



Informe N°3

“Antecedentes para la elaboración de análisis económico de metas de recolección y valorización para el producto prioritario “Aparatos Eléctricos y Electrónicos” contenido en la Ley 20.920”

**EXPERTOS EN CONSULTORÍA ESTRATÉGICA
Y TÉCNICA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE**

**PARA:
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
SANTIAGO
2019**

CONTENIDO

1	Introducción	11
2	Objetivos	13
2.1	Objetivo General.....	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	Identificación de costos y beneficios económicos y ambientales ASOCIADOS A MANEJO DE RAEE	14
3.1	Costos Económicos	15
3.1.1	Costos de Recolección	16
3.1.2	Almacenamiento	24
3.1.3	Transporte	25
3.1.4	Pretratamiento	26
3.1.5	Tratamiento.....	26
3.2	Beneficios	27
3.2.1	Beneficios Económicos	27
3.2.2	Beneficios Ambientales	28
4	Estimación de costos económicos y ambientales cuantificables	30
4.1	Costo de instalación de nuevas capacidades	30
4.1.1	Recolección	31
4.1.2	Almacenamiento	33
4.1.3	Pretratamiento	34
4.1.4	Tratamiento.....	35
4.2	Costo operacional medio y marginal	36
4.2.1	Recolección	37
4.2.2	Almacenamiento	43
4.2.3	Transporte	45
4.2.4	Pretratamiento	49
4.2.5	Tratamiento.....	56
5	Beneficios cuantificables	58
5.1	Ingresos por ventas netos.....	58
5.2	Beneficios ambientales por menor disposición inadecuada	63
5.3	Beneficios por externalidades por menor extracción primaria.....	65

6	Costos y Beneficios No Cuantificables	67
6.1	Disminución de impactos en salud	67
6.2	Impactos en la comunidad	68
7	Evaluación Económica	69
7.1	Definición de escenarios	69
7.2	Supuestos	72
7.2.1	Recolección	72
7.2.2	Pretratamiento	72
7.2.3	Tratamiento	73
7.3	Resultados	73
7.3.1	Escenario de Metas Bajas	73
7.3.2	Escenario de Metas Intermedias	78
7.3.3	Escenario de Metas Altas.....	84
7.4	Indicadores de costo beneficio de escenarios	89
8	Conclusiones.....	93
9	Anexo	95
9.1	Peajes Marítimos	95
9.2	Zonas geográficas	95
9.3	Densidad según subcategoría	96
9.4	Sueldos de referencia	96
9.5	Encuesta de Ingreso Salarial	97
9.6	Cotización maquinaria pretratamiento.....	98
9.7	Precios de terrenos industriales	99
9.8	Costos de difusión.....	99
9.9	Costos de transporte según ciudad.....	100
9.10	Metas de recolección sobre RAEE.....	102
9.11	RAEE recolectados por escenario	104
9.12	Costos por zonas geográficas y subcategoría.....	110

GLOSARIO

Aparato eléctrico y electrónico (AEE): todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua.

Categorías y Subcategorías de AEE: Clasificación establecida por el MMA en el marco de la declaración requerida de acuerdo al Art. transitorio 2° de la ley de Fomento al Reciclaje.

Centros de acopio: Instalación de almacenamiento temporal autorizado donde se reciben y acumulan residuos en forma selectiva, con o sin pretratamiento, para su posterior valorización (PGIRS). Instalaciones que se usan para almacenar y clasificar materiales reciclables, para luego venderlos a empresas recicladoras o directamente a industrias.

DIN: Declaración de Ingreso del Servicio Nacional de Aduanas. Corresponde al formulario llenado por importadores al hacer ingreso de un producto al país.

DUS: Declaración Única de Salida del Servicio Nacional de Aduanas. Corresponde al formulario llenado por exportadores al hacer egreso de un producto al país.

Herramienta industrial fija de gran envergadura: un conjunto de máquinas, equipos o componentes de gran envergadura, que funcionan juntos para una aplicación específica, instalados de forma permanente y desinstalados por profesionales en un lugar dado, y utilizados y mantenidos por profesionales en un centro de producción industrial o en un centro de investigación y desarrollo.

Inertización de residuos: proceso de tratamiento de residuos, tales como neutralización y reacciones de óxido-reducción, con el fin de eliminar o disminuir las características de peligrosidad de un residuo.

Instalación fija de gran envergadura: una combinación de gran tamaño de varios tipos de aparatos y, cuando proceda, de otros dispositivos, que estén

Maquinaria móvil no de carretera: maquinaria con una fuente de alimentación incorporada, cuyo funcionamiento requiere movilidad o bien desplazamientos continuos o semicontinuos entre una sucesión de puntos de trabajo fijos mientras funciona.

Productor de un AEE: Persona que, independientemente de la técnica de comercialización:

- a) enajena un AEE por primera vez en el mercado nacional.
- b) enajena bajo marca propia un AEE adquirido de un tercero que no es el primer distribuidor.
- c) importa un AEE para su propio uso profesional

Puntos limpios: Instalación fija o móvil ubicada en lugares de acceso público que cuenta con personal permanente para la atención del público, destinada a recibir selectivamente residuos entregados por la población, para su almacenamiento, posible pretratamiento y envío a centros de acopio o a instalaciones de valorización o eliminación.

Puntos verdes: Uno o más contenedores, fijos o móviles, ubicados en lugares de uso o acceso público destinados a recibir residuos específicos entregados por la población, para su almacenamiento y envío a instalaciones de valorización o eliminación.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos de acuerdo a la definición establecida en la Ley N°20.920. Esta definición comprende todos aquellos componentes y accesorios que forman parte del producto en el momento en que se desechan

Valorización: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética. (Artículo 3º, Ley 20.920)

Manejo: Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo, incluyendo, entre otras, recolección, almacenamiento, transporte, pretratamiento y tratamiento.

Recolección: Operación consistente en recoger residuos, incluido su almacenamiento inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de almacenamiento, una instalación de valorización o de eliminación, según corresponda. La recolección de residuos separados en origen se denomina diferenciada o selectiva.

Almacenamiento: Acumulación de residuos en un lugar específico por un tiempo determinado.

Gestor: Persona natural o jurídica, pública o privada, que realiza cualquiera de las operaciones de manejo de residuos y que se encuentra autorizada y registrada en conformidad a la normativa vigente.

Reciclador de base: Persona natural que, mediante el uso de la técnica artesanal y semi industrial, se dedica en forma directa y habitual a la recolección selectiva de residuos domiciliarios o asimilables y a la gestión de instalaciones de recepción y almacenamiento de tales residuos, incluyendo su clasificación y pretratamiento. Sin perjuicio de lo anterior, se considerarán también como recicladores de base las personas jurídicas que estén compuestas exclusivamente por personas naturales registradas como recicladores de base.

FIGURAS

Figura 1: Componentes de los costos de manejo de RAEE.....	16
Figura 2: Costos marginales categoría A1-A2 según tramo de recolección (USD).....	49
Figura 3: Costos marginales de pretratamiento por zona geográfica, subcategoría A1-A2	53
Figura 4: Evolución de costos medios totales por escenario (USD/tonelada RAEE)	91

[Esta página fue dejada intencionalmente en blanco]

TABLAS

Tabla 1: Categorías y Subcategorías analizadas	14
Tabla 2: Costos y beneficios económicos y ambientales.....	15
Tabla 3: Subcategoría de RAEE que recibe cada método de recolección	18
Tabla 4: Desglose de costos de operación sistema Punto Verde	19
Tabla 5: Desglose de costos de operación sistema Campaña Específica.....	20
Tabla 6: Desglose de costos de operación sistema Convenio con Empresas	20
Tabla 7: Desglose de costos de operación sistema Punto Limpio	21
Tabla 8: Desglose de costos de operación sistema 1x1.....	23
Tabla 9: Desglose de costos de operación sistema 1x0.....	24
Tabla 10: Costos de inversión unitario, método de recolección puntos verdes (USD)	31
Tabla 11: Costos de compra de terreno por zona geográfica.....	33
Tabla 12: Costo de inversión total de almacenamiento por zona geográfica (USD)	33
Tabla 13: Costos de compra de terreno por zona geográfica.....	34
Tabla 14: Costo de inversión de nueva capacidad en pretratamiento (USD)	35
Tabla 15: Cantidad máxima de materia prima a procesar (tonelada)	36
Tabla 16: Costo anual operacional por punto verde según zona geográfica (USD).....	38
Tabla 17: Costos medios y marginales	38
Tabla 18: Costos asociados a la difusión de una Campaña Específica (USD)	39
Tabla 19: Costos asociados al transporte de RAEE método Campaña Específica (USD).....	39
Tabla 20: Costo operacional método de recolección Campaña Específica (USD).....	39
Tabla 21: Contratación de personal diseño de Punto Limpio.....	40
Tabla 22: Costos operacionales anuales (USD)	40
Tabla 23: Costos medios recolección a través de puntos limpios (USD/tonelada).....	41
Tabla 24: Costos marginales recolección a través de puntos limpios (USD/tonelada).....	41
Tabla 25: Costos operacionales anuales sistema 1x0 (USD).....	42
Tabla 26: Costos medios recolección sistema 1x0 (USD/tonelada).....	42
Tabla 27: Costos marginales recolección sistema 1x0 (USD/tonelada).....	43
Tabla 28: Costos mensuales asociados a servicios básicos (USD)	43
Tabla 29: Sueldos de personal a contratar (USD).....	44
Tabla 30: Costos de inversión y operacionales totales.....	44
Tabla 31: Costo de almacenamiento por categoría (tonelada)	44
Tabla 32: Costo medio de almacenamiento por zona geográfica y subcategoría (USD)	45
Tabla 33: Costos de transporte de RAEE dentro de la región de la empresa gestora (USD)	46
Tabla 34: Costo de transporte según zona geográfica (USD)	46
Tabla 35: Costos de transporte por tonelada según zona geográfica y categoría de RAEE (USD/tonelada).....	47
Tabla 36: Costos marginales según subcategorías y zonas geográficas	48
Tabla 37: Costo por tonelada de gas y electricidad.....	49
Tabla 38: Sueldos trabajadores mínimos planta pretratamiento.....	50
Tabla 39: Costos de contratación de personal fijo y variable ANUAL.....	50

Tabla 40: Toneladas máximas a pretratar en un mes por subcategoría y número de turnos.	51
Tabla 41: Costo operacional total anual por zona geográfica (USD)	51
Tabla 42: Costo medio pretratamiento por zona geográfica y subcategoría	54
Tabla 43: Costos operacionales etapa de tratamiento (USD).....	56
Tabla 44: Costos medios y marginales etapa de tratamiento (USD/tonelada)	56
Tabla 45: Costos por disposición en Relleno Sanitario y Relleno de Seguridad.....	57
Tabla 46: Precios de venta y de disposición final de componentes RAEE	58
Tabla 47: Ingreso medio unitario para subcategorías de RAEE	59
Tabla 48 Medidas para incrementar tasas de valoración.....	62
Tabla 49: Identificación de recolección en kg/tonelada de componentes peligrosos que entrarán al sistema	63
Tabla 50: Identificación de Peligrosidad	64
Tabla 51: Subcategorías y factores de emisión	65
Tabla 52: Ahorros de materia prima, reducción de emisiones y beneficio social por subcategoría de RAEE.	66
Tabla 53: Ahorro de Energía en Minería Primaria por Valorización	66
Tabla 54: Riesgos a salud por manipulación	67
Tabla 55: Metas de recolección periodo 2019-2028 escenario “Metas Bajas”	69
Tabla 56: Metas de recolección periodo 2019-2028 escenario “Metas Intermedias”	70
Tabla 57: Metas de recolección periodo 2019-2028 escenario “Metas Altas”	70
Tabla 58: Máximos posibles de recolectar en la práctica	70
Tabla 59: Metas de recolección sobre AEE, escenario “Metas Bajas”	71
Tabla 60: Metas de recolección sobre AEE, escenario “Metas Intermedias”	71
Tabla 61: Metas de recolección sobre AEE, escenario “Metas Altas”	71
Tabla 65: Proporción de RAEE que es recolectada por cada método de recolección (β_i).....	72
Tabla 66: Características planta tipo.....	72
Tabla 67: RAEE gestionados – Escenario Metas Bajas.....	73
Tabla 68: Resumen Evaluación Costos (Miles USD)	73
Tabla 69: Indicador de costos (Miles USD/tonelada)	74
Tabla 70: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 1	74
Tabla 71: Costos de recolección y transporte de RAEE (miles USD/tonelada)	74
Tabla 72: Costos de Recolección (miles USD).....	75
Tabla 73: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 1	75
Tabla 74: Costo de pretratamiento (miles USD).....	76
Tabla 75: Costos de pretratamiento (miles USD/tonelada)	76
Tabla 76: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento	76
Tabla 77: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento	76
Tabla 78: Cantidad de RAEE (componentes) valorizados (tonelada).....	77
Tabla 79: Cantidad de RAEE (componentes) NO valorizados (toneladas)	77
Tabla 80: Valorización de RAEE (miles USD).....	77
Tabla 81: Valorización de Componentes (miles USD)	78
Tabla 82: Valorización de Componentes (toneladas).....	78
Tabla 83: Toneladas gestionadas – Escenario Metas Intermedias	79

Tabla 84: Resumen Evaluación Costos (Miles USD)	79
Tabla 85: Indicador de costos (Miles USD/tonelada)	79
Tabla 86: Cantidad de RAEE Recolectada (toneladas) – Escenario 2	80
Tabla 87: Costos de recolección y transporte de RAEE (miles USD/tonelada)	80
Tabla 88: Costos de Recolección (Miles USD)	80
Tabla 89: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 2	81
Tabla 90: Costos de pretratamiento (Miles USD).....	81
Tabla 91: Costos de pretratamiento (Miles USD/toneladas).....	81
Tabla 92: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento	82
Tabla 93: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento	82
Tabla 94: Cantidad de RAEE (componentes) valorizados (toneladas)	82
Tabla 95: Cantidad de RAEE (componentes) NO valorizados (toneladas)	82
Tabla 96: Valorización de RAEE (miles USD).....	82
Tabla 97: Valorización de Componentes (miles USD)	83
Tabla 98: Valorización de Componentes (toneladas).....	83
Tabla 99: Toneladas gestionadas – Escenario Metas Altas	84
Tabla 100: Resumen evaluación costos (Miles USD).....	84
Tabla 101: Indicador de costos (Miles USD/tonelada)	84
Tabla 102: Cantidad de RAEE Recolectada (toneladas)- Escenario 3	85
Tabla 103: Costos de Recolección (Miles USD/tonelada).....	85
Tabla 104: Costos de Recolección (Miles USD)	85
Tabla 105: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 3	85
Tabla 106: Costos de Pretratamiento (Miles USD).....	86
Tabla 107: Costos de pretratamiento (Miles USD/tonelada)	86
Tabla 108: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento	87
Tabla 109: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento	87
Tabla 110: Cantidad de RAEE (componentes) valorizados (toneladas)	87
Tabla 111: Cantidad de RAEE (componentes) NO valorizados (toneladas)	87
Tabla 112: Valorización de RAEE (Miles USD)	88
Tabla 113: Valorización de componentes (Miles USD).....	88
Tabla 114: Valorización de Componentes (toneladas).....	89
Tabla 112: Valor presente de costos de escenarios por etapa (USD).....	89
Tabla 113: Indicadores de costos de escenarios	90
Tabla 114: Razón de costo beneficio.....	90
Tabla 114: Cobro por tonelada puesta en el mercado que financia sistema	92
Tabla 115: Resumen de metas de escenarios	93
Tabla 116: Número de plantas a instalar por escenario.....	94
Tabla 119: Tarifas Transbordador Chiloé	95
Tabla 120: Regiones y ciudades consideradas por zona geográfica	95
Tabla 121: Densidad de RAEE según subcategoría.....	96
Tabla 122: Puestos de trabajo y sueldos asociados a labores de manejo de RAEE	96
Tabla 123: Ingresos promedio por región	97
Tabla 124: Precios de venta de terrenos industriales	99

Tabla 125: Costos de difusión radial (CLP)	99
Tabla 126: Costos de impresión pasacalles y pendones.....	100
Tabla 127: Costos de transporte según ciudad	100
Tabla 127: Metas de recolección sobre RAEE, escenario “Metas Bajas”	102
Tabla 128: Metas de recolección sobre RAEE, escenario “Metas Intermedias”	102
Tabla 129: Metas de recolección sobre RAEE, escenario “Metas Altas”	102
Tabla 130: Metas de recolección sobre RAEE y AEE, escenario “Metas Bajas”	103
Tabla 131: Metas de recolección sobre RAEE y AEE, escenario “Metas Intermedias”	103
Tabla 132: Metas de recolección sobre RAEE y AEE, escenario “Metas Altas”	103
Tabla 133: Cantidad de RAEE recolectados (tonelada) – Escenario 1	104
Tabla 134: Cantidad de RAEE recolectados (tonelada) – Escenario 2	106
Tabla 135: Cantidad de RAEE recolectadas (toneladas)	107
Tabla 136: Costo Total (USD/tonelada) – Escenario Metas Bajas	110
Tabla 137: Costos de Recolección (USD/tonelada) – Escenario 1	111
Tabla 138: Costos de Pretratamiento (USD/tonelada) – Escenario Metas Bajas	113
Tabla 139: Costos de Valorización (USD/tonelada) – Escenario Metas Bajas.....	114
Tabla 140: Costo Total (USD/toneladas) – Escenario Metas Intermedias	116
Tabla 141: Costos de Recolección (USD/tonelada) – Escenario Metas Intermedias	117
Tabla 142: Costos de Pretratamiento (USD/tonelada) – Escenario Metas Intermedias.....	119
Tabla 143: Costos de Valorización (USD/tonelada) – Escenario Metas Intermedias.....	120
Tabla 144: Costos totales (USD/toneladas) – Escenario Metas Altas	122
Tabla 145: Costos de Recolección (USD/toneladas) – Escenario Metas Altas	123
Tabla 146: Costos Pretratamiento (USD/tonelada) – Escenario Metas Altas	125
Tabla 147: Costos de Valorización (USD/tonelada) – Escenario Metas Altas	126

1 INTRODUCCIÓN

La ley 20.920, Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, tiene como objetivo la disminución de la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor, con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Para cumplir con las metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas, los productores tendrán la obligación de organizar y financiar los llamados “sistemas de gestión”, mecanismos instrumentales para que los productores, individual o colectivamente, den cumplimiento a las obligaciones establecidas en el marco de la responsabilidad extendida del productor, a través de la implementación de un plan de gestión. La ley contempla reglas de funcionamiento para estos sistemas colectivos, con el fin de evitar que se afecte la libre competencia (Ley 20.920, 2016).

La ley 20.920 comenzó a gestarse a partir de la incorporación de nuestro país a la OCDE y del compromiso que debía adquirir para poder adherirse a la organización. De esta manera, luego de un proceso de tramitación iniciado el año 2013, la Ley 20.920 fue promulgada en mayo del año 2016. La ley se focaliza en la organización y financiamiento de la gestión de residuos derivados de seis productos prioritarios: aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, envases y embalajes, neumáticos y pilas.

El objetivo principal de la ley consiste, por una parte, en la disminución de la generación de residuos, y, por otra, en el fomento de su reutilización, reciclaje y valorización. Para ello, el productor deberá hacerse cargo de la gestión de sus residuos, contemplándose que en este proceso se busque elaborar productos que requieran de menor costo de gestión en su reciclaje, reutilización o eliminación.

Por su parte, los consumidores tienen por responsabilidad la separación y disposición de los residuos en un punto limpio, punto verde o el mecanismo de recolección que establezca el sistema de gestión de residuos. Cabe destacar que el consumidor no se encuentra obligado a realizar esta labor, siendo vital la educación ambiental y la creación de una conciencia cívica ecológica para el logro de las metas de reciclaje y reutilización.

El rol de los municipios consiste en ser quienes dispongan de la localización del establecimiento en donde se recepcionarán los residuos y se almacenarán de forma segregada. Para ello, los municipios deberán establecer convenios con los sistemas de gestión y con los recicladores de base¹. Por otra parte, los municipios podrán asociarse para contar con establecimientos de gestión de residuos colectivos en caso de considerarlo beneficioso. Uno de los instrumentos de financiamiento existentes para la implementación de infraestructura necesaria, programas u otras acciones requeridas, corresponde al Fondo de Reciclaje. Este fondo es de carácter concursable y es entregado por el Ministerio del Medio Ambiente a municipalidades y asociaciones de municipalidades (MMA, 2016).

¹ Los recicladores de base son aquellas personas que ejercen el oficio del reciclaje y que pueden integrarse a este nuevo sistema de gestión, debiendo estar certificados para esta labor.

Los principales productos de esta entrega corresponden identificar y estimar los costos y beneficios económicos y ambientales, tanto cuantificables como no cuantificables, asociados a cada una de las etapas del proceso de manejo de los residuos de los RAEE .

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar antecedentes técnicos y económicos para una evaluación económica y social de metas de recolección y valorización para el producto prioritario “Aparatos eléctricos y electrónicos”, contenido en la Ley Marco para la Gestión de Residuos, Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el mercado nacional del producto prioritario “Aparatos eléctricos y electrónicos”, incluyendo importaciones y exportaciones, así como la generación de sus residuos, según categorías y subcategorías definidas por el Ministerio.
- Caracterizar y cuantificar el proceso de manejo del residuo del producto prioritario en cuestión, según categoría y subcategoría.
- Identificar y estimar los costos y beneficios económicos y ambientales, tanto cuantificables como no cuantificables, asociados a cada una de las etapas del manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

3 IDENTIFICACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ASOCIADOS A MANEJO DE RAEE

La totalidad de los AEE a considerar son clasificados y analizados según las categorías y subcategorías presentadas en la tabla a continuación. Por simplicidad en la presentación de los resultados y el análisis de los datos, las categorías y subcategorías han sido identificadas con códigos alfanuméricos.

Tabla 1: Categorías y Subcategorías analizadas

Código Categoría	Categoría	Código Subcat	Subcategoría
A	Aparatos de intercambio de temperatura	A1	Aparato eléctrico de intercambio de temperatura clorofluorocarburos (CFC), hidroc fluorocarburos (HCFC), hidrof luorocarburos (HFC), hidrocarburos (HC) o amoníaco (NH3)
		A2	Otros aparatos eléctricos con gases
		A3	Aparato eléctrico de aire acondicionado
		A4	Aparato eléctrico con aceite u otro líquido en circuitos o condensadores.
B	Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm ²	B1	Monitores y pantallas planas
		B2	Otros monitores y pantallas
		B3	Otros monitores y pantallas con pila o batería que no pueda extraerse por el consumidor del AEE
C	Lámparas	C1	Lámparas de descarga (lámparas con gases en su interior)
		C2	Lámparas LED
D	Paneles fotovoltaicos grandes	D1	Paneles fotovoltaicos con silicio
		D2	Paneles fotovoltaicos con telurio de cadmio
E	Grandes aparatos no incluidos en las categorías anteriores.	E1	Equipos de informática y telecomunicaciones grandes
		E2	Otros grandes aparatos
F	Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm)	F1	Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños
		F2	Otros aparatos pequeños
		F3	Otros aparatos pequeños con pila o batería que no pueda extraerse por el consumidor del AEE

Fuente: MMA

Asociado al manejo de RAEE existen distintos impactos económicos y ambientales ligados a las etapas del proceso. A modo de resumen y para comprender en forma general las potenciales componentes identificables dentro de los costos y beneficios económicos y ambientales, se presenta una descripción de los mismos en la tabla a continuación.

Tabla 2: Costos y beneficios económicos y ambientales

Costos Económicos	Beneficios Económicos
<p>Esfuerzos y costos incurridos en recolección, tratamiento y disposición de RAEE, incluyendo el diseño y la ejecución de los sistemas logísticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costos de los consumidores, organismos públicos o productores para recolectar RAEE • Costos de transporte de los RAEE hacia centros de tratamiento o al extranjero • Costos de los procesos de tratamiento, preparación para reutilización, reciclaje y cualquier costo de disposición • Costos adicionales (para control, reporte, administración, publicidad, permisos, mantención) • Costos para la sociedad de la fracción RAEE sin clasificar (vertido e incineración) 	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización de RAEE y componentes derivados de procesos de pretratamiento • Empleabilidad en el sector de tratamiento de residuos, principalmente para labores manuales y para personas en situación de discapacidad. • Impactos en disposición de residuos sólidos
Costos Ambientales	Beneficios Ambientales
<ul style="list-style-type: none"> • Pago de impuestos verdes por emisión de CO₂ y MP_{2,5} por uso de máquinas de tratamiento (hornos de fundición, calderas y otros) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto positivo por disminución de riesgo de contaminación al agua, aire (GEI de equipos de intercambio de calor) o suelo (mercurio por lámparas fluorescentes o pantallas planas y plomo por televisores) • Disminución de impactos en salud por procedimientos inapropiados realizados por trabajadores (principalmente RdeB) • Ahorros de energía, de contaminación del agua y de contaminación del aire por uso de material reciclado como sustituto de materias primas vírgenes • Impactos en la comunidad (perspectiva local)

Fuente: Elaboración propia

Se detallan a continuación los costos y beneficios mencionados.

3.1 Costos Económicos

Para comprender la economía de una Ley REP es necesario considerar la estructura de costos de las empresas y los diversos componentes asociados a cada etapa de recolección, pretratamiento y tratamiento. De acuerdo al documento “WEEE Recycling Economics- The shortcomings of the current business model” (UNU, 2018), a grandes rasgos es posible identificar costos de inversión y de operación, pudiendo desglosar estos últimos en costos fijos y costos variables.

- Costos de capital: todos los activos relacionados con el procesamiento de residuos (edificios, máquinas, equipos, patentes, contenedores, etc.);

- Costos de operación o técnicos: las operaciones y actividades relacionadas al manejo de RAEE, realizadas en cada una de las organizaciones/empresas involucradas. Dentro de estos costos se identifican:
 - Costos de oficina, administración y gastos generales: todos los costos relacionados con el personal que no trabaja directamente en la producción;
 - Costos operacionales básicos: todos los costos asociados a la cantidad de RAEE gestionados, como por ejemplo el transporte de los mismos, la inertización, el procesamiento, la disposición de desechos, etc.;
 - Costos operacionales relacionados a la calidad y servicio: todos los costos relacionados con la calidad, la caracterización de los desechos, la información adecuada y el cumplimiento de la mejor tecnología disponible y estándares, por ejemplo.

El siguiente esquema grafica los costos mencionados.

Figura 1: Componentes de los costos de manejo de RAEE



Fuente: (UNU, 2018)

A continuación se identifican los costos incurridos en cada etapa del proceso de manejo de RAEE.

3.1.1 Costos de Recolección

En la presente sección se describen los costos de los distintos métodos de recolección identificados anteriormente. Se agregan también métodos actualmente no utilizados a nivel nacional que podrían ser exigidos en una Ley REP, como por ejemplo los sistemas 1x1 o 1x0.

- En el caso de un sistema 1x1, este será entendido como aquel sistema de recolección de RAEE ligado a la venta de AEE nuevos en el cual los comercializadores de AEE deben aceptar la entrega gratuita,

por parte de los usuarios, de un RAEE cuando el consumidor adquiere un nuevo aparato. El nuevo aparato y el antiguo aparato han de ser equivalentes, es decir, deben realizar funciones análogas. (Duque, 2019)

- En el caso de un sistema 1x0, se entenderá que este corresponde a “un sistema de recolección de RAEE, que prevé que los comercializadores han de aceptar en su establecimiento determinados RAEE de modo gratuito, y sin obligación de compra de un AEE de tipo equivalente”. (Duque, 2019)

Para todos los métodos, el análisis presentado considera los costos asociados al diseño, comunicación, coordinación y actividades afines a la administración y operación de las estructuras o lugares de recolección, incluyendo el traslado de los residuos desde los métodos de recolección hasta las plantas de pretratamiento. Los costos de pretratamiento asociados a cada método de recolección se consideran en las secciones posteriores y se excluyen de la presente puesto que su inclusión conllevaría al doble conteo de los mismos. En general, los costos asociados a los procesos de recolección dependerán de los métodos de recolección y de las cantidades de RAEE asociadas a dicho método:

$$C_{Recolección_t} = \sum_i \beta_i * RAEE_t * Costo_{recolec_i}$$

Donde,

$C_{Recolección_t}$: Costo total de Recolección en el año t (USD)

β_i : Proporción de RAEE que es recolectada por el método tipo i , donde $i \in$ [Punto Verde, Punto Limpio, 1x1, Convenio Empresa, Campaña Específica]

$RAEE_t$: Cantidad de RAEE total recolectada en el año t (toneladas)

$Costo_{recolec_i}$: Costo de recolección del método tipo i (USD/tonelada)

En la siguiente tabla se presenta el detalle de las subcategorías de RAEE que recibe cada método de recolección y en las siguientes secciones se detallan las variables de las cuales dependen los distintos métodos de recolección.

Tabla 3: Subcategoría de RAEE que recibe cada método de recolección

	Punto Verde	Campaña Específica	Convenio con Empresas	Punto Limpio	1x1	1x0
A1-A2	NO	SI	SI	SI	SI	SI
A3	NO	SI	SI	SI	SI	SI
A4	NO	SI	SI	SI	SI	SI
B1	NO	SI	SI	SI	SI	SI
B2	NO	SI	SI	SI	SI	SI
B3	NO	SI	SI	SI	SI	SI
C1	NO	NO	NO	SI	NO	SI
C2	NO	NO	NO	SI	NO	SI
D1	NO	NO	SI	SI	NO	NO
D2	NO	NO	SI	SI	NO	NO
E1	NO	SI	SI	SI	SI	SI
E2	NO	SI	SI	SI	SI	SI
F1	SI	SI	SI	SI	SI	SI
F2	NO	SI	SI	SI	SI	SI
F3	NO	SI	SI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas y encuestas realizadas a gestores

3.1.1.1 Punto Verde

Los puntos verdes están diseñados para el acopio exclusivo de aparatos pequeños informáticos (celulares, cargadores, *mouse* y otros), por lo cual este método está asociado solo a la recolección de la subcategoría F1. Los costos asociados a este método de recolección son:

$$\text{Costo}_{recolección\ punto\ verde} = C_{estructura} + C_{instalación} + C_{manten} + C_{transporte}$$

Dónde:

C_estructura: Corresponde al costo asociado a instalar un punto verde

C_instalación: Valor estimado para traslado de contenedor a ciudades de referencia según características específicas de las estructuras y capacidad del vehículo

C_manten : Costos de mantenimiento de estructuras

C_transporte: Costo asociado al traslado de RAEE desde el punto verde a la ciudad donde se encuentra la planta de pretratamiento.

De acuerdo a la estructura de costos operacionales presentada en la Figura 1, los costos identificados se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 4: Desglose de costos de operación sistema Punto Verde

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos de oficina, administración y gastos generales	No se identifican Por la simpleza del sistema de recolección, no existen costos asociados a la administración ni al consumo de servicios básicos.
Costos operacionales básicos	Mantenimiento Debido al uso de las estructuras a lo largo del tiempo, se considera que estas requieran de mantención y limpieza. Transporte Costos de transporte de RAEE hacia plantas de pretratamiento
Costos operacionales de calidad y servicio	No se identifican

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Campaña Específica

Hoy en día existen distintas formas en las cuales se realizan campañas de recolección de RAEE. A modo de ejemplo, puede establecerse un punto de acopio temporal, generalmente de propiedad municipal, al cual concurre la ciudadanía a entregar sus RAEE, o bien puede realizarse una campaña tipo “puerta a puerta” en la cual un vehículo recorre la ciudad recuperando los RAEE.

Dado que la campaña específica busca lograr la recolección de RAEE de mayor tamaño, se considerará la existencia de un camión que recolecta estos RAEE de gran envergadura. A continuación se presentan los costos asociados a la campaña:

$$Costo_{recolec}^{Campaña\ específica} = C_{difusión} + C_{transporte}$$

C_{difusión}: Costo de difusión de la campaña. Este costo dependerá del alcance que quiere lograr la campaña, pudiendo solo realizarse difusión por radios locales, la municipalidad y algunos pasacalles, o bien llevando a difusión pagada en redes sociales, televisión, entre otros. En la medida que las campañas específicas se vuelvan repetitivas, la gente comienza a internalizarlas y los costos de difusión pueden disminuir con el tiempo. De todos modos, para este estudio se consideran costos mínimos asociados a difusión, por lo cual se mantienen constante en el tiempo.

C_{transporte}: Costo asociado a la recolección de los RAEE durante la campaña y el traslado de los mismos hacia plantas de pretratamiento.

De acuerdo a la estructura de costos operacionales presentada en la Figura 1, los costos identificados se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 5: Desglose de costos de operación sistema Campaña Específica

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos de oficina, administración y gastos generales	No se identifican Si bien, la realización de las campañas de recolección requiere la coordinación de parte de las organizaciones que contratan el servicio, las actividades asociadas (cotización principalmente) no corresponden a labores adicionales significativas con respecto a las actuales labores que realizan.
Costos operacionales básicos	Difusión Costos de publicidad y difusión de las campañas, mediante medios radiales, periódicos, instalación de gráficas en vía pública, redes sociales y otros. Transporte Costos de transporte de RAEE hacia plantas de pretratamiento
Costos operacionales de calidad y servicio	No se identifican

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Convenio o Contratos con empresas

El método de recolección mediante convenio o contrato con empresas requiere labores de gestión de parte de quienes contratan el servicio de retiro de RAEE, entre ellas solicitud de cotizaciones, evaluación de proveedores y coordinación de retiros al interior de las plantas. De acuerdo a la información levantada con gestores, hoy en día estas labores no requieren la contratación de personal adicional al existente puesto que quienes las realizan corresponden a trabajadores que ya desarrollan actividades relacionadas al área ambiental o administrativa.

En el caso de los contratos se identifica que el principal costo asociado corresponde al transporte de los residuos. El costo total del mecanismo estará dado por la siguiente ecuación:

$$Costo_{recolec_{convenio\ empresas}} = C_{gestión} + C_{transporte}$$

$C_{gestión}$: Costos por labores de gestión de retiro de RAEE (coordinación)

$C_{transporte}$: Costo asociado a retirar los residuos en las instalaciones de las empresas y llevarlas a la planta de pretratamiento.

De acuerdo a la estructura de costos operacionales presentada en la Figura 1, los costos identificados se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 6: Desglose de costos de operación sistema Convenio con Empresas

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos de oficina, administración y gastos generales	Labores de gestión Actividades de coordinación en las empresas (o productores) que contratan el servicio de retiro de RAEE

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos operacionales básicos	Transporte Costos de transporte de RAEE hacia plantas de pretratamiento
Costos operacionales de calidad y servicio	No se identifican

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.4 Punto Limpio

En el caso de los puntos limpios, el funcionamiento de los mismos requiere necesariamente la contratación de al menos un operario encargado de orientar a quienes hagan entrega de sus residuos o de asegurar el correcto funcionamiento del lugar. Además, se identifican costos asociados a la operatividad del lugar (servicios básicos) y el transporte de los RAEE hacia plantas de pretratamiento.

Los costos estarán dados según se indica:

$$Costo_{recole}c_{Punto Limpio} = C_{estructura} + C_{operación} + C_{transporte}$$

C_estructura: Costo asociado a la construcción de infraestructuras y contenedores necesarios para el acopio temporal

C_operación: Costos asociados a la operación del punto limpio, considerando la contratación de personal y otros gastos necesarios para su correcto funcionamiento (administración, servicios básicos, seguridad).

C_transporte: Costo asociado al traslado de RAEE desde el punto limpio hasta la planta de pretratamiento.

De acuerdo a la estructura de costos operacionales presentada en la Figura 1, los costos identificados se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 7: Desglose de costos de operación sistema Punto Limpio

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos de oficina, administración y gastos generales	Personal administrativo Costos por contratación de personal para labores de administración de las instalaciones, con actividades de registro de despacho de residuos por ejemplo y coordinación de trabajadores. Costos servicios básicos de instalaciones Gastos por consumo de servicios de electricidad, agua, telefonía y otros.
Costos operacionales básicos	Personal mantenimiento Costos por contratación de personal para labores de orientación al público, orden de RAEE, limpieza de instalaciones y otros Mantenimiento de Punto Limpio Costo de mantenimiento de infraestructura (reparación de daños, demarcación de espacios, mejoramiento de señalética, entre otros)

Costos de operación o técnicos	Descripción
	Transporte Costos de transporte de RAEE hacia plantas de pretratamiento
Costos operacionales de calidad y servicio	No se identifican

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.5 Sistema 1x1

A nivel nacional se han identificado dos casos de sistema 1x1 actualmente implementados, los cuales corresponden a las campañas realizadas por las empresas de *retail* Paris y Falabella. El sistema logístico utilizado en el caso de la campaña de Paris no corresponde al tradicional sistema descrito en la bibliografía², sino que corresponde a la contratación de empresas gestoras que retiran los RAEE en transportes propios de las mismas y en momentos distintos a la entrega de los nuevos productos. Tal como describe Paris en su sitio web³, “en caso de comprar un producto de línea blanca nuevo en Paris, el camión que realizará el despacho del nuevo producto no será el mismo que retirará el antiguo”. Este mecanismo de operación permite recuperar los RAEE en un sistema planificado puerta a puerta que no entorpece ni modifica la actual logística de entrega de las empresas de *retail*.

La implementación de un sistema 1x1 requerirá eventualmente la contratación de nuevo personal para la coordinación y el servicio de atención al cliente, ya sea en las plantas de pretratamiento o en las empresas responsables. Para la evaluación del sistema 1x1, se asumirá el sistema logístico realizado por la empresa Paris. De esta forma, los costos estarán dados por la siguiente ecuación:

$$Costo_recolec_{1x1} = C_transporte + C_operación$$

C_transporte: Costo asociado al transporte de RAEE desde donde se realizó la compra del nuevo AEE hasta la planta de pretratamiento.

C_operación : Costos asociados a la contratación de personal para coordinación de sistema de logística y servicio al cliente.

De acuerdo a la estructura de costos operacionales presentada en la Figura 1, los costos identificados se presentan en la tabla a continuación:

² Sistema de recolección de RAEE, incluido en la Directiva RAEE1, ligado a la venta de AEE nuevos. De acuerdo con esto, los comercializadores de AEE deben aceptar la entrega gratuita, por parte de los usuarios, de un RAEE cuando el consumidor adquiere un AEE. El AEE y el RAEE han de ser equivalentes, es decir, deben realizar funciones análogas. Aspectos específicos como los comercializadores que pueden excluirse de esta obligación, las condiciones de entrega y/o el lugar de la entrega (el comercio o el domicilio del usuario), varían en las diferentes legislaciones.

³ <https://www.paris.cl/ayuda/recicambio.html>

Tabla 8: Desglose de costos de operación sistema 1x1

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos de oficina, administración y gastos generales	No se identifican No se identifican costos adicionales a los ya existentes en plantas de pretratamiento. Esto debido a que se asume que se realiza por separado la entrega del nuevo producto y la recolección del RAEE, siendo esta última realizada por una empresa de pretratamiento.
Costos operacionales básicos	Contratación de trabajadores Contratación de trabajadores a cargo de servicio al cliente y eventualmente para el área de logística. Transporte Costos de transporte de RAEE hacia plantas de pretratamiento
Costos operacionales de calidad y servicio	No se identifican Puesto que los sistemas de trazabilidad de recepción de RAEE ya se encuentran implementados en las plantas de pretratamiento, no se identifican costos adicionales a los ya existentes.

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.6 Sistema 1x0

En el caso del sistema 1x0, las empresas que ofrecerán este servicio (por ejemplo empresas de *retail*) deberán recibir los RAEE y almacenarlos temporalmente⁴, de modo que, una vez que se acopie una cantidad suficiente de RAEE, estos sean transportados a plantas de pretratamiento.

Dependiendo del tamaño de los contenedores o de la habilitación de los espacios de almacenamiento, los costos estarán dados por la siguiente ecuación:

$$Costo_recolec_{1x0} = C_almacenamiento + C_operación + C_transporte$$

C_almacenamiento: Costo asociado a la necesidad de almacenar temporalmente RAEE (costo de uso de espacio)

C_operación : Costos asociados a la contratación de personal para la recepción de RAEE (en caso de requerir)

C_transporte: Costo asociado al transporte de RAEE hasta la planta de pretratamiento

De acuerdo a la estructura de costos operacionales presentada en la Figura 1, los costos identificados se presentan en la tabla a continuación:

⁴ El sistema 1x1 está asociado a RAEE de gran tamaño, lo cual dificulta el almacenamiento en tienda de estos aparatos de gran volumen. En cambio, en el sistema 1x0, las personas llevan a las tiendas sus RAEE (asociado RAEE de pequeño tamaño), razón por la cual conviene habilitar un espacio de almacenamiento en las mismas tiendas.

Tabla 9: Desglose de costos de operación sistema 1x0

Costos de operación o técnicos	Descripción
Costos de oficina, administración y gastos generales	Almacenamiento Costos por uso de suelo o espacio (pueden existir o no dependiendo del espacio habilitado)
	Costos servicios básicos de instalaciones Gastos por consumo de servicios de electricidad en el caso de habilitación de espacio de almacenamiento
	Personal administrativo Costos por contratación de personal para labores de administración del espacio, con actividades de registro de recepción o despacho de RAEE
Costos operacionales básicos	Transporte Costos de transporte de RAEE hacia plantas de pretratamiento
Costos operacionales de calidad y servicio	No se identifican

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Almacenamiento

Se comprenderá por almacenamiento como el acopio temporal de RAEE con el fin de juntar una cantidad suficiente para transportar desde zonas más lejanas a las plantas de pretratamiento. En el caso del almacenamiento en las plantas de pretratamiento, dicho valor se encuentra incluido en el costo total.

En general, los costos operacionales de una planta de almacenamiento de RAEE estarán dados por la cantidad de trabajadores requeridos y por los costos fijos asociados a gastos administrativos y generales. De esta manera, los costos estarán dados según la siguiente ecuación:

$$C_{Alm_t} = C_{Operarios_{vol\ RAEE,R,t}} + C_{Fijos_t}$$

Donde:

C_{Alm_t} : Costos de almacenamiento para el año t

$C_{Operarios_{vol\ RAEE,R,t}}$: Costos correspondientes a la contratación de personal que trabaja directamente en el manejo de los residuos, variable en función de la cantidad de RAEE recibidos ($vol\ RAEE$) y la región R , para el año t

C_{Fijos} : Costos generales para el año t que se deben incurrir en forma mensual para el funcionamiento de la planta, independiente de las cantidades de RAEE recibidas.

Los costos asociados a la contratación de operarios están relacionados directamente con la cantidad de RAEE recibidos y los volúmenes de los mismos (ver sección 4.2.2). En este sentido, la capacidad de almacenamiento y el sistema de logística utilizado son relevantes puesto que determinarán los flujos de salida de los RAEE y la capacidad disponible para la recepción de nuevos aparatos.

Los costos asociados a la contratación estarán afectos a la región en la que se contratan los servicios (ver Anexo 9.5). A modo de ejemplo, sería esperable que los montos asociados a la contratación de personal en la Región de Antofagasta fuesen distintos de la contratación en la Región de la Araucanía.

En el caso de los costos fijos, estos están dados por la contratación de personal administrativo y de los costos del uso de servicios básicos (agua, electricidad, telefonía).

3.1.3 Transporte

Los costos asociados al transporte están dados por el traslado de los residuos desde su comuna de origen hasta la comuna en donde se ubica la instalación de valorización o relleno sanitario. Actualmente el transporte de los RAEE se realiza vía terrestre y por lo tanto los costos dependen directamente de la cantidad de RAEE a transportar y de la distancia recorrida.

$$CT_t = Dist_{ij} * (RAEE_{ij} * Combustible * PDiesel_t) + CAdicional_t$$

Donde,

CT_t : Costos de transporte en el período t (USD/año)

$Dist_{ij}$: Distancia entre comuna de origen i a la comuna de destino j (km)

$RAEE_{ij}$: Cantidad de RAEE transportada del origen i al destino j (toneladas)

$CAdicional_t$: Costos adicionales por uso del camión (USD).

$Combustible$: combustible necesario para transportar 1 km 1 tonelada de RAEE (litros/(km*tonelada)). Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$Combustible = \frac{Volumen\ del\ camión\ representativo}{Rendimiento\ del\ camión * Densidad\ del\ RAEE_{subcategoría}}$$

$PDiesel_t$: Precio del combustible – diésel (USD/l).

Los costos adicionales por uso de vehículo para transporte⁵ de este tipo de residuo, corresponden a:

- Costo de circulación
- Mantención
- Honorarios de tripulación
- Depreciación maquinaria
- Costo de gestión y administración
- Peajes⁶
- Permiso para transporte de residuos peligrosos
- Complejidad operación (se adicionan peonetas para la recolección)

⁵ Se considera el camión representativo detallado en la sección 3.1.3 Transporte.

⁶ Los peajes consideran los pagos realizados para el traslado de material desde las islas a territorio continental. En el anexo 9.1 se presentan valores de peajes marítimos.

- Otros gastos de operación

3.1.4 Pretratamiento

El costo de pretratamiento corresponde a la suma de los costos asociados a los distintos procesos de pretratamiento, además de costos adicionales como costos administrativos o de permisos, entre otros. Los procesos por los cuales debe pasar cierto RAEE depende directamente de los requisitos tanto de quien entrega el RAEE (un cliente por ejemplo puede requerir la destrucción certificada de sus logos o bien el blanqueamiento de sus discos duros) como también de los requisitos del comprador de materia prima o del RAEE.

Los costos de pretratamiento estarán dados por la ecuación:

$$CPret = \sum_i (\alpha_i * RAEE * C_i) + CA$$

Donde:

α_i : corresponde a la fracción de RAEE que pasa por el pretratamiento tipo i, donde $i \in \{\text{Clasificación, Desarme, Corte, Trituración, Compactación, Blanqueamiento, Lavado de Cables}\}$.

$RAEE$: Cantidad total de RAEE a pretratar (tonelada)

C_i : costo asociado al pretratamiento de tipo i. Este costo depende de:

$$C_i = CAgua_i + CE_i + CC_i + CMO_i$$

$CAgua_i$: Costo asociado al consumo de agua (CLP\$)

CE_i : Costo asociado al consumo de electricidad (CLP\$)

CC_i : Costo asociado al consumo de combustible (CLP\$)

CMO : Costo asociado al salario de los trabajadores que se requieren para el pretratamiento tipo i (CLP\$)

CA : Costos adicionales, tales como gastos administrativos, permisos, entre otros.

3.1.5 Tratamiento

Los costos de tratamiento dependerán de las cantidades tratadas, del tipo de material obtenido a partir del RAEE y del tratamiento o disposición final del RAEE. Estarán dados según la ecuación:

$$C_{Trat_m} = \sum_i (\gamma_{im} * Material_m * C_{im})$$

Donde:

γ_{im} : fracción de material de tipo m obtenido del RAEE que pasa por el tratamiento tipo i , donde $i \in \{\text{Reciclaje Exportación, Reciclaje Nacional, Valorización Energética, Relleno Sanitario, Relleno de Seguridad}\}$.

$Material_m$: Cantidad total de material de tipo m obtenido del RAEE a tratar (tonelada)

C_{im} : costo asociado al tratamiento de tipo i del material tipo m .

A continuación, se detallan los costos asociados a los distintos tipos de tratamiento existentes.

3.1.5.1 Disposición en Relleno Sanitario o Relleno de Seguridad

$$C_{Relleno} = (CDisp_{mr} + CT) * Material_m + CA$$

Donde:

$CDisp_r$: Costo de disposición de material de tipo m en Relleno tipo r , con $r \in [\text{Relleno Sanitario, Relleno de Seguridad}]$

CT : Costo asociado al transporte de residuos (Ver sección 3.1.3)

CA : Costos Adicionales, dentro de los cuales se encuentran costos administrativos, de personal para cargar el camión, entre otros.

$Material_m$: Cantidad total de material tipo m obtenido a partir de la generación de RAEE. (tonelada)

3.1.5.2 Reciclaje Exportación

En el caso de enviar los residuos a exportación, solamente se realizará

$$C_{Exportación} = (CT + CC) * Material_m + CA$$

Donde :

CT : Costo asociado al transporte de residuos

CC : Costo asociado al embalaje requerido para la exportación de RAEE

CA : Costos adicionales, dentro de los cuales se encuentran costos administrativos o permisos requeridos

$Material_m$: Cantidad total de material tipo m obtenido a partir de la generación de RAEE. (tonelada)

3.2 Beneficios

3.2.1 Beneficios Económicos

Una de las principales categorías de beneficios cuantificable se relaciona con los ingresos por venta de los materiales valorizados de los RAEE. Se asume que cada tonelada de RAEE recolectada será pretratada. Sea RAEE la cantidad de residuos recolectadas de una subcategoría cualquiera (en toneladas), y sean σ_j

las distintas fracciones de materiales obtenidas del pre-tratamiento de alguna categoría de RAEE. Los distintos materiales j son, por ejemplo, plástico, vidrio, cobre, mercurio, entre otros. No todas las fracciones de RAEE son valorizadas por lo que en algunos casos es necesario proceder a una correcta disposición ya sea en relleno sanitario o de seguridad. En muchos casos, pueden existir fracciones de un mismo material que son valorizadas mientras que otras se llevan a disposición final (como suele suceder con el plástico).

Por construcción $\sum_j \sigma_j = 1$. Sin embargo, estas proporciones pueden cambiar para aumentar las metas de valorización considerando las inversiones y protocolos para ello como también distintas restricciones. En aquellos casos que una fracción j es valorizada entonces $p_j > 0$. Por el contrario, cuando una fracción debe llevarse a disposición final $p_j < 0$.

Entonces los ingresos por venta netos de materiales valorizados para una categoría de RAEE determinada son:

$$R(RAEE, p) = \sum_j p_j \cdot \alpha_j \cdot RAEE$$

Cuando $R(RAEE, p) > 0$ entonces los ingresos asociados a las fracciones valorizables son mayores que los costos de las fracciones llevadas a disposición final. Lo contrario ocurre cuando $R(RAEE, p) < 0$.

Es importante considerar que esta categoría de beneficios se asocia directamente a los costos del sistema de gestión y son internalizados por este.

3.2.2 Beneficios Ambientales

La implementación de la Ley y sus metas en reciclaje conlleva a impactos positivos cuantificables y no cuantificables tanto en medio ambiente y sus variables, como también en salud y cambios en la comunidad. Estos son desglosados a continuación en cuatro grandes grupos.

3.2.2.1 Impactos por decrecimiento de descarga de contaminantes

Dentro de los efectos positivos inmediatos en materia medioambiental es el decrecimiento gradual de presencia de contaminantes propios de los RAEE terminada su vida útil en lugares de disposición final inadecuados, por mala gestión y nulo seguimiento por parte de los consumidores y productores/importadores. Actualmente se estima que un 81,5% de los RAEE tiene un destino desconocido, debido a dos factores principales, no tener un sistema de gestión de los productores para recuperar sus residuos ni tampoco la infraestructura pública necesaria para abarcar tales residuos, aún más en los aparatos de gran volumen, por lo que se infiere que llegan a un destino desconocido y sin regulación.

El manejo adecuado de RAEE previene la disposición inadecuada de residuos peligrosos. Sea j una fracción asociada a residuos peligrosos, por ejemplo, mercurio. Entonces la reducción (inadecuada) de descarga (d_j) es:

$$d_j = \sigma_j \cdot RAEE.$$

En algunos casos es difícil la cuantificación de la sustancia peligrosa. Por ejemplo, un monitor CRT tipo pesa 15 kg y el 71% corresponde a tubos catódicos y plomo, por lo que 10,65 kg correspondería a tubos catódicos y plomo siendo difícil la desagregación entre ambos.

3.2.2.2 Disminución de impactos en salud

Se identifican disminución de impactos en salud por procedimientos inapropiados realizados por trabajadores (principalmente RdeB). Estos se detallan en la sección 6.1.

3.2.2.3 Ahorros de materias primas, energía y gases efecto invernadero

La valoración de materias primas principalmente metálicas -como cobre o aluminio- permiten desplazar extracción primaria de materiales. Por ello, existe ahorro de materias primas lo que se traduce también en las reducciones correspondientes de consumo de energía y de emisiones de gases efecto invernadero.

En la misma notación anterior se obtienen beneficios:

- Ahorro de materias primas de fracción j , por ejemplo cobre, (mp_j):

$$mp_j = \alpha_j \cdot RAEE.$$

- Ahorro de consumo de energía asociado a fracción j (e_j):

$$e_{jc} = (cp_{jc} - ct_{jc}) \cdot mp_{jc}$$

Donde cp_{jc} y ct_{jc} representan los consumos unitarios (MWh/tonelada) de la producción primaria y de valoración del energético c , respectivamente. Donde los energéticos c pueden ser: electricidad, derivados de petróleo, gas natural, etc.

- Reducción de emisiones de gases efecto invernadero:

$$ghg_j = \sum_c f_c e_{jc}$$

Donde f_c representa el factor de emisión (toneladas de CO₂eq por MWh) asociado al energético c .

4 ESTIMACIÓN DE COSTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES CUANTIFICABLES

Para la estimación de costos y el cálculo de costos medios y marginales según zona geográfica ha sido necesario hacer algunos supuestos que son transversales en las secciones a continuación. Los supuestos utilizados se listan a continuación.

- Los resultados se presentan según zonas geográficas, las cuales corresponden a las zonas Norte Grande, Norte Chico, Central, Sur y Austral. Las regiones comprendidas en cada zona se presentan en la sección Anexo 9.2.
- Para cada zona se ha elegido una ciudad de referencia que permita estimar costos en base a datos reales necesarios (por ejemplo distancias para el caso de transporte o valor de terrenos para el caso de inversiones). Estas ciudades corresponden a aquellas que presentan la mayor cantidad de habitantes dentro de la región. Las ciudades escogidas en cada zona se presentan en la sección Anexo 9.2.
- Se han utilizado densidades (kg/m^3) según subcategoría con el propósito de estimar relaciones de capacidad (de vehículos y almacenaje) y obtener indicadores de peso (USD/tonelada). Los valores utilizados se presentan en la sección Anexo 9.3.
- Se han utilizado sueldos promedio de distintos trabajadores para estimar los costos operacionales en el caso de métodos de recolección y plantas de almacenamiento y pretratamiento. Estos sueldos han sido obtenidos de la plataforma *Indeed* para la Región Metropolitana⁷. Los sueldos utilizados se presentan en la sección Anexo 9.4.
- Se han utilizado indicadores de corrección de ingreso laboral para incorporar las diferencias salariales en el caso contrataciones de personal. Estos indicadores han sido obtenidos de la Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI 2017) y han sido aplicados sobre los sueldos promedio de la plataforma *Indeed*. Los factores de corrección utilizados se presentan en la sección Anexo 9.5.
- Se utilizan valores de 27.566 CLP por UF⁸ y de 670 CLP/USD.

A continuación se presentan los costos de instalación de nuevas capacidades y los costos operacionales asociados al manejo de RAEE.

4.1 Costo de instalación de nuevas capacidades

Los costos de instalación de nueva capacidad corresponden a costos de inversión mínimos para poder poner en funcionamiento una planta de almacenamiento, pretratamiento o tratamiento, o lo necesario para aumentar la capacidad de recolección. Generalmente los costos se asocian a:

- Compra de terrenos
- Infraestructura (galpón, módulos de reciclaje)

⁷ <https://www.indeed.cl/>

⁸ Valor al día 09 de abril de 2019

- Maquinaria e instrumentos necesarios para la operación (grúas horquilla, trituradoras, bins, racks, entre otros)
- Habilitación (señalética, habilitación de baños y oficinas, entre otros)

4.1.1 Recolección

A continuación se presentan los costos asociados a la instalación de nuevas capacidades de recolección. En el caso de Campañas Específicas, Convenio con Empresas y el Sistema 1x1 se ha identificado que no existen costos de inversión asociados, por lo cual solo se detallan los demás métodos.

4.1.1.1 Punto Verde

En relación a la inversión asociada a la instalación de nuevas capacidades de recolección por método de punto verde, se han estimado los valores de construcción e instalación de los mismos.

Se considera un costo de USD 403 por construcción de un punto verde de 360 litros y un costo adicional de instalación, el cual depende de la zona en la cual será instalado. El diseño y valor del punto verde corresponde al valor proporcionado por la empresa Recycla, la cual, a través de la Fundación Recyclápolis gestiona 810 puntos verdes en el país.

En relación al traslado de los contenedores, este se hace en forma eficiente desde el punto de vista logístico, lo que significa que existe una planificación para instalar más de un contenedor cuando se trata de regiones. De acuerdo a la información proporcionada por la empresa Recycla, se han utilizado camiones para el traslado de hasta 40 contenedores. Asumiendo los costos de transporte por zona geográfica (presentados en la sección 4.2.3) y la cantidad de contenedores posibles de trasladar, se han calculado los costos de instalación por cada punto verde.⁹

La tabla siguiente presenta los costos de inversión total estimados según zona geográfica para una unidad de punto verde.

Tabla 10: Costos de inversión unitario, método de recolección puntos verdes (USD)

Zona	Costo Total*
Norte Grande	485
Norte Chico	432
Central	409
Sur	422
Austral	553

*El costo corresponde a la instalación de una unidad de punto verde (un contenedor), en base al transporte de 40 contenedores.

Fuente: Elaboración propia

Puesto que los puntos verdes están diseñados para el acopio exclusivo de aparatos pequeños informáticos (celulares, cargadores, *mouse* y otros), los valores de la Tabla 10 están asociados solo a la recolección de la subcategoría F1.

⁹ El costo de instalación se calcula dividiendo el costo de transporte por la cantidad de contenedores trasladados, en este caso 40.

4.1.1.2 Punto Limpio

Los costos de construcción de puntos limpios son estimados en base a los costos de la licitación de la Red de Puntos Limpios de la Región Metropolitana¹⁰, la cual contempló la construcción de 20 puntos limpios con una superficie total de 9.280 m². La licitación tuvo un valor de USD 2.846.587 (valor sin IVA), equivalentes a un valor de 307 USD/m².

Tomando en consideración un punto limpio de 120 m² sólo para la recolección de RAEE¹¹ (Ver Tabla 3) y una rentabilidad del 30% para la empresa, se estima que el costo de un punto limpio de la superficie mencionada bordearía los USD 25.767. Se ha utilizado este valor para las cinco zonas geográficas analizadas.

El valor mencionado contempla, además de los costos de construcción, los costos de permiso de edificación, autorización sanitaria de funcionamiento, puesta en servicio de las instalaciones eléctricas, autorización para las conexiones sanitarias y/o fosa séptica cuando corresponda, autorización de SERVIU para rebaje de soleras y cualquier otra tramitación o autorización necesaria para el correcto funcionamiento de los puntos limpios.¹²

Los puntos limpios permiten la recepción de una combinación de RAEE de distintas categorías, lo cual estará determinado por los intereses de quienes operen estos puntos limpios y por los permisos obtenidos en relación a la autorización de una u otra subcategoría.

4.1.1.3 Sistemas 1x0

En el caso de sistemas 1x0 se ha asumido la habilitación de espacios dentro de tiendas ya operativas, similares a las actuales bodegas de almacenamiento de “retiro en tienda” de empresas nacionales de *retail*. De este modo, los costos de inversión están referidos a la compra de estructuras para almacenamiento (racks y bins).

El área de los espacios se ha estimado en superficies de 50 m² y 3 metros de altura, con una superficie útil de almacenamiento de un tercio del total.¹³ De esta manera, se cuenta con un volumen de almacenamiento de 100 m³ (se asume una altura de 2 metros para almacenamiento en altura). La habilitación de un espacio de estas dimensiones requiere alrededor de 15 racks y bins, cuyos valores comerciales son de USD 224 y USD 90 por unidad¹⁴.

En base a lo anterior, la habilitación de estos espacios conlleva a un costo de USD 4.701 por cada espacio de 50 m², el cual se aplica a todas las zonas geográficas.

¹⁰ Licitación ID 1261-7-LR17, año 2017.

¹¹ En la licitación se solicitaron puntos limpios de distintas superficies: 240 m², 400 m² y 1000 m².

¹² Las bases técnicas de la licitación no especifica los valores desglosados para los permisos requeridos. Sin embargo si especifica que el oferente debe hacerse cargo de todos los permisos, entre ellos los mencionados.

¹³ Se ha considerado el espacio de 50 m² en base a los actuales espacios de almacenamiento para compras online en tiendas de *retail*.

¹⁴ En base a cotizaciones de empresas Envases Videvas.

4.1.2 Almacenamiento

La inversión asociada a la construcción de nueva capacidad de almacenamiento considera tres ítems: compra del terreno, construcción del galpón y habilitación del galpón.

Respecto del terreno, se obtuvieron los precios de UF/m² de las ciudades de referencias (ver sección 9.2 y sección 9.6) y se estimó la compra de un terreno de 1.000 m² por zona geográfica. Los costos de inversión por concepto de adquisición de terrenos según zona geográfica se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 11: Costos de compra de terreno por zona geográfica

Zona	Valor UF/m ²	Compra terreno 1.000 m ² (USD)
Norte Grande	10,1	414.515
Norte Chico	4,6	187.200
Central	4,4	179.630
Sur	1,5	61.714
Austral	1,3	52.663

Fuente: Costos obtenidos a partir de sitio web Portal Inmobiliario y Urbac¹⁵

En el caso de los costos asociados a la construcción del galpón se consideró el valor declarado en la Declaración de Impacto Ambiental de la empresa RECYCLA¹⁶ para el aumento de la capacidad de almacenamiento y transferencia de residuos electrónicos mediante la construcción de un galpón de 600 m². A partir de la relación de costo por m², se obtuvo un valor de USD 250.000 asociada a la construcción del galpón.

En relación a los costos de habilitación del galpón, se consideró la compra de maquinaria e instrumentos mínimos necesarios para el correcto manejo de los residuos dentro del centro de almacenamiento (grúa horquilla, pesa, bins, racks), estimada en USD 140.000. De igual modo se consideran los permisos sanitarios necesarios para el funcionamiento de la planta (resolución sanitaria), estimados en un valor de 537 USD. Sumado a lo anterior se consideró un margen de error de un 20% más, en caso de otros costos que se puedan incurrir y no estén considerados.

La inversión total estimada para la construcción y habilitación de un galpón de almacenamiento de 600m² según zona geográfica se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 12: Costo de inversión total de almacenamiento por zona geográfica (USD)

Zona	Compra terreno	Construcción	Habilitación del galpón	Costo Total*
Norte Grande	414.515	250.000	140.630	966.174
Norte Chico	187.200	250.000	140.630	693.396
Central	179.630	250.000	140.630	684.312
Sur	61.714	250.000	140.630	542.813
Austral	52.663	250.000	140.630	531.951

*Costo total considera un margen de error de un 20% aplicado sobre la suma de la compra del terreno, construcción y habilitación del galpón

Fuente: Elaboración en base a datos presentados anteriormente

¹⁵ www.portalinmobiliario.cl y www.urbac.cl. El valor de UF/m² obtenido corresponde a una ponderación de distintos terrenos consultados. El detalle de los mismos se presenta en la sección Anexo 9.7

¹⁶ AMPLIACIÓN PLANTA RECYCLA DIA - 2008

Las subcategorías de RAEE posibles de almacenar en este tipo de plantas dependerán de los permisos otorgados en cada caso, pudiendo cubrir todos los RAEE o solo aquellos que otorgue la autoridad sanitaria correspondiente. Potencialmente, un galpón de almacenamiento puede recepcionar todas las subcategorías de RAEE.

4.1.3 Pretratamiento

Para estimar los costos asociados a la inversión en nueva capacidad de pretratamiento se asume la instalación de una planta estándar, la cual toma como referencia a la empresa DEGRAF debido a que es la empresa que recibe de todas las subcategorías de RAEE y realiza los procesos de pretratamiento de forma automatizada en su mayoría. Además, DEGRAF corresponde a una empresa que se dedica solo a procesos de pretratamiento.

A partir de lo señalado en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de la empresa, el terreno total de la planta ubicada en la comuna de Quilicura es de 2.400 m², por lo cual a partir de la estimación de UF/m² por zona geográfica, se obtuvo un precio de compra del terreno para un terreno de igual superficie. Los valores correspondientes se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 13: Costos de compra de terreno por zona geográfica

Zona	Valor UF/m ²	Compra terreno 2.400 m ² (USD)
Norte Grande	10,1	994.836
Norte Chico	4,6	449.281
Central	4,4	431.112
Sur	1,5	148.115
Austral	1,3	126.391

Fuente: Costos obtenidos a partir de sitio web Portal Inmobiliario y Urbac¹⁷

Para la construcción del galpón (sin considerar contemplar la habilitación del mismo) se consideró nuevamente el costo por m² a partir de lo declarado en el DIA de la empresa RECYCLA, considerando una superficie construida similar a la de DEGRAF (1.000 m²), lo cual correspondería a una inversión de USD 250.000.

Los costos de habilitación una vez ya construido el galpón, de acuerdo a lo declarado en la DIA de DEGRAF totalizan una inversión de USD 479.851. Dentro de estos costos se encuentra los costos asociados a lo siguiente:

- Contratación de 4 personas
- Maquinaria y equipo (solo procesos de desarme, corte, trituración, destrucción)
 - Destornilladores, alicates, dados, martillo, entre otros instrumentos de desarme manual
 - Un equipo de oxicorte
 - Un compresor
 - Una soldadora
 - Un taladro de pedestal
 - Un esmeril de pedestal

¹⁷ www.portalinmobiliario.cl y www.urbac.cl

- Un torchador
- Una guillotina de 10 cm
- Un martillo de golpe neumático
- Una compactadora
- Una trituradora
- Transpaleta
- Grúa horquilla
- Romana de plataforma (2000 kg)
- Instalación de señalética
- Demarcación de pasillos
- Adquisición de maquinarias para el vaciado de equipos refrigerantes y la máquina para tratar lámparas fluorescentes

Para contrastar el valor declarado por la empresa DEGRAF en su DIA, se cotizaron las distintas maquinarias señaladas (ver Anexo 9.6). Dichas cotizaciones de la maquinaria totalizan 280.066 USD, sin considerar los costos asociados al despacho de la maquinaria, contratación de personal, instalación de señalética, demarcación de pasillos y otros costos asociados a la habilitación de una planta de pretratamiento. Por lo anterior, se considera el valor declarado por DEGRAF se encuentra dentro de los rangos esperados.

El costo total, desglosado en las componentes ya mencionadas, se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Costo de inversión de nueva capacidad en pretratamiento (USD)

Zona geográfica	Compra terreno	Construcción	Habilitación planta	Total
Norte Grande	994.836	250.000	479.851	1.724.687
Norte Chico	449.281	250.000	479.851	1.179.131
Central	431.112	250.000	479.851	1.160.963
Sur	148.115	250.000	479.851	877.965
Austral	126.391	250.000	479.851	856.242

Fuente: elaboración en base a datos presentados anteriormente

Por último, en el caso de requerirse el servicio de blanqueamiento, dicha máquina tiene un costo de USD 6.120 aproximadamente. Este valor no se considera en el costo de inversión de nueva capacidad de pretratamiento, debido a que, de acuerdo a conversaciones sostenidas con los gestores, este servicio es solo solicitado por empresas que tengan políticas internacionales que lo exijan, ya que es costoso.

4.1.4 Tratamiento

En el caso del tratamiento, se analizan aquellos procesos que tienen relación con la generación de materias primas a partir de material reciclado, correspondiente a la fabricación de lingotes de metales (cobre, aluminio y bronce)¹⁸. En el caso de otros materiales, como el acero y el vidrio, el tratamiento está ligado al reciclaje de estos materiales mediante su incorporación como materia prima en procesos productivos de distintas plantas (AZA y Cristalería Toro). El objetivo de dichas plantas es la fabricación de

¹⁸ Dentro de los tipos de tratamiento existente (reutilización, valorización energética, reciclaje nacional y exportación) el único tratamiento que tiene inversión asociada es el reciclaje nacional, donde solo se estudian aquellos mercados propios del reciclaje de RAEE.

un producto con valor agregado, por lo cual la estimación del costo de la instalación de nueva capacidad de tratamiento escapa del alcance de este estudio.

Para estimar la inversión asociada a la instalación de nueva capacidad de tratamiento de metales (cobre, aluminio y bronce) se tiene como referencia la empresa nacional MIDAS, la única que realiza procesos de fundición para la fabricación de lingotes de estos materiales. De acuerdo su Declaración de Impacto Ambiental¹⁹, la cual tiene como objetivo ampliar la autorización de MIDAS para poder incorporar a su línea de procesos de residuos de metales ferrosos y no ferrosos como cobre, bronce y aluminio, el monto de inversión asociado es de 1,5 millones de dólares.

Tal como se indica en la DIA de MIDAS, para la estimación del costo asociado a inversión se asume que se agrega nueva capacidad a una planta de pretratamiento ya construida. De esta forma, la inversión considera:

- Horno de fundición
- Molino industrial
- Máquina recuperadora de cables
- Equipo de corte de plasma
- Galpón adyacente

La planta instalada tiene una capacidad máxima de tratamiento por materia prima de acuerdo a lo presentado en la siguiente tabla.

Tabla 15: Cantidad máxima de materia prima a procesar (tonelada)

Materia prima	Cantidad máxima mensual
Escoria de bronce	30
Escoria de cobre	30
Cables (cobre y aluminio)	200
Chatarra (cobre-bronce-latón, aluminio)	60
Total	320

Fuente: DIA MIDAS, 2010

4.2 Costo operacional medio y marginal

Los costos marginales se estiman en el corto plazo. Este valor corresponde al costo de procesar una última tonelada en el sistema por lo que corresponde a la diferencia de costo variable.

El costo total tiene una componente fija y otra variable: $C(q) = CF + CV(q)$

El costo marginal:

$$C(q + 1) - C(q) = CF + CV(q + 1) - (CF + C(q)) = CV(q + 1) - CV(q)$$

Esta estimación tiene el desafío de desagregar las distintas componentes de costos entre fijos y variables.

¹⁹ “Recuperación de Materias Primas a partir de reciclaje de residuos sólidos” DIA - 2010

Los costos medios no serán constantes: dependerán de la cantidad de material a procesar. Esto será relevante en etapas de pretratamiento ya que se dimensionarán plantas para las cantidades esperadas que crecen en el tiempo.

$$\text{El costo medio: } CMe(q) = \frac{C(q)}{q} = \frac{CF+CV(q)}{q}$$

Por lo que el término $\frac{CF}{q}$ asociado la inversión cae con el aprovechamiento de la capacidad instalada. Esto es consistente con la información levantada en terreno, donde se ha planteado que aumentar la cantidad de RAEE que se recibe depende principalmente de turnos de operarios sin requerir nuevas inversiones.

4.2.1 Recolección

Los costos operacionales de los seis métodos de recolección presentados en la sección 3.1.1 están referidos principalmente a costos de:

- Almacenamiento temporal
- Mantenimiento
- Difusión
- Contratación de personal
- Transporte de RAEE (transporte hacia gestor)

Tal como fue explicado en la sección 3.1 algunos de estos costos pueden o no estar presentes en los métodos identificados. En las secciones siguientes se presentan los costos estimados según método de recolección.

4.2.1.1 Punto Verde

Para el caso de los puntos verdes se han cuantificado costos de mantenimiento y transporte de RAEE. No se cuantifican costos por contratación de personal puesto que, si bien las estructuras requieren esporádicamente ²⁰ la limpieza de estas, esta labor no representa costos adicionales para las organizaciones donde sean instalados los puntos verdes.

En términos de capacidad de almacenamiento se ha asumido un contenedor estándar de 360 litros, el cual sólo permite la recepción de pequeños aparatos informáticos. Considerando las densidades de estos RAEE, estimada en 400 kg/m³, la capacidad de un punto verde en términos de peso equivalente a 144 kg de RAEE.

De acuerdo a la información proporcionada por RECYCLA y CHILENTER, el llenado de este tipo de contenedores se logra cada seis meses aproximadamente. Así, la recolección de los RAEE de los puntos verdes es realizada dos veces al año, lo cual totaliza una capacidad anual de 288 kg por estructura.

Para estimar los costos de transporte por estructura se requiere necesariamente realizar supuestos de logística, entre ellos la ciudad del gestor destinatario y el diseño de un sistema de retiro similar a lo que ocurre actualmente y que permita economías de escala.

²⁰ Una o dos veces al mes y sólo considera la limpieza de las caras exteriores de la estructura.

Para cada zona geográfica se ha establecido una ciudad de destino de los RAEE y se ha asumido que la recolección se hace para más de un punto verde. Esto último permite distribuir el costo de transporte entre varias estructuras y obtener economías de escala dentro del proceso de recolección.

En relación al mantenimiento anual de las estructuras, se ha asumido un valor del 5% de los costos de inversión inicial por punto verde (ver costos de inversión en sección 4.1). Este valor considera por ejemplo la impresión de nuevas gráficas en caso de deterioro o reparación de daños menores. Los valores estimados se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 16: Costo anual operacional por punto verde según zona geográfica (USD)

Zona Geográfica	Ciudad de Referencia	Ciudad Gestor Destinatario	Costo transporte ²¹	Costo Mantenimiento	Costo Total
Norte Grande	Antofagasta	Santiago	328	24	352
Norte Chico	Coquimbo	Santiago	117	22	138
Central	Rancagua	Santiago	25	20	46
Sur	Temuco	Chillán	75	21	96
Austral	Punta Arenas	Chillán	602	28	629

Fuente: Elaboración propia en base a costos de gestores

En términos de costos medios y marginales, la tabla a continuación presenta los resultados obtenidos. Estos resultados están referidos solamente a la categoría F1 debido a que los puntos verdes actualmente están diseñados para la recolección de estos RAEE.

Tabla 17: Costos medios y marginales

Total Anual	Costo medio (USD/tonelada)	Costo marginal (USD/tonelada)
Norte Grande	3,7	2,4
Norte Chico	2,1	1,0
Central	1,4	0,3
Sur	1,8	0,7
Austral	5,8	4,4

Fuente: Elaboración propia en base costos de instalación y operación estimados

4.2.1.2 Campaña Específica

Para el caso de campañas específicas se cuantifican los costos asociados a la difusión y al transporte de RAEE. En el caso de la difusión, se asume que se realizará difusión radial (considera 2 anuncios diarios durante 6 días)²² y la impresión e instalación de 8 pasacalles (400 x 70 cms) y 10 pendones (150 x 70 cms). Se asume además difusión en redes sociales de la municipalidad, sin costos asociados.

²¹ Valor estimado para la recolección de RAEE de 20 puntos verdes.

²² Los costos por anuncios radiales se detallan en la sección 9.8

Tabla 18: Costos asociados a la difusión de una Campaña Específica (USD)

Zona	Difusión Radial	Pendones y pasacalles	Total
Norte Grande	71	681	752
Norte Chico	58	681	739
Central	110	681	791
Sur	77	758	772
Austral	60	741	752

Fuente: Elaboración en base a datos presentados en IARC²³ y MACPRINT²⁴

Los costos de transporte han sido calculados de acuerdo a lo descrito en la sección 4.2.3 del presente informe. A continuación se detallan los valores obtenidos para el transporte de RAEE.

Tabla 19: Costos asociados al transporte de RAEE método Campaña Específica (USD)

ZONA	Ciudad de origen	Ciudad de destino	Costo Transporte ²⁵
Norte Grande	Antofagasta	Santiago	3.276
Norte Chico	Coquimbo	Santiago	1.168
Central	Puente Alto	Santiago	254
Sur	Temuco	Chillán	754
Austral	Punta Arenas	Chillán	6.016

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, el costo total del presente método corresponde a la suma de los dos costos antes mencionados. Puesto que el éxito de las campañas depende del alcance logrado y a que el *mix* de RAEE que se recolecta puede ser muy variado, se presenta el costo total por zona geográfica, sin diferenciación por subcategoría.

Tabla 20: Costo operacional método de recolección Campaña Específica (USD)

ZONA	Costo Campaña Específica
Norte Grande	4.042
Norte Chico	1.918
Central	1.066
Sur	1.526
Austral	6.768

Fuente: Elaboración propia en base a datos presentados anteriormente

4.2.1.3 Convenio con empresas

En el método de recolección mediante convenio con empresas solamente se identifican costos asociados al transporte de RAEE desde la ciudad de origen hasta la ciudad de destino (Santiago o Chillán). Si bien existen acciones de coordinación²⁶ al interior de las empresas que solicitan los servicios de retiro de RAEE,

²³ <https://www.iarc.cl/publicidad-en-regiones/>

²⁴ <https://www.macprint.cl/producto/tela-pvc/>

²⁵ El valor presentado corresponde a un traslado de RAEE desde las ciudades de origen hacia un gestor destinatario ubicado en las ciudades de destino, utilizando un camión de capacidad de 20 toneladas y un volumen máximo de 32 m³.

²⁶ Las actividades se asocian a cotización, evaluación de proveedores y coordinación de retiros al interior de las plantas.

se considera que estas no requieren la contratación de nuevo personal y por tanto no se consideran relevantes para el cálculo.

De esta forma, los costos totales de este método de recolección corresponden a los costos de transporte, los cuales se presentan en la sección 4.2.3 del presente informe.

4.2.1.4 Punto Limpio

Para el caso de los puntos limpios se han cuantificado costos de mantenimiento, contratación de personal y transporte de RAEE.

En el caso del mantenimiento, se ha asumido un valor del 5% de los costos de inversión inicial por punto limpio (ver costos de inversión en sección 4.1). Este valor considera la reparación de daños, demarcación de espacios, mejoramiento de señalética, entre otros.

En relación a la contratación de personal, se considera la contratación de al menos cuatro trabajadores por punto limpio, según se detalla en la tabla a continuación. De los cuatro trabajadores se considera solo un operario de planta, a cargo del manejo y orden de RAEE. En la medida que se tengan puntos limpios de mayores dimensiones o que el flujo de RAEE sea mayor, es posible que la cantidad requerida de operarios aumente.

Tabla 21: Contratación de personal diseño de Punto Limpio

Personal	Cantidad	Tipo
Operario de Planta	1	Variable
Administrador	1	Fijo
Guardia	1	Fijo
Auxiliar de Aseo	1	Fijo
Total	4	

Fuente: Elaboración propia

Por último, en el caso del transporte, estos han sido estimados de acuerdo a lo descrito en la sección 4.2.3. A continuación se detallan los costos operacionales obtenidos para el caso de un punto limpio.

Tabla 22: Costos operacionales anuales (USD)

Zona Geográfica	Mantenimiento Anual	Transporte Anual	Personal Fijo	Personal Variable	Total Anual
Norte Grande	1.288	3.276	35.322	6.695	46.581
Norte Chico	1.288	1.168	23.021	4.363	29.841
Central	1.288	254	31.845	6.036	39.423
Sur	1.288	754	21.782	4.129	27.953
Austral	1.288	6.016	38.887	7.371	53.563

Fuente: Elaboración propia

Tomando en consideración que la recolección de RAEE en puntos limpios se hace tradicionalmente a través de *containers* abiertos de capacidad de 20 m³, y asumiendo el uso de 4 *containers*²⁷ y un factor de llenado de los mismos del 80%²⁸, se tiene una capacidad útil de acopio de 70,5 m³. En base a las densidades

²⁷ La superficie de estos cuatro *containers* es de 59 m², equivalentes a un 50% del total del terreno del punto limpio contemplado.

²⁸ De acuerdo a conversaciones sostenidas con empresa RECYCLA

de las subcategorías se ha estimado la cantidad máxima de acopio asumiendo la recolección exclusiva de cada subcategoría.

Tabla 23: Costos medios recolección a través de puntos limpios (USD/tonelada)

Subcat	Zona geográfica				
	Norte Grande	Norte Chico	Central	Sur	Austral
A1-A2	7.893	5.255	6.765	4.957	8.993
A3	7.893	5.255	6.765	4.957	8.993
A4	7.893	5.255	6.765	4.957	8.993
B1	1.579	1.051	1.353	991	1.799
B2	2.030	1.351	1.740	1.275	2.313
B3	1.776	1.182	1.522	1.115	2.024
C1	3.552	2.365	3.044	2.231	4.047
C2	3.552	2.365	3.044	2.231	4.047
D1	5.752	3.829	4.930	3.613	6.554
D2	5.752	3.829	4.930	3.613	6.554
E1	1.184	788	1.015	744	1.349
E2	2.368	1.576	2.029	1.487	2.698
F1	1.776	1.182	1.522	1.115	2.024
F2	1.776	1.182	1.522	1.115	2.024
F3	1.776	1.182	1.522	1.115	2.024

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Costos marginales recolección a través de puntos limpios (USD/tonelada)

Subcat	Zona geográfica				
	Norte Grande	Norte Chico	Central	Sur	Austral
A1-A2	7.341	4.703	6.213	4.405	8.442
A3	7.341	4.703	6.213	4.405	8.442
A4	7.341	4.703	6.213	4.405	8.442
B1	1.468	941	1.243	881	1.688
B2	1.888	1.209	1.598	1.133	2.171
B3	1.652	1.058	1.398	991	1.899
C1	3.304	2.116	2.796	1.982	3.799
C2	3.304	2.116	2.796	1.982	3.799
D1	5.350	3.427	4.528	3.210	6.152
D2	5.350	3.427	4.528	3.210	6.152
E1	1.101	705	932	661	1.266
E2	2.202	1.411	1.864	1.322	2.533
F1	1.652	1.058	1.398	991	1.899
F2	1.652	1.058	1.398	991	1.899
F3	1.652	1.058	1.398	991	1.899

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.5 Sistema 1x1

De acuerdo a lo descrito en la sección 3.1.1.5, bajo este sistema de logística, los costos asociados al método 1x1 corresponden a la contratación de camiones que realizan retiros de RAEE y traslados hacia plantas gestoras. Este mecanismo es evaluado en la sección 4.2.3.

4.2.1.6 Sistema 1x0

De acuerdo a lo descrito en la sección 3.1.1.6, los costos identificados corresponden costos de almacenamiento, operación y transporte.

El sistema 1x0 planteado corresponde a un espacio en que las empresas reciben RAEE, el cual ha sido acondicionado para tales fines. Como costo de almacenamiento o uso de espacio, se toma como referencia los costos asociados al bodegaje de productos por compra online, estimados en 0,11 UF mensual²⁹. De este modo, al considerar una superficie de 50 m², se tiene un costo anual de USD 32.585. Este valor ha sido utilizado para todas las zonas geográficas.

En relación a los costos operacionales, se contempla también la contratación de un auxiliar de bodega a cargo de la recepción y despacho de los RAEE. No se consideran costos de electricidad puestos que estos son marginales si se toma en cuenta que las dependencias son parte de tiendas de *retail* ya operativas.

Por último, con respecto a los costos de transporte, estos han sido estimados de acuerdo a lo descrito en la sección 4.2.3. A continuación se detallan los costos operacionales obtenidos para el caso de un sistema 1x0.

Tabla 25: Costos operacionales anuales sistema 1x0 (USD)

Zona Geográfica	Almacenamiento Temporal	Transporte Anual	Personal Fijo	Total Anual
Norte Grande	2.715	6.551	6.457	15.723
Norte Chico	2.715	2.337	4.208	9.260
Central	2.715	507	5.821	9.044
Sur	2.715	1.508	3.982	8.205
Austral	2.715	12.032	7.108	21.856

Fuente: Elaboración propia

Se asume para el caso de los sistemas 1x0 que los RAEE que llegan son principalmente aquellos que las personas pueden cargar con ellas (celulares, notebooks, etc.) o traer en vehículos (monitores, computadores, etc.) Se excluyen así las categorías de grandes aparatos o equipos de intercambio de calor.

Los costos medios y marginales obtenidos se presentan en las tablas a continuación.

Tabla 26: Costos medios recolección sistema 1x0 (USD/tonelada)

Subcat	Zona geográfica				
	Norte Grande	Norte Chico	Central	Sur	Austral
B1	404	244	239	218	555
B2	519	314	307	281	714
B3	455	275	269	246	625
C1	909	550	538	491	1.250
C2	909	550	538	491	1.250
F1	455	275	269	246	625
F2	455	275	269	246	625
F3	455	275	269	246	625

Fuente: Elaboración propia

²⁹ Fuente confidencial de empresa de *retail*. Se asume un valor de la UF de 27.566 CLP al día 09 de abril de 2019.

Tabla 27: Costos marginales recolección sistema 1x0 (USD/tonelada)

Subcat	Zona geográfica				
	Norte Grande	Norte Chico	Central	Sur	Austral
B1	388	229	223	203	540
B2	499	294	287	260	694
B3	437	257	251	228	607
C1	874	514	502	456	1.214
C2	874	514	502	456	1.214
F1	437	257	251	228	607
F2	437	257	251	228	607
F3	437	257	251	228	607

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Almacenamiento

Los costos operacionales que se asocian al almacenamiento corresponden a:

- Servicios básicos (electricidad, agua, internet-teléfono)
- Contratación de personal

Para el cálculo de consumo eléctrico se asume un consumo de 180 kW al mes³⁰, con una tarifa BT1 (cliente residencial) de acuerdo a los datos entregados en la plataforma de datos energía abierta de la CNE. En el caso del consumo de agua, se asume un consumo promedio de 158 litros por persona³¹, lo cual se multiplica por 20 días (laborales) y por el total de personal en la planta. De esta forma se obtiene un valor de 30 m³ mensual, a partir de lo cual se calcula el costo de acuerdo al precio del agua en cada zona geográfica. Por último, respecto de los servicios de telefonía e internet, se asume el costo del plan más básico que ofrece actualmente una empresa de telefonía para el sector empresas³². A continuación se resumen los costos mensuales asociados a servicios básicos.

Tabla 28: Costos mensuales asociados a servicios básicos (USD)

Zona	Electricidad	Agua	Teléfono - Internet	Total
Norte Grande	25	70	57	152
Norte Chico	32	60	57	149
Central	24	21	57	102
Sur	31	25	57	113
Austral	30	54	57	141
Austral	32	42	57	130

Fuente: Elaboración en base a datos energía abierta (Cuenta tipo consumo eléctrico tarifa BT1), Aguas Antofagasta, Aguas del valle, Aguas Andinas, Aguas Araucanía, Superintendencia de Servicios Sanitarios y VTR

Sumado a lo anterior, se considera la contratación de personal para cubrir las funciones mínimas necesarias para el funcionamiento de una planta de almacenamiento. En la tabla que se presenta a continuación se detallan los cargos requeridos, la cantidad y el sueldo de cada uno.

³⁰ Valor corresponde a boleta promedio residencial.

³¹ Valor estimado a partir de calculadora de consumo de agua potable. Link: <http://www.aguasdelvalle.cl/calcula.html>

³² Se ha asumido como referente el valor de un plan de la empresa VTR.

Tabla 29: Sueldos de personal a contratar (USD)

Personal	Sueldo	Cantidad	Total
Operario de Planta	503	2	1.006
Secretaria	555	1	555
Operario de grúa	734	1	734
Contador	593	1	593
Jefe de logística	631	1	631
Encargado comercial	1.612	1	1.612
Auxiliar de Aseo	460	1	460
Gerente general	3.731	1	3.731
Total		9	9.322

Fuente: Sueldo obtenidos a partir de estadísticas calculadas por la plataforma de trabajos "Indeed"³³

Para obtener los sueldos por zona geográfica, se ajusta el valor mencionado de acuerdo a los factores presentados en el Anexo 9.5.

De esta forma, a partir de los costos antes mencionados, se presenta el resumen de los costos de inversión, los costos operacionales fijos (servicios básicos y personal fijo) y costos operacionales variables (personal variable).

Tabla 30: Costos de inversión y operacionales totales

Zona	Costo Inversión	Costo Operacional
Norte Grande	966.174	151.090
Norte Chico	693.396	99.185
Sur	542.813	93.451
Austral	531.951	165.961

Fuente: Elaboración en base a datos presentados anteriormente

Por otro lado, en base a las densidades de las distintas subcategorías (ver Anexo 9.3) se pueden calcular las toneladas máximas de cada tipo de RAEE que se pueden almacenar en la planta en un instante de tiempo. Se asume que se debe dejar espacio para pasillos, de modo que pueda circular la grúa, y que la altura máxima para almacenar sea de 3 metros. De esta forma, considerando una superficie de 667 m², la capacidad máxima de almacenamiento sería de 2.000 m³. La cantidad de toneladas máximas posibles de almacenar por subcategoría "i" está dada por la ecuación a continuación:

$$ton_max_i = densidad_i [kg/m^3] * 2.000[m^3]/1.000$$

En el cuadro a continuación se presentan las toneladas máximas que se pueden almacenar por subcategoría y el costo total por zona.

Tabla 31: Costo de almacenamiento por categoría (tonelada)

Subcategoría	Toneladas máxima
A1-A2	180
A3	180
A4	180
B1	900
B2	700
B3	800

³³ www.indeed.cl

Subcategoría	Toneladas máxima
C1	400
C2	400
D1	247
D2	247
E1	1.200
E2	600
F1	800
F2	800
F3	800

Fuente: Elaboración en base a datos presentados anteriormente

Las toneladas máximas antes presentadas corresponden a la máxima cantidad de RAEE de un solo tipo de subcategoría que ocupan todo el espacio disponible en la planta de almacenamiento. Debido a que los residuos peligrosos pueden ser almacenados por un plazo máximo de 6 meses, se asume que se podría llenar dos veces la bodega al año. A partir de dichos valores, se obtiene un costo medio por subcategoría, dividiendo el costo anual total de almacenamiento por dos veces las toneladas máximas, obteniendo así el costo medio.

Tabla 32: Costo medio de almacenamiento por zona geográfica y subcategoría (USD)³⁴

Subcat	Norte Grande	Norte Chico	Sur	Austral
A1-A2	654	443	391	590
A3	654	443	391	590
A4	654	443	391	590
B1	131	89	78	118
B2	168	114	101	152
B3	147	100	88	133
C1	294	200	176	265
C2	294	200	176	265
D1	476	323	285	430
D2	476	323	285	430
E1	98	67	59	88
E2	196	133	117	177
F1	147	100	88	133
F2	147	100	88	133
F3	147	100	88	133

Fuente: Elaboración en base a datos presentados anteriormente

4.2.3 Transporte

Los costos de transporte de RAEE están determinados principalmente por las distancias entre los puntos de retiro de residuos y las plantas gestoras destinatarias. Hoy en día los gestores se encuentran ubicados en la Región Metropolitana y la Región del Biobío, particularmente en las comunas de Lampa, Quilicura, Pudahuel, Quinta Normal y Chillán Viejo.

³⁴ No se consideró la zona central puesto que los centros de almacenamiento están pensados para zonas donde no se cuente con plantas de pretratamiento. Al existir plantas de pretratamiento en la zona central, se descarta la opción de crear plantas exclusivas para almacenamiento.

El actual sistema de costos contempla una tarifa fija para el caso de clientes ubicados dentro de la misma región del gestor, el cual varía entre USD 82 y USD 254 dependiendo del tipo de vehículo requerido. Los valores cobrados para estos clientes según tipo de vehículos se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 33: Costos de transporte de RAEE dentro de la región de la empresa gestora (USD)

Vehículo menor (0,4 toneladas)	Camión 1.5 toneladas	Camión 5 toneladas	Camión Rampla (10 toneladas)	Camión Rampla (16 toneladas)	Camión Rampla (20 toneladas)
82	164	216	209	224	254

Fuente: Elaboración propia en base a consultas a gestores

En el caso de clientes ubicados en otras regiones se aplica un cobro fijo estimado en USD 104 y un adicional por km recorrido que bordea los 2,2 USD/km. En este último caso el valor de 2,2 USD/km puede incluir o excluir los costos de peaje asociados, lo cual depende de cada gestor.

Para calcular los costos de transporte según ciudad se ha calculado el valor asociado al traslado de RAEE hacia los gestores de la Región Metropolitana y de la Región del Biobío de acuerdo a un camión rampla. En el caso de ciudades pertenecientes a la RM y a la región del Biobío se considera el valor fijo de USD 254 mencionado. En el caso de ciudades pertenecientes a otras regiones el valor considera el costo por kilómetros recorridos³⁵ y los peajes asociados³⁶, permitiendo identificar en cada caso el destino más conveniente en términos económicos. En la sección 9.8 en Anexos se presentan los costos de transporte para las capitales provinciales del país.

A partir de lo recientemente comentado y considerando las ciudades de referencia de cada zona geográfica se ha estimado el costo asociado. De igual modo, se han estimado los costos máximo y mínimo posibles de encontrar en cada zona geográfica. La tabla siguiente presenta los resultados obtenidos.

Tabla 34: Costo de transporte según zona geográfica (USD)

Zona	Ciudad Referencia	Costo Ciudad Referencia	Costo Mínimo ³⁷	Costo Máximo ³⁸
Norte Grande	Antofagasta	3.276	3.276	5.152
Norte Chico	Coquimbo	1.168	756	2.378
Central	Puente Alto	254	254	567
Sur	Temuco	754	495	2.311
Austral	Punta Arenas	6.016	2.984	7.328

Fuente: Elaboración propia en base a información de gestores, COPEC y la aplicación "Peajes"

En base a las densidades de las distintas subcategorías (ver sección 9.3) se han calculado los costos por tonelada transportada para un camión de 20 toneladas (dimensiones de 6 x 2,3 x 2,3 metros de largo, ancho y alto respectivamente, equivalentes a una capacidad de 32 m³). La cantidad de toneladas máximas posibles de transportar por subcategoría "i" está dada por la ecuación a continuación:

³⁵ Los kilómetros de distancia entre las ciudades y los gestores han sido extraídos del sitio web de la empresa COPEC. <https://ww2.copec.cl/chiletur/posts/cuadros-de-distancia-en-guias-zonales>

³⁶ Los peajes han sido calculados mediante la aplicación "Peajes" para un vehículo tipo camión de dos ejes.

³⁷ Las ciudades que presentan los costos mínimos dentro de cada zona corresponden a Antofagasta, Illapel, Los Andes, Angol, Puerto Aysén. Se excluyen de este análisis las ciudades pertenecientes a las regiones RM y del Bío Bío puesto que se ha considerado para las mismas un valor fijo de USD 254.

³⁸ Las ciudades que presentan los costos máximos dentro de cada zona corresponden a Putre, Chañaral, Pichilemu, Chaitén y Cabo de Hornos.

$$ton_max_i = densidad_i [kg/m^3] * 32 [m^3]/1.000$$

De esta manera, considerando el costo de referencia de la zona (Tabla 34) y las capacidades de volumen del camión mencionado, se han obtenido los costos por tonelada transportada según subcategoría:

Tabla 35: Costos de transporte por tonelada según zona geográfica y categoría de RAEE (USD/tonelada)

Cat	Toneladas máximas transportadas por traslado	COSTO USD/tonelada				
		Norte Grande	Norte Chico	Central	Sur	Austral
A1-A2	2,9	1.147	409	89	264	2.106
A3	2,9	1.147	409	89	264	2.106
A4	2,9	1.147	409	89	264	2.106
B1	14,3	229	82	18	53	421
B2	11,1	295	105	23	68	542
B3	12,7	258	92	20	59	474
C1	6,3	516	184	40	119	948
C2	6,3	516	184	40	119	948
D1	3,9	836	298	65	192	1.535
D2	3,9	836	298	65	192	1.535
E1	19,0	172	61	13	40	316
E2	9,5	344	123	27	79	632
F1	12,7	258	92	20	59	474
F2	12,7	258	92	20	59	474

Fuente: Elaboración propia en base a densidades, información de gestores, COPEC y la aplicación "Peajes"

Es importante mencionar que la principal restricción en el uso de los vehículos y el transporte de RAEE está dada por el volumen de los mismos y no por el peso.³⁹ De esta manera, para todas las categorías se tiene que el peso asociado al traslado de los RAEE está por debajo del peso máximo posible de transportar.

Los costos marginales corresponderán entonces a una función escalón, vale decir, con costos estándar por tramo de cantidades transportadas. En general, el costo de transporte para una determinada cantidad T a ser transportada, estará dado según la siguiente ecuación:

$$Costo_{T,i,j} = \text{redondear. sup} \left[\left(\frac{T}{densidad_i * 32 [m^3]} \right) \right] * Costo_{i,j}$$

Donde,

$Costo_{T,i,j}$ = Costo de transporte de cantidad T perteneciente a la subcategoría i , en la zona geográfica j

redondear. sup = Función que redondea el valor al entero superior más próximo

T = Cantidad de RAEE a transportar [kg]

$densidad_i$ = Densidad del RAEE T perteneciente a la subcategoría i [kg/m³]

$Costo_{i,j}$ = Costo de transporte asociado a la subcategoría i , en la zona geográfica j

³⁹ Se asume que el transporte de todos los RAEE, tengan o no componentes peligrosos, se hace siempre en vehículos que cuenten con autorización sanitaria. Dado que los RAEE corresponden a residuos, la normativa actual chilena exige que su transporte se haga en vehículos autorizados.

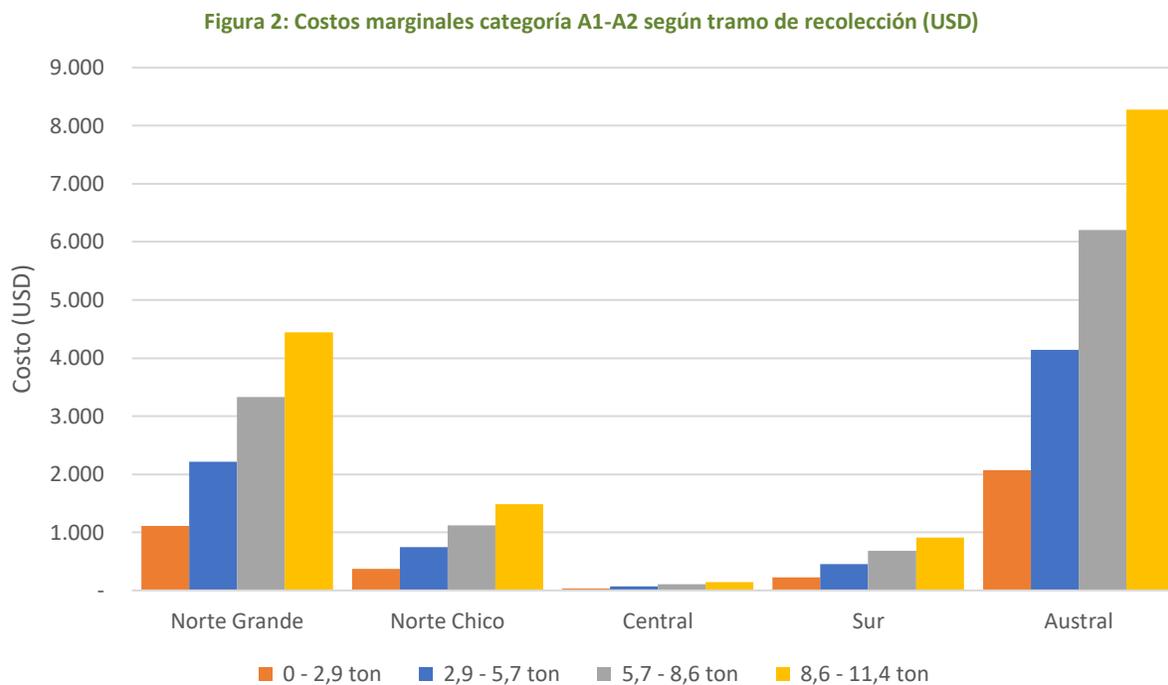
La tabla a continuación presenta los costos marginales para las distintas subcategorías y zonas geográficas para cuatro tramos de cantidades de RAEE.

Tabla 36: Costos marginales según subcategorías y zonas geográficas

Subcat	Rango (tonelada)	Norte Grande	Norte Chico	Central	Sur	Austral
A1-A2 A3 A4	0 - 2,9	1.147	409	89	264	2.106
	2,9 - 5,7	2.293	818	178	528	4.212
	5,7 - 8,6	3.440	1.227	266	792	6.318
	8,6 - 11,4	4.587	1.636	355	1.056	8.424
B1	0 - 14,3	229	82	18	53	421
	14,3 - 28,6	459	164	36	106	842
	28,6 - 42,8	688	245	53	158	1.264
	42,8 - 57,1	917	327	71	211	1.685
B2	0 - 11,1	295	105	23	68	542
	11,1 - 22,2	590	210	46	136	1.083
	22,2 - 33,3	885	316	69	204	1.625
	33,3 - 44,4	1.179	421	91	271	2.166
B3	0 - 12,7	258	92	20	59	474
	12,7 - 25,4	516	184	40	119	948
	25,4 - 38,1	774	276	60	178	1.422
	38,1 - 50,8	1.032	368	80	238	1.895
C1 C2	0 - 6,3	516	184	40	119	948
	6,3 - 12,7	1.032	368	80	238	1.895
	12,7 - 19	1.548	552	120	356	2.843
	19 - 25,4	2.064	736	160	475	3.791
D1 D2	0 - 3,9	836	298	65	192	1.535
	3,9 - 7,8	1.671	596	129	385	3.070
	7,8 - 11,8	2.507	894	194	577	4.604
	11,8 - 15,7	3.343	1.192	259	769	6.139
E1	0 - 19	172	61	13	40	316
	19 - 38,1	344	123	27	79	632
	38,1 - 57,1	516	184	40	119	948
	57,1 - 76,2	688	245	53	158	1.264
E2	0 - 9,5	344	123	27	79	632
	9,5 - 19	688	245	53	158	1.264
	19 - 28,6	1.032	368	80	238	1.895
	28,6 - 38,1	1.376	491	107	317	2.527
F1 F2 F3	0 - 12,7	258	92	20	59	474
	12,7 - 25,4	516	184	40	119	948
	25,4 - 38,1	774	276	60	178	1.422
	38,1 - 50,8	1.032	368	80	238	1.895

Fuente: Elaboración propia en base a densidades, información de gestores, COPEC y la aplicación "Peajes"

A modo de ejemplo, para el caso de la categoría A1-A2 en la zona Norte Grande, se tiene un costo de USD 1.147 para el traslado de cantidades comprendidas en el rango 0 a 2,9 toneladas, mientras que se tiene un costo de USD 2.293 asociado al transporte de cantidades comprendidas en el rango 2,9 a 5,7 toneladas. La siguiente figura grafica los costos marginales para la categoría A1-A2 según zona geográfica.



Fuente: Elaboración propia en base a densidades, información de gestores, COPEC y la aplicación "Peajes"

4.2.4 Pretratamiento

En el caso del pretratamiento, los costos operacionales están dados por

- Servicios básicos (electricidad, agua, gas)
- Contratación de personal

En el caso de los servicios básicos, además de los datos de consumo de agua e internet-teléfono mencionados en la sección 4.1.2 de almacenamiento, se obtuvo un indicador de consumo de gas y electricidad (\$/tonelada) proporcionado por una empresa gestora.

Tabla 37: Costo por tonelada de gas y electricidad

	Gas (\$/tonelada)	kWh (\$/tonelada)
Planta Tipo	3.529	2.936

Fuente: información proporcionada por empresa gestora

Sumado a lo anterior, se considera la contratación de personal para cubrir las funciones mínimas necesarias para el funcionamiento de una planta de pretratamiento. En la tabla a continuación se detallan los cargos requeridos, la cantidad y el sueldo de cada uno. Al igual como se mencionó anteriormente, para obtener los sueldos por zona geográfica se utiliza un ajuste regional de acuerdo a los valores presentados en el Anexo 9.4.

Tabla 38: Sueldos trabajadores mínimos planta pretratamiento

Personal	Sueldo	Cantidad	Tipo	Total
Operario de Planta	503	30	Variable	15.090
Secretaria	555	1	Fijo	555
Operario de grúa	734	1	Variable	734
Contador	593	1	Fijo	593
Jefe de logística	631	1	Variable	631
Encargado comercial	1.612	1	Fijo	1.612
Auxiliar de Aseo	460	1	Fijo	460
Gerente general	3.731	1	Fijo	3.731
Prevencionista de Riesgo	1.040	1	Fijo	1.040
Ingeniero Ambiental	2.015	1	Fijo	2.015
Gerente de operaciones	2.753	1	Fijo	2.753
Gerente comercial	2.753	1	Fijo	2.753
Total		41		26.461

Fuente: Sueldo obtenidos a partir de estadísticas calculadas por la plataforma de trabajos "Indeed"⁴⁰

Como se puede observar en la columna "tipo" de la tabla anterior, existen cargos fijos y variables. Los cargos fijos corresponden a personal que, independiente de las toneladas que entren a la planta, se debe contar con uno de ellos. En cambio, los cargos variables, correspondientes a los operarios de plantas, operario de grúa y al jefe de logística, depende del número de turnos que tenga la planta. Se entenderá por un turno aquel que cuenta con un jefe de logística, un operario de grúa y cuatro operarios de planta; dos turnos corresponderán al doble, es decir, dos jefe de logística, dos operarios de grúa y ocho operarios de planta; mientras que tres turnos se entenderán por el triple de persona de lo considerado en un turno. A continuación, se presentan los costos asociados a la contratación de personal para uno, dos y tres turnos.

Tabla 39: Costos de contratación de personal fijo y variable ANUAL

Turnos	Costo Variable personal USD	Costo Fijo personal USD
1 turno	197.463	186.145
2 turnos	394.925	186.145
3 turnos	592.388	186.145

Fuente: Elaboración en base a datos presentados anteriormente

Para estimar la cantidad de toneladas que puede procesar un operario, se consultó la guía "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos" (ACRR, 2007), la cual señala los tiempos que toma el desarme, siendo estos validados por una de las empresas gestoras. De todas formas cabe destacar, tal como se señala en dicho documento, "desmontar consiste, principalmente, en un ejercicio manual, y los costes de mano de obra son un elemento variable, que depende del tipo de producto tratado. No obstante, dichos costes pueden reducirse rápidamente a medida que los operarios ganen experiencia y aumente la inversión en formación y equipos."

Dentro de los procesos identificados en las plantas de pretratamiento, el desarme corresponde a una etapa distintiva dentro del resto de procesos, puesto que es principalmente manual y se realiza por unidad

⁴⁰ www.indeed.cl

de RAEE. Los demás procesos, como por ejemplo trituración, compactación, se realizan para materiales que provienen de un *mix* de RAEE.

Así, al conocer el tiempo que tarda en promedio un operario en desarmar una unidad, y usando el peso promedio por unidad de acuerdo a la UNU, se puede conocer las toneladas máximas que se pueden procesar a uno, dos y tres turnos.

Tabla 40: Toneladas máximas a pretratar en un mes por subcategoría y número de turnos.

Subcat	Tiempo en tratar 1 unidad (hr) ⁴¹	Peso por unidad (kg)	tonelada max mes - 1 turno (tonelada)	tonelada max mes - 2 turno (tonelada)	tonelada max mes - 3 turno (tonelada)
A1-A2	0,42	59,5	686	1.371	2.057
A3	0,42	29,4	338	676	1.015
A4	0,42	5,2	120	240	360
B1	0,21	12,3	284	568	852
B2	0,21	13,1	302	604	905
B3	0,21	11,4	264	527	791
C1	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-
D1	0,42	20,0	230	461	691
D2	0,42	20,0	230	461	691
E1	0,42	8,7	100	201	301
E2	0,21	7,2	165	330	494
F1	0,02	0,2	63	126	189
F2	0,10	2,7	122	244	367
F3	0,10	2,7	122	244	367

Fuente: Elaboración en base a " (ACRR, 2007) y (UNU, 2015)

Para llevar el costo operacional por zona geográfica se deben multiplicar los sueldos por el factor asociado a la zona geográfica (ver Anexo 9.5). A continuación se detallan los costos operacionales, incluyendo personal variable, personal fijo y los gastos asociados a la contratación de servicios básicos.

Tabla 41: Costo operacional total anual por zona geográfica (USD)

Sub	Tramos (tonelada)	Norte Grande (USD)	Norte Chico (USD)	Central (USD)	Sur (USD)	Austral (USD)
A1-A2	0 - 8.227	506.832	358.650	464.945	343.725	549.782
A1-A2	8.227 - 16.453	806.094	581.634	742.645	559.027	871.151
A1-A2	16.453 - 24.680	1.105.355	804.618	1.020.344	774.329	1.192.521
A3	0 - 4.059	466.615	318.432	424.727	303.508	509.564
A3	4.059 - 8.117	725.659	501.199	662.210	478.592	790.716
A3	8.117 - 12.176	984.703	683.965	899.692	653.677	1.071.869
A4	0 - 1.441	441.353	293.170	399.465	278.246	484.302
A4	1.441 - 2.882	675.135	450.675	611.686	428.068	740.192
A4	2.882 - 4.322	908.917	608.179	823.906	577.890	996.082
B1	0 - 3.408	460.331	312.149	418.444	297.224	503.281

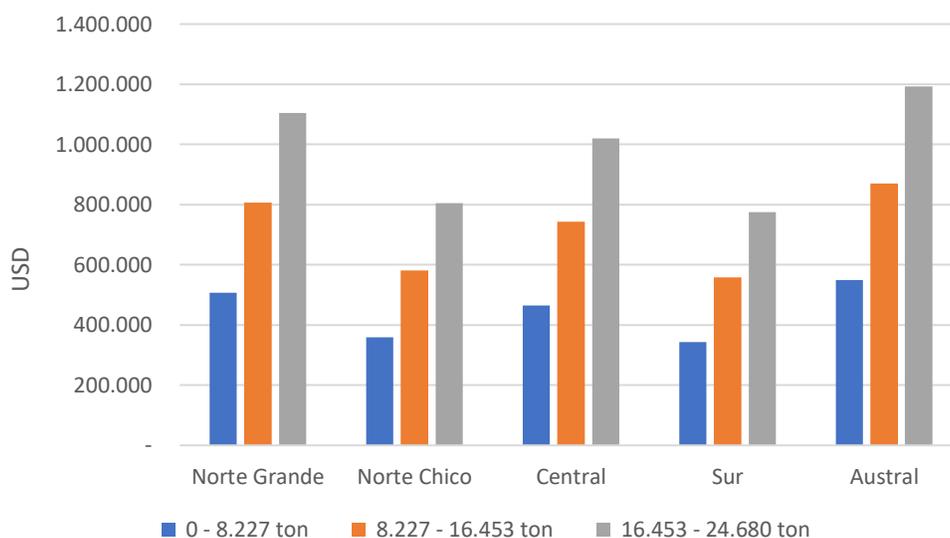
⁴¹ Subcategorías B1, B2, B3, E1, E2 y F2 de acuerdo a tiempos de desmontaje de estudio "La Gestión de RAEE", (ACRR, 2007). En el caso de las categorías A y D se asume el mismo tiempo de desmontaje que el de la subcategoría E1, puesto que corresponde al mayor tiempo de desmontaje indicado en el estudio. En el caso de la subcategoría F2, el tiempo presentado corresponde a un valor proporcionado por la empresa RECYCLA, en base a su propia experiencia.

Sub	Tramos (tonelada)	Norte Grande (USD)	Norte Chico (USD)	Central (USD)	Sur (USD)	Austral (USD)
B1	3.408 – 6.815	713.092	488.632	649.643	466.025	778.149
B1	6.815 – 10.223	965.852	665.115	880.841	634.826	1.053.018
B2	0 – 3.622	462.398	314.215	420.511	299.291	505.347
B2	3.622 – 7.243	717.225	492.765	653.776	470.159	782.283
B2	7.243 – 10.865	972.052	671.315	887.041	641.026	1.059.218
B3	0 – 3.164	457.978	309.795	416.090	294.870	500.927
B3	3.164 – 6.327	708.384	483.924	644.935	461.317	773.442
B3	6.327 – 9.491	958.790	658.053	873.780	627.764	1.045.956
C1	-	-	-	-	-	-
C1	-	-	-	-	-	-
C1	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
D1	0 – 2.765	454.129	305.946	412.242	291.022	497.078
D1	2.765 – 5.530	700.687	476.227	637.238	453.620	765.745
D1	5.530 – 8.294	947.245	646.508	862.234	616.219	1.034.411
D2	0 – 2.765	454.129	305.946	412.242	291.022	497.078
D2	2.765 – 5.530	700.687	476.227	637.238	453.620	765.745
D2	5.530 – 8.294	947.245	646.508	862.234	616.219	1.034.411
E1	0 – 1.203	439.062	290.879	397.175	275.955	482.011
E1	1.203 – 2.407	670.553	446.093	607.104	423.487	735.611
E1	2.407 – 3.610	902.044	601.307	817.033	571.018	989.210
E2	0 – 1.977	446.532	298.349	404.644	283.425	489.481
E2	1.977 – 3.955	685.493	461.033	622.043	438.426	750.550
E2	3.955 – 5.932	924.453	623.716	839.443	593.427	1.011.619
F1	0 - 755	434.735	286.552	392.848	271.628	477.684
F1	755 – 1.510	661.899	437.439	598.450	414.833	726.957
F1	1.510 – 2.265	889.063	588.326	804.052	558.037	976.229
F2	0 – 1.467	441.601	293.419	399.714	278.494	484.551
F2	1.467 – 2.933	675.632	451.172	612.183	428.565	740.689
F2	2.933 – 4.400	909.662	608.925	824.651	578.636	996.828

Fuente: Elaboración en base a datos presentados anteriormente

A modo de ejemplo, se presentan los costos asociados a la subcategoría A1-A2. Como se puede observar, existen tres costos diferentes para cada una de las zonas geográficas, los cuales dependen del tramo de toneladas a procesar. Por ejemplo, en el Norte Grande, se tiene un costo de USD 506.832 por pretratar entre 0 y 8.227 toneladas al año, mientras que se tiene un costo de USD 806.094 por pretratar entre 8.277 y 16.453 toneladas al año. La siguiente figura grafica los costos marginales para la categoría A1-A2 según zona geográfica.

Figura 3: Costos marginales de pretratamiento por zona geográfica, subcategoría A1-A2



Fuente: Elaboración propia en base (ACRR, 2007) y (UNU, 2015)

En este caso, no existe un costo medio único, ya que si se procesan 1 o bien 8.226 toneladas de RAEE se debe pagar de igual modo los sueldos completos a los cuatro operarios de planta, al operario de grúa y al jefe de logística. Es por esto que para estimar un costo medio por tramo (1, 2 y 3 turnos) se asume que la planta funciona a máxima capacidad, procesando el total de toneladas máximas al mes. Esto representa el uso más eficiente de la planta. De esta forma se tendrán tres costos medios por zona geográfica z y subcategoría i , de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$costo_medio_{z,i} = \frac{c_inversión_z + c_fijo_z + c_variable_{z,i}}{toneladas\ máximas_i}$$

El costo variable medio ($c_variable_{z,i}$) es proporcional a las toneladas tratadas, ya que al duplicarse las toneladas, también se duplican estos costos. En cambio, tanto el costo de inversión ($c_inversión_z$) como el costo fijo de contratación de personal (c_fijo_z) disminuyen en la medida que se procesan más toneladas de RAEE, produciéndose economías de escala. En la tabla a continuación se presentan los costos medios por subcategoría y zona geográfica.

Tabla 42: Costo medio pretratamiento por zona geográfica y subcategoría

Zona	Subcategoría	Costo medio (USD/tonelada)		
		1 turno	2 turnos	3 turnos
Norte Grande	A1-A2	77	57	50
	A3	146	105	91
	A4	393	278	239
	B1	172	123	107
	B2	162	116	101
	B3	184	132	114
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	D1	210	149	129
	D2	210	149	129
	E1	469	331	285
	E2	289	205	177
	F1	742	521	448
	F2	387	273	235
Norte Chico	A1-A2	54	41	36
	A3	100	72	63
	A4	263	186	161
	B1	117	84	73
	B2	110	80	70
	B3	125	90	78
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	D1	142	102	88
	D2	142	102	88
	E1	313	221	190
	E2	194	138	120
	F1	493	346	298
	F2	258	183	158
Central	A1-A2	67	50	45
	A3	125	92	81
	A4	336	242	210
	B1	148	108	94
	B2	139	102	89
	B3	158	115	101
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	D1	180	130	114
	D2	180	130	114
	E1	400	287	250
	E2	247	179	156
	F1	632	452	392
	F2	330	237	207

Zona	Subcategoría	Costo medio (USD/tonelada)		
		1 turno	2 turnos	3 turnos
Sur	A1-A2	50	38	34
	A3	90	67	59
	A4	237	171	148
	B1	106	78	68
	B2	100	74	65
	B3	113	83	73
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	D1	128	94	82
	D2	128	94	82
	E1	282	202	176
	E2	176	127	111
	F1	444	317	275
	F2	233	168	146
Austral	A1-A2	74	57	51
	A3	141	105	93
	A4	379	278	245
	B1	166	123	109
	B2	157	117	103
	B3	178	132	117
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	D1	202	150	132
	D2	202	150	132
	E1	452	331	291
	E2	279	206	181
	F1	715	523	459
	F2	373	274	241

Fuente: Elaboración propia en base a los datos presentados anteriormente

4.2.5 Tratamiento

Los costos operacionales de tratamiento se han calculado en base al funcionamiento de las máquinas mencionadas en la sección 4.1.4. Se han estimado:

- **Costos de combustible asociados al horno de fundición.** Para estimar estos costos, se considera la potencia indicada por MIDAS para el horno de fundición (465 kW) y se asume un uso diario de 6 horas durante 20 días laborales. En base a estos supuestos se ha estimado un consumo mensual de 56 MWh. Considerando un valor de 498 USD/tonelada de Gas Licuado de Petróleo (GLP)⁴² y factores de corrección del precio de venta de GLP vehicular⁴³, se han calculado los costos anuales de consumo de combustible por subcategoría.
- **Costos de electricidad asociados a equipo de corte de plasma y la máquina recuperadora de cables.** Para esto se han considerado dos máquinas que totalizan una potencia de 92.5 kW y se ha supuesto un uso diario de 4 horas durante 20 días laborales, con lo cual se obtiene un consumo mensual de 7.400 kWh. A partir de una boleta de electricidad de la empresa MIDAS contenida en la DIA, se ha obtenido un precio por kWh, lo que permite estimar un costo mensual de electricidad asociado al uso de maquinaria de USD 567.
- **En relación a operarios,** se ha considerado un grupo de 5 operarios de planta⁴⁴, cuyos sueldos se han ajustado según zona geográfica.

En base a lo expuesto se ha estimado un costo operacional por zona geográfica.

Tabla 43: Costos operacionales etapa de tratamiento (USD)

Zona	Sueldos	Combustible	Energía eléctrica	Total
Norte Grande	2.790	27.440	7.133	37.363
Norte Chico	1.818	25.304	9.044	36.165
Central	2.515	23.673	6.808	32.996
Sur	1.720	25.866	8.924	36.511
Austral	3.071	22.323	8.564	33.958

Fuente: Elaboración propia

Considerando la inversión de 1.5 MM USD mencionada en la sección 4.1.4, una vida útil de 30 años y una cantidad máxima de tratamiento de 320 toneladas de materiales procesados (Tabla 15), se ha estimado la inversión anualizada de la planta y con ello los costos medios y marginales según zona geográfica.

Tabla 44: Costos medios y marginales etapa de tratamiento (USD/tonelada)

Zona	Costo medio (USD/tonelada)	Costo Marginal (USD/tonelada)
Norte Grande	457	108
Norte Chico	454	107
Central	444	95
Sur	455	109
Austral	447	97

Fuente: Elaboración propia

⁴² https://www.enap.cl/pag/66/1295/tabla_de_precios_de_paridad

⁴³ <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/mapa-precio-de-combustibles/>

⁴⁴ De acuerdo a la cantidad de máquinas que se deben operar.

Por otro lado, en caso de requerir disposición en Relleno Sanitario o de Seguridad, los costos por tonelada son los siguientes:

Tabla 45: Costos por disposición en Relleno Sanitario y Relleno de Seguridad

Componente	Costo relleno sanitario USD/tonelada	Costo Relleno de seguridad USD/tonelada
Batería o pila	-	577
Compresor (con gas)	-	824
Crt	-	371
Gases y/o aceites y líquidos extraídos	-	577
Plástico	31	-
Polímeros (goma aislante)	31	-
Vidrio	31	-
Lámparas de descarga	-	577

Fuente: Elaboración en base a KDM para costos de relleno sanitario, Hidronor en caso de Relleno de Seguridad

5 BENEFICIOS CUANTIFICABLES

5.1 Ingresos por ventas netos

Los ingresos por venta se asocian a la etapa de valorización de los RAEE. La valorización se asocia a la venta de los componentes de los RAEE que tienen valor. Esto puede realizarse a partir de la separación de los distintos RAEE, o a veces se comercializa el RAEE completo. Las distintas fracciones- materiales que componen los RAEE son valorizadas o llevadas a disposición final. Los costos y precios asociados que permiten estimar los ingresos netos por subcategoría se presentan en el cuadro siguiente presentado en el informe anterior:

Tabla 46: Precios de venta y de disposición final de componentes RAEE

Componente	Precio Nacional CLP/kg	Precio Internacional USD/kg	Costo relleno sanitario CLP/tonelada	Costo Relleno de seguridad UF/tonelada
Acero (delgado)	70	-	-	-
Acero (macizo)	130	-	-	-
Aluminio	500	-	-	-
Batería o pila	-	-	-	14
Cableado	2.000	8	-	-
Cobre	3.000	-	-	-
Compresor (sin gas) (fierro)	130	-	-	-
Compresor (con gas)	-	-	-	20
Crt	-	-	-	9
Electrónico	-	2	-	-
Electrónico (cuerpo de equipo ferroso)	70	-	-	-
Fracción de carcasa no ferrosa	500	-	-	-
Gases y/o aceites y líquidos extraídos	-	-	-	14
Hierro	80	-	-	-
Plástico	200	-	21.000	-
Plata	-	-	-	-
Polímeros (goma aislante)	-	-	21.000	-
TCI – CRT	-	-	-	9
Vidrio	20	-	21.000	-
Lámparas de descarga	-	-	-	14
Componentes electrónicos	500	2	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a información de empresas nacionales e internacionales

Los ingresos netos se estiman entonces a partir de la composición promedio de cada subcategoría de RAEE. Se distingue entre categorías valorizables y no valorizables. En el caso valorizable el componente se vende y se percibe un ingreso asociado. En el caso no valorizable el componente se lleva a disposición final correctamente según exige la regulación. Para la estimación se toman distintos supuestos:

- La fracción de componentes valorizados para cada subcategoría representa la situación actual del mercado nacional. Eventualmente pueden incrementarse las fracciones valorizables.
- En el caso que los componentes se vendan tanto a nivel internacional como nacional, se toma el precio promedio ponderado por las cantidades de venta respectivas.
- Para llevar a estimar los ingresos netos unitarios en US\$/tonelada se utiliza un tipo de cambio de 650 \$/US\$ y se considera que 1 U.F. = 28.000.

La tabla siguiente presenta el ingreso neto unitario para las subcategorías de RAEE analizadas en este estudio. En particular, se presenta el componente (material), la fracción asociada a cada material distinguiendo entre fracción valorizable y no valorizable, y los precios y costos. Los precios corresponden a ingresos por venta mientras que los costos de disposición (relleno sanitario y relleno de seguridad) se consideran negativos en el cálculo por asociarse a la utilización de recursos económicos. Esto es lo que refleja el signo en la columna USD/tonelada. Ver sección 3.2.1 para mayor detalle de la metodología de cálculo.

Tabla 47: Ingreso medio unitario para subcategorías de RAEE

Subcategoría	Material	Fracción valorizable	Fracción	Precio o costo USD/tonelada	Ingreso unitario medio USD/tonelada RAEE
A1-A2	Acero	Sí	43%	149	93
	Compresor valorizable	Sí	17%	194	
	Compresor no valorizable	No	6%	-829	
	Gases y/o aceites y líquidos extraídos	No	2%	-580	
	Plástico valorizable	Sí	2%	299	
	Plástico no valorizable	No	24%	-31	
	Vidrio	Sí	1%	30	
	Cable	Sí	0,4%	2.985	
	Fracción de carcasa no ferrosa	Sí	6%	746	
A3	Acero	Sí	5%	149	699
	Compresor valorizable	Sí	29%	194	
	Compresor no valorizable	No	10%	-829	
	Refrigerantes extraídos	No	2%	-829	
	Cobre	Sí	13%	4.478	
	Aluminio	Sí	8%	746	
	Plástico valorizable	Sí	1%	299	
	Plástico no valorizable	No	25%	-31	
	Electrónico	Sí	6%	2.000	
A4	Acero	Sí	43%	149	94
	Compresor valorizable	Sí	17%	194	
	Compresor no valorizable	No	6%	-829	
	Gases y/o aceites y líquidos extraídos	No	2%	-580	
	Plástico valorizable	Sí	1%	299	
	Plástico no valorizable	No	25%	-31	
	Vidrio	Sí	1%	30	
	Cable	Sí	0%	2.985	

Subcategoría	Material	Fracción valorizable	Fracción	Precio o costo USD/tonelada	Ingreso unitario medio USD/tonelada RAEE
	Fracción de carcasa no ferrosa	Sí	6%	746	
B1	Acero valorizable	Sí	50%	149	443
	Acero no valorizable	No	4%	-373	
	Aluminio valorizable	Sí	1%	746	
	Aluminio no valorizable	No	0%	-373	
	Electrónico	Sí	17%	2.000	
	Electrónico no valorizable	No	2%	-373	
	Plástico valorizable	Sí	18%	299	
	Plástico no valorizable	No	10%	-31	
B2	CRT no valorizable	No	60%	-373	-337
	Acero valorizable	Sí	0%	149	
	Acero no valorizable	No	6%	-373	
	Plástico valorizable	Sí	1%	299	
	Plástico no valorizable	No	21%	-580	
	TCI – CRT no valorizable	No	10%	-373	
	Cableado valorizable	Sí	2%	2.985	
B3	Plástico	Sí	17%	299	-24
	Acero	Sí	7%	149	
	TCI – CRT	No	70%	-373	
	Cableado	Sí	6%	2.985	
C1	Vidrio	No	95%	-373	-393
	Vidrio valorizable	Sí	0,0%	30	
	Aluminio	No	2,5%	-373	
	Aluminio valorizable	Sí	0,0%	746	
	Mercurio líquido	No	0,0%	-580	
	Argón	No	0,4%	-580	
	Trifósforo	No	2,1%	-580	
C2	Subcategoría completa	No	100,0%	-373	-373
D1- D2	Vidrio y materiales afines al silicio-plata	Sí	77,0%	2.000	1.635
	Aluminio (marcos metálicos)	Sí	10,0%	746	
	Cobre	Sí	1,0%	4.478	
	Plástico	No	2,0%	-31	
	Polímeros (goma aislante)	No	11,0%	-31	
E1	Plástico valorizable	Sí	0,4%	299	1.189
	Plástico no valorizable	No	1,8%	-580	
	Hierro	Sí	40,3%	119	
	Electrónico	Sí	57,5%	2.000	
E2	Acero	Sí	45,2%	149	434
	Aluminio	Sí	0,4%	746	
	Electrónico	Sí	22,9%	2.000	
	Plástico Valorizable	Sí	9,5%	299	

Subcategoría	Material	Fracción valorizable	Fracción	Precio o costo USD/tonelada	Ingreso unitario medio USD/tonelada RAEE
	Plástico no valorizable	No	21,0%	-580	
	Vidrio valorizable	Sí	1,0%	30	
	Vidrio no valorizable	No	0,1%	-31	
F1	Plástico valorizable	Sí	0,4%	299	1.894
	Plástico no valorizable	No	3,6%	-580	
	Electrónico valorizable	Sí	95,7%	2.000	
	Electrónico no valorizable	No	0,3%	0	
F2	Plástico valorizable	Sí	0,2%	299	1.893
	Plástico no valorizable	No	4,0%	-580	
	Electrónico valorizable	Sí	95,8%	2.000	
	Electrónico no valorizable	No	0,0%	0	
F3	Batería o pila no valorizable	No	8,8%	-580	1.627
	Batería o pila valorizable	No	0,2%	0	
	Plástico valorizable	Sí	1,5%	299	
	Plástico no valorizable	No	4,5%	-580	
	Electrónico	Sí	85,0%	2.000	

Fuente: elaboración propia

La tabla siguiente presenta medidas que podrían implementarse para incrementar las tasas de valoración presentadas.

Tabla 48 Medidas para incrementar tasas de valoración

Categoría	Subcategorías	Medidas para aumentar Valorización
A – Aparatos de intercambio de temperatura	A1-A2 – Aparatos eléctricos con gases	Protocolizar la extracción previa de los gases y/o aceites por empresas certificadas por la Cámara chilena de refrigeración y climatización para así aprovechar todo el material del compresor (material ferroso) para así reciclar el cuerpo por completo.
	A3 – Aparato eléctrico de aire acondicionado	
	A4 – Aparato eléctrico con aceite y otro líquido	
B – Monitores y pantallas	B1 – Monitores y pantallas planas	Los monitores y pantallas CRT irán decreciendo como RAEE por cambio de tecnología.
	B2 - Otros monitores y pantallas	
	B3 – Otros monitores y pantallas con pila o baterías no extraíbles por el consumidor	
C – Lámparas	C1 – Lámparas de descarga	Las lámparas de descarga con componentes peligrosos en su interior (mercurio y otros) están tendiendo a la baja en importación de AEE, por lo que se tenderá a su desaparición en los próximos años. La única manera de aumentar la valorización de este tipo de residuos sería en la inversión de maquinaria especializada, pero debido a las políticas ambientales del país que va en la prohibición de este tipo de productos la inversión no se justificaría.
	C2 – Lámparas LED	Para aumentar valorización de lámparas LED, la alternativa es incentivar a la inversión nacional de maquinarias para realizar un pre tratamiento de separado para aprovechar componentes como vidrio, aluminio y/o plásticos. Para aumentar valorización de lámparas LED, la alternativa es incentivar a la inversión nacional de maquinarias para realizar un pre tratamiento de separado para aprovechar componentes como vidrio, aluminio y/o plásticos
D – Paneles fotovoltaicos	D1 – Paneles fotovoltaicos con telurio silicio	Tecnificar procedimientos de pre tratamiento para aumentar valorización nacional.
	D2 – Paneles fotovoltaicos con telurio de cadmio	
E – Grandes Aparatos	E1 – Equipos de informática y telecomunicaciones	Se puede aumentar valorización encontrando maneras de recuperar el plástico no reciclable proveniente de RAEE. Estas maneras pueden ser el mejoramiento de valorización energética mitigando efectos ambientales negativos por la quema, o que gestores de envases y embalajes inviertan para ampliar la gama de tipos de plásticos a recibir para poder tratarlos.
	E2 – Otros grandes aparatos	
F – Pequeños Aparatos	F1 – Equipos de informática y telecomunicaciones	Para aumentar la valorización de los componentes peligrosos que vienen con estos aparatos, se debe incentivar a la inversión para generar los tratamientos nacionalmente, como ha ocurrido con las baterías de litio o baterías de plomo, las cuales ya existe la opción de valorización.
	F2 – Otros aparatos pequeños	
	F3 - Otros aparatos pequeños con pila o batería que no pueda extraerse por el consumidor del AEE	

Fuente: elaboración propia.

5.2 Beneficios ambientales por menor disposición inadecuada

En esta sección se presenta una estimación de la reducción de contaminantes que dejan de disponerse inadecuadamente por incrementar la recolección de RAEE. En este caso se entrega una estimación física de las sustancias peligrosas que dejan de disponerse inadecuadamente. Esta corresponde a una externalidad ambiental que no es posible cuantificar y que no tiene incidencia en los costos de la cadena de tratamiento de RAEE.

A continuación se presenta en naranja la relación kilogramos de residuos peligrosos por tonelada de RAEE, esto para aquellas categorías de residuos peligrosos que tendrán trazabilidad, valorización (de ser posible, por ejemplo en baterías de litio), seguimiento o destino en relleno de seguridad por la implementación de la ley de fomento al reciclaje en RAEE. Las celdas no achuradas con color corresponden a fracciones de RAEE que no corresponden a sustancias peligrosas.

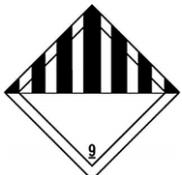
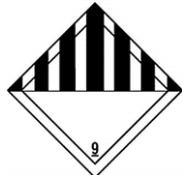
Tabla 49: Identificación de recolección en kg/tonelada de componentes peligrosos que entrarán al sistema

Tipo de Residuo	Categoría	Componentes	%		REFRIGERADOR	
					1 unidad: 60 kg (Kg/unidad)	17 unidades: 1.000 Kg (Kg/tonelada)
RAEE con gases en su interior	A	Acero	43,0%	V	25,8	438,6
		Compresor (bombona con gas)	24,0%	NV	14,4	244,8
		Cobre	26,0%	V	15,6	265,2
		Aluminio	0,6%	V	0,36	6,12
		Plástico	0,4%	V	0,24	4,08
		Electrónico	6,0%	V	3,6	61,2
Pantallas y Monitores	B	Plástico	17%	NV	2,7	182,2
		Acero	7%	V	1,1	75,0
		TCI – CRT	70%	NV	11,2	750,4
		Cableado	6%	V	1,0	64,3
Lámparas con residuos peligrosos en su interior	C	Vidrio	95,04 %	NV	1,14044	949,99
		Aluminio	2,48%	NV	0,02975	24,78
		Mercurio líquido	0,00%	NV	0,00005	0,04
		Argón	0,41%	NV	0,00496	4,13
		Trifósforo	2,07%	NV	0,02479	20,65
					MONITOR CRT	
					1 unidad: 16 kg (Kg/unidad)	62 unidades: 1.000 Kg (Kg/tonelada)
					TUBO FLUORESCENTE	
					1 unidad: 1,2 kg (Kg/unidad)	833 unidades: 1.000 Kg (Kg/tonelada)
					CONTROL REMOTO	

					1 unidad: 0,15 kg (Kg/unidad)	6.667 unidades: 1.000 Kg (Kg/tonelada)
Residuos eléctricos y electrónicos con residuos peligrosos en su interior	F	Batería o pila	29%	V/NV	0,044	293
		Plástico (separable manualmente)	6%	V	0,009	60
		Electrónico (cuerpo de equipo)	65%	V	0,097	646,7

Los residuos peligrosos de los RAE expuestos tienen peligrosidades distintas dependiendo de sus componentes:

Tabla 50: Identificación de Peligrosidad

Tipo de Residuo	Clase o División	Clasificación D.S. 148/ 2004 MINSAL	N° UN	Característica de Peligrosidad
RAEE con gases en su interior		A.1180	2291 1028	Toxicidad por Lixiviación / Peligroso para la capa de ozono
Pantallas y Monitores		A.2010 II. 13	2291	Toxicidad por Lixiviación
Lámparas con residuos peligrosos en su interior		A.1030	3077	Toxicidad Extrínseca / Dañino para el medio ambiente
Residuos eléctricos y electrónicos con residuos peligrosos en su interior		A.1180	2291	Toxicidad por Lixiviación

Fuente: Elaboración propia en base a información pública de Hojas de Seguridad y D.S. 148/2004. MINSAL

Según lo expuesto en la tabla anterior, la mayoría de las componentes peligrosas de los RAEE, tienen impactos tóxicos por lixiviación. Esto significa que al ser depositados en lugares no regulados, como en vertederos, sitios eriazos u otros, se produce solubilidad de sus elementos tóxicos, los que son transportados por las aguas hacia napas subterráneas contaminando así aguas y suelo, extendiéndose a contaminar ecosistemas completos hasta la salud humana.

La categoría A también concentra gases que al no estar tratados adecuadamente para su valorización llegan a contaminar la atmósfera, pudiendo contribuir al daño a la capa de ozono o a la acumulación de gases de efecto invernadero. Este impacto depende del tipo de gas no inflamable que utilice cada productor o importador.

Así igualmente, la categoría B posee residuos con plomo dentro de sus componentes categorizándolos como tóxicos para el medio ambiente causando graves daños en el medio ambiente acuático, como también para la salud humana, y la categoría C posee residuos con componentes de mercurio y sustancias tóxicas.

5.3 Beneficios por externalidades por menor extracción primaria

La valorización de metales desplaza la extracción de materia prima lo que permite evaluar el ahorro de material prima, energía y emisiones. El cuadro siguiente presenta aquellas subcategorías que se identificaron con materias primas valorizables y que se relacionan con estos ahorros. Se presentan también los factores de emisión asociados a la extracción primaria y al tratamiento. La diferencia permite establecer el ahorro neto asociado a cada componente.

Tabla 51: Subcategorías y factores de emisión

Subcategoría	Material	Fracción	Factor de emisión minería primaria (tCO ₂ eq/tonelada material)	Factor de emisión desmantelamiento/fundición (tCO ₂ eq/tonelada material)	Factor de emisión neto (tCO ₂ eq/tonelada material)
A1-A2	Acero	43,0%	2,04	0,6	1,44
A3	Acero	5%	2,04	0,6	1,44
	Cobre	13%	3,4	1	2,4
	Aluminio	8%	10	0,9	9,1
A4	Acero	43%	2,04	0,6	1,44
B1	Acero	50%	2,04	0,6	1,44
	Aluminio	1%	10	0,9	9,1
B3	Acero	7,0%	2,04	0,6	1,44
C2	cobre	65,7%	3,4	1	2,4
	Acero	1,6%	2,04	0,6	1,44
D1	Aluminio	10,0%	10	0,9	9,1
	Cobre	1,0%	3,4	1	2,4
	Plata	1,0%	144	20	124
E1	Hierro	40%	2,04	0,6	1,44
E2	Acero	45%	2,04	0,6	1,44
	Aluminio	0%	10	0,9	9,1

Fuente: elaboración propia en base a antecedentes de factores de emisión de Eisinger (2011)

Estos valores permiten establecer los ahorros de materia prima, reducción de emisiones y el beneficio social de esta reducción. Para ello se utiliza el valor social del carbono definido por el Ministerio de Desarrollo Social (0,823 UF/tCO₂eq). La tabla siguiente presenta los resultados de esta estimación.

Tabla 52: Ahorros de materia prima, reducción de emisiones y beneficio social por subcategoría de RAEE.

Subcategoría	Material	Ahorro de material prima por tonelada de RAEE recuperada (tonelada)	Ahorro de emisiones por tonelada de RAEE recuperada (tCO2eq/tonelada RAEE)	Beneficio USD/tonelada RAEE
A1-A2	Acero	0,43	0,62	21,95
A3	Acero	0,05	1,14	40,29
	Cobre	0,13		
	Aluminio	0,08		
A4	Acero	0,43	0,62	21,95
B1	Acero	0,50	0,77	27,30
	Aluminio	0,01		
B3	Acero	0,07	0,10	3,57
C2	cobre	0,66	1,60	56,69
	Acero	0,02		
D1	Aluminio	0,10	2,17	77,07
	Cobre	0,01		
	Plata	0,01		
E1	Hierro	0,40	0,58	20,57
E2	Acero	0,45	0,68	24,20
	Aluminio	0,00		

Fuente: Elaboración propia en base a metodología presentada en sección 3.2.2 y factores de emisión Tabla 51

Para estimar los ahorros energéticos se utilizan los antecedentes de consumo final del energía del Balance Nacional de Energía que incluye explícitamente los sectores cobre y hierro. Además del Anuario de la Minería Chilena 2017 de Sernageomin entrega los niveles de producción minera de cobre y hierro. A partir de estos antecedentes se pueden estimar consumos unitarios promedio asociados a la producción minera nacional de estos productos. La tabla siguiente presenta los resultados de ahorro de consumo energético por categoría de RAEE.

Tabla 53: Ahorro de Energía en Minería Primaria por Valorización

Subcategoría	Material	Consumo unitario de Energía Minería primaria (MWh/tonelada producción)	Ahorro de energía en minería primaria (KWh/ tonelada RAEE)
A1-A2	Acero	0,1	43
A3	Acero	0,1	5
	Cobre	8	1.016
A4	Acero	0,1	43
B1	Acero	0,1	50
B3	Acero	0,1	7
D1	Cobre	8	80
E1	Hierro	0,1	40
E2	Acero	0,1	45

Fuente: Elaboración propia.

6 COSTOS Y BENEFICIOS NO CUANTIFICABLES

6.1 Disminución de impactos en salud

Basándonos en la información del punto anterior, toda la implementación y puesta en marcha de la ley de fomento al reciclaje, y las tasas de reciclaje impuestas que se elevarán gradualmente generarán una disminución en la disposición inadecuada de contaminantes peligrosos en zonas ilegales o sitios eriazos. Es por eso que al disminuir el porcentaje que llegue a parar a estos sitios, menor será el riesgo de exposición de la población, como también, menor será la contaminación de cursos de agua, suelo o aire pensando en su toxicidad por lixiviación.

Cabe asimismo destacar que el implementar que gestores intermediarios sean responsables de la manipulación de ciertos RAEE conlleva beneficios en salud potenciales. La situación actual de los RdeB puede asociarse a problemas de seguridad para estos mismos, ya que los RAEE necesitan resguardos para su manipulación y separación de elementos.

Los riesgos presentados por la manipulación de los RAEE son:

Tabla 54: Riesgos a salud por manipulación

Tipo de Residuo	Peligros manipulación
RAEE con gases en su interior	RAEE: <ul style="list-style-type: none"> - Manipulación sin uso de Elementos de Protección Personal - Al realizar corte o alteración física al residuo - Al tener contacto dérmico (cortes) Gas ⁴⁵ : <ul style="list-style-type: none"> - Causar asfixia rápida por inhalación de gases. - Congelaciones por contacto directo con líquido. - Explosión a altas temperaturas debido a exposición a fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes.
Pantallas y Monitores	<ul style="list-style-type: none"> - Irritación en condición de exposición directa con compuestos de plomo: irritación al inhalarlo en altas temperaturas, por ingestión, por contacto ocular, por contacto dérmico. - Manipulación sin uso de Elementos de Protección Personal. - Al realizar cortes o alteración física al residuo.⁴⁶
Lámparas con residuos peligrosos en su interior	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de lámpara por mala manipulación. - En caso de rotura de las lámparas produce un riesgo correspondiente a la liberación del mercurio quedando en la atmósfera antes de depositarse, lo que permite que se transporte lejos de la fuente de emisión. - Mercurio: efectos sistemáticos en humanos en riñones, hígado, estómago, intestinos, pulmones y una especial sensibilidad al sistema nervioso⁴⁷.

⁴⁵ <http://www.indura.cl/content/storage/cl/producto/41618c7eb10342c882df4d83562854f6.pdf>

⁴⁶ HDS – PANTALLAS Y MONITORES. RECYCLA CHILE S.A.

⁴⁷ http://www.ecolamp.cl/gestion_tubos.pdf

Tipo de Residuo	Peligros manipulación
Residuos eléctricos y electrónicos con residuos peligrosos en su interior	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación sin uso de Elementos de Protección Personal - Al realizar corte o alteración física al residuo - Al tener contacto dérmico (cortes) - Exposición a compuestos de cadmio, litio, níquel y otros que compongan pilas o baterías dentro de los residuos electrónicos⁴⁸

6.2 Impactos en la comunidad

La sociedad en si representa uno de los impactos positivos no cuantificables más relevantes frente a la implementación de la ley al fomento al reciclaje, centrados en tres puntos:

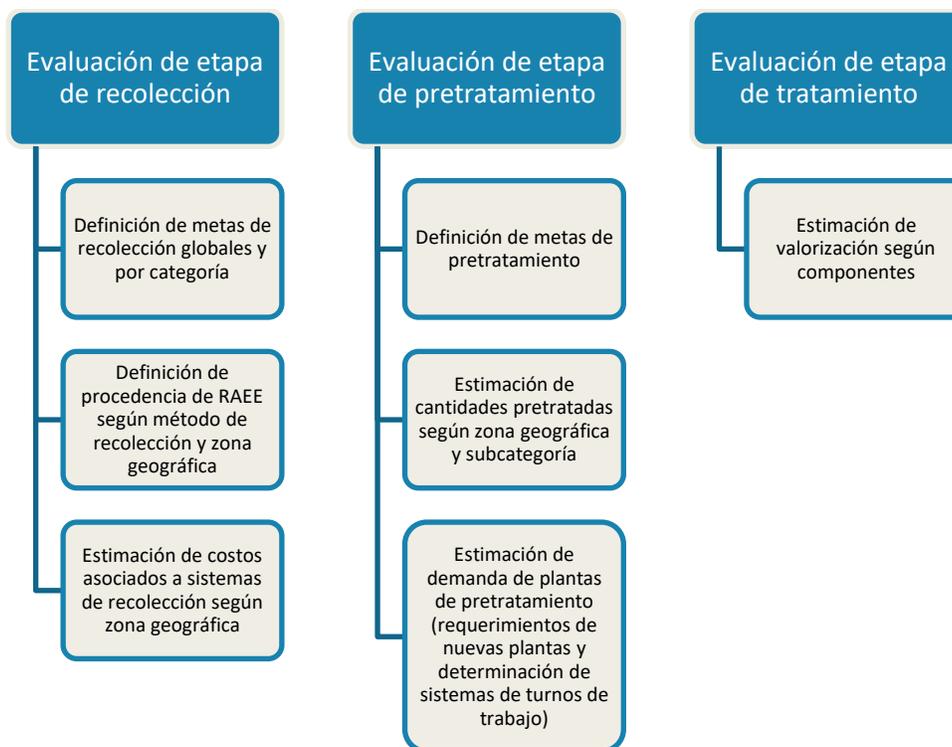
1. Infraestructura al alcance de los usuarios, el sistema evolucionará para hacer la vida de los consumidores más fácil y cómoda, donde los productores o importadores generarán varias instancias para poder hacerse cargo de los residuos resultantes. Existirán mecanismos que faciliten la entrega de los residuos que actualmente no tienen un responsable y cuyo destino actual es desconocido. La comunidad tendrá mayor conocimiento de la infraestructura que los rodea para la recolección sabiendo también cuales residuos puede depositar, ampliando así gradualmente un compromiso para ambas partes (comunidad/empresas).
2. Al incrementar gradualmente las tasas de recolección como el alcance de los sistemas de gestión ambiental, disminuirá la demanda de vertederos o tiraderos basurales sin una regulación ilegales, debido a que existen existirán responsables definidos a cargo de incentivar la recolección de los residuos para un destino que incluya la valorización.
3. A consecuencia de los puntos anteriores, se generará un cambio de paradigma y conciencia en la sociedad chilena, donde se incremente la participación ciudadana en el manejo de los RAEE entregándolos a los gestores, puntos verdes, puntos limpios o campañas públicas o privadas para su posterior tratamiento.

⁴⁸ HDS RAEE Peligrosos – RECYCLA CHILE S.A.

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En la presente sección se detallan los escenarios construidos para la implementación de una Ley REP para el producto prioritarios de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

En forma general, se evalúan las etapas de recolección, pretratamiento y tratamiento, según zona geográfica y subcategoría. El esquema a continuación grafica los pasos realizados para cada etapa.



En las secciones a continuación se presenta la metodología aplicada y los supuestos realizados para las etapas.

7.1 Definición de escenarios

Para la evaluación económica se han definido tres escenarios para el período 2019-2028, para los cuales se han establecido metas de recolección globales y metas específicas por categoría. Un primer escenario considera metas globales y específicas bajas, mientras que un segundo y tercer escenario consideran metas mayores. Las tablas a continuación presentan las metas globales utilizadas para cada escenario y el equivalente en toneladas de acuerdo a las estimaciones de AEE proyectados.

Tabla 55: Metas de recolección periodo 2019-2028 escenario “Metas Bajas”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Meta Global AEE (%)	1,7%	4,1%	6,4%	8,8%	11,2%	13,5%	15,9%	18,3%	20,6%	23,0%
Meta Global AEE (tonelada)	5.667	13.875	22.370	31.160	40.243	49.620	59.292	69.257	79.516	90.069

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Metas de recolección periodo 2019-2028 escenario “Metas Intermedias”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Meta Global AEE (%)	3%	6,9%	8,0%	11,9%	15,8%	19,7%	23,6%	27,4%	31,3%	38%
Meta Global AEE (tonelada)	10.059	23.556	27.852	42.129	56.889	72.132	87.858	104.066	120.758	148.810

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Metas de recolección periodo 2019-2028 escenario “Metas Altas”

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Meta Global AEE (%)	5%	6%	11%	16%	21%	27%	32%	37%	43%	53%
Meta Global AEE (tonelada)	16.765	20.516	38.296	56.697	76.920	97.806	119.354	141.564	164.436	207.551

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo solicitado por el Ministerio del Medio Ambiente y en concordancia con la aplicación de metas exigidas a nivel internacional, las metas presentadas corresponden a factores porcentuales aplicados sobre AEE comercializados. La definición de las metas se ha realizado para los extremos del período (años 2019 y 2028), con un aumento progresivo y constante a lo largo del tiempo.

Actualmente, la cantidad recolectada corresponde a 1,5% de los AEE puestos en el mercado, por lo cual el valor mínimo exigido para cualquier escenario corresponde a dicho valor.

En el caso particular del escenario “Metas Altas”, el 53% aplicado en el año 2028 corresponde al máximo factible de recolectar técnicamente si se consideran los porcentajes de la tabla a continuación. De acuerdo lo presentado en el “Proyecto operativo para establecer un sistema de gestión de RAEE en Chile” (Duque, 2019), existen máximos posibles de recolectar en la práctica. Por ejemplo, se menciona no es posible recolectar más del 95% de los RAEE generados en el caso de la categoría A (correspondiente a aparatos de intercambio de calor).

Tabla 58: Máximos posibles de recolectar en la práctica

Subcategoría	Cantidad máxima a recolectar
A	95%
B	80%
C	75%
D	0%
E	100%
F	25%

Fuente: (Duque, 2019)

De esta forma, a partir de los porcentajes de la tabla y de las cantidades de RAEE proyectados al año 2028 según categoría, se ha determinado el máximo factible de recolectar ese año, el cual corresponde a 207.551 toneladas (equivalentes al 53% de los AEE proyectados al 2028).

Por otra parte, referente a las metas específicas por categoría, inicialmente se han establecido metas anuales aplicadas sobre los RAEE generados, las cuales han sido convertidas a metas aplicadas sobre AEE consumidos.⁴⁹ Las tablas a continuación presentan las metas aplicadas sobre AEE para cada escenario.

Tabla 59: Metas de recolección sobre AEE, escenario “Metas Bajas”

Porcentajes aplicados sobre RAEE generados										
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	0,9%	4,0%	7,4%	11,3%	15,6%	20,1%	24,9%	29,9%	35,1%	40,5%
B	1,0%	4,2%	7,5%	10,8%	14,1%	17,5%	20,8%	24,1%	27,4%	30,6%
C	2,0%	3,4%	5,0%	6,9%	9,1%	11,6%	15,5%	17,6%	20,8%	24,2%
D	0,0%	0,1%	0,3%	0,8%	1,5%	2,6%	4,2%	6,2%	8,9%	12,3%
E	5,8%	7,9%	9,6%	10,9%	14,2%	15,6%	17,9%	20,6%	21,5%	23,7%
F	2,5%	3,9%	5,1%	6,3%	7,3%	9,0%	9,9%	11,1%	12,3%	13,4%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Metas de recolección sobre AEE, escenario “Metas Intermedias”

Porcentajes aplicados sobre RAEE										
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	2,3%	6,4%	11,1%	16,3%	22,0%	28,1%	34,5%	41,2%	48,1%	55,2%
B	2,9%	8,7%	14,6%	20,6%	26,6%	32,5%	38,5%	44,4%	50,3%	56,2%
C	2,0%	4,3%	7,0%	10,2%	13,9%	18,1%	24,5%	28,1%	33,6%	39,4%
D	0,0%	0,2%	0,6%	1,2%	2,2%	3,8%	6,0%	8,9%	12,6%	17,2%
E	7,0%	10,9%	14,4%	17,1%	23,0%	25,9%	30,3%	35,3%	37,3%	41,4%
F	3,1%	4,9%	6,6%	8,1%	9,5%	11,8%	13,1%	14,7%	16,3%	17,9%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Metas de recolección sobre AEE, escenario “Metas Altas”

Porcentajes aplicados sobre RAEE										
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	4,6%	9,8%	15,6%	22,1%	29,1%	36,6%	44,5%	52,7%	61,2%	69,9%
B	4,9%	13,2%	21,7%	30,3%	39,0%	47,6%	56,2%	64,8%	73,3%	81,7%
C	2,0%	4,7%	7,8%	11,6%	15,9%	20,7%	28,1%	32,3%	38,7%	45,4%
D	0,1%	0,3%	0,7%	1,6%	2,9%	4,9%	7,7%	11,4%	16,2%	22,1%
E	8,7%	14,5%	19,6%	23,7%	32,1%	36,4%	42,8%	50,2%	53,1%	59,1%
F	3,8%	6,2%	8,3%	10,2%	11,9%	14,8%	16,4%	18,4%	20,4%	22,4%

Fuente: Elaboración propia

⁴⁹ Es importante tener en cuenta que, al aplicar metas de recolección a partir de los AEE puestos en el mercado, estas deben ser coherentes con las cantidades de RAEE esperados cada año. Dado esto, inicialmente se fijaron metas sobre los RAEE y se hizo una conversión para estimar la meta a aplicar sobre los AEE proyectados. De esta manera, lo que se busca es evitar la exigencia de RAEE superiores a las cantidades generadas. En la sección 9.10 se presentan las metas sobre RAEE anuales.

7.2 Supuestos

7.2.1 Recolección

Para estimar los costos asociados a la recolección se debe conocer la proporción de RAEE que es recolectada por cada método de recolección (β_i (ver sección 3.1.1 Costos de Recolección)) a lo largo del tiempo. Puesto que estas proporciones estarán dadas por la disponibilidad futura de infraestructura, la cual es incierta, se ha establecido una matriz que relaciona los distintos métodos con las categorías de RAEE.⁵⁰ Esta matriz, presentada a continuación, ha sido utilizada para todas las zonas y años a evaluar.

Tabla 62: Proporción de RAEE que es recolectada por cada método de recolección (β_i)

Categoría	1x0	1x1	Campaña Específica	Convenio con Empresas	Punto Limpio	Punto verde	Total
A	10%	60%	10%	10%	10%	0%	100%
B	20%	10%	30%	20%	20%	0%	100%
C	70%	0%	0%	0%	30%	0%	100%
D	0%	0%	0%	95%	5%	0%	100%
E	10%	60%	10%	10%	10%	0%	100%
F	40%	5%	5%	5%	30%	15%	100%

Fuente: Elaboración en base a acuerdo con profesionales del MMA

Los métodos de recolección de RAEE utilizados en la actualidad, declarados en las encuestas realizadas a los gestores, corresponden en un 94% al método convenio o contrato con empresas. Esto se debe principalmente a que actualmente no se han implementado sistemas 1x0 y 1x1, como también a la baja existencia de puntos limpios y puntos verdes. Dado lo anterior es que la proporción de RAEE que es recolectada por cada método (Tabla 62) se estima considerando los posibles efectos de la implementación de las metas para RAEE. Dicha proporción se mantiene constante para el período de evaluación.

En relación a los costos de recolección, estos corresponden a los presentados en la sección anterior 4.2.1.

7.2.2 Pretratamiento

La cantidad de RAEE pretratados estará dada por las metas anuales exigidas de valorización. En el caso del presente estudio se ha asumido que el 100% de las toneladas de RAEE recolectadas pasan a proceso de pretratamiento.

Para estimar los costos asociados al pretratamiento se considera la capacidad instalada actual de 26.624 toneladas al año⁵¹ y la incorporación de nueva capacidad, la cual estará dada por la necesidad de crear nuevas plantas. Para esto ha sido necesario establecer una planta de pretratamiento tipo (ver sección 4.1.3), la cual tiene las siguientes características:

Tabla 63: Características planta tipo

⁵⁰ La disponibilidad de infraestructura estará dada por ejemplo por las exigencias de la Ley REP, la disponibilidad de recursos municipales o las decisiones de los productores.

⁵¹ En actividades anteriores del presente estudio se estimó la capacidad instalada de los distintos gestores relevantes identificados por la Superintendencia del Medio Ambiente.

	Terreno (m ²)	Terreno Construido (m ²)	Capacidad a 1 turno (toneladas/año)	Capacidad a 2 turnos (toneladas/año)	Capacidad a 3 turnos (toneladas/año)
Planta Tipo	2.400 m ²	1.000	1.200	2.400	3.600

Fuente: Elaboración en base a DIA DEGRAF y datos proporcionados por empresas gestoras (ver sección 4.1.3 para más detalle)

De esta forma, se comienza considerando la capacidad actual instalada, para luego ir aumentando el número de plantas de acuerdo a los requerimientos de las metas de pretratamiento de RAEE. Además, se considera el aumento de turnos en las plantas, lo que induce a menos costos por economías de escala.

7.2.3 Tratamiento

En el caso del tratamiento se han estimado las cantidades posibles de valorizar y aquellas que deben ser enviadas a rellenos sanitarios de seguridad según subcategoría. Estas cantidades están determinadas por los componentes de los RAEE y por las actuales tecnologías disponibles en las empresas gestoras.

Para determinar los costos o beneficios derivados del proceso de tratamiento se han utilizado los valores presentados en la Tabla 47 de la sección 5.1 y las cantidades de RAEE pretratados anualmente.

7.3 Resultados

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de los distintos escenarios.

7.3.1 Escenario de Metas Bajas

El escenario de Metas Bajas tiene asociada la gestión inicial de 10.059 toneladas al año 2019 y de 148.810 toneladas al año 2028, equivalentes a un 3,1% y 25,5% de los RAEE proyectados a dichos años.

Tabla 64: RAEE gestionados – Escenario Metas Bajas

Etapa	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
RAEE gestionados (toneladas)	10.059	23.556	27.852	42.129	56.889	72.132	87.858	104.066	120.758	148.810
RAEE gestionado / RAEE Total	5,5%	8,7%	11,9%	15,2%	18,9%	22,2%	25,9%	29,5%	33,1%	36,8%
RAEE gestionado / AEE Total	3,1%	5,3%	7,4%	9,4%	12,3%	14,6%	17,4%	20,3%	22,6%	25,5%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en la tabla a continuación, la implementación de metas de recolección y pretratamiento de RAEE para el escenario de Metas Bajas tienen asociados costos que no son posibles de cubrir a partir de los beneficios económicos derivados de la valorización de los componentes de RAEE. De acuerdo a lo estimado, el costo total del escenario de Metas Bajas corresponde a 43.737 Miles USD al año 2019 y de 353.563 Miles USD al año 2028.

Tabla 65: Resumen Evaluación Costos (Miles USD)

Etapa	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Recolección y Transporte	66.338	114.247	162.144	209.984	273.445	334.831	400.964	471.114	533.786	608.606
Pretratamiento	2.001	2.691	3.575	4.388	5.677	6.734	7.901	9.261	10.234	11.654
Valorización	-24.603	-43.667	-63.218	-83.403	-112.071	-137.219	-166.735	-201.019	-230.119	-266.696
Total	43.737	73.271	102.502	131.329	167.051	204.346	242.131	279.356	313.901	355.563

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar el sistema por cantidad de RAEE gestionado, el costo total unitario obtenido decrece en el período. Como es posible observar, los costos de recolección, transporte y tratamiento decrecen en el tiempo, mientras que los beneficios obtenidos por valorización aumentan hacia el final del período.

Tabla 66: Indicador de costos (Miles USD/tonelada)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Recolección y Transporte	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1
Pretratamiento	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Valorización	-2,3	-2,4	-2,5	-2,5	-2,5	-2,6	-2,6	-2,6	-2,6	-2,7
Total	4,1	4,1	4,0	4,0	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5

Fuente: Elaboración propia

7.3.1.1 Recolección y Transporte

En relación a las cantidades de RAEE recolectados, destaca la Zona Central y la Zona Sur, las cuales gestionan 8.029 toneladas y 999 toneladas, equivalentes a un 76,2% y un 9,5% respecto del total gestionado al año 2019.

Tabla 67: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 1

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	745	1.285	1.840	2.403	3.227	3.972	4.870	5.865	6.770	7.899
Norte Chico	579	994	1.420	1.857	2.502	3.086	3.791	4.594	5.328	6.255
Central	8.029	13.763	19.531	25.268	33.593	40.715	49.027	58.117	65.560	74.891
Sur	999	1.703	2.407	3.105	4.122	4.984	5.987	7.086	7.970	9.085
Austral	188	318	447	576	764	922	1.108	1.310	1.473	1.678
Total	10.540	18.063	25.645	33.208	44.207	53.678	64.782	76.971	87.099	99.808

Fuente: Elaboración propia

Los menores costos unitarios de recolección y transporte por zona, están asociados a la Zona Sur, mientras que los mayores costos se asocian al Norte Grande. Hacia el final del período, los costos de la Zona Norte Chico decrecen y se asemejan a los costos de la Zona Sur.

Tabla 68: Costos de recolección y transporte de RAEE (miles USD/tonelada)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	8,1	8,1	8,1	8,1	7,9	7,9	7,9	7,7	7,7	7,6
Norte Chico	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6
Central	6,3	6,4	6,4	6,4	6,2	6,3	6,2	6,2	6,2	6,2
Sur	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7

Austral	9,5	9,6	9,7	9,7	9,6	9,7	9,6	9,6	9,6	9,6
Total	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1

Fuente: Elaboración propia

Los mayores costos de recolección están asociados a la Zona Central (50.840 Miles USD) y a la Zona Norte (5.999 Miles USD), los cuales representan el 76,6% y 9% respectivamente del total nacional estimado, los cuales se deben principalmente a la cantidad de RAEE recolectado de cada zona y, en el caso del norte, a la distancia hacia las plantas de pretratamiento.

Tabla 69: Costos de Recolección (miles USD)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	5.999	10.413	14.912	19.475	25.566	31.553	38.296	45.313	51.946	59.842
Norte Chico	2.968	5.118	7.283	9.471	12.401	15.272	18.426	21.831	24.979	28.773
Central	50.840	87.501	124.068	160.514	208.763	255.375	305.269	358.233	405.201	461.230
Sur	4.756	8.165	11.557	14.930	19.415	23.714	28.301	33.201	37.490	42.629
Austral	1.776	3.050	4.324	5.594	7.300	8.916	10.672	12.537	14.170	16.132
Total	66.338	114.247	162.144	209.984	273.445	334.831	400.964	471.114	533.786	608.606

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 1

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	718	3.117	5.935	9.156	12.758	16.714	20.992	25.560	30.382	35.427
A3	73	314	590	898	1.237	1.601	1.987	2.391	2.810	3.239
A4	1	3	6	9	12	15	19	23	27	31
B1	187	805	1.438	2.078	2.719	3.359	3.995	4.627	5.253	5.874
B2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B3	1	3	5	7	10	12	14	16	19	21
C1	69	121	184	263	356	465	635	740	897	1.070
C2	190	330	500	709	955	1.240	1.687	1.955	2.359	2.800
D1	-	17	57	133	262	461	749	1.145	1.668	2.338
D2	-	1	3	7	14	24	39	60	88	123
E1	579	800	986	1.131	1.489	1.654	1.925	2.240	2.362	2.627
E2	6.937	9.733	12.185	14.185	18.945	21.340	25.159	29.657	31.661	35.641
F1	824	1.292	1.710	2.094	2.447	3.029	3.358	3.766	4.186	4.613
F2	960	1.526	2.045	2.536	3.000	3.759	4.217	4.785	5.380	5.995
Total	10.540	18.063	25.645	33.208	44.207	53.678	64.782	76.971	87.099	99.808

Fuente: Elaboración propia

7.3.1.2 Pretratamiento

En relación a los costos de pretratamiento, se estima un valor inicial total de 2.001 Miles USD al año 2019 y de 11.654 Miles USD al año 2028. Los mayores costos se asocian a la zona Central con un 78,8% del total nacional.

Tabla 71: Costo de pretratamiento (miles USD)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	143	193	258	318	415	497	591	703	791	917
Norte Chico	114	153	205	253	331	399	476	568	644	752
Central	1.578	2.121	2.816	3.453	4.462	5.283	6.186	7.232	7.966	9.041
Sur	140	188	250	306	395	468	547	639	703	796
Austral	26	35	47	57	73	87	101	118	130	147
Total	2.001	2.691	3.575	4.388	5.677	6.734	7.901	9.261	10.234	11.654

Fuente: Elaboración propia

Al observar los costos de pretratamiento, es posible observar que para todas las zonas estos decrecen hacia el final del período. Esto se explica por las economías de escalas derivadas del uso óptimo de las plantas, las cuales se requiere que funcionen en modo de 3 turnos diarios.

Tabla 72: Costos de pretratamiento (miles USD/tonelada)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	0,19	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
Norte Chico	0,20	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
Central	0,20	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
Sur	0,14	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Austral	0,14	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Total	0,87	0,68	0,64	0,60	0,59	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
-	-	-	2	5	8	11	14	17	21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Funcionamiento plantas existentes	2 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos
Funcionamiento nuevas plantas	-	-	-	2 plantas a 3 turnos	5 plantas a 3 turnos	8 plantas a 3 turnos	11 plantas a 3 turnos	14 plantas a 3 turnos	17 plantas a 3 turnos	20 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno

Fuente: Elaboración propia

7.3.1.3 Valorización

La actual gestión de los RAEE no permite necesariamente la valorización de todos los componentes. De acuerdo al desglose de los RAEE presentados en la sección 5.1, se ha estimado que un 80% logra ser valorizados, mientras que un 20% es dispuesto en rellenos sanitarios o de seguridad.

Tabla 75: Cantidad de RAEE (componentes) valorizados (tonelada)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	587	992	1.400	1.805	2.412	2.954	3.591	4.332	4.982	5.809
Norte Chico	465	783	1.106	1.432	1.921	2.362	2.886	3.502	4.056	4.766
Central	6.453	10.843	15.178	19.407	25.641	30.902	36.889	43.638	48.934	55.699
Sur	807	1.349	1.882	2.401	3.168	3.809	4.538	5.358	5.992	6.805
Austral	151	251	349	444	586	704	838	989	1.104	1.254
Total	8.463	14.218	19.915	25.490	33.728	40.732	48.742	57.819	65.068	74.333

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76: Cantidad de RAEE (componentes) NO valorizados (toneladas)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	158	294	442	600	817	1.021	1.282	1.538	1.793	2.095
Norte Chico	114	211	316	427	584	727	909	1.096	1.277	1.495
Central	1.578	2.931	4.371	5.886	7.986	9.853	12.186	14.533	16.687	19.259
Sur	193	356	527	708	959	1.180	1.456	1.735	1.987	2.290
Austral	37	67	99	132	179	220	271	323	370	427
Total	2.081	3.859	5.755	7.754	10.525	13.001	16.104	19.225	22.113	25.565

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77: Valorización de RAEE (miles USD)

RAEE	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Valorizados	32.261	58.837	86.402	114.693	154.703	190.274	231.905	278.672	319.523	369.632
No Valorizados	-7.658	-15.170	-23.185	-31.650	-42.632	-53.055	-65.171	-77.653	-89.403	-102.936
Total	24.603	43.667	63.218	83.043	112.071	137.219	166.735	201.019	230.119	266.696

Fuente: Elaboración propia

A nivel de subcategoría, destaca la valorización del grupo E2 (Grandes Aparatos No informáticos) el primer año (74% del valor económico valorizado), mientras que al año 2028 los mayores beneficios provienen del grupo A1-A2 (Aparatos de Intercambio de Calor con Gases), debido a que la meta de recolección sobre estos aparatos es mayor.⁵²

⁵² Esto se tiene debido a que, de acuerdo a lo presentado por I. Duque, esta categoría es sencilla de abarcar para su recolección, por lo cual se deben poner los esfuerzos aquí.

Tabla 78: Valorización de Componentes (miles USD)

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	2.128	9.234	17.581	27.123	37.794	49.513	62.187	75.718	90.005	104.949
A3	452	1.937	3.642	5.548	7.638	9.886	12.271	14.767	17.353	20.006
A4	2	9	17	26	35	45	56	68	79	91
B1	383	1.646	2.939	4.246	5.556	6.864	8.164	9.455	10.735	12.004
B2	1	2	4	6	7	9	11	13	14	16
B3	2	9	16	23	30	37	43	50	57	64
C1	-118	-207	-315	-450	-609	-795	-1.087	-1.266	-1.535	-1.830
C2	-497	-862	-1.306	-1.852	-2.494	-3.238	-4.405	-5.104	-6.160	-7.311
D1	-	153	520	1.222	2.404	4.225	6.859	10.485	15.283	21.421
D2	-	8	27	64	127	222	361	552	804	1.127
E1	1.064	1.470	1.812	2.078	2.736	3.040	3.537	4.116	4.340	4.828
E2	18.120	25.426	31.830	37.055	49.489	55.746	65.722	77.471	82.707	93.105
F1	1.416	2.220	2.939	3.598	4.205	5.205	5.770	6.472	7.193	7.926
F2	1.650	2.621	3.514	4.357	5.155	6.459	7.246	8.223	9.243	10.300
Total	24.603	43.667	63.218	83.043	112.071	137.219	166.735	201.019	230.119	266.696

Fuente: Elaboración propia

Respecto de las toneladas valorizadas, destaca el grupo E2 (Grandes Aparatos No informáticos) durante todo el período, con 6.937 toneladas valorizadas (equivalentes a un 66% del total nacional) el año 2019 y 35.427 toneladas (equivalentes a un 36% del total nacional) al año 2028.

Tabla 79: Valorización de Componentes (toneladas)

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	718	3.117	5.935	9.156	12.758	16.714	20.992	25.560	30.382	35.427
A3	72	310	584	889	1.224	1.585	1.967	2.367	2.781	3.207
A4	1	3	6	9	12	15	19	23	27	31
B1	191	822	1.467	2.119	2.773	3.426	4.075	4.719	5.358	5.992
B2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B3	1	3	5	7	10	12	14	16	19	21
C1	69	121	184	263	356	465	635	740	897	1.070
C2	190	330	500	709	955	1.240	1.687	1.954	2.359	2.799
D1	-	17	57	133	262	461	749	1.145	1.668	2.338
D2	-	1	3	7	14	24	39	60	88	123
E1	580	801	988	1.133	1.492	1.657	1.928	2.244	2.367	2.633
E2	6.937	9.733	12.185	14.185	18.945	21.340	25.159	29.657	31.661	35.641
F1	824	1.292	1.710	2.094	2.447	3.029	3.358	3.766	4.186	4.613
F2	960	1.526	2.045	2.536	3.000	3.759	4.217	4.785	5.380	5.995
TOTAL	10.544	18.077	25.670	33.243	44.252	53.733	64.846	77.044	87.181	99.898

Fuente: Elaboración propia

7.3.2 Escenario de Metas Intermedias

El escenario de Metas Intermedias tiene asociada la gestión inicial de 14.021 toneladas al año 2019 y de 154.440 toneladas al año 2028, equivalentes a un 3,1% y 25,5% de los RAEE proyectados a dichos años.

Tabla 80: Toneladas gestionadas – Escenario Metas Intermedias

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
RAEE gestionados (toneladas)	14.021	25.998	38.135	50.151	67.562	82.313	99.829	119.065	134.601	154.440
RAEE gestionado / RAEE Total	7,3%	12,5%	17,7%	23,0%	28,9%	34,0%	39,9%	45,7%	51,2%	57,0%
RAEE gestionado / AEE Total	4,2%	7,6%	11,0%	14,2%	18,7%	22,4%	26,8%	31,4%	34,9%	39,4%

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en el caso del escenario Metas Bajas, de acuerdo a lo presentado en la tabla a continuación, la implementación de metas de recolección y pretratamiento de RAEE para el escenario de Metas Intermedias tienen asociados costos que no son posibles de cubrir a partir de los beneficios económicos derivados de la valorización de los componentes de RAEE. De acuerdo a lo estimado, el costo total del sistema de gestión corresponde a 56.119 Miles USD al año 2019 y de 544.533 Miles USD al año 2028.

Tabla 81: Resumen Evaluación Costos (Miles USD)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Recolección y Transporte	87.441	161.966	237.107	311.940	411.484	505.535	609.261	719.047	815.039	931.324
Pretratamiento	2.508	3.720	5.240	6.535	8.746	10.471	12.366	14.519	16.087	18.277
Valorización	-33.830	-63.824	-94.617	-125.463	-170.582	-208.862	-254.177	-306.836	-349.900	-405.068
Total	56.119	101.862	147.729	193.012	249.647	307.144	367.450	426.731	481.226	544.533

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar el sistema por cantidad de RAEE gestionado, el costo total unitario obtenido decrece en el período. Como es posible observar, los costos de recolección, transporte y tratamiento decrecen en el tiempo, mientras que los beneficios obtenidos por valorización aumentan hacia el final del período.

Tabla 82: Indicador de costos (Miles USD/tonelada)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Recolección y Transporte	6,24	6,23	6,22	6,22	6,09	6,14	6,10	6,04	6,06	6,03
Pretratamiento	0,18	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
Valorización	-2,41	-2,45	-2,48	-2,50	-2,52	-2,54	-2,55	-2,58	-2,60	-2,62

Fuente: Elaboración propia

7.3.2.1 Recolección y Transporte

En relación a las cantidades de RAEE recolectados, destaca la Zona Central y la Zona Sur, las cuales gestionan 10.687 toneladas y 1.327 toneladas, equivalentes a un 76,2% y un 9,5% respecto del total gestionado al año 2019.

Tabla 83: Cantidad de RAEE Recolectada (toneladas) – Escenario 2

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	990	1.849	2.736	3.627	4.923	6.075	7.475	9.023	10.389	12.115
Norte Chico	770	1.432	2.114	2.807	3.821	4.723	5.819	7.062	8.163	9.570
Central	10.687	19.812	29.041	38.155	51.339	62.440	75.572	89.949	101.399	116.022
Sur	1.327	2.449	3.579	4.692	6.308	7.656	9.248	10.993	12.360	14.117
Austral	248	456	665	870	1.170	1.419	1.715	2.038	2.291	2.616
Total	14.021	25.998	38.135	50.151	67.562	82.313	99.829	119.065	134.601	154.440

Fuente: Elaboración propia

Los menores costos unitarios de recolección y transporte por zona, están asociados a la Zona Sur, mientras que los mayores costos se asocian al Norte Grande. Hacia el final del período, los costos de la Zona Norte Chico decrecen y se asemejan a los costos de la Zona Sur.

Tabla 84: Costos de recolección y transporte de RAEE (miles USD/tonelada)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8	7,8	7,8	7,7	7,6	7,5
Norte Chico	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6
Central	6,3	6,3	6,2	6,2	6,1	6,2	6,1	6,1	6,1	6,1
Sur	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6
Austral	9,4	9,5	9,5	9,6	9,4	9,5	9,5	9,4	9,5	9,5
Total	6,2	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1	6,0	6,1	6,0

Fuente: Elaboración propia

Los mayores costos de recolección están asociados a la Zona Central (67.040 Miles USD) y a la Zona Norte (7.813 Miles USD).

Tabla 85: Costos de Recolección (Miles USD)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	7.873	14.757	21.817	28.950	38.484	47.662	58.196	69.123	79.247	91.437
Norte Chico	3.913	7.261	10.660	14.080	18.667	23.054	27.971	33.259	38.033	43.857
Central	67.040	124.038	181.389	238.397	314.094	385.505	463.813	546.771	618.778	705.981
Sur	6.274	11.580	16.906	22.188	29.232	35.822	43.028	50.713	57.292	65.299
Austral	2.340	4.330	6.335	8.326	11.008	13.491	16.252	19.181	21.688	24.750
Total	87.441	161.966	237.107	311.940	411.484	505.535	609.261	719.047	815.039	931.324

Fuente: Elaboración propia

A nivel de subcategoría, destaca la recolección del grupo E2 con 8.324 toneladas de un total de 14.021 toneladas al año 2019. Al final del período destaca el mismo grupo, con una recolección de 62.372 toneladas de un total de 154.440 toneladas.

Tabla 86: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 2

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	1.795	5.049	8.854	13.190	18.027	23.328	29.052	35.153	41.586	48.309
A3	183	508	880	1.294	1.747	2.234	2.749	3.288	3.846	4.417
A4	2	5	8	12	17	21	26	31	37	42
B1	562	1.674	2.812	3.960	5.112	6.259	7.401	8.533	9.656	10.769
B2	1	3	4	6	8	10	12	13	15	17
B3	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
C1	69	155	260	389	543	724	1.005	1.183	1.448	1.738
C2	190	424	705	1.050	1.458	1.932	2.668	3.126	3.806	4.550
D1	5	31	91	203	387	668	1.071	1.622	2.348	3.273
D2	0	2	5	11	20	35	56	85	124	172
E1	695	1.106	1.472	1.772	2.410	2.743	3.250	3.838	4.094	4.598
E2	8.324	13.464	18.196	22.223	30.673	35.389	42.491	50.812	54.879	62.372
F1	1.013	1.637	2.203	2.725	3.208	3.992	4.443	4.999	5.570	6.150
F2	1.180	1.933	2.635	3.301	3.933	4.954	5.580	6.351	7.158	7.993
Total	14.021	25.998	38.135	50.151	67.562	82.313	99.829	119.065	134.601	154.440

Fuente: Elaboración propia

7.3.2.2 Pretratamiento

En relación a los costos de pretratamiento, se estima un valor inicial total de 2.508 Miles USD al año 2019 y de 18.277 Miles USD al año 2028. Los mayores costos se asocian a la zona Central con un 78,8% del total nacional, debido a que en esta zona es donde se pretrata la mayor cantidad de RAEE.

Tabla 87: Costos de pretratamiento (Miles USD)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	180	268	379	474	639	772	922	1.096	1.235	1.424
Norte Chico	143	212	300	378	510	619	742	885	1.002	1.163
Central	1.978	2.932	4.127	5.142	6.874	8.216	9.685	11.348	12.537	14.204
Sur	175	260	366	456	610	728	857	1.004	1.107	1.253
Austral	33	49	68	85	113	135	159	186	205	232
Total	2.508	3.720	5.240	6.535	8.746	10.471	12.366	14.519	16.087	18.277

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los costos de pretratamiento por tonelada, es posible observar que para todas las zonas estos decrecen hacia el final del período. Esto se explica por las economías de escalas derivadas del uso óptimo de las plantas, las cuales se requiere que funcionen en modo de 3 turnos diarios.

Tabla 88: Costos de pretratamiento (Miles USD/toneladas)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	0,18	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
Norte Chico	0,19	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
Central	0,19	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
Sur	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
Austral	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
Total	0,82	0,65	0,63	0,59	0,59	0,58	0,56	0,56	0,54	0,54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
-	-	4	7	12	16	21	26	30	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Funcionamiento plantas existentes	2 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos
Funcionamiento nuevas plantas	-	-	03 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	07 plantas a 3 turnos	11 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	15 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	20 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	26 plantas a 3 turnos	30 plantas a 3 turnos

Fuente: Elaboración propia

7.3.2.3 Valorización

Se ha estimado que al primer año 11.196 toneladas logran ser valorizadas, mientras que 2.836 toneladas son dispuestas en rellenos sanitarios o de seguridad.

Tabla 91: Cantidad de RAEE (componentes) valorizados (toneladas)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	779	1.425	2.081	2.726	3.686	4.525	5.519	6.673	7.651	8.913
Norte Chico	615	1.125	1.644	2.164	2.937	3.619	4.436	5.391	6.221	7.297
Central	8.539	15.550	22.534	29.308	39.242	47.482	57.012	67.756	75.942	86.602
Sur	1.064	1.932	2.794	3.628	4.853	5.862	7.027	8.339	9.324	10.614
Austral	199	359	519	672	899	1.085	1.300	1.542	1.723	1.960
Total	11.196	20.392	29.571	38.498	51.617	62.572	75.294	89.701	100.860	115.386

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92: Cantidad de RAEE (componentes) NO valorizados (toneladas)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	212	426	658	905	1.243	1.557	1.963	2.359	2.748	3.213
Norte Chico	155	309	473	647	890	1.110	1.391	1.679	1.951	2.284
Central	2.156	4.285	6.545	8.900	12.164	15.039	18.656	22.302	25.579	29.554
Sur	263	520	791	1.072	1.464	1.805	2.234	2.669	3.053	3.523
Austral	49	97	148	200	273	337	418	499	572	660
Total	2.836	5.637	8.614	11.723	16.035	19.848	24.662	29.509	33.903	39.234

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93: Valorización de RAEE (miles USD)

RAEE	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Valorizados	44.812	86.339	129.399	173.080	234.915	288.815	352.479	424.028	484.525	560.058
No Valorizados	-10.982	-22.515	-34.782	-47.618	-64.333	-79.953	-98.302	-117.193	-134.625	-154.990
Total	33.830	63.824	94.617	125.463	170.582	208.862	254.177	306.836	349.900	405.068

Fuente: Elaboración propia

A nivel de subcategoría, destaca la valorización del grupo E2 (Grandes Aparatos No informáticos) el primer año con un 64% del valor económico valorizado, mientras que al año 2028 este porcentaje baja a un 40%.

Tabla 94: Valorización de Componentes (miles USD)

Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	5.319	14.957	26.229	39.075	53.404	69.108	86.063	104.137	123.197	143.113
A3	1.130	3.137	5.433	7.994	10.792	13.799	16.982	20.310	23.752	27.281
A4	5	14	25	37	50	63	78	93	109	124
B1	1.148	3.422	5.746	8.093	10.446	12.792	15.124	17.438	19.732	22.008
B2	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29
B3	6	18	31	43	56	68	81	93	105	117
C1	-118	-265	-444	-666	-930	-1.239	-1.719	-2.024	-2.477	-2.974
C2	-497	-1.107	-1.841	-2.742	-3.807	-5.045	-6.966	-8.163	-9.940	-11.881
D1	44	287	836	1.858	3.545	6.117	9.808	14.859	21.512	29.989
D2	2	15	44	98	187	322	516	782	1.132	1.578
E1	1.277	2.033	2.706	3.256	4.430	5.041	5.973	7.052	7.523	8.449
E2	21.744	35.173	47.533	58.053	80.125	92.446	110.997	132.733	143.359	162.933
F1	1.740	2.813	3.786	4.683	5.512	6.859	7.634	8.589	9.570	10.568
F2	2.027	3.321	4.527	5.671	6.759	8.513	9.587	10.913	12.299	13.734
Total	33.830	63.824	94.617	125.463	170.582	208.862	254.177	306.836	349.900	405.068

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las toneladas valorizadas, destaca el grupo E2 (Grandes Aparatos No informáticos) durante todo el período, con 8.324 toneladas valorizadas (equivalentes a un 59% del total nacional) el año 2019 y 62.372 toneladas (equivalentes a un 40% del total nacional) al año 2028.

Tabla 95: Valorización de Componentes (toneladas)

Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	1.795	5.049	8.854	13.190	18.027	23.328	29.052	35.153	41.586	48.309
A3	181	503	871	1.281	1.730	2.212	2.722	3.255	3.807	4.373
A4	2	5	9	13	17	22	27	32	37	42
B1	573	1.708	2.868	4.040	5.214	6.385	7.549	8.704	9.849	10.984
B2	1	3	4	6	8	10	12	13	15	17
B3	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
C1	69	155	260	389	543	724	1.005	1.183	1.448	1.738
C2	190	424	705	1.050	1.458	1.932	2.667	3.125	3.806	4.549
D1	5	31	91	203	387	668	1.071	1.622	2.348	3.273
D2	0	2	5	11	20	35	56	85	124	172
E1	696	1.109	1.475	1.775	2.415	2.749	3.257	3.845	4.102	4.607
E2	8.324	13.464	18.196	22.223	30.673	35.389	42.491	50.812	54.879	62.372
F1	1.013	1.637	2.203	2.725	3.208	3.992	4.443	4.999	5.570	6.150
F2	1.180	1.933	2.635	3.301	3.933	4.954	5.580	6.351	7.158	7.993
Total	14.032	26.028	38.185	50.221	67.652	82.421	99.956	119.210	134.763	154.620

Fuente: Elaboración propia

7.3.3 Escenario de Metas Altas

El escenario de Metas Altas tiene asociada la gestión inicial de 19.184 toneladas al año 2019 y de 207.621 toneladas al año 2028, equivalentes a un 5,7% y 53% de los RAEE proyectados a dichos años.

Tabla 96: Toneladas gestionadas – Escenario Metas Altas

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
RAEE gestionados (toneladas)	19.184	35.469	51.931	68.110	91.683	111.348	134.828	160.723	181.172	207.621
RAEE gestionado / RAEE Total	9,9%	17,0%	24,1%	31,2%	39,2%	46,0%	53,8%	61,7%	68,9%	76,6%
RAEE gestionado / AEE Total	5,7%	10,4%	14,9%	19,2%	25,4%	30,4%	36,1%	42,4%	47,0%	53,0%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en la tabla a continuación, la implementación de metas de recolección y pretratamiento de RAEE para el escenario de Metas Altas tienen asociados costos que no son posibles de cubrir a partir de los beneficios económicos derivados de la valorización de los componentes de RAEE. De acuerdo a lo estimado, el costo total del sistema de gestión corresponde a 72.614 Miles USD al año 2019 y de 711.867 Miles USD al año 2028.

Tabla 97: Resumen evaluación costos (Miles USD)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Recolección y Transporte	117.573	217.325	317.680	416.970	550.013	673.464	810.267	956.226	1.080.913	1.233.687
Pretratamiento	2.824	5.070	6.967	8.824	11.765	14.066	16.755	19.900	21.969	25.049
Valorización	-47.783	-88.691	-130.563	-172.205	-233.387	-284.580	-345.663	-416.422	-473.257	-546.869
Total	72.614	133.704	194.083	253.589	328.391	402.950	481.359	559.704	629.624	711.867

Fuente: Elaboración propia

Al evaluar el sistema por cantidad de RAEE gestionado, el costo total unitario obtenido decrece en el período. Como es posible observar, los costos de recolección, transporte y tratamiento decrecen en el tiempo, mientras que los beneficios obtenidos por valorización aumentan hacia el final del período.

Tabla 98: Indicador de costos (Miles USD/tonelada)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Recolección y Transporte	6,13	6,13	6,12	6,12	6,00	6,05	6,01	5,95	5,97	5,94
Pretratamiento	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
Valorización	-2,49	-2,50	-2,51	-2,53	-2,55	-2,56	-2,56	-2,59	-2,61	-2,63
Total	3,79	3,77	3,74	3,72	3,58	3,62	3,57	3,48	3,48	3,43

Fuente: Elaboración propia

7.3.3.1 Recolección

En relación a las cantidades de RAEE recolectados, destaca la Zona Central y la Zona Sur, las cuales gestionan 14.632 toneladas y 1.811 toneladas al año 2019.

Tabla 99: Cantidad de RAEE Recolectada (toneladas)- Escenario 3

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	1.352	2.517	3.713	4.905	6.649	8.174	10.032	12.097	13.878	16.153
Norte Chico	1.051	1.952	2.877	3.809	5.179	6.377	7.840	9.502	10.943	12.803
Central	14.632	27.040	39.560	51.835	69.692	84.499	102.117	121.489	136.577	156.100
Sur	1.811	3.340	4.876	6.379	8.573	10.375	12.517	14.876	16.682	19.036
Austral	337	620	905	1.183	1.590	1.923	2.321	2.758	3.092	3.529
Total	19.184	35.469	51.931	68.110	91.683	111.348	134.828	160.723	181.172	207.621

Fuente: Elaboración propia

Los menores costos unitarios de recolección y transporte por zona, están asociados a la Zona Sur, mientras que los mayores costos se asocian al Norte Grande. Hacia el final del período, los costos de la Zona Norte Chico decrecen y se asemejan a los costos de la Zona Sur.

Tabla 100: Costos de Recolección (Miles USD/tonelada)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	7,8	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,5	7,5	7,4
Norte Chico	5,0	5,0	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,5
Central	6,2	6,2	6,1	6,2	6,0	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0
Sur	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,6	4,6
Austral	9,4	9,4	9,4	9,4	9,3	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3
Total	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0	5,9	6,0	5,9

Fuente: Elaboración propia

Los mayores costos de recolección están asociados a la Zona Central (90.147 Miles USD) y a la Zona Norte (10.572 Miles USD), como se puede observar en la siguiente tabla de costos de recolección por zona geográfica.

Tabla 101: Costos de Recolección (Miles USD)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	10.572	19.734	29.096	38.476	51.111	63.056	76.780	91.177	104.191	120.024
Norte Chico	5.262	9.746	14.286	18.823	24.950	30.707	37.185	44.200	50.395	58.028
Central	90.147	166.467	243.103	318.799	420.045	513.849	617.252	727.647	821.281	935.989
Sur	8.440	15.557	22.689	29.719	39.162	47.840	57.385	67.635	76.215	86.778
Austral	3.152	5.821	8.505	11.153	14.745	18.013	21.664	25.567	28.832	32.866
Total	117.573	217.325	317.680	416.970	550.013	673.464	810.267	956.226	1.080.913	1.233.687

Fuente: Elaboración propia

Al analizar las cantidades de RAEE recolectadas por subcategoría, se tiene que la subcategoría E2 es la que presenta mayor participación durante todo el periodo estudiado.

Tabla 102: Cantidad de RAEE Recolectada (tonelada) – Escenario 3

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	3.591	7.683	12.444	17.846	23.851	30.415	37.486	45.009	52.928	61.192
A3	366	773	1.236	1.751	2.312	2.913	3.548	4.210	4.894	5.595

A4	4	7	12	17	22	28	34	40	47	53
B1	937	2.543	4.185	5.843	7.504	9.160	10.806	12.439	14.059	15.664
B2	1	4	7	9	12	14	17	20	22	25
B3	3	9	15	21	27	33	38	44	50	56
C1	69	169	290	440	618	828	1.153	1.361	1.668	2.006
C2	190	461	787	1.187	1.659	2.209	3.060	3.595	4.385	5.250
D1	8	43	122	267	505	867	1.385	2.093	3.024	4.209
D2	0	2	6	14	27	46	73	110	159	222
E1	869	1.466	2.005	2.450	3.368	3.860	4.597	5.450	5.833	6.568
E2	10.405	17.844	24.776	30.734	42.851	49.794	60.102	72.164	78.193	89.103
F1	1.266	2.047	2.754	3.407	4.010	4.990	5.554	6.249	6.962	7.688
F2	1.475	2.416	3.293	4.126	4.917	6.193	6.975	7.939	8.947	9.991
Total	19.184	35.469	51.931	68.110	91.683	111.348	134.828	160.723	181.172	207.621

Fuente: Elaboración propia

7.3.3.2 Pretratamiento

En relación a los costos de pretratamiento, se estima un valor inicial total de 2.824 Miles USD al año 2019 y de 25.049 Miles USD al año 2028. Los mayores costos se asocian a la zona Central con un 78,8% del total nacional en el año 2019.

Tabla 103: Costos de Pretratamiento (Miles USD)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	203	365	504	640	859	1.037	1.248	1.499	1.680	1.943
Norte Chico	160	289	399	510	685	830	1.002	1.209	1.362	1.584
Central	2.226	3.995	5.486	6.943	9.247	11.039	13.126	15.559	17.131	19.482
Sur	198	355	487	616	820	979	1.163	1.377	1.514	1.720
Austral	37	66	91	115	153	182	216	256	281	319
Total	2.824	5.070	6.967	8.824	11.765	14.066	16.755	19.900	21.969	25.049

Fuente: Elaboración propia

Al observar los costos de pretratamiento, es posible ver que para todas las zonas estos decrecen hacia el final del período. Esto se explica por las economías de escalas derivadas del uso óptimo de las plantas, las cuales se requiere que funcionen en modo de 3 turnos diarios a partir del primer año.

Tabla 104: Costos de pretratamiento (Miles USD/tonelada)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12
Norte Chico	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12
Central	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
Sur	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Austral	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Total	0,67	0,65	0,61	0,59	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
-	3	8	12	19	24	31	38	43	51

Fuente Elaboración propia

Tabla 106: Cantidad de nuevas plantas de pretratamiento

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Funcionamiento plantas existentes	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos	3 turnos
Funcionamiento nuevas plantas	-	02 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	07 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	12 plantas a 3 turnos	18 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	24 plantas a 3 turnos	30 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	37 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno	43 plantas a 3 turnos	50 plantas a 3 turnos y 01 planta a 1 turno

Fuente: Elaboración propia

7.3.3.3 Valorización

La actual gestión de los RAEE no permite necesariamente la valorización de todos los componentes. Se ha estimado que un 79% logra ser valorizados, mientras que un 21% es dispuesto en rellenos sanitarios o de seguridad.

Tabla 107: Cantidad de RAEE (componentes) valorizados (toneladas)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	1.060	1.943	2.839	3.714	5.020	6.144	7.486	9.040	10.333	12.016
Norte Chico	834	1.532	2.241	2.947	3.999	4.914	6.015	7.300	8.395	9.827
Central	11.599	21.192	30.742	39.956	53.523	64.621	77.573	92.180	103.104	117.506
Sur	1.442	2.630	3.810	4.946	6.623	7.983	9.571	11.358	12.676	14.422
Austral	268	489	707	916	1.227	1.478	1.771	2.102	2.344	2.667
Total	15.203	27.786	40.338	52.480	70.392	85.141	102.416	121.980	136.852	156.438

Fuente: Elaboración propia

Tabla 108: Cantidad de RAEE (componentes) NO valorizados (toneladas)

Zona geográfica	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	294	576	879	1.198	1.638	2.040	2.558	3.071	3.561	4.154
Norte Chico	218	422	640	867	1.188	1.473	1.837	2.215	2.562	2.991
Central	3.046	5.883	8.875	11.958	16.269	19.999	24.687	29.473	33.655	38.797
Sur	371	714	1.074	1.444	1.964	2.409	2.967	3.540	4.032	4.642
Austral	69	133	200	268	366	449	554	661	753	868
Total	3.998	7.729	11.668	15.735	21.425	26.369	32.601	38.960	44.564	51.453

Fuente: Elaboración propia

Tabla 109: Valorización de RAEE (Miles USD)

RAEE	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Valorizados	63.787	119.993	178.036	236.440	319.593	390.997	475.826	571.230	650.308	750.172
No Valorizados	-16.005	-31.302	-47.472	-64.235	-86.206	-106.417	-130.163	-154.808	-177.051	-203.303
Total	47.783	88.691	130.563	172.205	233.387	284.580	345.663	416.422	473.257	546.869

Fuente: Elaboración propia

A nivel de subcategoría, destaca la valorización del grupo E2 (Grandes Aparatos No informáticos) el primer año (57% del valor económico valorizado), pasando a ser un 43% en el año 2028. La categoría intercambio de temperatura con gases (A1-A2) es la que se encuentra en segundo lugar, aumentando su participación de un 22% en el año 2018 a un 33% en el año 2028.

Tabla 110: Valorización de componentes (Miles USD)

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	10.638	22.761	36.863	52.866	70.658	90.103	111.049	133.334	156.796	181.276
A3	2.260	4.774	7.635	10.815	14.279	17.991	21.912	26.004	30.230	34.556
A4	10	22	35	50	66	83	100	119	138	158
B1	1.914	5.198	8.553	11.941	15.335	18.720	22.083	25.421	28.730	32.011
B2	3	7	11	16	20	25	29	34	38	43
B3	10	28	46	64	82	100	118	135	153	170
C1	-118	-289	-496	-752	-1.058	-1.416	-1.972	-2.328	-2.853	-3.431
C2	-497	-1.205	-2.055	-3.098	-4.332	-5.767	-7.991	-9.386	-11.451	-13.709
D1	73	397	1.117	2.444	4.627	7.943	12.689	19.173	27.701	38.557
D2	4	21	59	129	244	418	668	1.009	1.458	2.029
E1	1.597	2.695	3.684	4.502	6.188	7.093	8.449	10.015	10.719	12.070
E2	27.180	46.614	64.721	80.287	111.939	130.074	157.002	188.512	204.262	232.762
F1	2.175	3.517	4.732	5.854	6.890	8.574	9.543	10.737	11.963	13.210
F2	2.534	4.151	5.659	7.089	8.448	10.641	11.984	13.642	15.374	17.167
TOTAL	47.783	88.691	130.563	172.205	233.387	284.580	345.663	416.422	473.257	546.869

Fuente: Elaboración propia

Tabla 111: Valorización de Componentes (toneladas)

Subcategoría	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A1-A2	3.591	7.683	12.444	17.846	23.851	30.415	37.486	45.009	52.928	61.192
A3	362	765	1.224	1.733	2.289	2.884	3.512	4.168	4.845	5.539
A4	4	8	12	17	22	28	34	41	47	54
B1	955	2.594	4.269	5.960	7.654	9.343	11.022	12.688	14.340	15.977
B2	1	4	7	9	12	14	17	20	22	25
B3	3	9	15	21	27	33	38	44	50	56
C1	69	169	290	440	618	828	1.153	1.361	1.668	2.006
C2	190	461	787	1.186	1.659	2.208	3.060	3.594	4.385	5.249
D1	8	43	122	267	505	867	1.385	2.093	3.024	4.209
D2	0	2	6	14	27	46	73	110	159	222
E1	871	1.469	2.009	2.455	3.374	3.867	4.607	5.461	5.845	6.582
E2	10.405	17.844	24.776	30.734	42.851	49.794	60.102	72.164	78.193	89.103
F1	1.266	2.047	2.754	3.407	4.010	4.990	5.554	6.249	6.962	7.688
F2	1.475	2.416	3.293	4.126	4.917	6.193	6.975	7.939	8.947	9.991
TOTAL	19.201	35.515	52.006	68.215	91.817	111.510	135.017	160.940	181.416	207.891

Fuente: Elaboración propia

En la sección 9.12 de Anexos se presentan tablas resumen por zona geográfica y subcategoría, por escenario.

7.4 Indicadores de costo beneficio de escenarios

Al examinar las etapas de la cadena de manejo de RAEE, se aprecia que la recolección y transporte es el principal componente de costo que deberá enfrentarse en la implementación de la ley REP. Los costos asociados a la valorización son negativos por representar ingresos. Los indicadores se obtienen utilizando una tasa de descuento de 6%⁵³.

Tabla 112: Valor presente de costos de escenarios por etapa (USD)

Etapas/ Escenario	Metas Bajas	Metas Medias	Metas Altas
Recolección (incluye transporte)	2.125.142.178	3.195.471.376	4.254.610.749
Pretratamiento	43.378.838	66.231.361	89.341.615
Valorización	-883.549.154	-1.337.095.247	-1.821.698.811

Fuente: Elaboración propia

La tabla siguiente resume los costos totales asociados a los escenarios a través de los indicadores de valor presente y costo anual equivalente. Estos valores incluyen todos los costos e ingresos privados necesarios para establecer los requerimientos de financiamiento del sistema de gestión. En particular, considera los costos de recolección, transporte, almacenamiento, pretratamiento y tratamiento (donde hay ingresos

⁵³ Esta tasa se considera adecuada para representar la rentabilidad de un mercado competitivo y se encuentra muy por sobre las tasas de ahorro bancario (UF + 0,1-0,3%).

por ventas). Los ingresos por venta de materiales no cubren los costos agregados del sistema en ningún escenario.

Tabla 113: Indicadores de costos de escenarios

Escenario	Valor presente (USD)	Costo anual equivalente (USD)
Metas Bajas	1.284.971.862	174.586.503
Metas Medias	1.924.607.490	261.492.490
Metas Altas	2.522.253.553	342.693.440

Fuente: Elaboración propia

La razón Beneficio-Costo (B/C) compara de forma directa los beneficios y los costos. La razón B/C se estima a como el cociente entre el valor presente de beneficios (ingresos por valorización) y el valor presente costos. La interpretación del indicador acerca de la rentabilidad contempla la comparación de la relación B/C con 1, así tenemos lo siguiente:

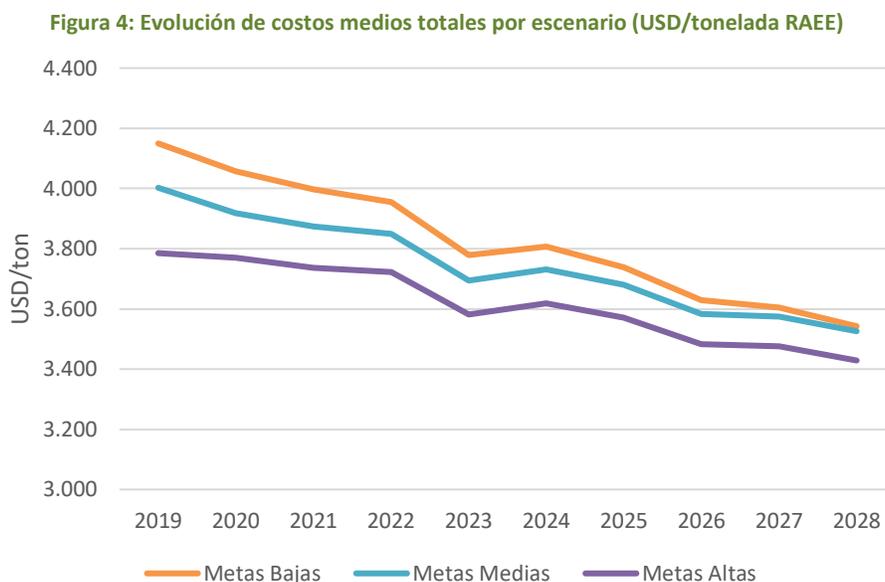
- $B/C > 1$ indica que los beneficios superan los costos.
- $B/C=1$ Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costos.
- $B/C < 1$, revela que los costos son mayores que los beneficios.

Los resultados de la razón costo beneficio confirman que para los tres escenarios los ingresos por valorización no logran cubrir los costos de operación del sistema. Al incluir beneficios ambientales de reducción de gases efecto invernadero, la situación no presenta mayores modificaciones. En todos los escenarios los beneficios logran cubrir algo más que el 40% de los costos. La tabla siguiente presenta los resultados de razón beneficio-costo para los distintos escenarios.

Tabla 114: Razón de costo beneficio

Escenario	Razón costo beneficio privado (%)	Razón costo beneficio social (incluyendo beneficios por menores emisiones de CO2) (%)
Metas Bajas	40,7	41,1
Metas Medias	40,9	41,4
Metas Altas	41,9	42,3

Para estimar los costos medios de cada escenario y año se estima la razón del costo total anual por la cantidad de RAEE recolectados para cada escenario. Los resultados revelan importantes economías de escala. Esto se aprecia tanto entre escenario como en la evolución de cada uno de ellos. En efecto, los costos medios del sistema caen con la cantidad de RAEE recolectada. Estos resultados se evidencian en la figura siguiente.



Fuente: Elaboración propia

De la figura es posible apreciar que los costos medios totales presentan una trayectoria decreciente en cada escenario. La excepción es el año 2024 donde existe un alza muy menor en el costo medio respecto del año 2023, que se explica por la entrada de nuevas plantas de pretratamiento que no es empleada a plena capacidad.

Finalmente, se estima el cobro en las ventas de AEE que sería necesario para financiar la implementación de la Ley REP en cada una de sus etapas. Es decir, por cada tonelada de AEE puesta en el mercado se estima aquella “eco-tasa” que permitiría financiar el sistema. Para ello se considera la proyección de ventas de AEE total (en toneladas). La estimación se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^{10} \frac{p \cdot AEE_t}{(1+r)^t} = v$$

Donde:

p es la eco-tasa (precio constante USD/ton). Esta tasa representa aquel precio constante por tonelada que permite cubrir aquella fracción de costos no cubierta por los ingresos de valorización del sistema.

AEE_t son las ventas totales de AEE en el año t (en toneladas).

r es la tasa de descuento (en este caso 6%).

v es el valor presente de costos totales del escenario (en USD y corresponde a aquellos presentados en la Tabla 113).

De la ecuación es posible establecer que la eco-tasa se estima para cada escenario como:

$$p = \frac{v}{\sum_{t=1}^{10} \frac{AEE_t}{(1+r)^t}}$$

Esta estimación se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 115: Cobro por tonelada puesta en el mercado que financia sistema

Escenario	Cobro (USD/ tonelada AEE)
Metas Bajas	484
Metas Medias	725
Metas Altas	950

Fuente: Elaboración propia

Los resultados revelan que la eco-tasa aplicada a la venta de RAEE estará en un rango de 500-1000 USD/ton de AEE puestos en el mercado según el nivel de ambición. Los resultados son razonables ya que es esperable que la tasa se incremente con el nivel de recolección dado que las ventas anuales de AEE son constantes entre escenarios.

8 CONCLUSIONES

La implementación de la ley REP conlleva costos y beneficios tanto privados como sociales que es necesario establecer para una correcta implementación de la regulación. En este informe se presentan con detalle los costos asociados a las distintas etapas de la cadena de manejo de RAEE: recolección y transporte, pretratamiento y **valorización**. Para ello se asumen distintos supuestos entre los que destacan:

- 1) Se asume que existen distintos límites de recolección para cada una de las categorías según se evidencia en la experiencia internacional (Duque, 2019). Las tasas máximas de recolección deben entonces respetarse y combinarse para cumplir las metas globales de recolección de cada escenario.
- 2) Para cada categoría se asume una estructura de recolección de RAEE. Por ejemplo, se asume que las categorías A y E el 60% de la recolección se consigue mediante el método 1x1, mientras que este sistema de recolección no contribuye a la recolección de las categorías C y D. De esta forma es posible establecer trazabilidad de la recolección de cada una de las toneladas de RAEE recolectadas y la estimación de costos correspondientes. Los supuestos para esta asignación se basan en la experiencia internacional y antecedentes nacionales (Duque, 2019). Sin embargo, la evolución de la infraestructura e implementación específica de la ley impone incertidumbre respecto de esta asignación.
- 3) Se asume que se implementan instalaciones de almacenamiento en regiones desde las cuales los RAEE son trasladados a plantas de pre-tratamiento en Santiago y Chillán. En particular, se asume que los residuos del Norte Grande, Norte Chico y Central se llevan a Santiago y que los RAEE de las zonas Sur y Austral se llevan a Chillán. Este supuesto también puede modificar los importantes costos de transporte en función de la localización de las plantas.
- 4) Se asume que el 100% de los RAEE recolectados llegan a plantas de pretratamiento, o bien, son llevados a disposición final adecuada.

Para analizar los costos integrados de la implementación de la Ley REP se construyen tres escenarios a diez años con distintas metas crecientes de recolección. La tabla siguiente resume los escenarios:

Tabla 116: Resumen de metas de escenarios

Escenario	Metas Bajas	Metas Medias	Metas Altas
Meta Global AEE (%) en año 10	23%	38%	53%
Meta Global AEE (tonelada) en año 10	99.808	154.440	207.621

Fuente: Elaboración propia

El aumento significativo de recolección y pretratamiento respecto de la situación actual del país hace necesario incrementar el número de plantas de pretratamiento para contar con la capacidad adecuada para el manejo apropiado de los residuos. Por lo anterior, y de acuerdo al incremento de las cantidades de RAEE se van instalando nuevas plantas progresivamente asumiendo una planta tipo. El número de plantas totales y capacidad adicional requerida que es necesario instalar en cada escenario (al final del horizonte de evaluación) se presenta a continuación.

Tabla 117: Número de plantas a instalar por escenario

Escenario	Nuevas plantas	Capacidad adicional (ton)
Metas Bajas	21	75.600
Metas Medias	36	129.600
Metas Altas	51	183.600

Fuente: Elaboración propia

Los resultados revelan que la implementación de la ley REP se asocia a importantes requerimientos de nueva capacidad. Es posible inferir entonces que en el último periodo de la evaluación (2028), los porcentajes de RAEE recolectados que serán tratados con nueva capacidad en los escenarios de metas bajas, medias y altas serán 76%, 84% y 88% respectivamente. Esto conllevará esfuerzos relevantes de inversión.

Los resultados de costos beneficio permiten inferir que la valorización permitirá cubrir alrededor del 40% de los costos de implementación de la ley REP. Por ello, deberán financiarse adicionalmente costos anuales en un rango USD 170-350 millones según el escenario. La ecotasa que permitiría financiar estos costos- y aplicada a la venta de AEE- se encontrará entre los 500 y 1000 USD/ ton AEE.

9 ANEXO

9.1 Peajes Marítimos

Tabla 118: Tarifas Transbordador Chiloé

Tipo de vehículo	Tarifas Transbordador (USD)
Autos y camionetas chicas	20
Camioneta normal	21
Camión chico (1.500 a 6.000 kg)	26
Camión simple (más de 6.000 kg)	30
Camión rampa menor	50
Camión con carro o rampa	63

Fuente: Transbordadores Transmarchilay (http://www.transmarchilay.cl/horarios_tarifas.aspx)

9.2 Zonas geográficas

Las zonas geográficas y las correspondientes regiones comprendidas y ciudades elegidas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 119: Regiones y ciudades consideradas por zona geográfica

Zona	Región	Ciudad
Norte Grande	Región de Arica y Parinacota	Antofagasta
Norte Grande	Región de Tarapacá	Antofagasta
Norte Grande	Región de Antofagasta	Antofagasta
Norte Chico	Región de Atacama	Coquimbo
Norte Chico	Región de Coquimbo	Coquimbo
Central	Región de Valparaíso	Puente Alto
Central	Región Metropolitana	Puente Alto
Central	Región de O'Higgins	Puente Alto
Central	Región del Maule	Puente Alto
Central	Región del Bío Bío	Puente Alto
Sur	Región de la Araucanía	Temuco
Sur	Región de Los Ríos	Temuco
Sur	Región de Los Lagos	Temuco
Austral	Región de Aysén	Punta Arenas
Austral	Región de la Magallanes	Punta Arenas

Fuente: Elaboración propia

9.3 Densidad según subcategoría

Tabla 120: Densidad de RAEE según subcategoría

Subcateg	Densidad (kg/m³)
A1-A2	90,0
A3	90,0
A4	90,0
B1	450,0
B2	350,0
B3	400,0
C1	200,0
C2	200,0
D1	123,5
D2	123,5
E1	600,0
E2	300,0
F1	400,0
F2	400,0
F3	400,0

Fuente: Valor proporcionado en base a información de gestores

9.4 Sueldos de referencia

Tabla 121: Puestos de trabajo y sueldos asociados a labores de manejo de RAEE

Personal	Sueldo	Enlace
Administrador	1.612	http://conexioningenieros.com/wp-content/uploads/2017/12/Estudio-Nacional-de-Sueldos-de-Ingenieros-2017.pdf
Auxiliar de Aseo	460	https://www.indeed.cl/salaries/Personal-de-aseo-Salaries
Auxiliar de bodega	485	https://www.indeed.cl/salaries/Auxiliar/a-de-bodega-Salaries
Contador	593	https://www.indeed.cl/salaries/Contabilidad-Salaries
Encargado comercial	1.612	http://conexioningenieros.com/wp-content/uploads/2017/12/Estudio-Nacional-de-Sueldos-de-Ingenieros-2017.pdf
Gerente comercial	2.753	http://conexioningenieros.com/wp-content/uploads/2017/12/Estudio-Nacional-de-Sueldos-de-Ingenieros-2017.pdf
Gerente de operaciones	2.753	http://conexioningenieros.com/wp-content/uploads/2017/12/Estudio-Nacional-de-Sueldos-de-Ingenieros-2017.pdf
Gerente general	3.731	http://conexioningenieros.com/wp-content/uploads/2017/12/Estudio-Nacional-de-Sueldos-de-Ingenieros-2017.pdf
Guardia	582	https://www.indeed.cl/salaries/Guardia-de-seguridad-privada-Salaries
Ingeniero Ambiental	2.015	http://conexioningenieros.com/wp-content/uploads/2017/12/Estudio-Nacional-de-Sueldos-de-Ingenieros-2017.pdf
Jefe de logística	631	https://www.indeed.cl/salaries/Log%C3%ADstica-Salaries
Operario de grúa	734	https://www.indeed.cl/salaries/Operador/a-de-gr%C3%BAa-Salaries

Operario de Planta	503	https://www.indeed.cl/salaries/Operario/a-de-planta-Salaries
Prevencionista de Riesgo	1.040	https://www.computrabajo.cl/salarios/prevencionista-de-riesgos
Secretaria	555	https://www.indeed.cl/salaries/Secretario/a-Salaries

Fuente: Indeed, Computrabajo y Conexión Ingenieros

9.5 Encuesta de Ingreso Salarial

Tabla 122: Ingresos promedio por región

Zona geográfica	Región	Ingreso Promedio (CLP)	Ingreso Promedio (USD)	Factor de corrección
Norte Grande	Arica y Parinacota	431.739	644	0,7
Norte Grande	Tarapacá	549.489	820	0,9
Norte Grande	Antofagasta	708.483	1.057	1,1
Norte Chico	Atacama	520.117	776	0,8
Norte Chico	Coquimbo	461.747	689	0,7
Central	Valparaíso	536.590	801	0,8
Central	RM	638.737	953	1,0
Central	O'Higgins	461.340	689	0,7
Central	Maule	417.294	623	0,7
Central	Biobío	432.116	645	0,7
Sur	Araucanía	436.897	652	0,7
Sur	Los Ríos	477.622	713	0,7
Sur	Los Lagos	483.801	722	0,8
Austral	Aysén	639.524	955	1,0
Austral	Magallanes	779.997	1.164	1,2

Fuente: Encuesta Suplementaria de Ingresos 2017 (INE)

9.6 Cotización maquinaria pretratamiento

	Costo (USD)	Fuente
Un equipo de oxicorte	328	https://www.kupfer.cl/kit-de-corte-de-oxi-propano-heavy-duty.html
Un compresor	642	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/83313/Compresor-de-aire-portatil-3-HP/83313
Una soldadora	209	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/3317080/Soldadora-inverter-arco-manual-110-Amp/3317080
Un taladro de pedestal	366	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/1433571/Taladro-de-pedestal-500-W/1433571
Un esmeril de pedestal	98	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/3403343/Esmeril-de-banco-373-W/3403343
Un torchador	134	http://swedmaq.cl/para-torchar/738-torchador-k4-2mts-800a.html
Una guillotina de 10 cm	85	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/3521664/Guillotina-de-palanca/3521664
Un martillo de golpe neumático	30	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/1002627/Martillo-neumatico-190-mm?searchTerm=martillo%20neumatico
Una compactadora	20.000	https://spanish.alibaba.com/g/scrap-metal-compactor-press.html
Una trituradora	26.850	https://spanish.alibaba.com/product-detail/good-quality-large-output-industrial-aluminum-can-crusher-60728008847.html?spm=a2700.8699010.normalList.67.6a513391QL5MTh
Transpaleta	329	https://www.technoplus.cl/catalogo/transpaletas-manual-hidraulica/transpaleta-manual-hidraulica-2500-kg
Grúa horquilla	25.585	SKC Sigdotek
Romana de plataforma	3.023	Pesaje PROFESIONAL & Automatización Industrial Limitada
Total	77.679	

Adquisición de maquinarias para el vaciado de equipos refrigerantes y la máquina para tratar lámparas fluorescentes:

Máquinas	Costo (USD)	Fuente
Máquina recuperadora de gas refrigerante	1.144	https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/01/08-Anexo-6-Informe-Final-Proyecto-diseno-del-programa-de-regeneracion-1.pdf
Bombas de trasvasije	1.243	
Máquina de trituración de lámparas	200.000	Declaración de Impacto Ambiental - "Tratamiento insitu de Residuos Lumínicos" ECOSER (2008)
Total	202.387	

9.7 Precios de terrenos industriales

Tabla 123: Precios de venta de terrenos industriales

Zona	Ciudad	UF/m2	Enlace
Norte Grande	Antofagasta	13,0	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/antofagasta-antofagasta/4429493-terreno-sector-la-chimba-sierra-nevada-uda?tp=8&op=1&iug=16&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=1
Norte Grande	Antofagasta	19,0	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/antofagasta-antofagasta/4707519-pedro-aguirre-cerda-7330-uda?tp=8&op=1&iug=16&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=2
Norte Grande	Mejillones	3,5	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/mejillones-antofagasta/4380292-santa-cruz-caleta-michilla-uda?tp=8&op=1&iug=17&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=1
Norte Grande	Mejillones	4,8	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/mejillones-antofagasta/4590057-terreno-industrial-en-mejillones-uda?tp=8&op=1&iug=17&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=2
Norte Chico	Coquimbo	2,1	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/coquimbo-coquimbo/2676953-parque-industrial-coquimbo-uda?tp=8&op=1&iug=34&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=1
Norte Chico	Coquimbo	7,0	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/coquimbo-coquimbo/4675566-barrio-industrial-uda?tp=8&op=1&iug=34&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=4
Central	Curacaví	1,0	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/curacavi-metropolitana/4316175-tin-ruta-68-100-uda?tp=8&op=1&iug=312&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=0
Central	Quilicura	6,5	https://www.portalinmobiliario.com/venta/sitio/quilicura-metropolitana/4346229-vespucio-nte-express-manuel-rodriguez-uda?tp=4&op=1&iug=1087&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=0
Central	Quilicura	7,0	https://www.portalinmobiliario.com/venta/sitio/quilicura-metropolitana/4418225-parque-empresarial-aconcagua-uda?tp=4&op=1&iug=1087&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=1
Central	Colina	3,9	http://www.urbac.cl/fichaPropiedad.aspx?i=6385&pa=1&or=3&d=&op=1&re=13&co=0&tp=4&tl=2
Central	Lampa	3,4	http://www.urbac.cl/fichaPropiedad.aspx?i=6470&pa=1&or=3&d=&op=1&re=13&co=0&tp=4&tl=2
Sur	Temuco	1,5	https://www.portalinmobiliario.com/venta/industrial/temuco-la-araucania/3874707-rudecindo-ortega-990-uda?tp=8&op=1&iug=212&ca=3&ts=1&mn=2&or=&sf=1&sp=0&at=0&i=2
Austral	Punta Arenas	0,6	https://calvacindustrial.cl/propiedad/venta-de-terrenos-industriales-en-punta-arenas-sitios-urbanizados/
Austral	Puerto Montt	2,0	http://www.urbac.cl/fichaPropiedad.aspx?i=6261&pa=1&or=3&d=&op=1&re=10&co=0&tp=4&tl=2

Fuente: Portal Inmobiliario, Urbac y Calvac Industrial

9.8 Costos de difusión

Los valores de anuncios radiales para distintas ciudades se presentan en la siguiente tabla. Para cada zona se han utilizado los valores de las ciudades de Antofagasta, La Serena, Viña del Mar, Temuco y Puerto Montt.

Tabla 124: Costos de difusión radial (CLP)

CIUDAD	Costo Mín ⁵⁴	Costo Máx ⁵⁵	Costo Promedio ⁵⁶	Total ⁵⁷	Zona Geográfica
--------	-------------------------	-------------------------	------------------------------	---------------------	-----------------

⁵⁴ Valores corresponden a 26 frases durante un mes, sin IVA ni comisión para agencias de publicidad.

⁵⁵ Valores corresponden a 26 frases durante un mes, sin IVA ni comisión para agencias de publicidad.

⁵⁶ Valores corresponden a 26 frases durante un mes, sin IVA ni comisión para agencias de publicidad.

⁵⁷ Valor considera 12 anuncios.

Iquique	\$75	\$155	\$53	\$63	
Calama	\$67	\$107	\$40	\$48	
Antofagasta	\$104	\$204	\$71	\$85	Norte Grande
La Serena	\$75	\$175	\$58	\$68	Norte Chico
Viña del Mar	\$127	\$349	\$110	\$131	Central
Talca	\$75	\$155	\$53	\$63	
Chillán	\$75	\$128	\$47	\$56	
Concepción	\$216	\$378	\$137	\$163	
Los Angeles	\$63	\$121	\$42	\$50	
Temuco	\$119	\$213	\$77	\$91	Sur
Valdivia	\$75	\$165	\$55	\$66	
Osorno	\$90	\$146	\$54	\$65	
Puerto Montt	\$75	\$184	\$60	\$71	Austral
Santiago	\$1.087	\$2.037	\$721	\$858	

Fuente: <https://www.iarc.cl/publicidad-en-regiones/>

En el caso de la impresión de publicidad se ha asumido que cada campaña contempla la impresión de 8 pasacalles y 10 pendones de dimensiones 400x70 cm y 150x70 cada uno. La instalación de los mismos es una labor que tradicionalmente realizan trabajadores municipales, motivo por el cual no se contempla costos adicionales.

Tabla 125: Costos de impresión pasacalles y pendones

Producto	Valor	Cantidad	Total	Descripción
Pasacalles	\$55	8	\$441	Impresión de pasacalle de 400x70 cm con ojettos perimetrales
Pendones	\$24	10	\$240	Impresión de pendón de 150x70 cm con travesaños con cordel
Total			\$ 456.310	

Fuente: <https://www.macprint.cl/producto/tela-pvc/>

9.9 Costos de transporte según ciudad

Tabla 126: Costos de transporte según ciudad

Provincia	Ciudad Origen	Región	Zona Geográfica	Gestor de Destino	KM hacia Gestor de Destino	Costo Total USD
Arica	Arica	15	Norte Grande	Santiago	2.070	4.841
Parinacota	Putre	15	Norte Grande	Santiago	2.209	5.152
Iquique	Iquique	1	Norte Grande	Santiago	1.790	4.199
Tamarugal	Pozo Almonte	1	Norte Grande	Santiago	1.805	4.248
Tocopilla	Tocopilla	2	Norte Grande	Santiago	1.560	3.686
El Loa	Calama	2	Norte Grande	Santiago	1.574	3.731
Antofagasta	Antofagasta	2	Norte Grande	Santiago	1.377	3.276
Chañaral	Chañaral	3	Norte Chico	Santiago	976	2.378

Provincia	Ciudad Origen	Región	Zona Geográfica	Gestor de Destino	KM hacia Gestor de Destino	Costo Total USD
Copiapó	Copiapó	3	Norte Chico	Santiago	804	1.980
Huasco	Vallenar	3	Norte Chico	Santiago	662	1.645
Elqui	Coquimbo	4	Norte Chico	Santiago	458	1.168
Limarí	Ovalle	4	Norte Chico	Santiago	403	1.037
Choapa	Illapel	4	Norte Chico	Santiago	281	756
Petorca	La Ligua	5	Central	Santiago	150	455
Los Andes	Los Andes	5	Central	Santiago	78	288
San Felipe de Aconcagua	San Felipe	5	Central	Santiago	87	305
Quillota	Quillota	5	Central	Santiago	110	359
Valparaíso	Valparaíso	5	Central	Santiago	117	376
San Antonio	San Antonio	5	Central	Santiago	112	363
Marga Marga	Quilpué	5	Central	Santiago	117	377
Chacabuco	Colina	13	Central	Santiago	31	254
Santiago	Santiago	13	Central	Santiago	-	254
Cordillera	Puente Alto	13	Central	Santiago	47	254
Maipo	San Bernardo	13	Central	Santiago	18	254
Melipilla	Melipilla	13	Central	Santiago	70	254
Talagante	Talagante	13	Central	Santiago	39	254
Cachapoal	Rancagua	6	Central	Santiago	84	299
Colchagua	San Fernando	6	Central	Santiago	140	424
Cardenal Caro	Pichilemu	6	Central	Santiago	207	567
Curicó	Curicó	7	Central	Santiago	194	553
Talca	Talca	7	Central	Chillán	154	470
Linares	Linares	7	Central	Chillán	108	367
Cauquenes	Cauquenes	7	Central	Chillán	121	376
Diguillín	Bulnes	8	Central	Chillán	24	254
Itata	Quirihue	8	Central	Chillán	72	254
Punilla	San Carlos	8	Central	Chillán	29	254
Biobío	Los Ángeles	8	Central	Chillán	110	254
Concepción	Concepción	8	Central	Chillán	96	254
Arauco	Lebu	8	Central	Chillán	240	254
Malleco	Angol	9	Sur	Chillán	165	495
Cautín	Temuco	9	Sur	Chillán	272	754
Valdivia	Valdivia	14	Sur	Chillán	438	1.125
Ranco	La Unión	14	Sur	Chillán	492	1.253
Osorno	Osorno	10	Sur	Chillán	519	1.315
Llanquihue	Puerto Montt	10	Sur	Chillán	621	1.551
Chiloé	Castro	10	Sur	Chillán	790	1.976
Palena	Chaitén	10	Sur	Chillán	961	2.311
Coyhaique	Coyhaique	11	Austral	Chillán	1.382	3.255
General Carrera	Chile Chico	11	Austral	Chillán	1.534	3.581
Capitán Prat	Cochrane	11	Austral	Chillán	1.708	3.970
Aysén	Aysén	11	Austral	Chillán	1.264	2.984
Última Esperanza	Natales	12	Austral	Chillán	2.620	6.012
Magallanes	Punta Arenas	12	Austral	Chillán	2.622	6.016
Tierra del Fuego	Porvenir	12	Austral	Chillán	2.619	6.009
Antártica Chilena	Cabo de Hornos	12	Austral	Chillán	3.208	7.328

Fuente: Elaboración propia en base a información de gestores, COPEC y la aplicación "Peajes"

9.10 Metas de recolección sobre RAEE

La definición de las metas anuales se ha hecho considerando el valor deseado a recuperar de los RAEE generados en los años 2019 y 2028. Las metas para los años intermedios (años 2020 a 2027) se han calculado en forma constante y progresiva tomando los extremos del período. A modo de ejemplo y para facilitar la comprensión de las tablas a continuación, para el caso del escenario de “Metas Bajas” se ha optado por definir un valor inicial de recolección del 2% sobre la cantidad de RAEE generados para la categoría A y se ha optado por una recolección del 55% de los RAEE generados al 2028.

Para los tres escenarios se han elegido las metas al año 2019 y 2028, las cuales han sido consensuadas con profesionales del MMA. En el caso del escenario de “Metas Altas” se ha optado por llevar la recolección al máximo posible, el cual está dado por los máximos técnicos presentados en la Tabla 58.

Tabla 127: Metas de recolección sobre RAEE, escenario “Metas Bajas”⁵⁸

	Porcentajes aplicados sobre RAEE generados									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	2%	8%	14%	20%	26%	31%	37%	43%	49%	55%
B	1%	4%	7%	11%	14%	17%	20%	24%	27%	30%
C	6%	10%	14%	17%	21%	25%	29%	32%	36%	40%
D	0%	6%	11%	17%	22%	28%	33%	39%	44%	50%
E	10%	13%	17%	20%	23%	27%	30%	33%	37%	40%
F	3%	5%	6%	7%	8%	10%	11%	12%	14%	15%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128: Metas de recolección sobre RAEE, escenario “Metas Intermedias”

	Porcentajes aplicados sobre RAEE									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	5%	13%	21%	28%	36%	44%	52%	59%	67%	75%
B	3%	9%	15%	20%	26%	32%	38%	43%	49%	55%
C	6%	13%	19%	26%	32%	39%	45%	52%	58%	65%
D	3%	10%	18%	25%	33%	40%	48%	55%	63%	70%
E	12%	18%	25%	31%	38%	44%	51%	57%	64%	70%
F	4%	6%	8%	9%	11%	13%	15%	16%	18%	20%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129: Metas de recolección sobre RAEE, escenario “Metas Altas”⁵⁹

	Porcentajes aplicados sobre RAEE									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
A	10%	19%	29%	38%	48%	57%	67%	76%	86%	95%
B	5%	13%	22%	30%	38%	47%	55%	63%	72%	80%
C	6%	14%	21%	29%	37%	44%	52%	60%	67%	75%
D	5%	14%	24%	33%	43%	52%	62%	71%	81%	90%
E	15%	24%	34%	43%	53%	62%	72%	81%	91%	100%

⁵⁸ Los porcentajes presentados corresponden a la fracción de RAEE que se recolectarán año a año. A modo de ejemplo, si al año 2019 se estima la generación de 100 toneladas de RAEE de la categoría A y se considera un 10%, la meta de recolección será de 10 toneladas ese año para esa categoría.

⁵⁹ Como se mencionó anteriormente, para el escenario “Metas Altas” se considera la aplicación de los máximos posibles de recolectar (Tabla 58).

F	5%	7%	9%	12%	14%	16%	18%	21%	23%	25%
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

A partir de los porcentajes de las tablas anteriores se han determinado las metas equivalentes considerando los AEE que se proyecta que serán consumidos. Para determinar las metas sobre AEE se requiere conocer necesariamente las cantidades de AEE consumidos y RAEE generados anualmente. La conversión estará dada por la ecuación siguiente:

$$Meta_{AEE,t} = \frac{RAEE\ total_t * Meta_{RAEE,t}}{AEE\ total_t}$$

Donde:

$Meta_{AEE,año}$ = Meta aplicada sobre AEE consumidos al año t

$RAEE\ total_{año}$ = Cantidad de RAEE generados al año t

$Meta_{RAEE, año}$ = Meta aplicada sobre RAEE generados al año t

$AEE\ total_{año}$ = Cantidad de AEE consumidos al año t

Considerando las cantidades de AEE y RAEE proyectados y las metas mencionadas, se han determinado las equivalencias en términos porcentuales de RAEE recolectados. Las siguientes tablas presentan las equivalencias en términos de RAEE.

Tabla 130: Metas de recolección sobre RAEE y AEE, escenario "Metas Bajas"

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Porcentaje recolección sobre RAEE total	5,5%	8,7%	11,9%	15,2%	18,9%	22,2%	25,9%	29,5%	33,1%	36,8%
Porcentaje recolección sobre AEE total	3,1%	5,3%	7,4%	9,4%	12,3%	14,6%	17,4%	20,3%	22,6%	25,5%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Metas de recolección sobre RAEE y AEE, escenario "Metas Intermedias"

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Porcentaje recolección sobre RAEE total	7,3%	12,5%	17,7%	23,0%	28,9%	34,0%	39,9%	45,7%	51,2%	57,0%
Porcentaje recolección sobre AEE total	4,2%	7,6%	11,0%	14,2%	18,7%	22,4%	26,8%	31,4%	34,9%	39,4%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132: Metas de recolección sobre RAEE y AEE, escenario "Metas Altas"

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Porcentaje recolección sobre RAEE total	9,9%	17,0%	24,1%	31,2%	39,2%	46,0%	53,8%	61,7%	68,9%	76,6%
Porcentaje recolección sobre AEE total	5,7%	10,4%	14,9%	19,2%	25,4%	30,4%	36,1%	42,4%	47,0%	53,0%

Fuente: Elaboración propia

9.11 RAEE recolectados por escenario

Tabla 133: Cantidad de RAEE recolectados (tonelada) – Escenario 1

Zona	Categ	Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	50	218	416	641	894	1.171	1.471	1.791	2.130	2.484
	A	A3	7	28	52	80	110	142	177	213	250	288
	A	A4	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
	B	B1	13	54	96	139	182	224	267	309	351	392
	B	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	B	B3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	C	C1	9	16	24	34	45	59	81	94	114	136
	C	C2	23	40	61	86	116	150	204	236	285	338
	D	D1	-	6	21	49	96	168	273	417	608	852
	D	D2	-	0	1	3	5	9	14	22	32	45
	E	E1	47	65	80	91	119	133	154	180	190	211
	E	E2	477	669	837	970	1.293	1.458	1.719	2.027	2.166	2.438
	F	F1	55	86	114	140	164	203	225	252	280	309
	F	F2	64	102	137	170	201	252	283	321	360	402
Norte Chico	A	A1-A2	39	171	325	502	699	916	1.150	1.400	1.664	1.939
	A	A3	3	12	22	34	46	60	74	89	105	121
	A	A4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2
	B	B1	10	44	79	114	149	185	220	254	289	323
	B	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	B	B3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	C	C1	4	7	10	15	20	26	36	42	51	60
	C	C2	11	19	28	40	54	70	95	110	133	158
	D	D1	-	7	22	52	103	180	293	447	652	914
	D	D2	-	0	1	3	5	9	15	24	34	48
	E	E1	32	44	55	63	82	91	106	124	131	145
	E	E2	382	535	670	780	1.042	1.174	1.384	1.631	1.741	1.960
	F	F1	45	71	94	115	134	166	185	207	230	254
	F	F2	53	84	112	139	165	207	232	263	296	329
Central	A	A1-A2	548	2.377	4.526	6.982	9.729	12.746	16.010	19.495	23.174	27.024
	A	A3	60	257	483	736	1.014	1.312	1.629	1.960	2.303	2.655
	A	A4	1	2	4	7	9	12	15	17	20	24
	B	B1	143	615	1.098	1.587	2.077	2.566	3.052	3.534	4.013	4.487
	B	B2	0	1	2	2	3	4	5	6	6	7
	B	B3	1	2	4	6	7	9	11	13	14	16
	C	C1	50	87	133	190	257	335	459	534	648	773
	C	C2	138	239	363	515	693	900	1.225	1.420	1.714	2.034
	D	D1	-	4	14	33	64	113	183	280	407	571
	D	D2	-	0	1	2	3	6	10	15	21	30

	E	E1	437	603	744	853	1.123	1.248	1.452	1.690	1.782	1.982
	E	E2	5.289	7.422	9.291	10.820	14.452	16.279	19.192	22.622	24.150	27.186
	F	F1	629	987	1.306	1.599	1.869	2.314	2.565	2.877	3.197	3.523
	F	F2	733	1.165	1.562	1.937	2.291	2.871	3.221	3.655	4.109	4.578
Sur	A	A1-A2	68	296	563	869	1.210	1.585	1.990	2.422	2.878	3.355
	A	A3	4	17	32	49	67	86	107	129	152	175
	A	A4	0	0	1	1	1	1	2	2	3	3
	B	B1	18	78	139	200	262	324	385	446	506	566
	B	B2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	B	B3	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
	C	C1	5	9	14	20	27	36	49	57	69	82
	C	C2	15	26	39	56	75	98	133	154	186	221
	D	D1	-	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	D	D2	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	E1	53	73	91	104	137	152	177	206	217	242
	E	E2	664	932	1.167	1.360	1.817	2.046	2.412	2.843	3.034	3.416
	F	F1	79	124	165	202	236	292	323	363	403	444
	F	F2	92	147	197	244	289	362	406	461	518	577
Austral	A	A1-A2	13	55	105	162	226	296	371	452	536	625
	A	A3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	B	B1	3	14	26	37	49	60	72	83	95	106
	B	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	C1	1	2	3	5	6	8	11	13	16	19
	C	C2	3	6	9	12	17	22	30	34	41	49
	D	D1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	D2	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	E1	10	14	18	20	27	30	34	40	42	47
	E	E2	125	175	219	255	341	384	452	533	569	641
	F	F1	15	23	31	38	44	54	60	68	75	83
F	F2	17	27	37	46	54	68	76	86	97	108	
TOTAL			10.540	18.063	25.645	33.208	44.207	53.678	64.782	76.971	87.099	99.808

Tabla 134: Cantidad de RAEE recolectados (tonelada) – Escenario 2

Zona	Categ	Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	126	354	620	924	1.263	1.634	2.036	2.464	2.915	3.387
	A	A3	16	45	78	115	155	199	245	292	342	393
	A	A4	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
	B	B1	38	112	188	265	342	418	494	570	645	720
	B	B2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	B	B3	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
	C	C1	9	20	33	50	69	92	128	150	184	221
	C	C2	23	52	86	128	177	234	323	378	460	549
	D	D1	2	11	33	74	141	243	390	591	856	1.193
	D	D2	0	1	2	4	7	13	21	31	45	63
	E	E1	56	89	119	142	193	220	261	308	329	370
	E	E2	573	925	1.251	1.520	2.094	2.418	2.903	3.473	3.754	4.267
	F	F1	68	110	147	182	215	267	297	334	373	412
	F	F2	79	129	176	221	263	332	374	425	480	535
Norte Chico	A	A1-A2	98	277	485	723	988	1.278	1.592	1.925	2.277	2.645
	A	A3	7	19	33	48	65	83	102	123	143	165
	A	A4	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
	B	B1	31	92	155	218	281	344	407	469	531	592
	B	B2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	B	B3	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
	C	C1	4	9	15	22	31	41	57	67	82	98
	C	C2	11	24	40	59	82	109	150	176	214	256
	D	D1	2	12	36	79	151	261	419	634	918	1.280
	D	D2	0	1	2	4	8	14	22	33	48	67
	E	E1	38	61	81	98	133	152	180	212	226	254
	E	E2	458	741	1.001	1.222	1.687	1.946	2.337	2.795	3.018	3.431
	F	F1	56	90	121	150	176	219	244	275	306	338
	F	F2	65	106	145	181	216	272	307	349	393	439
Central	A	A1-A2	1.369	3.850	6.752	10.058	13.747	17.791	22.157	26.811	31.720	36.850
	A	A3	150	416	721	1.061	1.432	1.831	2.254	2.696	3.153	3.621
	A	A4	1	4	6	9	13	16	20	24	28	32
	B	B1	429	1.279	2.148	3.025	3.905	4.781	5.653	6.518	7.376	8.226
	B	B2	1	2	3	5	6	7	9	10	12	13
	B	B3	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29
	C	C1	50	112	187	281	392	523	726	854	1.045	1.255
	C	C2	138	307	512	762	1.058	1.403	1.938	2.271	2.765	3.306
	D	D1	1	8	22	50	95	163	261	396	573	800
	D	D2	0	0	1	3	5	9	14	21	30	42
	E	E1	524	834	1.110	1.337	1.819	2.070	2.452	2.895	3.089	3.469
	E	E2	6.347	10.267	13.875	16.952	23.399	26.996	32.413	38.760	41.860	47.576
	F	F1	773	1.251	1.683	2.082	2.450	3.049	3.394	3.818	4.254	4.698
	F	F2	901	1.476	2.012	2.521	3.004	3.784	4.262	4.851	5.467	6.105
Sur	A	A1-A2	170	479	840	1.251	1.710	2.212	2.754	3.331	3.939	4.575
	A	A3	10	27	48	70	94	121	149	178	208	238
	A	A4	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4
	B	B1	54	161	271	382	493	603	713	822	930	1.038
	B	B2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
B	B3	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	

Zona	Categ	Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	C	C1	5	12	20	30	42	56	77	91	111	134
	C	C2	15	33	55	83	115	152	210	247	300	359
	D	D1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	D	D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	E1	64	102	135	163	222	252	299	353	377	423
	E	E2	797	1.289	1.742	2.130	2.941	3.393	4.074	4.871	5.260	5.978
	F	F1	98	158	212	263	309	385	428	482	537	592
	F	F2	114	186	254	318	379	477	537	612	689	770
Austral	A	A1-A2	32	89	157	234	319	413	514	621	734	852
	A	A3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	A4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	B	B1	10	30	51	71	92	113	133	154	174	194
	B	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	B3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	C	C1	1	3	5	7	9	13	18	21	25	30
	C	C2	3	7	12	18	26	34	47	55	67	80
	D	D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	E1	12	20	26	32	43	49	58	69	73	82
	E	E2	150	242	327	400	551	636	764	914	987	1.121
	F	F1	18	29	40	49	58	72	80	90	100	111
	F	F2	21	35	47	59	71	89	100	114	129	144
Total			14.021	25.998	38.135	50.151	67.562	82.313	99.829	119.065	134.601	154.440

Tabla 135: Cantidad de RAEE recolectadas (toneladas)

Zona	Categ	Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	252	538	872	1.250	1.671	2.131	2.627	3.155	3.711	4.291
	A	A3	33	69	110	156	206	259	316	374	435	498
	A	A4	0	0	1	1	1	2	2	3	3	4
	B	B1	63	170	280	390	501	612	722	831	939	1.047
	B	B2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
	B	B3	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4
	C	C1	9	22	37	56	79	106	147	173	212	255
	C	C2	23	56	96	144	202	268	370	435	530	634
	D	D1	3	16	44	97	184	316	505	763	1.102	1.534
	D	D2	0	1	2	5	10	17	27	40	58	81
	E	E1	70	118	162	197	270	310	369	438	469	528
	E	E2	716	1.226	1.703	2.102	2.925	3.402	4.106	4.932	5.349	6.095
	F	F1	85	137	184	228	268	334	372	418	466	514
	F	F2	99	162	221	276	329	415	467	532	599	669
Norte Chico	A	A1-A2	197	421	682	978	1.307	1.667	2.054	2.465	2.898	3.350
	A	A3	14	29	46	65	86	109	132	157	182	208
	A	A4	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3

Zona	Categ	Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	B	B1	51	140	230	321	412	503	594	684	773	861
	B	B2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	B	B3	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3
	C	C1	4	10	16	25	35	47	65	77	94	113
	C	C2	11	26	44	67	93	124	172	203	247	296
	D	D1	3	17	48	104	197	339	541	818	1.182	1.645
	D	D2	0	1	3	5	10	18	28	43	62	87
	E	E1	48	81	111	135	186	213	254	301	323	363
	E	E2	572	982	1.363	1.690	2.357	2.739	3.305	3.969	4.301	4.901
	F	F1	70	112	151	187	220	274	305	343	383	423
F	F2	81	133	181	227	270	340	383	436	492	549	
Central	A	A1-A2	2.739	5.859	9.489	13.608	18.189	23.195	28.589	34.328	40.371	46.677
	A	A3	300	634	1.013	1.435	1.895	2.388	2.908	3.451	4.012	4.587
	A	A4	3	6	9	13	17	21	26	31	36	41
	B	B1	715	1.943	3.197	4.463	5.732	6.997	8.254	9.502	10.739	11.965
	B	B2	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
	B	B3	3	7	11	16	20	25	29	34	38	43
	C	C1	50	122	209	317	446	597	832	982	1.204	1.449
	C	C2	138	335	571	861	1.204	1.604	2.223	2.611	3.186	3.814
	D	D1	2	11	30	65	123	212	338	511	739	1.028
	D	D2	0	1	2	3	6	11	18	27	39	54
	E	E1	655	1.106	1.512	1.849	2.541	2.912	3.469	4.112	4.401	4.956
	E	E2	7.934	13.607	18.893	23.444	32.690	37.984	45.848	55.048	59.643	67.966
	F	F1	967	1.563	2.103	2.602	3.063	3.811	4.242	4.773	5.318	5.872
F	F2	1.126	1.845	2.515	3.151	3.755	4.730	5.327	6.064	6.834	7.631	
Sur	A	A1-A2	340	729	1.180	1.693	2.262	2.884	3.553	4.265	5.014	5.795
	A	A3	20	42	67	95	125	157	192	227	264	302
	A	A4	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5
	B	B1	90	245	403	563	723	883	1.041	1.199	1.355	1.509
	B	B2	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2
	B	B3	0	1	1	2	3	3	4	4	5	5
	C	C1	5	13	22	34	47	64	89	105	128	154
	C	C2	15	36	62	93	131	174	241	284	346	415
	D	D1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	D	D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	E1	80	135	184	225	310	355	423	502	537	604
	E	E2	996	1.708	2.372	2.946	4.109	4.774	5.762	6.918	7.494	8.540
	F	F1	122	197	265	328	386	481	535	602	671	741
F	F2	142	233	317	397	474	596	672	765	862	962	
Austral	A	A1-A2	64	136	220	316	422	538	663	795	935	1.080

Zona	Categ	Subcateg	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	A	A3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A	A4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	B	B1	17	46	75	105	135	165	194	224	253	282
	B	B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B	B3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	C	C1	1	3	5	8	11	14	20	24	29	35
	C	C2	3	8	14	21	29	39	54	63	77	92
	D	D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E	E1	16	26	36	44	60	69	82	97	104	117
	E	E2	187	321	445	553	770	895	1.081	1.297	1.406	1.602
	F	F1	23	37	50	61	72	90	100	112	125	138
	F	F2	27	43	59	74	88	111	125	143	161	180
Total			19.184	35.469	51.931	68.110	91.683	111.348	134.828	160.723	181.172	207.621

9.12 Costos por zonas geográficas y subcategoría

Tabla 136: Costo Total (USD/tonelada) – Escenario Metas Bajas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	9.572	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567
	A	A3	12.828	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817
	A	A4	9.764	9.732	9.732	9.732	9.732	9.732	9.732	9.732	9.732	9.734
	B	B1	12.694	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681
	B	B2	12.378	12.365	12.365	12.365	12.365	12.365	12.365	12.365	12.365	12.366
	B	B3	13.718	13.703	13.703	13.703	13.703	13.703	13.703	13.703	13.703	13.703
	C	C1	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223
	C	C2	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322
	D	D1	12.409	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392
	D	D2	12.409	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392
	E	E1	8.006	7.968	7.968	7.968	7.968	7.968	7.968	7.968	7.968	7.970
	E	E2	8.672	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.650
	F	F1	17.783	17.723	17.723	17.723	17.723	17.723	17.723	17.723	17.723	17.726
	F	F2	17.568	17.537	17.537	17.537	17.537	17.537	17.537	17.537	17.537	17.539
Norte Chico	A	A1-A2	7.068	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063
	A	A3	10.324	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313
	A	A4	7.259	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.229
	B	B1	9.101	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.089
	B	B2	8.785	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773
	B	B3	10.125	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111
	C	C1	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447
	C	C2	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546
	D	D1	11.177	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.162
	D	D2	11.177	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.162
	E	E1	5.865	5.827	5.827	5.827	5.827	5.827	5.827	5.827	5.827	5.829
	E	E2	6.531	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.509
	F	F1	12.520	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.460	12.463
	F	F2	12.306	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.276
Central	A	A1-A2	7.764	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759
	A	A3	11.020	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009
	A	A4	7.955	7.924	7.924	7.924	7.924	7.924	7.924	7.924	7.924	7.925
	B	B1	10.964	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951
	B	B2	10.648	10.635	10.635	10.635	10.635	10.635	10.635	10.635	10.635	10.636
	B	B3	11.988	11.973	11.973	11.973	11.973	11.973	11.973	11.973	11.973	11.974
	C	C1	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296
	C	C2	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395
	D	D1	11.485	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.470
	D	D2	11.485	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.470
	E	E1	6.675	6.638	6.638	6.638	6.638	6.638	6.638	6.638	6.638	6.640
	E	E2	7.341	7.318	7.318	7.318	7.318	7.318	7.318	7.318	7.318	7.320
	F	F1	15.377	15.317	15.317	15.317	15.317	15.317	15.317	15.317	15.317	15.319
	F	F2	15.162	15.131	15.131	15.131	15.131	15.131	15.131	15.131	15.131	15.132
Sur	A	A1-A2	6.712	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709
	A	A3	9.955	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948
	A	A4	6.845	6.823	6.823	6.823	6.823	6.823	6.823	6.823	6.823	6.824
	B	B1	8.650	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	B	B2	8.336	8.327	8.327	8.327	8.327	8.327	8.327	8.327	8.327	8.328
	B	B3	9.672	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662
	C	C1	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757
	C	C2	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857
	D	D1	10.968	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.957
	D	D2	10.968	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.956	10.957
	E	E1	5.504	5.477	5.477	5.477	5.477	5.477	5.477	5.477	5.477	5.479
	E	E2	6.203	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.188
	F	F1	11.779	11.736	11.736	11.736	11.736	11.736	11.736	11.736	11.736	11.738
F	F2	11.629	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.609	
Austral	A	A1-A2	11.252	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248
	A	A3	14.495	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487
	A	A4	11.385	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.364
	B	B1	14.333	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324
	B	B2	14.019	14.010	14.010	14.010	14.010	14.010	14.010	14.010	14.010	14.011
	B	B3	15.355	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345
	C	C1	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032
	C	C2	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132
	D	D1	13.234	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.223
	D	D2	13.234	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.223
	E	E1	9.178	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.153
	E	E2	9.878	9.861	9.861	9.861	9.861	9.861	9.861	9.861	9.861	9.862
	F	F1	19.979	19.937	19.937	19.937	19.937	19.937	19.937	19.937	19.937	19.939
F	F2	19.830	19.808	19.808	19.808	19.808	19.808	19.808	19.808	19.808	19.809	

Tabla 137: Costos de Recolección (USD/tonelada) – Escenario 1

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560
	A	A3	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560
	A	A4	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560
	B	B1	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	B	B2	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	B	B3	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	C	C1	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934
	C	C2	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934
	D	D1	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117
	D	D2	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117
	E	E1	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881
	E	E2	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881
	F	F1	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613
F	F2	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	
Norte Chico	A	A1-A2	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
	A	A3	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
	A	A4	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
	B	B1	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
	B	B2	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
	B	B3	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
C	C1	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	C	C2	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158
	D	D1	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886
	D	D2	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886
	E	E1	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740
	E	E2	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740
	F	F1	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
	F	F2	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
Central	A	A1-A2	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	A	A3	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	A	A4	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	B	B1	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	B	B2	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	B	B3	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	C	C1	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007
	C	C2	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007
	D	D1	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
	D	D2	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
	E	E1	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
	E	E2	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
	F	F1	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206
	F	F2	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206
Sur	A	A1-A2	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	A	A3	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	A	A4	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	B	B1	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	B	B2	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	B	B3	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	C	C1	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468
	C	C2	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468
	D	D1	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713
	D	D2	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713
	E	E1	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464
	E	E2	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464
	F	F1	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743
	F	F2	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743
Austral	A	A1-A2	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	A	A3	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	A	A4	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	B	B1	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	B	B2	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	B	B3	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	C	C1	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743
	C	C2	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743
	D	D1	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979
	D	D2	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979
	E	E1	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138
	E	E2	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138
	F	F1	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944
	F	F2	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944

Tabla 138: Costos de Pretratamiento (USD/tonelada) – Escenario Metas Bajas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	92	81	81	81	81	81	81	81	81	81
	A	A4	242	210	210	210	210	210	210	210	210	212
	B	B1	108	94	94	94	94	94	94	94	94	95
	B	B2	102	89	89	89	89	89	89	89	89	90
	B	B3	115	101	101	101	101	101	101	101	101	102
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	130	114	114	114	114	114	114	114	114	115
	D	D2	130	114	114	114	114	114	114	114	114	115
	E	E1	287	250	250	250	250	250	250	250	250	251
	E	E2	179	156	156	156	156	156	156	156	156	157
	F	F1	452	392	392	392	392	392	392	392	392	395
	F	F2	237	207	207	207	207	207	207	207	207	208
Norte Chico	A	A1-A2	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	92	81	81	81	81	81	81	81	81	81
	A	A4	242	210	210	210	210	210	210	210	210	212
	B	B1	108	94	94	94	94	94	94	94	94	95
	B	B2	102	89	89	89	89	89	89	89	89	90
	B	B3	115	101	101	101	101	101	101	101	101	102
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	130	114	114	114	114	114	114	114	114	115
	D	D2	130	114	114	114	114	114	114	114	114	115
	E	E1	287	250	250	250	250	250	250	250	250	251
	E	E2	179	156	156	156	156	156	156	156	156	157
	F	F1	452	392	392	392	392	392	392	392	392	395
	F	F2	237	207	207	207	207	207	207	207	207	208
Central	A	A1-A2	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	92	81	81	81	81	81	81	81	81	81
	A	A4	242	210	210	210	210	210	210	210	210	212
	B	B1	108	94	94	94	94	94	94	94	94	95
	B	B2	102	89	89	89	89	89	89	89	89	90
	B	B3	115	101	101	101	101	101	101	101	101	102
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	130	114	114	114	114	114	114	114	114	115
	D	D2	130	114	114	114	114	114	114	114	114	115
	E	E1	287	250	250	250	250	250	250	250	250	251
	E	E2	179	156	156	156	156	156	156	156	156	157
	F	F1	452	392	392	392	392	392	392	392	392	395
	F	F2	237	207	207	207	207	207	207	207	207	208
Sur	A	A1-A2	38	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	A	A3	67	59	59	59	59	59	59	59	59	59
	A	A4	171	148	148	148	148	148	148	148	148	150
	B	B1	78	68	68	68	68	68	68	68	68	69
	B	B2	74	65	65	65	65	65	65	65	65	65
	B	B3	83	73	73	73	73	73	73	73	73	73

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	94	82	82	82	82	82	82	82	82	83
	D	D2	94	82	82	82	82	82	82	82	82	83
	E	E1	202	176	176	176	176	176	176	176	176	177
	E	E2	127	111	111	111	111	111	111	111	111	112
	F	F1	317	275	275	275	275	275	275	275	275	277
	F	F2	168	146	146	146	146	146	146	146	146	147
Austral	A	A1-A2	38	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	A	A3	67	59	59	59	59	59	59	59	59	59
	A	A4	171	148	148	148	148	148	148	148	148	150
	B	B1	78	68	68	68	68	68	68	68	68	69
	B	B2	74	65	65	65	65	65	65	65	65	65
	B	B3	83	73	73	73	73	73	73	73	73	73
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	94	82	82	82	82	82	82	82	82	83
	D	D2	94	82	82	82	82	82	82	82	82	83
	E	E1	202	176	176	176	176	176	176	176	176	177
	E	E2	127	111	111	111	111	111	111	111	111	112
	F	F1	317	275	275	275	275	275	275	275	275	277
	F	F2	168	146	146	146	146	146	146	146	146	147

Tabla 139: Costos de Valorización (USD/tonelada) – Escenario Metas Bajas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
	D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	E	E1	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838
	E	E2	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612
	F	F1	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
	F	F2	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
Norte Chico	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
	D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
	E	E1	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
	E	E2	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	
	F	F1	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	
	F	F2	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	
Central	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
	D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	E	E1	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838
	E	E2	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612
Sur	F	F1	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	
	F	F2	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	
	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
	D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
Austral	E	E1	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	
	E	E2	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	
	F	F1	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	
	F	F2	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	
	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	
D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161		
D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161		

Tabla 140: Costo Total (USD/toneladas) – Escenario Metas Intermedias

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	9.572	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567
	A	A3	12.828	12.817	12.818	12.817	12.818	12.818	12.817	12.817	12.817	12.817
	A	A4	9.764	9.732	9.735	9.732	9.735	9.735	9.734	9.732	9.732	9.732
	B	B1	12.694	12.681	12.682	12.681	12.682	12.682	12.681	12.681	12.681	12.681
	B	B2	12.378	12.365	12.366	12.365	12.366	12.367	12.366	12.365	12.365	12.365
	B	B3	13.718	13.703	13.704	13.703	13.704	13.705	13.704	13.703	13.703	13.703
	C	C1	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223
	C	C2	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322
	D	D1	12.409	12.392	12.393	12.392	12.393	12.394	12.393	12.392	12.392	12.392
	D	D2	12.409	12.392	12.393	12.392	12.393	12.394	12.393	12.392	12.392	12.392
	E	E1	8.006	7.968	7.971	7.968	7.971	7.971	7.970	7.968	7.968	7.968
	E	E2	8.672	8.649	8.650	8.649	8.651	8.651	8.650	8.649	8.649	8.649
	F	F1	17.783	17.723	17.728	17.723	17.728	17.728	17.726	17.723	17.723	17.723
	F	F2	17.568	17.537	17.540	17.537	17.540	17.540	17.539	17.537	17.537	17.537
Norte Chico	A	A1-A2	7.068	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063
	A	A3	10.324	10.313	10.313	10.313	10.314	10.314	10.313	10.313	10.313	10.313
	A	A4	7.259	7.228	7.230	7.228	7.230	7.231	7.229	7.228	7.228	7.228
	B	B1	9.101	9.088	9.089	9.088	9.089	9.089	9.089	9.088	9.088	9.088
	B	B2	8.785	8.773	8.774	8.773	8.774	8.774	8.773	8.773	8.773	8.773
	B	B3	10.125	10.111	10.112	10.111	10.112	10.112	10.111	10.111	10.111	10.111
	C	C1	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447
	C	C2	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546
	D	D1	11.177	11.161	11.162	11.161	11.162	11.162	11.162	11.161	11.161	11.161
	D	D2	11.177	11.161	11.162	11.161	11.162	11.162	11.162	11.161	11.161	11.161
	E	E1	5.865	5.827	5.830	5.827	5.830	5.830	5.829	5.827	5.827	5.827
	E	E2	6.531	6.508	6.509	6.508	6.510	6.510	6.509	6.508	6.508	6.508
	F	F1	12.520	12.460	12.465	12.460	12.465	12.465	12.463	12.460	12.460	12.460
	F	F2	12.306	12.275	12.277	12.275	12.277	12.277	12.276	12.275	12.275	12.275
Central	A	A1-A2	7.764	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759
	A	A3	11.020	11.009	11.009	11.009	11.010	11.010	11.009	11.009	11.009	11.009
	A	A4	7.955	7.924	7.926	7.924	7.926	7.927	7.925	7.924	7.924	7.924
	B	B1	10.964	10.951	10.952	10.951	10.952	10.952	10.951	10.951	10.951	10.951
	B	B2	10.648	10.635	10.636	10.635	10.636	10.636	10.636	10.635	10.635	10.635
	B	B3	11.988	11.973	11.974	11.973	11.974	11.974	11.974	11.973	11.973	11.973
	C	C1	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296
	C	C2	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395
	D	D1	11.485	11.469	11.470	11.469	11.470	11.470	11.470	11.469	11.469	11.469
	D	D2	11.485	11.469	11.470	11.469	11.470	11.470	11.470	11.469	11.469	11.469
	E	E1	6.675	6.638	6.641	6.638	6.641	6.641	6.640	6.638	6.638	6.638
	E	E2	7.341	7.318	7.320	7.318	7.320	7.320	7.320	7.318	7.318	7.318
	F	F1	15.377	15.317	15.321	15.317	15.321	15.322	15.320	15.317	15.317	15.317
	F	F2	15.162	15.131	15.133	15.131	15.133	15.134	15.132	15.131	15.131	15.131
Sur	A	A1-A2	6.712	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709
	A	A3	9.955	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948
	A	A4	6.845	6.823	6.825	6.823	6.825	6.825	6.824	6.823	6.823	6.823
	B	B1	8.650	8.641	8.642	8.641	8.642	8.642	8.641	8.641	8.641	8.641
	B	B2	8.336	8.327	8.328	8.327	8.328	8.328	8.328	8.327	8.327	8.327
	B	B3	9.672	9.662	9.663	9.662	9.663	9.663	9.662	9.662	9.662	9.662

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	C	C1	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757
	C	C2	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857
	D	D1	10.968	10.956	10.957	10.956	10.957	10.957	10.957	10.956	10.956	10.956
	D	D2	10.968	10.956	10.957	10.956	10.957	10.957	10.957	10.956	10.956	10.956
	E	E1	5.504	5.477	5.479	5.477	5.479	5.480	5.479	5.477	5.477	5.477
	E	E2	6.203	6.187	6.188	6.187	6.188	6.188	6.188	6.187	6.187	6.187
	F	F1	11.779	11.736	11.739	11.736	11.740	11.740	11.738	11.736	11.736	11.736
	F	F2	11.629	11.608	11.609	11.608	11.609	11.609	11.609	11.608	11.608	11.608
Austral	A	A1-A2	11.252	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248
	A	A3	14.495	14.487	14.488	14.487	14.488	14.488	14.487	14.487	14.487	14.487
	A	A4	11.385	11.363	11.364	11.363	11.364	11.364	11.364	11.363	11.363	11.363
	B	B1	14.333	14.324	14.325	14.324	14.325	14.325	14.324	14.324	14.324	14.324
	B	B2	14.019	14.010	14.011	14.010	14.011	14.011	14.011	14.010	14.010	14.010
	B	B3	15.355	15.345	15.346	15.345	15.346	15.346	15.345	15.345	15.345	15.345
	C	C1	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032
	C	C2	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132
	D	D1	13.234	13.222	13.223	13.222	13.223	13.223	13.223	13.222	13.222	13.222
	D	D2	13.234	13.222	13.223	13.222	13.223	13.223	13.223	13.222	13.222	13.222
	E	E1	9.178	9.152	9.154	9.152	9.154	9.154	9.153	9.152	9.152	9.152
	E	E2	9.878	9.861	9.863	9.861	9.863	9.863	9.862	9.861	9.861	9.861
	F	F1	19.979	19.937	19.940	19.937	19.940	19.940	19.939	19.937	19.937	19.937
	F	F2	19.830	19.808	19.810	19.808	19.810	19.810	19.809	19.808	19.808	19.808

Tabla 141: Costos de Recolección (USD/tonelada) – Escenario Metas Intermedias

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560
	A	A3	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560
	A	A4	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560
	B	B1	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	B	B2	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	B	B3	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	C	C1	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934
	C	C2	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934
	D	D1	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117
	D	D2	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117
	E	E1	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881
	E	E2	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881
	F	F1	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613
	F	F2	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613
Norte Chico	A	A1-A2	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
	A	A3	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
	A	A4	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055
	B	B1	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
	B	B2	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
	B	B3	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
	C	C1	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158
	C	C2	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158
D	D1	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	D	D2	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886
	E	E1	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740
	E	E2	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740
	F	F1	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
	F	F2	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
Central	A	A1-A2	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	A	A3	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	A	A4	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	B	B1	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	B	B2	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	B	B3	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	C	C1	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007
	C	C2	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007
	D	D1	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
	D	D2	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
	E	E1	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
	E	E2	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
	F	F1	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206
	F	F2	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206
Sur	A	A1-A2	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	A	A3	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	A	A4	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	B	B1	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	B	B2	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	B	B3	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	C	C1	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468
	C	C2	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468
	D	D1	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713
	D	D2	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713
	E	E1	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464
	E	E2	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464
	F	F1	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743
	F	F2	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743
Austral	A	A1-A2	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	A	A3	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	A	A4	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	B	B1	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	B	B2	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	B	B3	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	C	C1	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743
	C	C2	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743
	D	D1	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979
	D	D2	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979
	E	E1	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138
	E	E2	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138
	F	F1	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944
	F	F2	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944

Tabla 142: Costos de Pretratamiento (USD/tonelada) – Escenario Metas Intermedias

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	92	81	82	81	82	82	81	81	81	81
	A	A4	242	210	212	210	213	213	212	210	210	210
	B	B1	108	94	95	94	95	96	95	94	94	94
	B	B2	102	89	90	89	90	90	90	89	89	89
	B	B3	115	101	102	101	102	102	102	101	101	101
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	130	114	115	114	115	115	115	114	114	114
	D	D2	130	114	115	114	115	115	115	114	114	114
	E	E1	287	250	252	250	253	253	251	250	250	250
	E	E2	179	156	157	156	158	158	157	156	156	156
	F	F1	452	392	397	392	397	397	395	392	392	392
	F	F2	237	207	209	207	209	209	208	207	207	207
Norte Chico	A	A1-A2	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	92	81	82	81	82	82	81	81	81	81
	A	A4	242	210	212	210	213	213	212	210	210	210
	B	B1	108	94	95	94	95	96	95	94	94	94
	B	B2	102	89	90	89	90	90	90	89	89	89
	B	B3	115	101	102	101	102	102	102	101	101	101
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	130	114	115	114	115	115	115	114	114	114
	D	D2	130	114	115	114	115	115	115	114	114	114
	E	E1	287	250	252	250	253	253	251	250	250	250
	E	E2	179	156	157	156	158	158	157	156	156	156
	F	F1	452	392	397	392	397	397	395	392	392	392
	F	F2	237	207	209	207	209	209	208	207	207	207
Central	A	A1-A2	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	92	81	82	81	82	82	81	81	81	81
	A	A4	242	210	212	210	213	213	212	210	210	210
	B	B1	108	94	95	94	95	96	95	94	94	94
	B	B2	102	89	90	89	90	90	90	89	89	89
	B	B3	115	101	102	101	102	102	102	101	101	101
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	130	114	115	114	115	115	115	114	114	114
	D	D2	130	114	115	114	115	115	115	114	114	114
	E	E1	287	250	252	250	253	253	251	250	250	250
	E	E2	179	156	157	156	158	158	157	156	156	156
	F	F1	452	392	397	392	397	397	395	392	392	392
	F	F2	237	207	209	207	209	209	208	207	207	207
Sur	A	A1-A2	38	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	A	A3	67	59	60	59	60	60	59	59	59	59
	A	A4	171	148	150	148	150	150	150	148	148	148
	B	B1	78	68	69	68	69	69	69	68	68	68
	B	B2	74	65	66	65	66	66	65	65	65	65
	B	B3	83	73	74	73	74	74	73	73	73	73

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	94	82	83	82	83	83	83	82	82	82
	D	D2	94	82	83	82	83	83	83	82	82	82
	E	E1	202	176	178	176	178	178	177	176	176	176
	E	E2	127	111	112	111	112	112	112	111	111	111
	F	F1	317	275	278	275	278	278	277	275	275	275
	F	F2	168	146	148	146	148	148	147	146	146	146
Austral	A	A1-A2	38	34	34	34	34	34	34	34	34	34
	A	A3	67	59	60	59	60	60	59	59	59	59
	A	A4	171	148	150	148	150	150	150	148	148	148
	B	B1	78	68	69	68	69	69	69	68	68	68
	B	B2	74	65	66	65	66	66	65	65	65	65
	B	B3	83	73	74	73	74	74	73	73	73	73
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	94	82	83	82	83	83	83	82	82	82
	D	D2	94	82	83	82	83	83	83	82	82	82
	E	E1	202	176	178	176	178	178	177	176	176	176
	E	E2	127	111	112	111	112	112	112	111	111	111
	F	F1	317	275	278	275	278	278	277	275	275	275
	F	F2	168	146	148	146	148	148	147	146	146	146

Tabla 143: Costos de Valorización (USD/tonelada) – Escenario Metas Intermedias

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
	D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	E	E1	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838
	E	E2	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612
	F	F1	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
	F	F2	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
Norte Chico	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	

Tabla 144: Costos totales (USD/toneladas) – Escenario Metas Altas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	9.567	9.568	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567	9.567
	A	A3	12.817	12.819	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817	12.817
	A	A4	9.732	9.738	9.733	9.732	9.733	9.732	9.732	9.732	9.733	9.732
	B	B1	12.681	12.683	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681	12.681
	B	B2	12.365	12.368	12.366	12.365	12.366	12.365	12.365	12.366	12.366	12.365
	B	B3	13.703	13.706	13.703	13.703	13.704	13.703	13.703	13.704	13.703	13.704
	C	C1	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223	15.223
	C	C2	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322	14.322
	D	D1	12.392	12.395	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.393	12.392
	D	D2	12.392	12.395	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.392	12.393	12.392
	E	E1	7.968	7.975	7.968	7.968	7.969	7.968	7.968	7.968	7.969	7.968
	E	E2	8.649	8.653	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649	8.649
	F	F1	17.723	17.734	17.724	17.723	17.724	17.723	17.723	17.724	17.724	17.723
	F	F2	17.537	17.543	17.538	17.537	17.538	17.537	17.537	17.538	17.538	17.537
Norte Chico	A	A1-A2	7.063	7.064	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063	7.063
	A	A3	10.313	10.315	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313	10.313
	A	A4	7.228	7.234	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.228	7.229	7.228
	B	B1	9.088	9.090	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088	9.088
	B	B2	8.773	8.775	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773	8.773
	B	B3	10.111	10.113	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111	10.111
	C	C1	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447	9.447
	C	C2	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546	8.546
	D	D1	11.161	11.164	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161
	D	D2	11.161	11.164	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161	11.161
	E	E1	5.827	5.834	5.827	5.827	5.828	5.827	5.827	5.827	5.828	5.827
	E	E2	6.508	6.512	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508	6.508
	F	F1	12.460	12.471	12.461	12.460	12.461	12.460	12.460	12.461	12.462	12.460
	F	F2	12.275	12.280	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275	12.275
Central	A	A1-A2	7.759	7.760	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759	7.759
	A	A3	11.009	11.011	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009	11.009
	A	A4	7.924	7.930	7.924	7.924	7.924	7.924	7.924	7.925	7.924	7.925
	B	B1	10.951	10.953	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951	10.951
	B	B2	10.635	10.638	10.635	10.635	10.636	10.635	10.635	10.636	10.635	10.636
	B	B3	11.973	11.976	11.973	11.973	11.973	11.973	11.973	11.974	11.973	11.974
	C	C1	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296	12.296
	C	C2	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395	11.395
	D	D1	11.469	11.472	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469
	D	D2	11.469	11.472	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469	11.469
	E	E1	6.638	6.645	6.638	6.638	6.638	6.638	6.638	6.639	6.638	6.639
	E	E2	7.318	7.323	7.319	7.318	7.319	7.318	7.319	7.319	7.318	7.319
	F	F1	15.317	15.328	15.317	15.317	15.317	15.317	15.317	15.317	15.318	15.317
	F	F2	15.131	15.137	15.131	15.131	15.131	15.131	15.131	15.131	15.132	15.131
Sur	A	A1-A2	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709	6.709
	A	A3	9.948	9.949	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948	9.948
	A	A4	6.823	6.827	6.823	6.823	6.823	6.823	6.823	6.824	6.823	6.824
	B	B1	8.641	8.643	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641	8.641
	B	B2	8.327	8.329	8.328	8.327	8.328	8.327	8.327	8.328	8.327	8.328
	B	B3	9.662	9.664	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662	9.662

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
	C	C1	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	8.757	
	C	C2	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	7.857	
	D	D1	10.956	10.959	10.957	10.956	10.957	10.956	10.957	10.957	10.957	10.956	
	D	D2	10.956	10.959	10.957	10.956	10.957	10.956	10.957	10.957	10.957	10.956	
	E	E1	5.477	5.482	5.478	5.477	5.478	5.477	5.478	5.478	5.478	5.477	
	E	E2	6.187	6.190	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187	6.187
	F	F1	11.736	11.744	11.736	11.736	11.737	11.736	11.736	11.736	11.737	11.736	11.737
	F	F2	11.608	11.612	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608	11.608
Austral	A	A1-A2	11.248	11.249	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	11.248	
	A	A3	14.487	14.489	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	14.487	
	A	A4	11.363	11.367	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	11.363	
	B	B1	14.324	14.326	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	14.324	
	B	B2	14.010	14.012	14.011	14.010	14.011	14.010	14.010	14.010	14.011	14.010	
	B	B3	15.345	15.347	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345	15.345
	C	C1	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032	18.032
	C	C2	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132	17.132
	D	D1	13.222	13.224	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222
	D	D2	13.222	13.224	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222	13.222
	E	E1	9.152	9.157	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152	9.152
	E	E2	9.861	9.864	9.861	9.861	9.862	9.861	9.861	9.861	9.862	9.861	9.862
	F	F1	19.937	19.945	19.937	19.937	19.937	19.937	19.937	19.937	19.938	19.937	19.938
	F	F2	19.808	19.812	19.808	19.808	19.809	19.808	19.808	19.808	19.809	19.808	19.809

Tabla 145: Costos de Recolección (USD/toneladas) – Escenario Metas Altas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
Norte Grande	A	A1-A2	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	
	A	A3	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	
	A	A4	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	6.560	
	B	B1	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	
	B	B2	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	
	B	B3	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543	10.543
	C	C1	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934
	C	C2	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934	16.934
	D	D1	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117
	D	D2	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117	3.117
	E	E1	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881
	E	E2	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881	5.881
	F	F1	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613
	F	F2	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613	15.613
Norte Chico	A	A1-A2	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	
	A	A3	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	
	A	A4	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	4.055	
	B	B1	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	
	B	B2	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	
	B	B3	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950	6.950
	C	C1	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158
	C	C2	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158	11.158
	D	D1	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	D	D2	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886	1.886
	E	E1	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740
	E	E2	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740	3.740
	F	F1	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
	F	F2	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350	10.350
Central	A	A1-A2	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	A	A3	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	A	A4	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751	4.751
	B	B1	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	B	B2	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	B	B3	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813	8.813
	C	C1	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007
	C	C2	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007	14.007
	D	D1	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
	D	D2	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194	2.194
	E	E1	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
	E	E2	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551	4.551
	F	F1	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206
	F	F2	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206	13.206
Sur	A	A1-A2	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	A	A3	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	A	A4	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712	3.712
	B	B1	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	B	B2	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	B	B3	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529	6.529
	C	C1	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468
	C	C2	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468	10.468
	D	D1	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713
	D	D2	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713	1.713
	E	E1	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464
	E	E2	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464	3.464
	F	F1	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743
	F	F2	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743	9.743
Austral	A	A1-A2	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	A	A3	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	A	A4	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252	8.252
	B	B1	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	B	B2	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	B	B3	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212	12.212
	C	C1	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743
	C	C2	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743	19.743
	D	D1	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979
	D	D2	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979	3.979
	E	E1	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138
	E	E2	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138	7.138
	F	F1	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944
	F	F2	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944	17.944

Tabla 146: Costos Pretratamiento (USD/tonelada) – Escenario Metas Altas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	45	46	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	81	83	81	81	81	81	81	81	81	81
	A	A4	210	216	210	210	210	210	210	211	210	211
	B	B1	94	97	95	94	95	94	94	94	95	94
	B	B2	89	92	90	89	90	89	89	89	90	89
	B	B3	101	104	101	101	101	101	101	101	101	101
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	114	117	114	114	114	114	114	114	114	114
	D	D2	114	117	114	114	114	114	114	114	114	114
	E	E1	250	257	250	250	250	250	250	250	251	250
	E	E2	156	160	156	156	156	156	156	156	156	156
	F	F1	392	403	393	392	393	392	393	393	394	392
	F	F2	207	212	207	207	207	207	207	207	207	207
Norte Chico	A	A1-A2	45	46	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	81	83	81	81	81	81	81	81	81	81
	A	A4	210	216	210	210	210	210	210	211	210	211
	B	B1	94	97	95	94	95	94	94	94	95	94
	B	B2	89	92	90	89	90	89	89	89	90	89
	B	B3	101	104	101	101	101	101	101	101	101	101
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	114	117	114	114	114	114	114	114	114	114
	D	D2	114	117	114	114	114	114	114	114	114	114
	E	E1	250	257	250	250	250	250	250	250	251	250
	E	E2	156	160	156	156	156	156	156	156	156	156
	F	F1	392	403	393	392	393	392	393	393	394	392
	F	F2	207	212	207	207	207	207	207	207	207	207
Central	A	A1-A2	45	46	45	45	45	45	45	45	45	45
	A	A3	81	83	81	81	81	81	81	81	81	81
	A	A4	210	216	210	210	210	210	210	211	210	211
	B	B1	94	97	95	94	95	94	94	94	95	94
	B	B2	89	92	90	89	90	89	89	89	90	89
	B	B3	101	104	101	101	101	101	101	101	101	101
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	114	117	114	114	114	114	114	114	114	114
	D	D2	114	117	114	114	114	114	114	114	114	114
	E	E1	250	257	250	250	250	250	250	250	251	250
	E	E2	156	160	156	156	156	156	156	156	156	156
	F	F1	392	403	393	392	393	392	393	393	394	392
	F	F2	207	212	207	207	207	207	207	207	207	207
Sur	A	A1-A2	34	35	34	34	34	34	34	34	34	34
	A	A3	59	60	59	59	59	59	59	59	59	59
	A	A4	148	153	149	148	149	148	149	149	148	149
	B	B1	68	70	68	68	68	68	68	69	68	69
	B	B2	65	67	65	65	65	65	65	65	65	65
	B	B3	73	75	73	73	73	73	73	73	73	73

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	82	84	82	82	82	82	82	82	82	82
	D	D2	82	84	82	82	82	82	82	82	82	82
	E	E1	176	181	176	176	176	176	176	176	176	176
	E	E2	111	114	111	111	111	111	111	111	111	111
	F	F1	275	282	275	275	275	275	275	276	275	275
	F	F2	146	150	146	146	146	146	146	147	146	146
Austral	A	A1-A2	34	35	34	34	34	34	34	34	34	34
	A	A3	59	60	59	59	59	59	59	59	59	59
	A	A4	148	153	149	148	149	148	149	149	148	149
	B	B1	68	70	68	68	68	68	68	69	68	69
	B	B2	65	67	65	65	65	65	65	65	65	65
	B	B3	73	75	73	73	73	73	73	73	73	73
	C	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	D1	82	84	82	82	82	82	82	82	82	82
	D	D2	82	84	82	82	82	82	82	82	82	82
	E	E1	176	181	176	176	176	176	176	176	176	176
	E	E2	111	114	111	111	111	111	111	111	111	111
	F	F1	275	282	275	275	275	275	275	276	275	275
	F	F2	146	150	146	146	146	146	146	147	146	146

Tabla 147: Costos de Valorización (USD/tonelada) – Escenario Metas Altas

Zona	Categ	Subcat	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Norte Grande	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
	D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	D	D2	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161
	E	E1	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838	1.838
	E	E2	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612	2.612
	F	F1	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
	F	F2	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
Norte Chico	A	A1-A2	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	A	A3	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176	6.176
	A	A4	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962	2.962
	B	B1	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044	2.044
	B	B2	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733	1.733
	B	B3	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060	3.060
	C	C1	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
	C	C2	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611	-2.611
D	D1	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	9.161	

