desalación y reúso de agua.

Por su parte, las empresas Solvay y CCU tienen incorporado metodologías como "Line manufacturing" y "TPM Mantenimiento productivo total" como modelos de gestión enfocadas en la creación de flujo para poder entregar el máximo valor a los clientes y en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial respectivamente. Para Komatsu Reman Center, la innovación es parte de su gestión a través de la definición de una nómina de proyectos que

¹⁷ <http://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/Plan-Nacional-de-Innovación1.pdf>

posteriormente son priorizados y tienen un enfoque futuro de ofrecer servicios y productos fácilmente exportables. Es así como visualizan una oportunidad en la industria no metálica dado su expertiz en componentes eléctricos.

Dada la diversidad de empresas y el impacto como polo de desarrollo que tiene en Barrio Industrial, deben buscarse iniciativas, tanto con una visión general, como en forma particular, acorde a cada proceso productivo de las empresas dada su diversidad, que den soluciones innovadoras a las problemáticas propias del sector.

Un ejemplo de lo anterior es SARA, una iniciativa, enmarcada dentro de la cartera de proyectos priorizados de CREO Antofagasta (2016-2021), impulsada mediante convenios de colaboración entre la Municipalidad de Antofagasta, El Gobierno Regional, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), el Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU), la Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios (ECONSSA), Aguas de Antofagasta (ADASA) y CREO Antofagasta. Este sistema de reúso de aguas residuales será pionero en el país y de alto impacto para la comunidad, pues no sólo implica la instalación del sistema en sí, sino que además innova en la legislación urbana para la producción de agua reciclada de alta calidad, apta para riego y libre de olores utilizando tecnología de alto estándar. Destaca por el uso de plantas modulares prefabricadas tipo invernadero denominadas "BLUEHOUSE" de la Empresa Orgánica Water, que tienen una capacidad de producción de 300 m³/día, captando el agua servida desde el colector público más cercano y luego distribuyendo el agua tratada mediante una tubería hacia los puntos de riego de espacios públicos.

Por su parte, también existen iniciativas internacionales innovadoras en control de sistemas de alcantarillado, como el proyecto europeo Life Aquaenvec, que ha desarrollado una herramienta web para la evaluación de la ecoeficiencia en el ciclo urbano del agua. www.tool.life-aquaenvec.eu

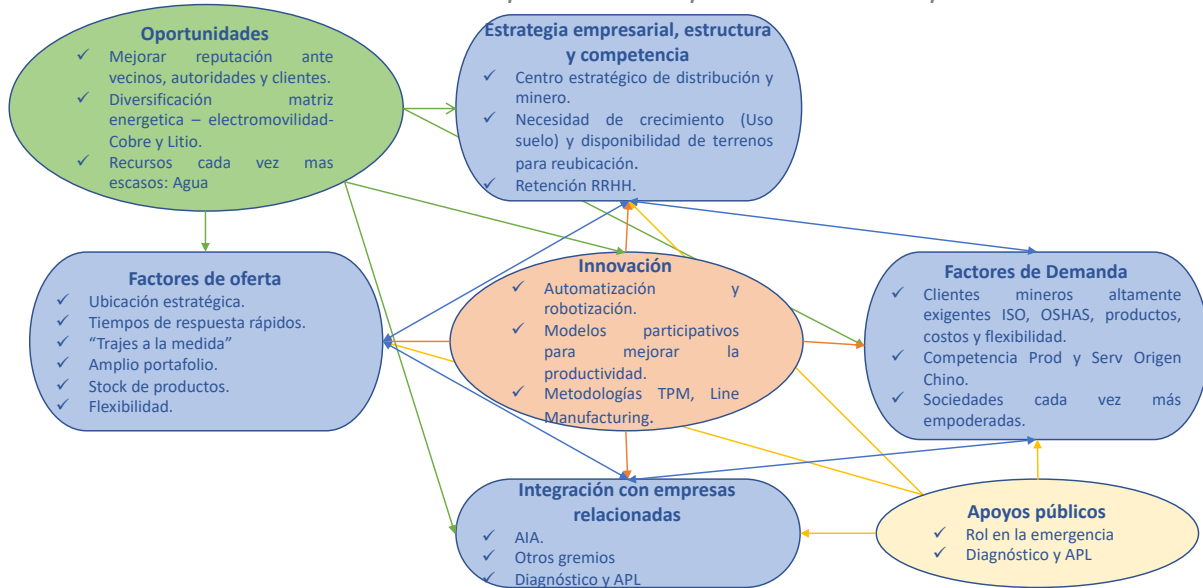
Respecto a materia de olores, herramientas como por ejemplo la aplicación portable Nasapp, permiten que el ciudadano valore, de manera sencilla, objetiva y guiado por una metodología científica, la calidad del aire que respira en lo que respecta a contaminación odorífera. De la misma manera, aporta a las partes interesadas un mapa en tiempo real de la evolución de la situación de contaminación odorífera, permitiendo así valorar en tiempo real el efecto de las medidas implementadas para subsanar el problema. Este tipo de herramienta junto con la consideración de medidas operacionales como la no realización de limpiezas con condiciones meteorológicas desfavorables y la implementación de monitoreos en línea en puntos estratégicos, permitirán mejorar el control y enfrentar de manera eficiente una evacuación preventiva.

Soluciones innovadoras como éstas, permitiría a las empresas del Barrio Industrial posicionarse favorablemente y enfrentar de mejor manera al mercado.

4.8 FACTORES Y VARIABLES QUE DETERMINAN LA COMPETITIVIDAD

Si bien existen muchas definiciones sobre la competitividad empresarial, una de las mayores contribuciones de Porter para la comprensión del fenómeno es el diamante de la competitividad.

Ilustración 60. Diamante de competitividad aplicado a las Empresas del BI PAC



Fuente: https://www.ucentral.edu.co/images/documentos/editorial/2015_competitividad_empresarial_001.pdf

En este modelo, los factores de la oferta son aquellos elementos que les permiten a las empresas producir bienes y servicios que compitan en el mercado. Los factores de la demanda son los que les permiten conocer los gustos, preferencias, variables demográficas, sociales y culturales de la población, su estructura de consumo y tendencias y perspectivas futuras, así como establecer quienes son las empresas rivales, qué producen y cómo, cuánto cuesta, cuáles son sus procesos de innovación o si están entrando nuevos competidores. Los factores de integración con empresas relacionadas llevan a la organización a buscar fortalezas y apoyos en sus relaciones externas. Los factores asociados a las oportunidades de mercado tienen que ver con la habilidad de la organización de ver hacia fuera y detectar condiciones de las cuales pueda sacar un beneficio. (Porter,1993).

La existencia de apoyos institucionales o públicos, pueden afectar positivamente a la organización o a sus rivales. Finalmente, los factores de la estrategia empresarial son aquellos que, con base en la información recogida del ambiente, le permiten a la

organización tomar decisiones estructurales y estratégicas con respecto a los diferentes sistemas organizacionales.

A fines de 2014, EY en conjunto con Kennedy Consulting realizó un estudio denominado “Principales desafíos de las empresas en Chile”¹⁸, determinando los siguientes:

- *Desarrollar nuevos mercados.*
- *Mejorar la eficiencia de los procesos.*
- *La innovación, el desarrollo de productos y la expansión geográfica son temas comunes para las empresas para enfrentar un crecimiento económico más lento.*

El sector minero principal motor económico en la región, está siendo afectado por una serie de factores entre ellos el precio del cobre, que influyen negativamente en su competitividad y que requieren una nueva mirada a su productividad. La productividad minera esta actualmente determinada por una menor disponibilidad de los recursos estratégicos, aumento de costos operacionales, una mayor regulación normativa, y clientes y comunidades más informados y con mayores demandas.

La competitividad del sector minero, principalmente de la región de Antofagasta, tiene estrecha relación con la competitividad de las empresas pertenecientes al Barrio Industrial, puesto que estas últimas les prestan servicios de distintas índoles. Las empresas del Barrio Industrial son altamente exigidas en materia de estándares de seguridad, así como en la relación de costos/calidad de sus servicios, ofreciendo además flexibilidad para dar respuestas a sus necesidades.

Los altos directivos entrevistados reconocen que uno de factores valorados por sus clientes es estar presentes en la Región, ofreciendo servicio técnico disponible a solo un par de horas, con capacidad de entregar “trajes a la medida” con calidad y cumplimiento de plazos. Por su parte, el contar con un importante stock y diversidad de productos con amplio portafolio son también aspectos valorados por sus clientes. En general, la ubicación geográfica es reconocida como un centro estratégico de distribución, permitiendo abastecer mercados desde la I a IV Región e incluso exportando a países vecinos. Por otro lado, reconocen que existen factores internos que están afectando la competitividad de las empresas entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- ***Competencia de productos de origen Chino:*** *Ingreso al mercado regional del servicio de diseño y construcción de estructuras metálicas tipo equipamiento minero de origen Chino, a un menor costo, que afectan al rubro maestranza cuyos principales clientes son grandes empresas de ingeniería.*

18

https://www.eychile.cl/Content/pdf/Estudios/2904201594825_pdf_Desafios%20v17%20Formato%20ESTUDIO%20FINAL.pdf

- **Escases de mano de obra especializada y la capacidad de retenerla** son factores importantes de competitividad dado que el mercado laboral tiene una fuerte tendencia a la minería que ofrece mejores beneficios y salarios.
- **Uso de suelo y proyecciones de crecimiento:** urge en el Barrio Industrial considerar alternativas para lograr una adecuada proyección de las empresas en una Zona de carácter mixto que garantice por un lado; un comportamiento de carácter inofensivo en las empresas controlando y neutralizando los efectos del proceso productivo (olores, impacto vial de camiones, ruido ambiental, uso de alcantarillado); y por otro lado, que ofrezca mejores condiciones de aseo, calidad de calles y veredas, y seguridad ciudadana a trabajadores y comunidad.
- **Disponibilidad de terrenos para reubicación de las empresas** que no cumplan el carácter de inofensivo. Una de las principales barreras que enfrentan, es la dificultad de encontrar espacios disponibles que cumplan con estándares idóneos para el desarrollo industrial.
- **Emisiones de material particulado:** Uno de los factores influyentes en la emisión de material particulado es el tránsito de vehículos por los caminos no pavimentados al interior del Barrio industrial. Esto afecta en forma negativa a las empresas; primero, por el daño que provocan en los motores y equipos; segundo, por los reclamos por parte de empresas sobre el uso no habilitado de zonas de estacionamiento; y tercero por los vecinos ya que dado este subestandar vial, se facilita la instalación de micro basurales, personas en situación de calle y percepción de mayor inseguridad.
- **Mal uso de la red de alcantarillado:** Esto afecta particularmente a la empresa concesionaria a cargo de la mantención del sistema de alcantarillado que ve afectada la operación de la red debido a un mal uso.
- **Emanaciones de olores y gases:** La dificultad para identificar la fuente en episodios puntuales, pero de alto impacto para la comunidad ha significado por una parte una mayor fiscalización a las empresas, algunas con paralización de actividades; y por otra, la afectación en la reputación de ellas con impactos en la imagen ante clientes. Se suma a lo anterior, el efecto que estos episodios tienen en los propios empleados, con evacuaciones y detención de sus labores.
- **Ruido ambiental:** la cercanía a zonas residenciales requiere de grandes esfuerzos económicos por minimizar la generación de ruido.
- **Servicio deficiente de retiro de basura:** presencia de micro basurales clandestinos dentro del mismo barrio y principalmente en torno a la línea férrea.
- **Oferta local de servicios de disposición de limpiafosa y próxima apertura de Relleno Sanitario Chaqueta Blanca que no recibirá residuos de construcción:** ambos aspectos facilitan la mala disposición y la multiplicación de botaderos clandestinos.
- **Seguridad:** En temas de seguridad existen problemas de robos y asaltos.

- **Falta de iluminación:** preocupa a los empresarios, principalmente por el tema de seguridad de sus bienes y de los trabajadores.
- **Estacionamientos no habilitados para camiones:** Falta de un sector acondicionado para este fin y un centro de servicios de apoyo.
- **Asentamientos humanos en los alrededores del barrio industrial:** la explosiva construcción de edificios de carácter habitacional en el entorno cercano obliga a las empresas a incrementar sus esfuerzos para mitigación sus impactos. A su vez, existe presencia de personas en condición de calle.

En consecuencia, estos factores identificados por los empresarios como problemáticas influyen en forma negativa a la competitividad de las empresas ubicadas en el Barrio Industrial y atentan contra la visión de sustentabilidad del sector.

ANEXO SUSTANCIAS PELIGROSAS

A partir de la información recopilada en la Encuesta aplicada a las 10 empresas participantes del Estudio de Diagnóstico, se ha elaborado la siguiente tabla que identifica las principales Sustancias Peligrosas utilizadas en los procesos industriales.

Nombre Comercial	Composición Química	Consumo (t/a)	Capacidad de Almacenamiento	Clasificación
Esmalte CERELUXE	Resinas Alquílicas	Total Global es 205	590 t	Clase 3: Líquidos Inflamables
Diluyente Sintético	Hidrocarburos parafínicos del petróleo			Clase 3: Líquidos Inflamables
Solvente Epóxico	Mezcla de Hidrocarburos derivados del petróleo			Clase 3: Líquidos Inflamables
Hipoclorito de Sodio	Sal sódica del ácido hipocloroso	205	150 t	Clase 8: Sustancias Corrosivas
-	di-etil Tionocarbamato de Sodio	Total Global es 10.935	-	Clase 8: Sustancias Corrosivas
-	isopropil-etil Tionocarbamato de Sodio			Clase 8: Sustancias Corrosivas
-	di-isobutil Ditiofosfato de Sodio			Clase 8: Sustancias Corrosivas
Solución de Sulfhidrato de Sodio	Hidrosulfuro de Sodio			Clase 8: Sustancias Corrosivas
Soda Cáustica	Hidróxido de Sodio			Clase 8: Sustancias Corrosivas
Gas Licuado	Mezcla de propano y butano y otros gases	30	0,1 t	Clase 2: Gases Comprimidos Inflamables
Oxígeno		No hay información específica		Clase 2: Gases Comprimidos No Inflamables y No Tóxicos
Pinturas con solventes	Pinturas alquílicas en base a aguarrás mineral (5	16 t	Clase 3: Líquidos Inflamables
Petróleo Diésel	Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, cicloparafínicos y aromáticos	720 m ³ /a, consumo promedio	16.500 m ³ /a almacenados	Clase 3: Líquidos Inflamables
Gasolina	Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, cicloparafínicos y aromáticos	No hay información específica	2.000 m ³ /a almacenados	Clase 3: Líquidos Inflamables
Kerosene	Mezcla de hidrocarburos parafínicos, cicloparafínicos, aromáticos y olefínicos			Clase 3: Líquidos Inflamables
Aditivos para Combustible	Mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo	14	14 t	Clase 3: Líquidos Inflamables