



UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA PARA UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS GENERADOS POR UNA POBLACIÓN PILOTO UBICADA EN EL SECTOR FUNDO CURAUMILLA DE LAGUNA VERDE, COMUNA DE VALPARAÍSO, REGIÓN DE VALPARAÍSO.

Trabajo de titulación para optar al Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor: Janis Astete Soto
Profesor guía: Dr. Ociel Cofré Carvajal

Valparaíso, Chile
2015

"El ser humano es parte de la naturaleza y su guerra contra ella es, inevitablemente, una guerra contra sí mismo"

Rachel Carson

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que aportaron su "granito de arena" para la realización de este trabajo, entre ellos los profesores Jairo Valencia y Gaspar Fouré, a Claudio Galarce, a la comunidad del sector Fundo Curaumilla de Laguna Verde que participó activamente y con muy buena disposición en las actividades y en especial a mi profesor guía Ociel Cofré por los consejos y la confianza que me entrego durante todo este proceso.

También quisiera agradecer a mi familia por el apoyo constante e incondicional durante todos los años de universidad. Por inculcarme la virtud de perseverancia ante cualquier adversidad.

Y por supuesto, darle la gracias a los compañeros que se convirtieron hoy en amigos y amigas de la vida con los que compartí momentos de penas y alegrías. Edna, Denise, Sebastián, Macarena, Yerko, Javiera y Esteban.

A Valparaíso ciudad mágica, gracias.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación busca contribuir a dar una solución a una problemática ambiental contingente y compleja como son los residuos sólidos domiciliarios. El área de estudio corresponde al sector Fundo Curaumilla, ubicado en Laguna Verde en la Región de Valparaíso. Este sector no cuenta con un manejo adecuado y continuo de sus residuos, lo cual ocasiona la generación de una serie de micro-basurales que ponen en riesgo el medio ambiente del lugar y la salud de la comunidad.

Se realizaron una serie de actividades como una caracterización de residuos *in-situ* y encuestas sobre el conocimiento del manejo de residuos a los habitantes que cimentaron la creación de la presente propuesta de plan de manejo de residuos domiciliarios, que abarca desde la implementación y funcionamiento adecuado de puntos limpios hasta la concientización y educación ambiental. Se trabajó además una evaluación económica para la implementación del plan, con la finalidad de determinar su viabilidad y la posibilidad de concretar la propuesta por intermedio de un fondo económico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3.OBJETIVOS.....	6
3.1. Objetivo General	6
3.2. Objetivos Específicos	6
4. ANTECEDENTES	7
4.1. Residuos Sólidos Urbanos	7
4.3. Caracterización de RSD.....	10
4.4. Gestión de residuos sólidos domiciliarios.....	12
4.5. Reducción y reutilización de residuos	15
4.6. Reciclaje	17
4.6.1. Papel.....	19
4.6.2. Vidrio.....	20
4.6.3. Plásticos.....	21
4.6.4. Aluminio	23
4.6. Compostaje	24
4.8. Vermicompostaje	28
4.9. Situación en Chile en torno a los RSD	32
4.9.1. Datos para Chile	32
4.9.2. Política sobre RSD.....	35
4.9.3. Marco Regulatorio.....	39
4.10. Lugar de estudio	50
4.10.1. Características naturales	51
4.10.2. Características socioeconómicas	51
4.10.3. La vulnerabilidad de Laguna Verde.....	52
5. METODOLOGÍA.....	54
5.1. Objetivo específico 1	54
5.1.1. Reconocimiento del lugar de estudio	54
5.1.2. Elección de casas representativas	55

5.1.3. Levantamiento de información de casas representativas	55
5.1.3. Realización de encuestas.....	56
5.2. Objetivo específico 2	58
5.2.1. Consideraciones para el trabajo en terreno	58
5.2.2. Realización de la caracterización de RSD en las casas representativas.....	61
5.3. Objetivo específico 3	65
5.3.1. Proyección de la generación de RSD para la población piloto	66
5.3.2. Proyección de la generación de residuos reciclables en la población piloto	68
5.3.3. Estimación de la generación de RSD para época estival en la población piloto.....	68
5.3.4. Estimación de la reducción de RSD para las casas representativas	69
5.4. Objetivo específico 4	69
5.4.1. Proponer un diseño para un plan de manejo de RSD con puntos limpios de reciclaje y vermicompostaje.....	70
5.4.2. Establecer lineamientos para jornadas de educación ambiental para el reciclaje y vermicompostaje.....	71
5.5. Objetivo específico 5	72
5.5.1. Realizar una estimación de ingresos, inversión y costos preliminares del proyecto	73
5.5.2. Elaborar un flujo de caja.....	73
5.5.3. Ejecutar la evaluación económica del proyecto	73
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
6.1. Realizar un levantamiento de información referente a la población piloto del Sector Fundo Curaumilla.	75
6.2. Efectuar una caracterización in-situ de los residuos sólidos domiciliarios generados por casas representativas de la población piloto.....	86
6.3. Elaborar una proyección de los RSD de la población piloto y estimar la reducción de estos con un plan de manejo para las casas representativas.	103
6.4. Diseñar un plan de manejo para los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto	111
6.5. Evaluar económicamente el plan de manejo diseñado para los RSD de la población piloto.	161
7. CONCLUSIONES	177
8. BIBLIOGRAFÍA.....	180
9. ANEXOS	187
Anexo A	187

Anexo B	189
Anexo C	191
Anexo D	194
Anexo E	197
Anexo F	198
Anexo G	205
Anexo H	208
Anexo J	220

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. FUENTES Y TIPOS DE RSU (ADAPTADA Y BASADA EN TCHOBANOGLOUS, 1994)	8
TABLA 2. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SEGÚN INGRESOS ECONÓMICOS (ACURIO <i>ET AL.</i> , 1997)	9
TABLA 3. LISTADO DE MATERIALES RECICLABLES	18
TABLA 4. TIPOS DE PAPELES RECICLABLES (BASADO EN ROBEN (2003) Y REGOFF (2014)).....	19
TABLA 5. VIDRIO RECICLABLES Y NO RECICLABLES (LUND, 1996)	21
TABLA 6. CODIFICACIÓN DE RESINAS DEL PLÁSTICO	21
TABLA 7. PRODUCTOS PLÁSTICOS RECICLABLES (ROBBEN, 2003)	22
TABLA 8. MATERIALES QUE SE RECICLAN COMO ALUMINIO (ROBEN, 2003)	24
TABLA 9. RESIDUOS ORGÁNICOS PARA COMPOSTAJE (ADAPTADO Y BASADO DE MUÑOZ, 2012).....	25
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS DE LAS LOMBRICES EN EL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE (DÍAZ, 2002).....	28
TABLA 11. RESIDUOS QUE PUEDEN O NO SER VERMICOMPOSTADOS	29
TABLA 12. CONDICIONES IDEALES PARA EL VERMICOMPOSTAJE	31
TABLA 13. MARCO REGULATORIO PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS (ADAPTADO Y BASADO DE GOBIERNO DE CHILE, 2013)	39
TABLA 14. MODELO DE TABLA DE INFORMACIÓN BÁSICA.....	55
TABLA 15. MODELO DE RESPUESTAS PARA PREGUNTAS CERRADAS	57
TABLA 16. MODELO DE RESPUESTA PARA ESCALA LIKERT	57
TABLA 17. COMPONENTES TÍPICOS DE RESIDUOS Y SU DESCRIPCIÓN SEGÚN LUND, 1999	59
TABLA 18. MODELO DE TABLA PARA CARACTERIZACIÓN TOTAL	62
TABLA 19. MODELO DE TABLA PARA DENSIDAD.....	63
TABLA 20. MODELO DE TABLA DENSIDAD	64
TABLA 21. MODELO DE TABLA RESUMEN PARA CARACTERIZACIÓN	64
TABLA 22. MODELO DE CARACTERIZACIÓN DIARIA	65
TABLA 23. GENERACIÓN PER-CÁPITA Y TASA DE CRECIMIENTO DE RSD SEGÚN ESTRATO SOCIAL (MIDEPLAN, 2013).....	67
TABLA 24. INFORMACIÓN BASE DE CASAS REPRESENTATIVAS	78
TABLA 25. RESULTADO TÓPICO: PERCEPCIÓN DEL MANEJO DE RSD DEL SECTOR.....	81
TABLA 26. RESULTADO TÓPICO: VALORIZACIÓN QUE LA POBLACIÓN LE OTORGA AL MEDIO AMBIENTE.	83
TABLA 27. RESULTADO TÓPICO: CONOCIMIENTO BÁSICO SOBRE RSD.....	85
TABLA 28. CANTIDAD DE RSD MUESTREADOS POR DÍA	88
TABLA 29. CANTIDAD DE RSD MUESTREADOS POR CASA REPRESENTATIVA.....	90
TABLA 30. GENERACIÓN PER-CÁPITA PARA CADA CASA REPRESENTATIVA	91
TABLA 31. PROMEDIO DIARIO DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA DE RSD	91
TABLA 32. CÁLCULO DE DENSIDAD DE RSD PARA CASA 1 (EJEMPLO)	93
TABLA 33. DETALLE DE LOS DÍAS DE MUESTREO.....	94
TABLA 34. CANTIDAD TOTAL DE RSD.....	96
TABLA 35. TIPOS Y CANTIDAD GENERADA DE PLÁSTICO.....	97
TABLA 36. TIPOS Y CANTIDAD GENERADA DE PAPEL	98
TABLA 37. TIPO Y CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA GENERADA	99
TABLA 38. RESULTADO DE MUESTREO EN DÍAS 0, 1 Y 2.....	100
TABLA 39. RESULTADO DE MUESTREO EN DÍAS, 3, 4 Y 5	100
TABLA 40. RESULTADO DE MUESTREO EN DÍAS 6, Y 7	101
TABLA 41. DATOS A UTILIZAR PARA LA PROYECCIÓN POBLACIONAL Y DE RSD DE LAGUNA VERDE	103
TABLA 42. PROYECCIÓN POBLACIONAL Y DE RSD PARA LA POBLACIÓN PILOTO	104
TABLA 43. PROYECCIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES PARA LA POBLACIÓN PILOTO.....	105

TABLA 44. PROYECCIÓN DIARIA DE RESIDUOS RECICLABLES PARA LA POBLACIÓN PILOTO EN PUNTOS LIMPIOS.....	106
TABLA 45. VARIABLES PARA LA ESTIMACIÓN DE RSD EN ÉPOCA ESTIVAL	107
TABLA 46. ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE RSD EN ÉPOCA ESTIVAL PARA LA POBLACIÓN PILOTO	107
TABLA 47. BALANCE GENERAL DE LA TOTALIDAD DE RSD.....	109
TABLA 48. MATERIALES A RECICLAR.....	109
TABLA 49. BALANCE DE MASA POR ETAPA DE RECICLAJE	109
TABLA 50. CONSIDERACIONES PARA VERMICOMPOSTAJE	110
TABLA 51. BALANCE DE MASA PARA VERMICOMPOSTAJE (EJEMPLO CASA 1).....	110
TABLA 52. CONTENIDOS DEL PLAN DE MANEJO PARA PUNTOS LIMPIOS	113
TABLA 53. ESPECIFICACIONES DEL LUGAR DE ESTUDIO PARA EL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS	113
TABLA 54. DEFINICIONES PARA EL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS	114
TABLA 55. DOCUMENTOS DE CONSIDERACIÓN PARA EL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS.....	116
TABLA 56. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS	117
TABLA 57. PROGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS.....	118
TABLA 58. LISTADO DE PROCEDIMIENTO E INSTRUCTIVOS DEL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS.....	124
TABLA 59. RESPONSABILIDADES DE FUNCIONAMIENTO DE PUNTOS LIMPIOS	127
TABLA 60. REFERENCIAS GEOGRÁFICAS DE PUNTOS LIMPIOS.....	134
TABLA 61. ESPECIFICACIONES DE CONTENEDORES PROPUESTOS.....	136
TABLA 62. REGISTROS DE CONTROL PARA PUNTOS LIMPIOS	139
TABLA 63. PROPUESTA DE EVALUACIÓN PARA ESTADO DE PUNTOS LIMPIOS.....	139
TABLA 64. PROPUESTA DE COMPRADORES PARA EL INICIO DEL PLAN DE MANEJO	140
TABLA 65. CONTENIDOS DEL PLAN DE MANEJO PARA EL VERMICOMPOSTAJE	143
TABLA 66. ESPECIFICACIONES DEL LUGAR DE ESTUDIO PARA EL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	143
TABLA 67. DEFINICIONES PARA EL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE.....	144
TABLA 68. DOCUMENTOS DE CONSIDERACIÓN PARA EL PLAN DE MANEJO DEL VERMICOMPOSTAJE.....	145
TABLA 69. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	145
TABLA 70. PROGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	146
TABLA 71. LISTADO DE PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS DEL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	151
TABLA 72. RESPONSABILIDADES PARA LA LOGÍSTICA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	154
TABLA 73. CARACTERÍSTICAS DE LA VERMICOMPOSTERA PROPUESTA.....	156
TABLA 74. CARACTERÍSTICAS DEL CONTENEDOR DE MATERIA ORGÁNICA.....	157
TABLA 75. FICHA DE CONTROL DE VERMICOMPOSTERAS	157
TABLA 76. PARÁMETROS PARA LA CALIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA VERMICOMPOSTERA	158
TABLA 77. CAPACIDAD DE CONTENEDORES DE 240 L.	163
TABLA 78. PRECIO DE COMPRA DE RESIDUOS RECICLABLES	163
TABLA 79. ESTIMACIÓN DE INGRESOS POR VENTA DE RESIDUOS RECICLABLES.....	164
TABLA 80. INVERSIÓN ECONÓMICA EN MATERIALES DE OFICINA	165
TABLA 81. INVERSIÓN ECONÓMICA PARA JORNADAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	165
TABLA 82. INVERSIÓN ECONÓMICA PARA LA DIFUSIÓN DE JORNADAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	166
TABLA 83. INVERSIÓN ECONÓMICA PARA LA INFRAESTRUCTURA DE PUNTOS LIMPIOS.....	167
TABLA 84. INVERSIÓN ECONÓMICA PARA EQUIPAMIENTOS DE PUNTOS LIMPIOS	168
TABLA 85. INVERSIÓN ECONÓMICA PARA EQUIPAMIENTOS DE VERMICOMPOSTAJE	169
TABLA 86. INVERSIÓN ECONÓMICA TOTAL.....	169
TABLA 87. ESTIMACIÓN ECONÓMICA PARA EL TRANSPORTE DE RESIDUOS RECICLABLES	170
TABLA 88. ESTIMACIÓN DE REMUNERACIÓN ECONÓMICA DE MANIPULACIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES.....	170
TABLA 89. MANTENCIÓN LIMPIEZA Y PINTURA PARA PUNTOS LIMPIOS	171

TABLA 90. DEPRECIACIONES DEL PLAN DE MANEJO DE RSD.....	172
TABLA 91. DEPRECIACIONES TRIBUTARIAS DE LA PROPUESTA	173
TABLA 92. FLUJO DE CAJA DE LA PROPUESTA DE MANEJO DE RSD	174
TABLA 93. RESULTADO DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA	175

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONSIDERACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE UNA CARACTERIZACIÓN	12
FIGURA 2. EJEMPLO DE REUTILIZACIÓN EN PATIOS DE CASAS EN VALPARAÍSO	17
FIGURA 3. VERMICOMPOSTERA COMERCIAL (ILUSTRACIÓN: TAGLINE).....	31
FIGURA 4. COMPOSICIÓN DE LOS RSM DE CHILE (MMA, 2011)	34
FIGURA 5. ESTRATEGIA JERARQUIZADA DE RESIDUOS (MMA, 2011A).....	36
FIGURA 6. NORMAS GENERALES DE LA LEY DE RESIDUOS (MMA, 2011B)	42
FIGURA 7. GESTIÓN DE RESIDUOS CON REP (INDUAMBIENTE, 2012)	44
FIGURA 8. COLORES DE LOS CONTENEDORES PARA EL RECICLAJE (MMA, 2014B)	46
FIGURA 9. MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO (GOOGLE EARTH).....	50
FIGURA 10. ESQUEMA PARA REALIZAR EL OBJETIVO ESPECIFICO 1	54
FIGURA 11. ESQUEMA PARA REALIZAR EL OBJETIVO ESPECIFICO 2	58
FIGURA 12. ESQUEMA PARA REALIZAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3	66
FIGURA 13. ESQUEMA PARA REALIZAR EL OBJETIVO ESPECIFICO 4.....	70
FIGURA 14. LINEAMIENTOS DE JORNADAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA RECICLAJE	71
FIGURA 15. ESQUEMA PARA REALIZAR EL OBJETIVO ESPECÍFICO 5	72
FIGURA 16. UBICACIÓN DE MICRO-BASURALES.....	75
FIGURA 17. MICRO-BASURAL UBICADO CERCAÑO AL CANIL DE LAGUNA VERDE	76
FIGURA 18. MICRO-BASURAL SECTOR TIERRAS ROJAS.....	76
FIGURA 19. MICRO-BASURAL DEL SECTOR FUNDO CURAUMILLA	77
FIGURA 20. REFERENCIACIÓN GEOGRÁFICA DE CASAS REPRESENTATIVAS Y POBLACIÓN PILOTO.....	79
FIGURA 21. FOTOGRAFÍAS DE LA REALIZACIÓN DE ENCUESTAS.....	80
FIGURA 22. UTENSILIOS DE TRABAJO Y SEGURIDAD.....	88
FIGURA 23. PORCENTAJE DIARIO DE LA CANTIDAD DE RSD GENERADOS	89
FIGURA 24. PORCENTAJE POR CASA REPRESENTATIVA DE LA CANTIDAD DE RSD GENERADOS	90
FIGURA 25. RELACIÓN DE BOLSAS DE BASURA Y MASA DE RSD.....	95
FIGURA 26. COMPOSICIÓN TOTAL DE LOS RSD MUESTREADOS.....	96
FIGURA 27. PORCENTAJE DE GENERACIÓN SEGÚN TIPO DE PLÁSTICO.....	97
FIGURA 28. PORCENTAJE DE GENERACIÓN SEGÚN TIPO DE PAPEL.....	98
FIGURA 29. PORCENTAJE DE GENERACIÓN SEGÚN TIPO DE MATERIAL ORGÁNICO	99
FIGURA 30. FOTOGRAFÍAS DE LA CARACTERIZACIÓN	102
FIGURA 31. POLÍGONO DE LA POBLACIÓN PILOTO	104
FIGURA 32. ESQUEMA DEL BALANCE GENERAL DE LOS RSD PARA LAS CASAS REPRESENTATIVAS	108
FIGURA 33. ÁMBITOS DE LA PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS	117
FIGURA 34. ORGANIGRAMA PARA EL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS.....	119
FIGURA 35. RESPONSABILIDADES PARA EL PLAN DE MANEJO DE PUNTOS LIMPIOS	121
FIGURA 36. MODELO DE PANEL VISUAL PARA CONTENEDORES DE PUNTOS LIMPIOS.....	130
FIGURA 37. INFRAESTRUCTURA TENTATIVA DE LOS PUNTOS.....	131
FIGURA 38. PROPUESTA DE UBICACIÓN DE PUNTOS LIMPIOS.....	135
FIGURA 39. PROPUESTA DE CONTENEDORES.....	136
FIGURA 40. COLORES DE CONTENEDORES Y ELEMENTOS VISUALES	137
FIGURA 41. PASOS BÁSICOS PARA RECICLAR	138
FIGURA 42. ÁMBITOS DE TRABAJO PARA EL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	146
FIGURA 43. ORGANIGRAMA PARA EL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE	147
FIGURA 44. RESPONSABILIDADES PARA EL PLAN DE MANEJO DE VERMICOMPOSTAJE.....	149

FIGURA 45. PROPUESTA DE VERMICOMPOSTERA A COMPRAR	155
FIGURA 46. CONTENEDOR PROPUESTO PARA LA SEGREGACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA PARA CADA CASA	156

ACRÓNIMOS

ASTM: Sociedad Americana de Ensayos y Materiales

CEARS: Centro de Economía y Administración de Residuos Sólidos

CONAMA: Comisión Nacional de Medio Ambiente

EPA: Agencia de Protección Ambiental

FPA: Fondo de Protección Ambiental

GPC: Generación Per Cápita

INE: Instituto Nacional de Estadística

INN: Instituto Nacional de Normalización

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

ONUUDI: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PGIRS: Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos

PNGSR: Política de Gestión Sustentable de Residuos

PLADECO: Plan de Desarrollo Comunal

RECT: Registro de emisiones y Transferencias de Contaminantes

REP: Responsabilidad Extendida del Productor

RSD: Residuos Sólidos Domiciliarios

RSM: Residuos Sólidos Municipales

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SINADER: Sistema Nacional de Declaración de Residuos

SPI: Sociedad de la Industria del Plástico

UNCHS: Centro de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos

1. INTRODUCCIÓN

El medio ambiente se ha convertido en tema obligado de la contingencia durante este último tiempo, principalmente porque al constante desarrollo industrial de los países, le ha seguido un aumento considerable de los índices de contaminación del planeta (Rojas *et al.*, 2006), por lo cual se da a entender que los conceptos de desarrollo y contaminación se encuentran estrechamente asociados.

Una de las grandes problemáticas ambientales que aquejan a nivel mundial y que relaciona la variante de la contaminación con el desarrollo de industrias y países es la generación de residuos sólidos. Cada día aumentan en cantidad y variedad como consecuencia del incremento de la población humana y del desarrollo tecnológico e industrial (Castrillón & Puerta, 2012). Tchobanoglous *et al.*, (1994) indican que los orígenes de los residuos sólidos en una comunidad están en general, relacionados con el uso del suelo y su localización, teniendo las siguientes clasificaciones: 1) doméstico, 2) comercial, 3) institucional, 4) construcción y demolición, 5) servicios municipales, 6) zonas de plantas de tratamiento, 7) industrial, 8) agrícola. Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) consideran todas las actividades que generan residuos en la comunidad, a excepción de las industriales y agrícolas. Por otra parte, se hablará de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) a todos aquellos residuos que son generados exclusivamente por domicilios particulares.

Ante la gran cantidad y variedad de residuos que puede generar una comunidad, además de los problemas sanitarios y medio ambientales que pueden ocurrir al no contar con un manejo adecuado de los residuos, se hace necesario realizar la implementación de planes de gestión para los residuos sólidos. La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

En nuestro país, las municipalidades son la institución que por ley están encargadas de la recolección, transporte, disposición final y gestión en general de los residuos sólidos domiciliarios (CONAMA, 2011). Las figuras legales que rigen estas determinaciones son la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades y el Código Sanitario, este último creado en el año 1967. Con el paso del tiempo y debido a su crecimiento y desarrollo, Chile se vio en la necesidad de ampliar su normativa en cuanto al manejo de los residuos, creándose por ejemplo decretos específicos como el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos (DS 148/2004, MINSAL) ó el Decreto para regular las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en relleno sanitarios (DS 189/2008, MINSAL). Además se ha logrado la creación de otras herramientas de importancia para el manejo de los residuos, como es la Política de Gestión Integral de los Residuos aprobada el año 2005 por el entonces Consejo Directivo de la Comisión Nacional de Medio Ambiente ó CONAMA, el cual fijó estrategias, objetivos y metas para la gestión integral de los residuos sólidos. Otra señal de progreso en el tema, es la elaboración de la Ley de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Producto (REP), que ya fue aprobada por la Cámara de Diputados el día 1 de Abril del 2015 y que hace pocos días, específicamente el 9 de Junio del 2015 tuvo su aprobación en el Senado, con un total de 29 votos a favor. Aún así, ante los avances y algunos compromisos internacionales a los que se adhirió el país, se requiere mejorar las regulaciones sanitarias y ambientales vigentes, abordar los vacíos legales existentes, lograr una mayor fiscalización y desarrollar la capacidad en la institucionalidad pública para coordinar a todos los actores que tienen competencia en la gestión de los residuos (Ministerio de Medio Ambiente, 2011a).

La presente propuesta de manejo de residuos se pretende realizar en el sector de Laguna Verde específicamente en el Fundo Curaumilla, interactuando y trabajando directamente con parte de la comunidad. Laguna Verde es una localidad con actividad turística, ubicada aproximadamente a 12 kilómetros de distancia al sur de la ciudad de Valparaíso, perteneciente a la comuna y provincia homónima ubicada en la región de Valparaíso. Según datos del Instituto Nacional de Estadística, Laguna Verde se consideraría como un lugar rural, ya que la definición de este es: “una entidad rural es un asentamiento humano

concentrado o disperso, en el que habitan menos de 2.000 personas con menos del 50% de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias” (INE, 2005). Además el estudio “Chile: Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos” del Instituto Nacional de Estadística del año 2005, cataloga al sector de Curaumilla como un caserío con una población de 40 personas y 121 viviendas. Esta categoría corresponde a un asentamiento humano con nombre propio que posee 3 viviendas o más cercanas entre sí, con menos de 301 habitantes (INE, 2005). Si bien, los datos anteriormente mencionados se avalan en el Censo realizado el año 2002, es muy posible que hasta la fecha la población de habitantes haya aumentado debido a la toma de terrenos, la parcelación de fundos y la venta de tierras.

La Municipalidad de Valparaíso se encarga de la administración de toda la comuna comprendida en 23 distritos en los cuales se encuentra considerado el sector de Laguna Verde. Parte de la gestión que debe realizar la municipalidad, se encuentra la temática de los residuos domiciliarios que para el año 2009 fue de 97.580 toneladas anuales, con un costo por tonelada de \$41.710 y finalmente resultando un costo anual de \$4.156.324.519 (Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos, 2014). Los residuos domiciliarios de la comuna son depositados en el Vertedero “El Molle” el cual se encuentra aproximadamente a 3 kilómetros de Laguna Verde, sin embargo el inadecuado manejo de los residuos en Laguna Verde y sus alrededores se ve evidenciado con la generación de micro-basurales en diversos puntos, lo cual repercute en la pérdida del paisaje y en posibles consecuencias negativas para la salud de los habitantes del lugar.

Es por lo anteriormente mencionado, que el presente estudio busca generar una propuesta de Plan de Manejo de Residuos Sólidos para dar solución a la problemática de residuos sólidos domiciliarios, trabajando con una pequeña población piloto ubicada en el sector de Fundo Curaumilla.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los conflictos ambientales que es posible identificar en algunos territorios rurales, corresponde a la existencia de micro-basurales que conlleva a la generación de diversos problemas tanto para el medio ambiente como para la salud humana, entre los que se pueden identificar:

- Generación de líquidos percolados que podrían contaminar las aguas subterráneas.
- Presencia de vectores sanitarios como ratones, moscas y cucarachas.
- Producción de malos olores.
- Pérdida del paisaje característico del lugar.

Lo anteriormente mencionado se reafirma con lo establecido en un estudio de la Comisión Económica Para América Latina (CEPAL) en el año 2012, donde señala que “los botadero clandestinos aún constituyen un problema grave, dadas todas sus implicaciones en materia de salud, contaminación, degradación de suelo, entre otros” (Randón & Szantó, 2012).

Por lo general, la causa principal de la existencia de micro-basurales se debe a una inadecuada gestión de los residuos domiciliarios de parte de la municipalidad que además se ve fortalecida por la precaria educación ambiental que poseen las comunidades.

Un ejemplo de esta problemática ambiental ocurre en el sector Fundo Curaumilla de Laguna Verde, donde existe una inadecuada gestión de residuos sólidos que se ve potenciada además por la venta indiscriminada de terrenos parcelados, aumentando así la población del sector y por lo tanto la cantidad de residuos domiciliarios generados en el lugar.

La solución que busca entregar el presente trabajo, consiste en reducir la cantidad de residuos generados por una población piloto del sector Fundo Curaumilla, por intermedio de un Plan de Manejo de residuos domiciliarios focalizado en el reciclaje y la educación ambiental.

3.OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Establecer la factibilidad técnico-económica de un Plan de Manejo de residuos sólidos domiciliarios generados por una población piloto del sector de Fundo Curaumilla de Laguna verde, Región de Valparaíso.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento de información referente a la población piloto del Sector Fundo Curaumilla.
- Efectuar una caracterización *in-situ* de los residuos sólidos domiciliarios generados por casas representativas de la población piloto.
- Elaborar una proyección de los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto y estimar la reducción de estos con un plan de manejo en las casas representativas.
- Diseñar un plan de manejo para los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto.
- Evaluar económicamente el plan de manejo diseñado para los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto.

4. ANTECEDENTES

4.1. Residuos Sólidos Urbanos

Para interiorizarnos en la temática de los residuos sólidos domiciliarios, es importante conceptualizar con respecto a los residuos sólidos en su generalidad. Primero se define como residuos o desechos como aquellas sustancias u objetos abandonados o descartados en forma permanente por quien los produce, considerándolos ya sin utilidad en su provecho (Gaggero & Ordoñez, 2010). Aunque puede desarrollarse un número variable de clasificaciones sobre los orígenes, las siguientes categorías son útiles según Tchobanoglous *et al.*, (1994):

- 1) Doméstico
- 2) Comercial
- 3) Institucional
- 4) Construcción y demolición
- 5) Servicios municipales
- 6) Zonas de plantas de tratamientos
- 7) Industrial
- 8) Agrícola

Se define específicamente como residuo sólido urbano (RSU) como los residuos producidos en los domicilios particulares, comercios, oficinas y edificios públicos (Bonmat, 2008). Normalmente se supone que incluyen a todos los residuos de la comunidad con la excepción de los residuos de procesos industriales y de los residuos agrícolas (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Algunos ejemplos de los tipos de residuos que podemos encontrar en las fuentes más representativas de los RSU, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Fuentes y tipos de RSU (Adaptada y basada en Tchobanoglous, 1994)

Fuente	Instalación/actividad	Tipo de residuo
Domestica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada estatura; unifamiliares y multifamiliares	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas, aluminio, metales, cenizas, residuos especiales y residuos domésticos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificio de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	(Como en Comercial)

Los residuos especiales de origen doméstico y comercial incluyen artículos voluminosos, electrodomésticos de consumo, productos de línea blanca, residuos de jardín que son recogidos por separado. Por otra parte, los residuos peligrosos son aquellos que representan una amenaza sustancial, presente o potencial, a la salud pública o a los organismos vivos (Tchobanoglous *et al.*, 1994). Estos últimos residuos pueden poseer características de tipo inflamable, corrosivo, reactivo o tóxico.

Gaggero & Ordoñez (2010), proponen esencialmente dos categorías básicas para los RSU:

- **Orgánica:** Restos de materiales resultantes de la elaboración de comidas, así como sus restos vegetales y animales (huesos, verduras, frutas, cascaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores y son fuente de proliferación bacteriana.
- **Inorgánicos:** Restos de elementos que no son fruto directo de la naturaleza sino de la industrialización de recursos naturales (plástico, vidrio, papeles, latas, textiles).

4.2. Residuos Sólidos Domiciliarios

El presente trabajo trata de residuos sólidos domiciliarios (RSD), por lo cual es necesario realizar una definición. Para Tchobanoglous (1994), los residuos sólidos domésticos consisten en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y de establecimientos comerciales. Mientras para CONAMA (2010), define de manera más simple a los RSD como residuos generados en los hogares y además realiza una definición de residuos sólidos municipales (RSM) como aquellos residuos generados en los hogares y sus asimilables, como residuos generados en vías públicas, comercio, oficinas, edificio e instituciones tales como escuelas entre otros, definición que vendría a ser similar a los que son los RSU.

A continuación se presentan algunos datos de la producción de desechos municipales per cápita según la Acurio *et al.*, (1997):

Tabla 2. Generación per cápita de residuos según ingresos económicos (Acurio *et al.*, 1997)

Tipo de país	Generación de residuos ([kg/persona]/día)
Países de bajos ingresos	0,4 – 0,6
Países de ingresos medios	0,5 – 0,9
Países de altos ingresos	0,7 – 1,8

4.3. Caracterización de RSD

El estudio de caracterización nos permite analizar las características físicas de los residuos sólidos tales como la producción por habitante, densidad y composición física entre otras propiedades (Aquino, 2012). El conocimiento de los orígenes y los tipos de residuos sólidos, así como los datos sobre la composición y las tasas de generación, es básico para el diseño la operación de los elementos funcionales asociados con la gestión de RSU (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

La caracterización de los residuos es clave para su manejo y disposición responsable. Al cuantificar las concentraciones de elementos potencialmente dañinos se pueden tomar decisiones acerca de reutilización, reciclaje, tratamientos y/o eliminación (ONUDI, 2007).

Parte de los objetivos principales de la caracterización de los residuos, según lo establecido por la Norma Chilena 3321-2013 - "Caracterización de residuos sólidos municipales" son:

- Planificación de gestión de los residuos, considerando el diseño de sistemas de gestión integral de residuos, vale decir evaluar las alternativas de recolección, transporte y tratamiento.
- Seguimiento y control de planes de gestión de residuos.
- Evaluación de programas de prevención y recolección selectiva.

Los factores importantes de considerar a la hora de realizar un muestreo en un determinado lugar de estudio son:

- *Variaciones estacionales:* Las cantidades de residuos que se entregan en un lugar de evacuación pueden variar según la hora, la semana, el mes, la estación y el año. Normalmente, un estudio de caracterización para los residuos sólidos analiza las variaciones estacionales. Las estimaciones estacionales habitualmente requieren 4 programas de una semana (invierno, primavera, verano, otoño) para cada zona de estudio. Los programas de una semana son considerados mínimos y proporcionan,

además, información sobre las variaciones según el día de la semana. Aunque es preferible un programa de cuatro semanas (un muestreo en cada estación del año), también es posible valorar las variaciones estacionales realizando un estudio de caracterización en 2 de las 4 estaciones, por ejemplo, invierno y verano (Lund 1999).

- *Variaciones geográficas:* La composición de los residuos puede variar de ciudad en ciudad, de condado en condado, de estado en estado, de país en país, e incluso de continente a continente. Estas diferencias podrían deberse, completamente o en parte, a cualquiera de los siguientes factores: economía, población, proximidad a la recolección o factores políticos y sociales (Lund 1999).
- *Otros factores:* Festividades, mega-eventos, etc. los que deben ser considerados cuando se efectúa la planificación del estudio de caracterización, puesto que modifican el patrón habitual de generación de RSU en un momento dado (NCh.3321-2013).

Para realizar una caracterización de residuos en nuestro país, se debe trabajar bajo lo establecido por la NCh. 3321-2013 que señala una metodología a utilizar. Esta norma entrega la información sobre:

- **Materiales y equipos:** Características de contenedores y balanzas, estufas u hornos, equipos de protección del personal (mascarillas, guantes, lentes de seguridad, cascos, chalecos reflectantes, etc.), vehículos y materiales de trabajo (escobillones, conos de tráfico, etc.)
- **Diseño de muestreo:** Primero analizando estratos socioeconómicos del lugar de estudio y determinación de muestras.
- **Caracterización de muestra de residuos:** Ejecución de la caracterización etiquetado de contenedores, manipulación de residuos, limpieza del área de trabajo.
- **Análisis complementarios:** Generación per cápita (GPC), determinación del porcentaje de humedad y densidad aparente.

Según Lund (1999) las siguientes aristas son importantes de considerar para realizar una adecuada caracterización de residuos:

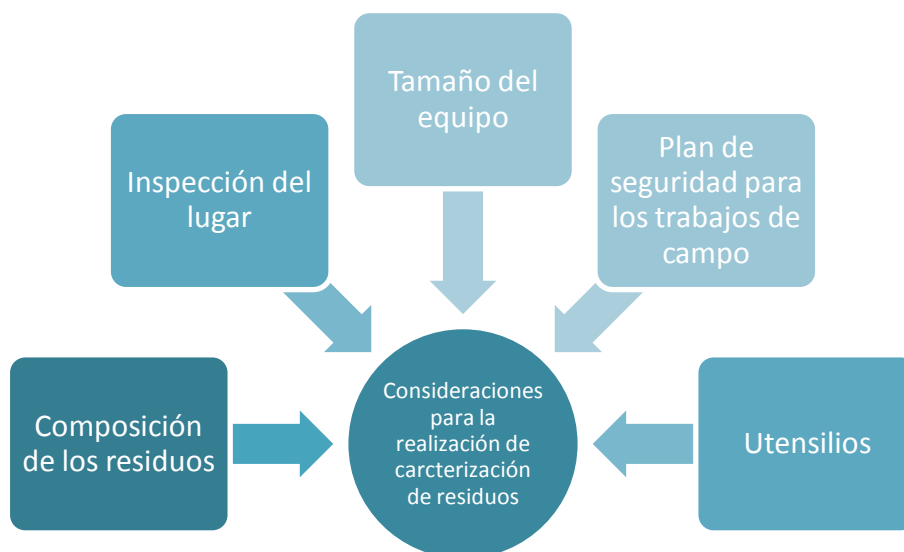


Figura 1. Consideraciones para la realización de una caracterización

4.4. Gestión de residuos sólidos domiciliarios

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas (Tchobanoglous et al., 1994). Ahora refiriéndonos específicamente a un sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios, Tchobanoglous (1994) señala que está compuesto por 6 elementos funcionales, que se detallan a continuación:

1. Generación de residuos: Abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para la evacuación.

- II. Manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en el origen: La manipulación y la separación de residuos involucra las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que estos son colocados en contenedores de almacenamiento para la recogida. La manipulación incluye el movimiento de los contenedores recogidos hasta el punto de recogida. La separación de los componentes de los residuos sólidos es una de las formas más eficaces para lograr la recuperación y reutilización de materiales. El almacenamiento in situ es de una importancia primordial, debido a la preocupación por la salud pública y a consideraciones estéticas. El procesamiento en el origen incluye actividades como la compactación y el compostaje de residuos de jardinería.
- III. Recogida: Incluye no solamente la recogida de residuos sólidos y de materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales, después de la recogida, al lugar donde se vacía el vehículo de recogida. Este lugar puede ser una instalación de procesamiento de materiales, una estación de transferencia o un vertedero.
- IV. Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos: La separación y el procesamiento de residuos que han sido separados en el origen y la separación de residuos no seleccionados normalmente tiene lugar en las instalaciones de recuperación de materiales, estaciones de transferencia, instalaciones de incineración y lugares de evacuación. El procesamiento frecuentemente incluye: la separación de objetos voluminosos; la separación de los componentes de los residuos, por tamaño utilizando cribas; la separación manual de los componentes de los residuos; la reducción del tamaño, mediante trituración; la separación de metales féreos, utilizando imanes; la reducción del volumen por compactación, y la incineración. Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos que han de evacuarse, y para recuperar productos de conversión y energía. La fracción orgánica de los RSU puede ser transformada mediante una gran variedad de procesos químicos y biológicos. El

proceso de transformación química más frecuentemente utilizado es la incineración, que se usa conjuntamente con la recuperación de energía, en forma de calor. El proceso de transformación biológica más comúnmente utilizado es el compostaje aerobio.

- V. Transferencia y transporte: Se comprende en dos pasos: 1) la transferencia de residuos desde un vehículo de recogida pequeño hasta un equipo de transporte más grande, 2) el transporte subsiguiente de los residuos, normalmente a través de grandes distancias, a un lugar de procesamiento o evacuación. La transferencia normalmente tiene lugar en las estaciones de transferencia.
- VI. Evacuación: Hoy en día, la evacuación de los residuos sólidos mediante los vertederos controlados o la extensión en superficie es el destino último de todos los residuos, bien sean residuos urbanos recogidos y transportados directamente a un lugar de vertido, o materiales residuales de instalaciones de recuperación de materiales (IRM), o rechazos de la combustión de residuos sólidos, o compost, u otras sustancias de diferentes instalaciones de procesamiento de residuos sólidos.

Asumiendo que los residuos constituyen una consecuencia inevitable de las actividades humanas, este sistema busca que sean manejados adecuadamente para evitar que la salud y el ambiente sean perjudicados por influencia directa de los propios residuos o, de manera indirecta, por la sobreexplotación de los recursos naturales o la excesiva presión sobre la capacidad de asimilación natural del medio (Gaggero & Ordoñez, 2010). Se debe entender que en materia de gestión de residuos, el primer propósito es evitar la generación; si no es posible evitar, se debe procurar la minimización (reducir, reutilizar, reciclar); si la minimización no es posible, entonces se debe plantear el tratamiento; y sólo cuando el tratamiento no sea factible, se debe recién pensar en la disposición final (CONAMA, 2005a).

Algunos ejemplos de efectos del manejo no adecuado para el caso de la disposición final, son los siguientes (CONAMA, 2001):

- Enfermedades provocadas por vectores sanitarios: Uno de los inconvenientes sanitarios derivados de una acumulación inadecuada de residuos se relacionan con la atracción y creación de hábitat adecuados para la supervivencia de moscas, cucarachas y roedores.
- Contaminación de aguas: Una inapropiada disposición final de residuos puede provocar la contaminación de cursos superficiales y subterráneos de agua, además de impactar negativamente a las poblaciones que habiten estos medios.
- Olores: La producción de olores es una problemática recurrente en la disposición inadecuada de residuos. Esto afectan la calidad de vida de la población aledaña en donde se estén disponiendo los residuos y además pueden ser un indicador de problemas de contaminación atmosférica.
- Problemas paisajísticos y riesgo: La disposición en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajísticos negativo, además de tener asociado un importante riesgo ambiental pudiéndose producir accidentes, tales como explosiones o derrumbes.

4.5. Reducción y reutilización de residuos

En primer lugar, la manera más efectiva para reducir los residuos es no generarlos. Dentro de las estrategias de manejo de RSD, es casi siempre considerada la reducción de residuos (o prevención de generación de residuos) como la base, por sobre el compostaje y el reciclaje ya que sus costos sociales, ambientales y ecológicos son típicamente inferiores (Regoff, 2014).

Farfán (2010), señala que la reducción de residuos favorece la economía del hogar y estimula la inteligencia en el consumo consciente.

Por otra parte, la reutilización consiste en la recuperación de materiales para luego introducirlos nuevamente a la producción y consumo, en lugar de destinarlos a las

corrientes de residuos. Normalmente esta acción puede ser ejecutada por los mismos generadores de residuos.

Para la EPA (2014), los siguientes son los beneficios de practicar la reducción y/o la reutilización:

- Evitar la contaminación causada por la reducción de la necesidad de cosechar nuevas materias primas.
- Generar ahorros de energía y dinero.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que constituyen al cambio climático global.
- Ayudar a mantener el medio ambiente para las generaciones futuras.
- Reducir la cantidad de residuos que tendrían que ser reciclados o enviados a vertederos e incineradores.
- Permitir a los productos que se utilicen en toda su extensión.

Algunas simples prácticas que contribuir con la reutilización son las siguientes:

- Preferir el uso de botellas retornables
- Utilizar pilas recargables
- Regalar o vender prendas de ropa que ya no se utilicen
- Usar los papeles por ambas caras
- Elegir el uso de bolsas de género para la realización de las compras

La Figura 2 muestra un ejemplo de reutilización que se aprecia en algunas casas de Valparaíso, donde se le otorga un uso de maceteros a estructuras de baño desechadas.



Figura 2. Ejemplo de reutilización en patios de casas en Valparaíso

4.6. Reciclaje

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizando o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr beneficios económicos, ecológicos y sociales (Roben, 2003). El reciclaje de los materiales encontrados en los RSU implica: 1) la recuperación de los materiales del flujo de residuos; 2) el procesamiento intermedio, como puede ser la selección y la compactación; 3) el transporte y 4) el procesamiento final, para proporcionar materia prima para los fabricantes o bien un producto final (Tchobanoglous *et al.*, 1994). El reciclaje es una forma de procesamiento de los RSU, bien conocida por el público en general, sin embargo, sus implicaciones y los requerimientos para su organización, así como el grado de participación de la población y los costos relacionados con el personal dedicado a esa actividad requiere de un estudio integral detallado antes de decidir sobre la implementación de proyectos de reciclaje de RSU (ONUDI, 2007).

La mayor cantidad de materiales reciclables proviene de los domicilios, siendo casi un 100% en las áreas rurales y las ciudades poco industrializadas, pero incluso en ciudades

con alta actividad industrial más del 70% de los materiales reciclables se producen en los hogares (Roben, 2003).

Posibilidades para optimizar el funcionamiento del reciclaje según Roben (2003):

- Mejorar la calidad y cantidad de los desechos reciclables mediante una clasificación domiciliaria de la basura, capacitación de la población y recolección diferenciada en los comercios.
- Cooperación entre recicladores y los municipios en virtud de que los municipios son responsables de la recolección y la disposición final de los desechos sólidos.
- Auto-organización de los recicladores, fundación de empresas o cooperativas de reciclaje.
- Estudios de mercado y comercialización organizada a gran escala.

A continuación la Tabla 3, presenta los materiales que pueden ser reciclados:

Tabla 3. Listado de materiales reciclables

Materiales	Productos
Materia orgánica	Restos de vegetales y residuos de jardín.
Papel	Periódicos, cartón, papel de oficina, papeles residenciales, kraft, tetrapack.
Vidrio	Botellas de vidrio.
Metales	No ferrosos: Latas y papel de aluminio, latón, productos con cobre y plomo. Ferrosos: Productos con hierro, latas de hojalata, productos de acero inoxidable, chatarras de automóviles.
Plásticos	Botellas de refrescos y detergentes, tuberías, envases de alimentos.
Residuos electrónicos	Productos de línea blanca.
Otros	Pilas, baterías, neumáticos.

A continuación se realizará una breve reseña de aquellos residuos que se encuentran en cualquier hogar y son fácilmente reconocidos y reciclables.

4.6.1. Papel

Los desechos de papel conforman una parte significativa de los residuos sólidos, siendo comprados y vendidos en base a su calidad, y en consecuencia los precios varían (Regoff, 2014). Es la fibra secundaria de los papeles, la que dictará el grado del papel en el que puede ser procesado ya que la longitud de esta es la que determina las características del material tales como resistencia, rigidez, opacidad y capacidad de impresión. Por esta razón, los materiales para envasados, como por ejemplo los cartones, se componen de fibras largas, mientras los papeles de impresión y escritura están compuestos por fibras cortas (Lund, 1996).

Al momento de realizar el reciclaje, es importante que el papel y el cartón no se mezclen con los desechos orgánicos ya que su contaminación disminuye su capacidad de reciclaje y por ende pierde rentabilidad (Roben, 2003). La humedad es otro factor importante a considerar, específicamente para los cartones ya que sus precios son fijados en toneladas, por lo tanto deben encontrarse secos (Regoff, 2014).

A continuación se presentan los tipos de papel que pueden ser reciclados.

Tabla 4. Tipos de papeles reciclables (basado en Roben (2003) y Regoff (2014))

Tipo de papel	Ejemplos de productos
Periódico	Diarios, revistas de papel periódico, directorios telefónicos, cuadernos de papel periódico y libros.
Cartón	Cartones cuya capa interior sea corrugado (fino o grueso) y sus lados con papel Kraft blanqueado o café.
De alta calidad	Papeles de oficina, papel bond, cartulina bristol, cartulina esmaltada, papeles impresos solubles al agua.
Mixto residencial	Libros, revistas, fotocopias, servilletas y rollos de papel higiénicos limpios.
Kraft	Papeles utilizados para la envoltura de materiales o alimentos.
Plegadiza	Cajas de alimentos (galletas, lácteos), envases tetrapak, cajas de farmacéuticos (cartulina duplex, láminas de micro-corrugados).

Como principal técnica de reciclaje para el papel, se encuentra la comercialización inmediata del material. De no realizarse la venta de papel, es posible barajar la alternativa de producir papel artesanal.

4.6.2. Vidrio

El vidrio es un material que ha sido utilizado durante miles de años; está compuesto principalmente de arena, ceniza de soda y piedra caliza (Regoff, 2014). Los típicos colores de vidrio que produce la industria son verde, marrón e incoloro; sin embargo específicamente se denomina al verde como esmeralda, al marrón como ambar y al incoloro como blanco o transparente (Lund, 1996).

El vidrio de botellas o recipientes es un producto 100% reciclable, que no sufre de un deterioro de calidad por el proceso del reciclaje (Roben, 2003). Pero es importante mencionar que los fabricantes que reciclan vidrios, requieren que este se encuentre separado por su color, ya que el material se usa para hacer vidrio del mismo color de origen. La mezcla de colores producen un recipiente de vidrio de baja calidad y en muchos casos un producto final estéticamente poco atractiva (Regoff, 2014). Además, se debe separar todo material foráneo, especialmente los compuestos de hierro, aluminio o plomo, como se encuentran por ejemplo en los cuellos de las botellas. La presencia de estos metales daña la homogeneidad del vidrio producido, causando manchas y provocando roturas (Roben, 2003). Otro factor de importancia a la hora de reciclar el vidrio consiste en que este no se encuentre roto antes de la separación por colores, ya que no resulta fácil separar el vidrio roto del flujo de los residuos mezclados, pasando a convertirse en un material de vidrio mezclado que no tiene valor (Lund, 1996).

A continuación, se presenta la Tabla 5 en la cual se señalan los tipos de vidrios que pueden y no ser reciclados:

Tabla 5. Vidrio reciclables y no reciclables (Lund, 1996)

Vidrios reciclables	Vidrios no reciclables
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Botellas de refrescos y cerveza ✓ Recipiente de conservas ✓ Recipiente de comida de bebés ✓ Botellas de vino y licores 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vidrio de ventanas ✓ Bombillas ✓ Espejos ✓ Platos de cerámica ✓ Vasos ✓ Recipientes para horno ✓ Fibra de vidrio

4.6.3. Plásticos

Las resinas de plásticos son materiales sintéticos hechos a partir de petróleo y gas natural combinado en un proceso de polimerización. Cada resina tiene una estructura molecular diferente que le otorga cualidades únicas al material; hoy en día, hay más de 200 tipos diferentes de resinas, lo cual obstaculiza el reciclaje del plástico debido a los problemas que genera su identificación (Regoff, 2014). Es por esto que la Sociedad de la Industria del Plástico, Inc. (SPI), ha desarrollado un sistema de codificación voluntario que identifica a las botellas y a otros materiales según el tipo de resina con el que están fabricados, ayudando así a los recicladores a seleccionar los envases de plástico (Lund, 1996). El código consiste en una flecha triangular con un número en el centro y bajo este unas letras que indican la resina de fabricación del envase.

Tabla 6. Codificación de resinas del plástico

Número	Código SPI	Nombre químicos
1	PET	Polietileno tereftalato
2	PE-HD	Polietileno de alta densidad
3	PVC	Policloruro de vinilo
4	PE-LD	Polietileno de baja densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7	Otros	Otros

La industria del plástico recicla anualmente varios miles de millones de kilogramos de termoplásticos procedentes de los recortes y canales secundarios de moldeo de su proceso de fabricación. (Lund, 1996). Existen 3 métodos diferentes de reciclaje y recuperación de los plásticos (Robben, 2003):

- El reciclaje mecánico: Se realiza por medio de la presión y del calor con el fin de producir otros objetos con base de un material termoplástico definido.
- El reciclaje químico: Tiene como objetivo la descomposición de los plásticos usados, clasificados en sus componentes más sencillos, es decir los monómeros los cuales se pueden utilizar otra vez como materia prima en la industria productora. Algunos de los procesos utilizados son: pirolisis, hidrogenación, gasificación o por tratamiento con disolventes. Con el reciclaje químico es posible tratar también polímeros termoestables y plásticos de composición compleja.
- La recuperación de energía: Consiste en aprovechar el elevado valor calorífico que contienen los plásticos y transformarlo en energía, la cual puede ser aprovechada por algunas industrias.

Ejemplos de productos plásticos que pueden ser reciclados se presentan a continuación:

Tabla 7. Productos plásticos reciclables (Robben, 2003)

Código SPI	Aspectos	Ejemplos de productos
PET	Plástico completamente transparente o verde.	Botellas de agua mineral, bebidas, jugos.
PE-HD	Soplado: Plástico opaco, blando (se puede comprimir con la mano). Funda: Material más duro; suenan al arrugarse	Soplado: Botellas, baldes, tinas, fundas de suero, recipiente de alimentos. Fundas: Leche, detergente.
PVC	Variable	Recipientes domésticos, botellas y recipientes de alimentos, mangueras, aislamiento de cables eléctricos
PE-LD	Variable Funda: Funda blanca que se estira rompiéndose y no suena al arrugarse.	Embalaje de folios finos, materiales de láminas. Fundas: De alimentos

Código SPI	Aspectos	Ejemplos de productos
PP	Plástico duro, no se puede comprimir con la mano (se rompe bajo presión).	Botellas, baldes, recipientes grandes, recipientes de alimentos, platos desechables.
PS	Espuma blanca, coagulada,, gruesa o fina.	Materiales de embalaje que sirven para amortiguar golpes, platos desechables.
Otros	Variable	Variable

Si bien una de las ventajas del plástico es la durabilidad que tiene como material, también esta propiedad termina siendo una desventaja, ya que la mayor parte del plástico no es biodegradable y persiste en el medio ambiente por largo tiempo (Regoff, 2014).

4.6.4. Aluminio

El aluminio reciclado ha sido durante mucho tiempo el producto de mayor valor, debido a los altos costos de extracción y procesamiento del material virgen, las inversiones en bienes de capital y las grandes cantidades de energía que son necesarias para fundir el aluminio primario (Regoff, 2014).

El aluminio es uno de los materiales que se pueden reciclar a un 100% sin disminuir su calidad (Roben, 2003). A continuación se presentan 3 ventajas que presenta el reciclaje del aluminio:

- Se reduce considerablemente la cantidad de materia prima, ya que para la producción de 1 tonelada de aluminio se necesitan 4 toneladas de bauxita, la cual es su componente base.
- Se reducen los gastos ambientales y económicos de transporte, energía y agua entre otros, los cuales están vinculados al procesamiento de la bauxita.
- La energía necesaria para el reciclaje del aluminio es solamente de un 5% de la energía necesaria para producir aluminio de la materia prima (bauxita).

Las aleaciones del aluminio son diferentes según el tipo de producto, por lo cual se puede mantener la calidad del material solamente si se conservan las características de cada aleación (Roben, 2003). Los productos de aluminio más comunes para reciclar son los siguientes:

Tabla 8. Materiales que se reciclan como aluminio (Roben, 2003)

Se encuentran comúnmente en RSD	Poco comunes en los RSD
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Latas de aluminio (refrescos) ✓ Ollas sartenes usados ✓ Papel de aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Marcos de ventanas ✓ Marcos de puertas ✓ Muebles de aluminio ✓ Tuberías ✓ Partes de automóviles, camiones o aviones

4.6. Compostaje

El compostaje es una forma de tratamiento para residuos orgánicos que por intermedio de organismos descomponedores como bacterias u hongos, tiene como meta transformar estos residuos en un producto útil, aplicable a la tierra como abono que fertiliza a las tierras de cultivo (Altamirano & Cabrera, 2006). La extensión y el periodo de tiempo necesario para que se produzca la descomposición dependerán de la naturaleza del residuo, del contenido de humedad, de los nutrientes disponibles y de otros factores ambientales. Bajo condiciones controladas, los residuos de jardín y la fracción orgánica de los RSU se pueden convertir en un residuo orgánico estable conocido como compost, en un periodo de tiempo razonablemente corto, de cuatro a seis semanas (Tchobanoglous *et al.*, 1994), pero es importante señalar que los principales factores que afectan a la velocidad de descomposición de la materia orgánica durante el compostaje son el oxígeno y la humedad (Epstein, 2011).

El compost es un proceso biológico, aeróbico y termófilo de descomposición de residuos orgánicos en fase sólida y en condiciones controladas (Muñoz, 2012). Al formarse el compost aeróbicamente no se forma metano con lo que contribuimos a evitar la

formación de uno de los gases que contribuyen a aumentar la temperatura de la tierra por el efecto invernadero (Altamirano & Cabrera, 2006).

Además de contribuir a la reducción de los residuos orgánicos, la NCh 2880-2004 de compostaje señala que otra aplicación del compost es su utilización para la recuperación de suelos degradados y superficies alteradas sin uso agrícola. A continuación se presenta un listado de residuos orgánicos que pueden ser compostables.

Tabla 9. Residuos orgánicos para compostaje (Adaptado y basado de Muñoz, 2012)

Residuos orgánicos	Preparación	Precauciones/dato
Frutas y verduras	Usar cascara o pedazos, cortados en pedazos pequeños	
Restos de cosecha	Tajarlos si son grandes (10-20cm.). Echar agua si son secos	No utilizar si recientemente asperjan con herbicidas
Restos de cocina (arroz cocido, pastas cocidas etc)		No utilizar restos de origen animal (carne, pescado, huevos)
Hojas caídas	Si son secas, utilizarlas como cobertura	
Plantas para compost	Tajarlas bien si son grandes (10-20 cm.)	Se recomiendan las leguminosas
Malezas	Tajarlas bien si son grandes (10-20 cm)	Evitar raíces de malezas perseverantes
Estiércol de animales herbívoros		Buena fuente de nitrógeno
Suelo	Utiliza 10 cm de suelo en la parte superior	Buena fuente de microorganismos importantes para la descomposición
Cenizas de madera quemada		Usar cantidades pequeñas
Ramas de árboles, ramas secas	Tajarlos bien si son grandes (10-20 cm)	
Papel	En pequeños trozos	No usar papel con tinta de color

Según CompostaRed (2011) las etapas que conforman la creación del compost son las siguientes:

- *Etapa de latencia:* Es la etapa inicial, considerada desde la formación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. La duración de esta etapa es variable dependiendo de los factores y condiciones que tenga el compost (balance de carbono/nitrógeno, pH, concentración inicial de oxígeno).
- *Etapa termófila:* La actividad microbiana comienza a generar calor y la temperatura aumenta hasta llegar a los 60°C. Esta temperatura higieniza el medio, eliminando larvas, patógenos y esterilizando las semillas. En esta etapa los materiales van perdiendo su aspecto original y se observa una disminución del volumen de la pila.
- *Etapa de maduración:* Ocurre cuando la pila alcanza su temperatura ambiente. Los organismos que actúan en esta fase como son las lombrices, se encargan de terminar la descomposición y de la obtención de un compost maduro, el cual tiene textura granular, color oscuro y un olor a tierra de bosque.

Los factores que son importantes de controlar en el compostaje son los siguientes, según Sztern & Pravia (1999):

- *Relación Carbono/Nitrógeno:* Expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica, por lo cual una relación adecuada entre estos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. Una relación óptima de entrada es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, vale decir $C(25)/N(1) = 25$.
- *Humedad:* La humedad idónea para una biodegradación con franco predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en orden del 15 al 35%. Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se convertiría en anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se

sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento.

- *PH*: El pH cercano al neutro (6,5-7,5 ligeramente ácido o ligeramente alcalino) nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácido) inhiben el crecimiento de la mayoría de los grupos fisiológicos, mientras valores superiores a 8 (alcalinos), también inhiben el crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos.
- *Aireación*: Con una mala aireación, la concentración de Oxígeno se reduce a valores inferiores al 20% (la cual es la concentración normal), produciendo condiciones favorables para el inicio de fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas. En la práctica, esta condición se diagnostica por la aparición de olores nauseabundos.

El compostaje doméstico se puede hacer en una simple pila de restos orgánicos, en compostera fabricadas por los propios habitantes o en composteras de distintos tipos disponibles en el mercado. Algunos requerimientos básicos que propone el CEARS (2014) para realizar compostaje domiciliario con los siguientes:

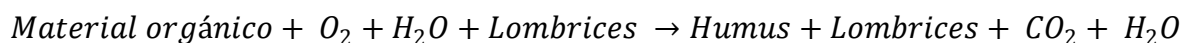
- Viviendas con patio (50m²)
- Implementación escalonada (50-100 viviendas por campaña)
- Acompañamiento social de 1 año

Además, se considera aplicable para zonas y/o comunas rurales y zonas urbanas de baja densidad, por lo cual queda descartado su implementación en lugares con alta densidad urbana (CEARS, 2014).

Si es mal acumulada y almacenada inadecuadamente, la materia orgánica puede ocasionar serios problemas, como por ejemplo formar un hábitat de vectores transmisores de enfermedades, contribuir a la contaminación y generar malos olores (Altamirano & Cabrera, 2006). Es importante además, que el compost se ubique en un lugar parcialmente con sombra y protegido del viento fuerte.

4.8. Vermicompostaje

El vermicompost o humus de lombriz es el resultado de una técnica que consiste en la descomposición de la materia orgánica realizado únicamente por la actividad de ciertas especies de lombrices, principalmente las del género *Eisenia*. A continuación se presenta la ecuación general del vermicompostaje en condiciones aerobias:



La más utilizada es la lombriz roja de California (*Eisenia Foetida*) ya que facilita a que el proceso se realice de forma más rápida. Las lombrices consumen diversos residuos orgánicos y reducen el volumen de una pila entre un 40% a 60% (Negavallemma *et al.*, 2004). Las generalidades de la lombrices rojas californianas se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Características de las lombrices en el proceso de vermicompostaje (Díaz, 2002)

Unidad	Proporción
1 lombriz	Pesa 1 (g)
1 lombriz	Consume 1 (g) de materia orgánica al día
Del total consumido	60% se transforma en Humus
	40% se usa en mantención y crecimiento de tejidos
1000 lombrices	Generan 0,6 (kg/día) de Humus
1000 lombrices	Generan 0,04 (kg/día) de Proteínas
1 lombriz	En un ciclo reproductivo de 3 meses, produce 10 lombrices por trimestre.
1 lombriz	Puede generar 0,15 kg de proteína al año

Resulta importante destacar que la reproducción de las lombrices dependen de una serie de factores como 1) la temperatura, 2) el contenido de humedad, 3) tamaño de la población, 4) tipo de alimentos y su disponibilidad¹

El contenedor en donde se puede llevar a cabo el proceso del vermicompostaje puede ser en un contenedor de plástico o en una unidad más automatizada capaz de procesar cientos de kilogramos de materia orgánica al día. Generalmente cada pie cuadrado de

¹ <http://www.redwormcomposting.com/general-questions/will-a-red-worm-population-double-in-3-months/>

área de la bandeja puede procesar 0,45 kilogramos de desperdicios de comida por semana (Selden *et al.*, 2005). A continuación se presentan los restos orgánicos que pueden o no ser vermicompostados.

Tabla 11. Residuos que pueden o no ser vermicompostados

Se puede vermicompostar	No se pueden vermicompostar
Restos de frutas y verduras	Heces de animales
Restos de café, té, infusiones	Materiales inorgánicos (metal, vidrio, baterías, textiles, colillas) o plásticos.
Flores, hojas, plantas verdes o secas	Papeles con tintas de color y revistas
Cáscaras de huevo molidas, papel de periódico, pelo, lana, servilletas y papel de cocina, cenizas, serrín, maderas. Todo esto en menos cantidad.	Restos de barridos o "polvos"

Parte de los factores importantes a considerar cuando se trabaja con vermicompost son los siguientes:

- *Relación Carbono/Nitrógeno:* La relación C/N (Carbono/Nitrógeno) es de suma importancia conocer para evitar demoras y controlar la calidad del compost. Los microorganismos incorporan 1/3 de carbono a su cuerpo y elimina 2/3 sobrantes en forma de dióxido de carbono. Por otra parte, el nitrógeno de las proteínas puede perderse en forma gaseosa (amoníaco) con valores entre 15-20% que se considera lo normal, por lo cual al producirse pérdidas mayores se debe mantener la masa húmeda (con agua se forma hidróxido de amonio reteniendo el nitrógeno) o también se puede aplicar sulfato de calcio (lo cual forma sulfato de amonio el cual retiene el nitrógeno y además se forma carbonato de calcio) (Díaz, 2002).
- *Humedad:* Los niveles de humedad deben ser mantenidos en torno al 50%, de modo que la actividad microbiana sea alta. El exceso de agua conduce a condiciones anaeróbicas, disminuyendo así el pH y creando condiciones ácidas, lo cual reduce la productividad y causa la migración de las lombrices (Gajalakshmi & Abbasi, 2004). Por otra parte, Díaz (2002) señala que la humedad inicial debe ser

de un 70% hasta llegar a 40% al final para facilitar la ingestión del alimento y el deslizamiento de las lombrices a través de la humedad.

- *Temperatura:* La temperatura puede causar efectos sobre el metabolismo, crecimiento y reproducción de las lombrices. Los suelos expuestos al sol pierden humedad rápidamente y son usualmente abandonados por las lombrices. Las lombrices mantienen baja la temperatura de su cuerpo, así como también la del suelo y la materia orgánica que metabolizan (Gajalakshmi & Abbasi, 2004). Para las lombrices rojas californianas la temperatura ideal es de 25°C, mientras que para un cultivo comercial de lombrices se requieren temperaturas para el crecimiento entre 20-25°C y para la formación de cocones e incubación se requieren temperaturas entre 12-15°C (Díaz, 2002).
- *Luz:* Las lombrices son muy sensibles a la luz. Al ser expuestas a la luz, las lombrices se mueven lejos para evitarla (Gajalakshmi & Abbasi, 2004).
- *PH:* Las lombrices son sensibles a los cambios de pH, por lo cual prefieren condiciones neutras. Cuando el pH disminuye bajo 6, las lombrices tienen dificultades para sobrevivir, por lo cual comienzan a emigrar o a morir (Gajalakshmi & Abbasi, 2004).
- *Aireación:* Para llevar a cabo un vermicompostaje aeróbico es necesario entonces adherir oxígeno para que las lombrices efectúen su metabolismo. El consumo de oxígeno depende de la temperatura, humedad, composición química de la masa entre otros factores. Existe una variación en los porcentajes de aire en los espacios vacíos al evaluar una pila de compostaje, ya que por una parte las capas externas contienen entre un 18-20% de aire, mientras el interior de la pila se pueden encontrar valores entre 0,5 a 2% (Díaz, 2002). Además, las lombrices con su propio desplazamiento y actividad contribuyen a la aeración.

A continuación se presenta la Tabla 12 resumen de las condiciones de un vermicompostaje.

Tabla 12. Condiciones ideales para el vermicompostaje

Condiciones	Rangos
Humedad	40 - 70%
pH	6,5 - 7,5
Temperatura	18 - 25°C
Relación C/N	30/1

En el comercio existen diversos modelos de vermicomposteras, las cuales están aptas para mantener las condiciones de humedad y oscuridad las cuales son vitales para las lombrices. Comúnmente su diseño consiste de bandejas extraíbles que permiten sacar el compost ya hecho y extraer el lixiviado sobrante, como se muestra en el ejemplo de la Figura 3.

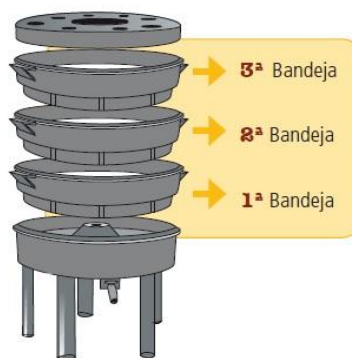


Figura 3. Vermicompostera comercial (Ilustración: Tagline)

El líquido recogido por el grifo de la vermicompostera, puede ser utilizado como un abono, el cual debe ser diluido en 3 partes de agua por 1 de abono líquido. Esta disolución puede emplearse en plantas interiores y exteriores, regando directamente la tierra o pulverizando sobre las hojas. Por otra parte, también puede ser utilizado el humus de lombriz para aportar nutrientes a plantas de jardín o terraza.

4.9. Situación en Chile en torno a los RSD

4.9.1. Datos para Chile

Generación RSM

Para el año 2009, la generación estimada de residuos municipales correspondió a 6,5 millones de toneladas, vale decir un 38,5% del total de los residuos sólidos, mientras que los residuos generados por diversas industrias del país se estimó en 10,4 millones de toneladas, lo que correspondería a 61,5% del total de residuos sólidos (CONAMA, 2010). Se calcula que entre el año 2000 al 2009, el porcentaje de crecimiento de RSM es de 2,5%. Parte de los factores que influyeron en esta alza son el crecimiento de la población y el incremento del nivel de vida.

En cuanto a la disposición final de los residuos, en el año 1995 el 100% de los RSD tenían como destino final vertederos o basurales. Diez años más tarde, en el 2005 se estima que un 60% de los RSD se disponen en rellenos sanitarios y un 40% sigue llegando a vertederos y basurales (MMA, 2011a). Como dato, se estima que para el año 2009, unas 333.000 toneladas de RSM generados se dispusieron en sitios no autorizados y/o basurales (CONAMA, 2010).

Por otra parte, un estudio realizado por el CEARS (2014) que consistió en realizar un catastro del manejo de residuos en 235 Municipalidades de todo el país, determinó que solo un 20% de las municipalidades cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos a largo plazo, lo cual da indicios que la temática de los RSD aún necesita ser más trabajada por parte de las entidades públicas.

Generación per-cápita de residuos

Dentro de los distintos documentos bibliográficos revisados, los autores proponen una serie de factores que influyen en la cantidad y composición de los residuos domiciliarios. Algunos de estos factores reconocidos son: las estaciones del año, la educación formal y

ambiental, los días de la semana, la ubicación geográfica y la condición socioeconómica, siendo esta última la variable fundamental de análisis para la generación per-cápita de RSD en una población.

Para el año 2009 la generación per cápita de residuos a nivel nacional fue de 1,05 (kg/habitante/día) (CONAMA, 2010). Otra investigación más reciente señala que la tasa de producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios varía aproximadamente entre 0,5 (kg/habitante/día) y 1.0 (kg/habitante/día) dependiendo del nivel socioeconómico (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

Cuanto más ingresos económicos tiene un habitante, mayor es su capacidad de consumo de bienes y servicios, por lo tanto, desecha más. Además, se ha visto que cuanto mayor es la capacidad adquisitiva de la población, es frecuente la tendencia a usar productos con gran contenido de envases desechables (Orccosupa, 2002).

Composición de los RSM

En cuanto a la composición de residuos sólidos municipales para nuestro país, el Ministerio de Medio Ambiente realizó el año 2010, un trabajo de investigación en el cual se determinó esta arista a nivel nacional y cuyo resultado fue luego incorporado al año siguiente en el Informe del Estado del Medio Ambiente el año 2011, obteniendo la siguiente Figura 4:

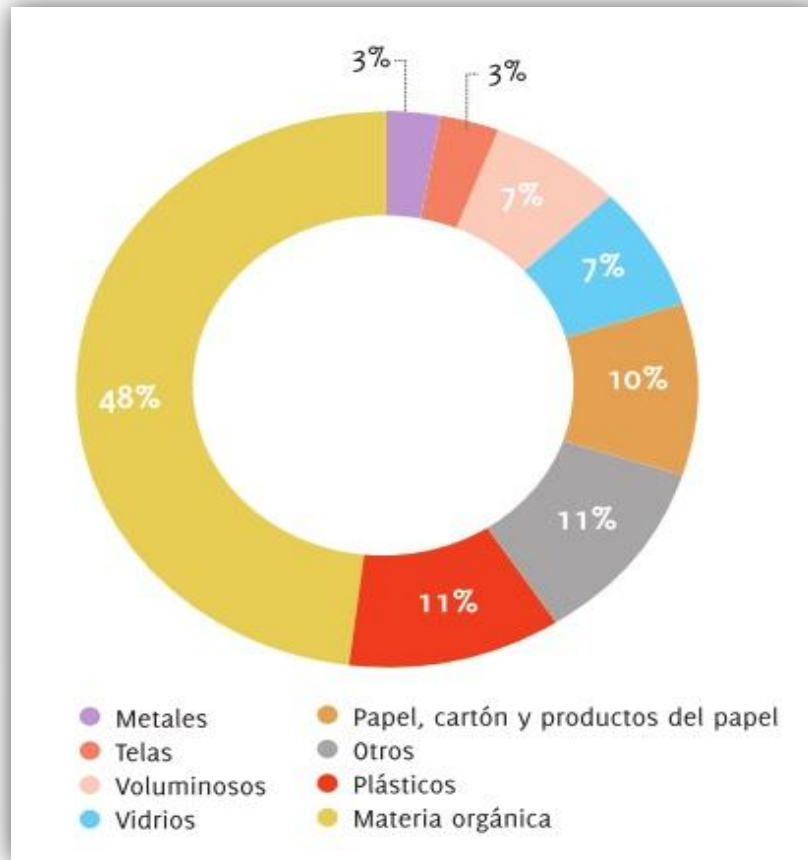


Figura 4. Composición de los RSM de Chile (MMA, 2011)

Más del 50% de los residuos municipales generados en el país podrían ser valorizados, lo que reduciría sustancialmente los residuos que se envían a sitios de disposición final, disminuyendo así los costos que invierten los municipios por este concepto (MMA, 2011).

Reciclaje en Chile

En nuestro país, la temática de valorización de residuos aun sigue siendo un desafío. Los dos grandes entes en los cuales se apoya el reciclaje en Chile son por una parte los recicladores base, quienes vienen directamente al domicilio a seleccionar y recolectar los residuos para su posterior valorización y por otra parte las instalaciones de valorización ubicadas en las calles de las ciudades y poblados, como son los puntos limpios o las campañas de beneficencia.

Se estima que la tasa de valorización de residuos generados es del orden del 10% del volumen total (CONAMA, 2010); condición muy lejana de lo que ocurre en países europeos y también pertenecientes a la OCDE, como Dinamarca, Holanda o Bélgica que muestran porcentajes de reutilización y reciclaje de los residuos por sobre el 80% (Badenier, 2014). Sin embargo, los últimos años se han visto impulsadas una serie de iniciativas de reciclaje en diversas ciudades y comunas del país, destacando las siguientes municipalidades: La Pintana, La Reina, Ñuñoa, Peñalolen, Viña del Mar, Talcahuano, Las Condes y Vitacura.

El caso por ejemplo, de la Municipalidad de Ñuñoa posee un sistema con una planta de separación y clasificación propia en operación, la cual se encuentra instalada en 1.800 m² de terreno municipal. Los residuos inorgánicos son separados en los hogares, posteriormente recolectados y transportados a la planta de separación y clasificación, para luego ser vendidos a las empresas procesadoras que los utilizan como materia prima (CONAMA, 2005b). Sin embargo, el caso de la Municipalidad de La Pintana, no deja de sorprender ya que no cuenta con recursos económicos para la construcción de puntos limpios, los ingresos de sueldos de los habitantes se encuentran 4 veces más abajo que los habitantes de Las Condes pero son la comuna que recicla un 19% de sus RSM, lo cual la convierte en líder a nivel país (Gornham, 2012). La comuna de La Pintana cuenta con una planta de compostaje de 7.500 m², la cual recibe todos los residuos orgánicos de ferias y podas municipales; luego de ser tratadas, el compost es utilizado para áreas verdes, huertos orgánicos educativos y mantenimiento de un vivero (CONAMA, 2005b).

4.9.2. Política sobre RSD

En el mes de Mayo del año 2010, Chile paso a ser el primer miembro pleno de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en América del Sur; condición que impone un elevado estándar a nuestras políticas públicas en materia ambiental (CONAMA, 2010).

Ya en el año 2005, se crea la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) que reconoce que el desarrollo sustentable proporciona el marco para la integración de Planes de Acción y Estrategias Ambientales de Desarrollo Social y Económico (CONAMA, 2005a). Entre los objetivos de esta política encontramos los siguientes: 1) Minimizar los riesgos ambientales y sanitarios producidos por el mal manejo de residuos sólidos; 2) Generar y promover un servicio público de manejo de residuos sólidos domiciliarios de calidad y a precio orientado a costos; 3) Fomentar una visión regional para el manejo de RSD; 4) Propiciar el desarrollo de mercados eficientes y dinámicos para el manejo de los residuos, promoviendo el desarrollo de una cultura de minimización; 5) Promover la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia ciudadana en relación con el manejo de los residuos; 6) Construir e implementar sistemas de información de residuos sólidos; 7) Generar una institucionalidad moderna y eficiente para la gestión de residuos sólidos.

En la siguiente Figura 5 se presenta la estrategia jerarquizada que plantea la PGIRS, la cual promueve la prevención de su generación y, si su prevención no es posible, fomentar en este orden, su reutilización, reciclaje, valorización energética, tratamiento y disposición final, todo ello para efectos de proteger la salud humana y el medio ambiente (MMA, 2011).



Figura 5. Estrategia jerarquizada de residuos (MMA, 2011a)

Donde se define (MMA, 2011a):

- *Prevención:* Acciones o medidas destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos, y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas.
- *Reutilización:* Acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen.
- *Reciclaje:* Acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética.
- *Valorización energética:* Empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.
- *Eliminación:* Acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los residuos en lugares autorizados para ello en conformidad a la normativa vigente.

Bajo el marco de la PGIRS, durante el año 2011 se envió al Congreso Nacional el Proyecto de Ley que establece el marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor, cuyo objetivo es encargarse del actual diagnóstico del país “incorporando la valorización de los residuos como un elemento primordial en la gestión de los residuos sólidos, e introduciendo en la regulación existente en la materia un instrumento económico que busca generar mecanismos que permitan aumentar los niveles de reciclaje de los residuos que actualmente se disponen en rellenos sanitarios o son depositados en vertederos ilegales” (Gobierno de Chile, 2013). En la sección del análisis de normativas ambientales ligadas a los residuos sólidos se analizará las aristas que contiene esta nueva Ley.

Durante el 2012, sale a la luz un nuevo documento el cual lleva por título Política Nacional de Gestión Sustentable de Residuos 2012-2020 (PNGSR), cuyos principales objetivos son (MMA, 2012):

- Promover la gestión sustentable de materiales: A través del enfoque de ciclo de vida, el desarrollo de políticas y estrategias de prevención y valorización sectoriales (normas técnicas), la aplicación de la jerarquía en el manejo de residuos y la inclusión de exigencias en el marco de contratación de las compras públicas verdes.
- Incentivar mejoras en la gestión de residuos: De los residuos municipales, peligrosos, de construcción, los generados en islas y la exportación e importación de residuos.
- Reducir las emisiones de gases efecto invernadero asociadas a la gestión sustentable de materiales.

Además esta política considera otros objetivos transversales y complementarios los cuales son realizar, actualizar y complementar información sobre el manejo de residuos en el país y promover una mayor conciencia ciudadana respecto a la prevención y manejo de residuos. Con respecto al primer punto, se crea el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) el cual se integra al sistema de Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) y que consiste en una declaración vía portal web que permite a los generadores y destinatarios de residuos (industrias y municipios) a declarar anualmente o en periodos, de acuerdo a lo que impone el Reglamento de RETC (Art. 26, 27, 28) (Tapia, 2014). Este sistema permitirá la declaración de residuos industriales no peligrosos, lodos de plantas de tratamiento de agua servidas, destinatarios de residuos no peligrosos y residuos domiciliarios.

Por otra parte, el año 2009 se establece una Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable, la cual busca construir una sociedad más respetuosa con su entorno y que vaya acorde a los cambios que el país necesita. El objetivo general de esta política es la de formar personas y ciudadanos capaces de asumir individual y colectivamente la responsabilidad de crear y disfrutar de una sociedad más sustentable y contribuir al fortalecimiento de procesos educativos que permitan instalar y desarrollar valores, conceptos, habilidades, competencias y actitudes en la ciudadanía en su conjunto (Gobierno de Chile, 2009).

4.9.3. Marco Regulatorio

Parte del actual marco regulatorio que se utiliza para el manejo de los residuos sólidos en Chile se menciona en la Tabla 13, en orden cronológico.

Tabla 13. Marco regulatorio para el manejo de residuos sólidos (Adaptado y basado de Gobierno de Chile, 2013)

Normativa	
Decreto con Fuerza de Ley N°725/1967, Código Sanitario.	Establece la obligación de las municipalidades para recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana (artículo 11, letra b).
Decreto Ley N° 3.063/1979, Ley de Rentas Municipales	Se refiere al cobro del servicio municipal de extracción de residuos sólidos domiciliarios. Al respecto, establece criterios para cobro diferenciado; programas ambientales, incluyendo reciclaje; frecuencia o volúmenes de extracción; o las condiciones de accesibilidad; Todos ellos criterios que deben establecerse por cada municipalidad a través de ordenanzas locales.
Decreto Supremo N° 685/1992 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea.	Regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.
Ley N° 19.300/1994, Ley General de Bases del Medio Ambiente.	Exige evaluación ambiental a ciertos proyectos vinculados al manejo de residuos (artículo 10, letras i, ñ, o) Asimismo, esta ley establece como función del Ministerio de Medio Ambiente proponer políticas y formular normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70, letra g)
Decreto Supremo N° 594/2000 del Ministerio de Salud	Establece condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
Decreto Supremo N° 148/2004 del Ministerio de Salud	Establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos
Decreto de Fuerza de Ley N° 18.695/2006, Orgánica Constitucional de Municipalidades	Establece como función privativa de las municipalidades el aseo y ornato de la comuna (artículo 3, letra f) y atribuye a la unidad de medio ambiente, aseo y ornato el servicio de extracción de la basura.
Decreto Supremo N° 45/2007 del Ministerio de Secretaría	Establece la norma de emisión para incineración y co-incineración

Normativa	
General de la Presidencia	
Decreto Supremo N° 189/2008 del Ministerio de Salud	Regula condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios
Decreto Supremo N° 6/2009 del Ministerio de Salud	Regula el manejo de residuos generados en establecimientos de salud (REAS).
Decreto Supremo N° 4/2009 del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia	Reglamenta el Manejo de lodos generados en plantas de tratamientos de aguas servidas
Decreto Supremo N° 2/2010 del Ministerio de Salud	Regula la autorización de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos consistentes en baterías de plomo usadas
Decreto Supremo N° 3/2012 del Ministerio de Medio Ambiente	Reglamenta el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de efluentes de la industria procesadora de frutas y hortalizas.

Ley General de Residuos

El proyecto de Ley General de Residuos se aprobó el día 1 de Abril del 2015 por la Cámara de Diputados y tiene como objetivo regular la gestión sustentable de residuos, orientada a la prevención de generación de residuos y el fomento de su valorización, con el fin de proteger el medio ambiente (MMA, 2011b).

Los principales principios que contiene esta ley son los siguientes:

- El que contamina paga
- Autosuficiencia y soberanía nacional
- Gestión integral de residuos
- Jerarquía en el manejo de residuos
- Precautorio
- Preventivo
- Racionalidad ambiental
- Racionalidad económica-social
- Responsabilidad compartida
- Responsabilidad "de la cuna a la tumba"
- Separación por origen

Esta normativa define la clasificación de los residuos bajo el parámetro de riesgo, clasificándose como: Inerte, No peligroso y Peligroso. Mientras el parámetro de origen del residuo corresponde a: residuos sólidos municipales (residuos sólidos domiciliarios y asimilables), residuos industriales, residuos silvoagropecuarios, residuos mineros, residuos de la construcción y residuos hospitalarios (MMA, 2011b).

Las normas generales que considera esta ley con respecto a la gestión integral de residuos son las siguientes:



Figura 6. Normas generales de la Ley de Residuos (MMA, 2011b)

Responsabilidad Extendida del Productor

La Ley de Residuos incorpora una Responsabilidad Extendida del Productor (REP) la cual es una acción que consiste en que los proveedores de productos prioritarios deben “elaborar productos o utilizar envases que favorezcan la prevención y faciliten la valorización de los residuos derivados de sus productos, y/o permitan su eliminación de la forma menos perjudicial para el medio ambiente” (Ministerio de Medio Ambiente, 2011b). De manera específica, se define al productor como toda persona natural o jurídica que cumple con alguna de las siguientes condiciones (InduAmbiente, 2012):

- Fabrica un producto y lo enajena en Chile con su propia marca.
- Es el dueño o titular de una licencia de una marca registrada bajo el cual el producto fabricado por terceros se enajena en Chile.
- Importa un producto y lo enajena en Chile.
- Fabrica o importa un producto y luego lo enajena por sí mismo o a través de terceros.
- Importa un producto prioritario para su propio uso profesional.

La REP sería aplicable a los productos de consumo masivo como aceites, neumáticos, lubricantes, equipos de informática, baterías, envases y embalajes, periódicos, revistas, lámparas, pilas, medicamentos vencidos, plaguicidas caducados, vehículos y aparatos eléctricos y electrónicos (MMA, 2014b). Por otra parte, las disposiciones de este cuerpo legal no se aplicarán a los siguiente residuos: radioactivos, emisiones a la atmosfera, efluentes líquidos y explosivos desclasificados. Además, esta Ley será un complemento para todas las regulaciones específicas de los residuos ya existentes (InduAmbiente, 2012).

A continuación se presenta un esquema en el cual se muestra la situación de una Gestión de los Residuos con REP.



Figura 7. Gestión de residuos con REP (InduAmbiente, 2012)

Como se observa en la Figura 7, los consumidores pasan a ser parte activa de la cadena gestión de los residuos ya que parte del precio de un producto, llevará consigo el valor monetario de su manejo como residuo. Si bien, es probable que exista una alza de precios en los productos, esto va a depender de los estudios y análisis que se realicen en torno a la gestión de cada residuo en particular (InduAmbiente, 2012).

La propuesta legal indica los siguientes sistemas de gestión (basado en InduAmbiente, 2012):

- Individuales: La empresa decide de qué forma se hará cargo el residuo. Esta alternativa es más apta para aquellos residuos de fácil identificación y recuperación.
- Colectivos: Es el caso de varios productores que se reúnen para crear un sistema de gestión que les permita hacerse cargo de los residuos que generan los productos que ellos colocan en el mercado y cumplir metas impuestas por la autoridades.

Son varias las consideraciones que hay que tener con respecto a la REP:

- Se contará con un registro electrónico y de carácter público de los generadores y gestores de residuos (recolectores). Además, se registrará la cantidad, origen, naturaleza, manejo y destino de los residuos.
- Se elaborarán productos y utilizarán envases que favorezcan la valorización de los residuos o que permita una eliminación menos perjudicial para el medio ambiente.
- Los productores deben cumplir con metas, exigencias y plazos establecidos respecto a la valorización de los residuos.
- Se deben marcar los productos e informar a los consumidores.

Nueva normativa para contenedores de reciclaje

Con el proyecto de la Norma Chilena 3322, que aún se encuentra en consulta pública, el Ministerio de Medio Ambiente busca estandarizar los colores de los contenedores de reciclaje, basados en la norma PrEN 16403:2012 Waste management - Waste visual Elements, desarrollado por el Comité Técnico CEN/TC 183 Waste Management. Esta normalización realizada por el Instituto Nacional de Normalización (INN), busca facilitar y mejorar el manejo de los residuos que pueden ser valorizados a través del reciclaje.

En la norma define un color único y elementos visuales de identificación para residuos que son objeto de recogida y almacenamiento en forma segregada para lograr un adecuado reciclaje. Los colores asignados a cada fracción de residuo son identificados además utilizando el Sistema RAL como referencia principal, el cual define un color mediante un código numérico y el Sistema Pantone como referencia secundaria. Para el RAL, los colores están identificados por un número de cuatro dígitos, donde el primero es el de la familia o tonalidad principal. 1: Amarillos, 2: Naranjas, 3: Rojos, 4: Púrpuras, 5: Azules, 6: Verdes, 7: Grises, 8: Marrón número identificados, 9: Negros y Blancos. El Sistema Pantone corresponde a otro sistema de identificación de colores. Cada color tiene un número identificador, por lo que facilita la elección del color.

A continuación se presentan los nuevos colores para los contenedores de reciclaje:



Figura 8. Colores de los contenedores para el reciclaje (MMA, 2014b)

En la Figura 8, se puede apreciar el logograma para cada fracción de residuo. Por otra parte, si el contenedor tiene el color que corresponde en la tapa, el resto del contenedor debe ser de color gris.

La norma presenta las siguientes definiciones de importancia:

- ✓ *Contenedor de residuos*: Elemento que permite la contención de un material en forma temporal. Estos pueden ser fijos o móviles y su ubicación puede ser superficial o soterrada.
- ✓ *Fracción de residuos*: Tipología única de residuos que constituye un flujo homogéneo para su reciclaje.
- ✓ *Logograma del residuo*: Elemento gráfico constituido por un dibujo sencillo que caracteriza de manera inequívoca una fracción de residuo.
- ✓ *Marco*: Elemento gráfico constituido por una línea cerrada continua con una forma de rectángulo con ángulos redondeados.

- ✓ *Panel:* Soporte rígido o flexible para fijar en el contenedor de residuo que informa de un elemento visual para identificar el residuo.

Con respecto a la especificación de los paneles de información que deben llevar los contenedores, tendremos las siguientes disposiciones:

- Los paneles deben presentar la información de forma clara, para así evitar errores en la segregación.
- Las dimensiones del texto y el logograma debe permitir una rápida y fácil identificación de la fracción del residuo correspondiente.
- El tipo de letra para el texto es comúnmente *Helvética Neue Bold*.
- El panel debe ser ubicado sobre la base de los contenedores, ajustándose según el tamaño de los contenedores y respetando las proporciones específicas que indica la presente Norma Chilena.
- El panel de identificación de residuos debe contener: el color de la correspondiente fracción de residuo, el logograma correspondiente y el texto en español y opcionalmente un segundo idioma.
- El panel debe contener el nombre y teléfono de la empresa responsable del retiro de residuos.
- Se puede incluir: un logo de campaña de reciclaje, una frase de campaña, logo de la empresa involucrada o logo del municipio participante.

Normativa para el compostaje

La Norma Chilena 2880:2004, es la oficial para nuestro país que trata la temática del compostaje, promoviendo la gestión adecuada y la valorización de los subproductos y residuos orgánicos generados en el territorio nacional. Si bien, la norma se enfoca en plantas de compostaje fijas que comercialicen el compost, resulta interesante rescatar ciertos criterios y elementos que pueden ser aplicados al compostaje casero.

Las clasificaciones según la calidad del compost son las siguientes:

- I. **Compost Clase A:** Producto de alto nivel de calidad. Debe cumplir con las concentraciones mínimas para metales pesados que se encuentran especificadas en la norma, su conductividad eléctrica debe ser menor a tres decisiemens por metro (3dS/m) y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 25. Este producto no tiene restricciones de uso.
- II. **Compost Clase B:** Producto de nivel intermedio de calidad. Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados que se encuentran especificadas en la norma. Su conductividad eléctrica debe ser menor a ocho decisiemens por metro (8dS/m) y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 30. Este producto puede presentar algunas restricciones de uso si su conductividad eléctrica es mayor de tres decisiemens por metro (3dS/m).

Parte de los requisitos físicos y químicos del compost se presentan a continuación:

- Contenido de nutrientes: El compost debe tener contenidos de nitrógeno total mayor o igual a 0,5%, expresado sobre base seca.
- Olores: El compost debe presentar olores característicos de este producto, sin olores desagradables como por ejemplo de compuestos sulfurosos, amoniacales, mercaptanos y/o de azufre reducido, entre otros.
- Humedad: El compost debe presentar un contenido de humedad entre 30% y 45% de la masa de producto, en base húmeda.
- Madurez: Para considerar un compost como maduro, es necesario que su relación carbono/nitrógeno sea menor o igual a 30 y que cumpla con los parámetros específicos que presenta la normativa con respecto a los tipos de test validados.
- pH: El pH del compost debe estar comprendido entre 5,0 y 8,5
- El compost debe tener un contenido de materia orgánica mayor o igual al 20%
- Tamaño de partículas: Para todas las clases de compost, el tamaño máximo de las partículas que lo integran debe ser menor o igual a 16 mm, determinado en su mayor dimensión.

- **Materias inertes:** No se permiten materias inertes de un tamaño mayor a 16 mm, determinado en su mayor dimensión, en ninguna clase de compost. Además se deben considerar otras materias inertes como plásticos flexibles, piedras, terrones de barro, vidrio, metales, caucho o plásticos rígidos las cuales tienen su dimensión límite indicada en la especificación de la norma.

Los métodos para la evaluación del compost y sus variantes, se realizan bajo procedimientos internacionales como la US EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) y el TMECC (Métodos de Prueba para el Examen de Compostaje y Compost) y abarcan las pruebas:

- **Determinación de microorganismos contaminantes:** Coliformes fecales, Salmonella sp, huevos viables de Helmitos).
- **Parámetros químicos:** Compuestos volátiles, determinación de olores, conductividad eléctrica, pH, contenido de materia orgánica, nitrógeno total, relación carbono/nitrógeno, metales pesados y ácidos grasos.
- **Parámetros físicos:** Capacidad de retención de humedad, partículas y material inerte, tamaño de partículas, densidad aparente, espacio poroso y contenido de humedad.

4.10. Lugar de estudio

La presente propuesta se desea realizar en el Sector de Fundo Curaumilla del poblado de Laguna Verde, al sur de la ciudad de Valparaíso, Comuna de Valparaíso, quinta región de Chile.

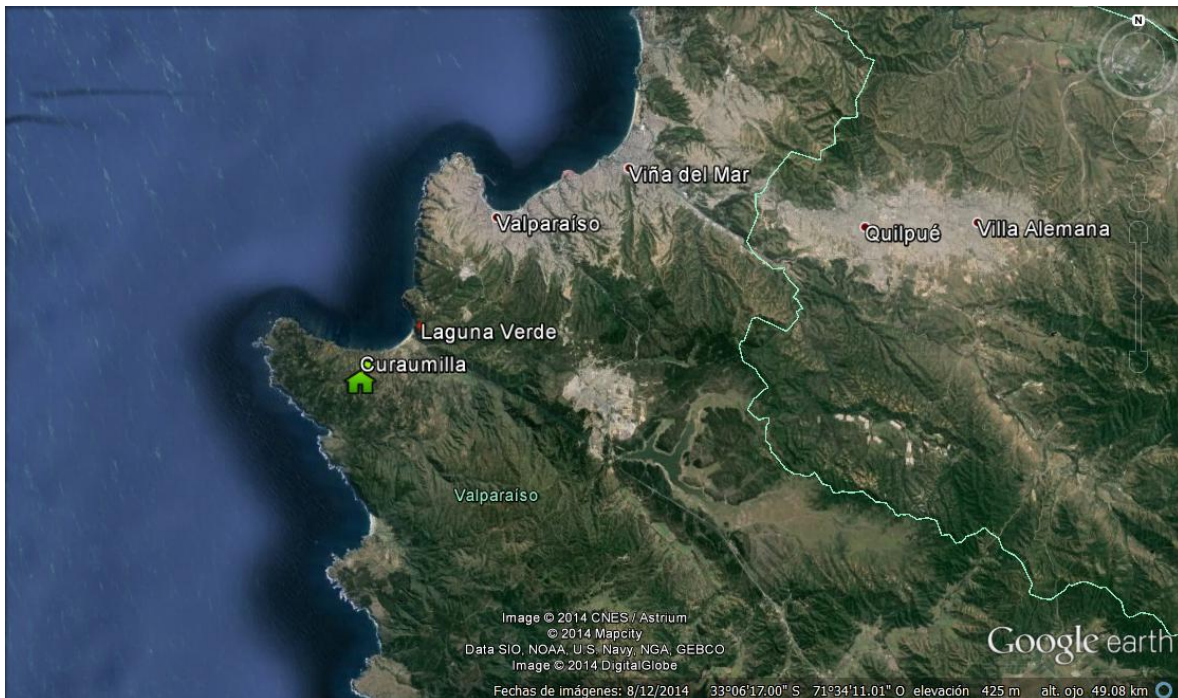


Figura 9. Mapa del área de estudio (Google Earth)

Laguna Verde cuenta con una población de tiene una categoría de poblado y cuenta oficialmente con una población de 831 personas y una cantidad de 461 viviendas según informa un estudio de la División Político Administrativa y Censal sobre la Región de Valparaíso (2007). Antes de este estudio, el Censo del año 2002 establecía que Laguna Verde solo contaba con 600 viviendas (CENSO, 2002). Por otra parte, un estudio de la Universidad de Valparaíso realizado el año 2010, realiza un censo registrando la opinión de 2.259 habitantes y contabilizando 1.010 viviendas, de las cuales 650 corresponden a residentes permanentes y 360 fueran declaradas como viviendas sin residentes (Centro de Investigaciones Sociológicas, 2010).

4.10.1. Características naturales

Laguna Verde posee un clima característico de la zona correspondiente al tipo mediterráneo templado cálido con temperaturas moderadas debido a la cercanía del mar, y con una estación seca prolongada (PLADECO, 1998). Laguna verde posee acantilados de borde costero con pendiente mayor a un 45%, obteniendo una clasificación de tipo de suelo clase VII que se refiere a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado a la mantención de la vida silvestre, recreación y proyección de hoyas hidrográficas (PLADECO, 1998).

Cercano a Laguna Verde, se encuentran los Acantilados Federico Santa María ubicados específicamente en el Fundo Quebrada Verde y declarados en el año 2006 como Santuario de la Naturaleza por el Ministerio de Educación y el Consejo de Monumentos Nacionales. Este lugar es de importancia científica debido a que es un área de refugio para especies amenazadas como el Coipo (*myocastor coypus*), Zorro Chilla (*Pseudalopez griseus*) o la Culebra de Cola Larga (*Phylodrias tachymenoides*)², lo cual además despierta el interés de más personas por conocer el sector.

Por otra parte la playa de Laguna Verde y la playa Las Docas, son lugares que han alcanzado alto interés turístico, temática en la cual la Municipalidad de Valparaíso se ha enfocado.

4.10.2. Características socioeconómicas

El Centro de Investigaciones Sociológicas (2010), de la Universidad de Valparaíso realizó una investigación acabada de la realidad de Laguna Verde en cuanto a su situación socioeconómica y cuyos datos serán presentados a continuación:

Al realizar la comparación de los promedios de ingresos económicos de las viviendas permanentes de Laguna Verde, en contraste con los residentes ocasionales (que solo se encuentran en época estival) y con la población general de Valparaíso, se visualiza una

² http://www.arq.utfsm.cl/wp-content/uploads/2013/07/Declaracion_Santuario_Diario_Oficial.pdf

diferencia muy grande. La población permanente tiene un promedio de sueldo de \$345.340, mientras que los residentes ocasionales cuentan con un promedio de \$757.200 y para los residentes de Valparaíso la cifra es de \$511.788. Por lo tanto, se clasifica a Laguna Verde como un sector de pobreza según los ingresos de sus pobladores.

En cuanto a los empleos de las personas residentes, un 45,6% son trabajadores por cuenta propia, otro 36% son empleados u obreros del sector privado, un 7,3% es empleado u obrero del sector público y el porcentaje restante se distribuye en: Patrón o empleador (2,1%), empleado u obrero de empresas públicas (4,3%), servicio domestico puertas adentro (1,4%), servicio domestico puertas afuera (2%), familiar no remunerado (0,4%) y FF. AA. y del orden (1,1%). Ya que el mayor porcentaje de trabajo es por cuenta propia, como es sabido suele esto referirse a oficios manuales no calificados y la mayor parte de las veces son funciones temporales como maestros, cuidadores, jardineros entre otros.

Se determinó además que la situación de pobreza para el año 2009 en Laguna Verde fue de un 30,3%, lo cual es el doble que el porcentaje presentado en la región de Valparaíso que es de un 15,3%, mientras a nivel país fue 13,7%.

Por lo tanto, la estrecha relación entre el empleo y los ingresos refuerza el perfil de Laguna Verde en cuanto a su vulnerabilidad socio-económica.

4.10.3. La vulnerabilidad de Laguna Verde

Según el estudio del Centro de Investigaciones Sociológicas de la Universidad de Valparaíso (2010), la comuna de Valparaíso cuenta con 29 asentamientos clasificados como vulnerables, entre los que se encuentra Laguna Verde que cumple con cinco de los siete parámetros que definen la vulnerabilidad de un territorio entre las que más se destacan: La eliminación de excretas, las condiciones de riesgo como la inundación y la condición de tenencia de los terrenos. El Ministerio de Planificación y Cooperación define la vulnerabilidad como una condición multi-causal que tiene que ver con carencias o elementos propios del territorio y afectan directamente a las familias que lo habitan (Centro de Investigaciones Sociológicas, 2010).

A continuación se presentan los parámetros más importantes que catalogan la vulnerabilidad de Laguna Verde y los resultados obtenidos por el Centro de Investigaciones Sociológicas (2010):

- *Disponibilidad de sistema de eliminación de excretas:* El 8,2% de la población permanente cuenta con un sistema conectado a una red de alcantarillado, mientras un 72,8% esta tan solo conectado a una fosa séptica y el restante 18,9% posee otro sistema no sanitario. El sistema de fosa séptica es probable que no cumpla con la norma respectiva o probablemente estas instalaciones requieran una evaluación técnica por el servicio de red y la autoridad pública.
- *Tenencia de vivienda:* Un 59,2% de los residentes permanentes tienen sus terrenos con una condición de ocupación legal, lo que se considera como: terreno propio ya pagado, pagándose, pagado o pagándose y compartido con otras viviendas del sitio o arrendado por contrato. Mientras un 40,7% de la población residente sufre otra situación como: arriendo sin contrato (2,4%), cedido por servicios (8%), cedido por familiar u otro (10%), usufructo (1,6%), ocupación irregular (18,3) y otros casos (0,4%). Por otra parte, se determinó que Laguna Verde registra un 11,3% de viviendas que no reúnen las condiciones mínimas para sus moradores.
- *Condiciones de riesgos:* Se identifican dos sectores de riesgo de inundación los cuales son Otaegui y El Sauce.

Bajo las encuestas realizadas en el estudio ya citado, se identificaron la carencia de los servicios del lugar, los cuales se enumeran a continuación:

- ✓ Colectores de aguas lluvias
- ✓ Veredas
- ✓ Plazas y parques
- ✓ Iluminación de calles
- ✓ Paraderos de locomoción colectiva
- ✓ Farmacias
- ✓ Centros de pago
- ✓ Centro culturales y deportivos
- ✓ Hospitales

5. METODOLOGÍA

5.1. Objetivo específico 1

Realizar un levantamiento de información referente a la población piloto del Sector Fundo Curaumilla.

Para trabajar de forma óptima en el sector Fundo Curaumilla, fue necesario realizar previamente un levantamiento de información base con respecto al lugar y su comunidad. A continuación se presenta un esquema de como se llevo a cabo la realización de este objetivo.

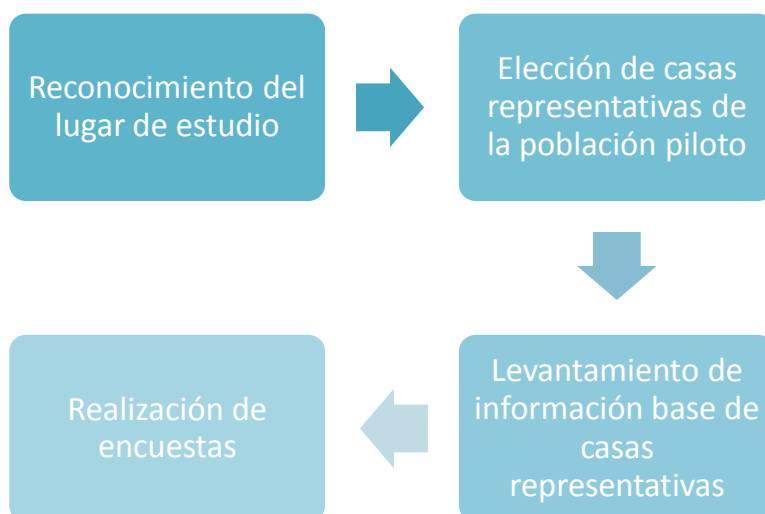


Figura 10. Esquema para realizar el objetivo específico 1

Los siguientes ítems corresponden a la descripción del esquema y actividades ejecutadas:

5.1.1. Reconocimiento del lugar de estudio

Se realizó un recorrido por el sector del Fundo Curaumilla para reconocer y evidenciar en terreno la problemática ambiental relacionada con los residuos, la cual quedó documentada por medio de fotografías.

5.1.2. Elección de casas representativas

Se concurrió al lugar de estudio, sector de Fundo Curaumilla de Laguna Verde y se aceptó la invitación a asistir a una reunión del Comité de Adelanto de Laguna Verde, en la cual se presentó la presente propuesta y se determinó la elección de las casas representativas, vale decir las viviendas en las cuales se realizaría la caracterización de residuos domiciliarios. Esta elección se basó en la voluntad y motivación mostrada por las familias a la hora de plantear el proyecto de investigación.

Posterior al término de la reunión, las familias entregaron los datos de contacto para la coordinación de las próximas visitas que conllevarán a la realización del levantamiento de información base de cada casa y las encuestas.

Es necesario definir los siguientes términos para evitar confusiones:

- *Casas representativas o casas pilotos:* Son aquellos hogares que se prestaron para la realización de la caracterización de residuos.
- *Población piloto:* Consiste en la población aledaña a las casas pilotos (incluyendo estas) que serán beneficiadas con la propuesta del plan de manejo de RSD y constituyen un polígono de trabajo.

5.1.3. Levantamiento de información de casas representativas

Se coordinó con los jefes de hogar con la finalidad de levantar información referente a las casas representativas y luego aplicar la encuesta. La información básica requerida de las casas representativas que se expresa en la siguiente modelo de Tabla 14:

Tabla 14. Modelo de Tabla de información básica

ID Casas	Número de habitantes	Coordenadas	Observación
CAS1			
CAS2			
.....			
Total			

5.1.3. Realización de encuestas

Se realizó la ejecución de una encuesta, que tiene como objetivo evaluar las nociones sobre:

- Manejo de residuos en el sector
- Conocimiento/prácticas de reciclaje y compostaje
- Comportamientos/costumbres del manejo de residuos en el hogar
- Apoyo/rechazo ante nuevas iniciativas que intentaran mejorar la situación de los residuos en el sector

Es importante destacar que las encuestas están basadas en Clemente (2014) en donde se consideraron preguntas de conocimiento ambiental (para medir el grado de noción de la población sobre los residuos sólidos generados en sus hogares), de valoración (para medir el grado de valor que la población le otorga al medio ambiente), de reconocimiento (para conocer posibles actitudes negativas de la población) y de acción (para conocer si la parte de la población piloto realiza actividades de reciclaje o compostaje).

El análisis se efectuó con el software Microsoft Excel (2007), el cual entrega herramientas estadísticas de gran utilidad y además facilita los análisis cuantitativos que nos ayudarán a codificar los resultados de las encuestas. La primera parte de la encuesta que se efectuó, consiste en variadas preguntas cerradas, las cuales presentan las siguientes ventajas (Ruiz & Morillo, 2004):

- Las respuestas son susceptibles de análisis estadístico y representación gráfica.
- Se puede determinar el grado de compromiso, la intensidad de respuesta y la frecuencia.
- Son más fáciles de interpretar que las preguntas abiertas.
- La elaboración de la base de datos tiene menores dificultades

A continuación, la Tabla 15 presenta el ejemplo de cómo se exhibirán algunos resultados y el análisis de cada pregunta de la primera parte de la encuesta. Cabe señalar que los resultados se apoyaron con gráficos.

Tabla 15. Modelo de respuestas para preguntas cerradas

Pregunta: ¿Cuántas bolsas de basura genera aproximadamente durante un día?				
Respuestas	Ninguna	Solo 1	Entre 2 y 3	Más de 3
Cantidad				
Cantidad %				
Grafico				
Análisis				

La segunda encuesta se basa en la Escala de Likert que consiste en una medición ampliamente utilizada que requiere que los encuestados indiquen el grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las afirmaciones (Naresh *et al.*, 2004). Esta escala tiene diversas ventajas como:

- Es fácil de construir y aplicar
- Los encuestados sin dificultad entienden cómo utilizar la escala
- Se puede realizar por correo, teléfono o entrevista personal

Los resultados y análisis se presentarán de la manera en que se exhibe en la Tabla 16, que para este ejemplo evalúa el conocimiento general de la temática de residuos sólidos domiciliarios:

Tabla 16. Modelo de respuesta para escala Likert

Afirmaciones	Cantidad de respuestas	% de respuestas
Afirmación 1	Totalmente de acuerdo	
	De acuerdo	
	No estoy seguro	
	Desacuerdo	
	Totalmente en desacuerdo	

Nota: Las encuestas están disponibles en los Anexos A y B

5.2. Objetivo específico 2

Efectuar una caracterización in-situ de los residuos sólidos domiciliarios generados por casas representativas de la población piloto.

El esquema para llevar cabo el objetivo específico 2, es el siguiente:

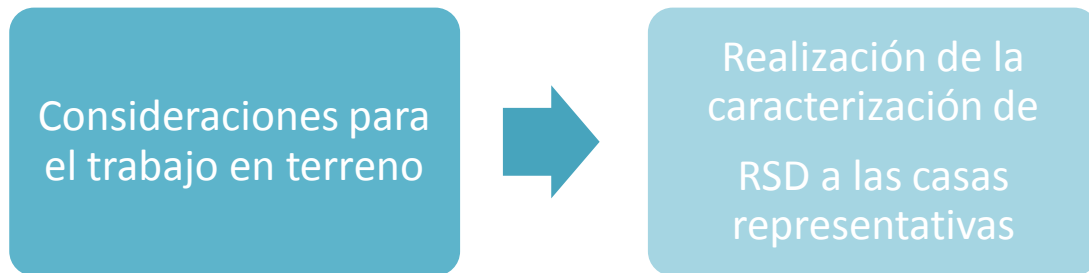


Figura 11. Esquema para realizar el objetivo específico 2

5.2.1. Consideraciones para el trabajo en terreno

Se coordinó por vía telefónica con los jefes de hogar de las casas representativas, para dar aviso sobre el trabajo en terreno correspondiente a la caracterización de residuos, tomándose las siguientes consideraciones:

Composición de los residuos

“Composición” es un término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso. La información sobre la composición de los residuos sólidos es importante para evaluar las necesidades de equipo de trabajo, los sistemas, los programas y planes de gestión (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

La composición de RSU es influenciada por varios factores: número de habitantes, poder adquisitivo, nivel educacional, hábitos y costumbres de la población, condiciones climáticas y estacionales y cambios en la policía económica de un país (Poletto & Silva,

2009). De los factores nombrados, el aumento del ingreso provoca cambios en los patrones de consumo, implicando una importante modificación en la composición de los RSU (Muñoz, 2012).

La Tabla 17 incluye los componentes utilizados con más frecuencia para definir e informar acerca de la composición de los residuos sólidos y además su descripción, según Lund (1999):

Tabla 17. Componentes típicos de residuos y su descripción según Lund, 1999

Componente	Descripción
Papel mezclado	Papel de oficina, papel de informática, revistas, papel satinado, papel encerado, otros papeles que no encajan en las categorías de papel de periódico y ondulados.
Papel de periódico	Papel de periódico
Ondulado	Medios ondulados, cajas o cartones ondulados, bolsas de papel marrón.
Plásticos: (Botellas PET, Botellas PE-HD, Película, Otros plásticos)	Todos los plásticos
Residuos de jardín	Ramas, varillas, hojas, hierba, otros materiales procedentes de las plantas.
Residuos de comida	Toda la comida excepto huesos.
Madera	Serrín, productos de madera.
Otros orgánicos	Textiles, goma, cuero, otros materiales fundamentalmente combustibles y que no se encuentran incluidos en las categorías anteriores.
Férreos: (Latas, Otros férreos)	Hierro, acero, latas de hojalata, latas bimetálicas.
Aluminio: (Latas, Papel, Otro aluminio)	Aluminio, latas de aluminio, papel de aluminio.
Vidrio: (Transparente, Ámbar, Verde)	Todo el vidrio
Otros inorgánicos y no combustibles	Roca, arena, polvo, cerámica, yeso, metales no férreos y no aluminios (cobre, latón), huesos.

En un estudio de Zafra (2009) se señala otra clasificación de los componentes de los RSD propuesta por la Sociedad Americana para la Prueba de Materiales (ASTM), la cual

discrimina a los componentes según su naturaleza orgánica (combustible) e inorgánica. La fracción combustible incluye residuos como el papel, cartón, plásticos, textiles, goma, cuero, madera, residuos de jardín y comida, mientras que la inorgánica estará conformada principalmente por materiales como el vidrio, cerámica, metales y cenizas (Zafra, 2009; ASTM, 1992).

Inspección del lugar

Según Lund (1999) las personas que están implicadas en el trabajo de campo deberían visitar cada uno de los lugares de muestreo. No se debería tardar más de 3 o 5 días en adquirir la información necesaria para comenzar el verdadero programa de muestreo. Durante estas visitas se debe examinar los aspectos físicos de la zona de estudio y obtener la siguiente información:

- Información y cuantificación de todos los tipos de rutas para las entradas de residuos, información sobre horarios y entregas.
- Información sobre campañas de recolección privadas
- Accesibilidad a los servicios públicos (luz eléctrica, agua).

Tamaño del equipo

El tamaño del equipo de muestreo está en función del alcance del estudio para la caracterización, la cantidad de residuos que entran en el lugar de muestreo y el número recomendado de muestras a seleccionar. Un estudio sobre la composición que implique solamente una caracterización de los residuos por componentes requerirá normalmente de 4 a 6 seleccionadores, así como un supervisor cuya función será operar la báscula y recopilar datos. Sin embargo, antes de comenzar el trabajo de campo se recomienda que el promotor del estudio discuta el tamaño del equipo con quienes realicen dicho estudio (Lund 1999).

Plan de seguridad para los trabajos de campo

Para Lund (1999), las personas que están seleccionando manualmente los residuos sólidos urbanos mezclados pueden encontrarse con elementos potencialmente peligrosos. Para minimizar los riesgos asociados con la selección de residuos, debe realizarse un plan de seguridad para los trabajos de campo, el cual debe contener como mínimo lo siguiente:

- I. Normalización de procedimientos y precauciones
- II. Identificación del equipamiento protector necesario
- III. Procedimientos generales de primeros auxilios
- IV. Procedimiento con respecto a residuos peligrosos
- V. Procedimientos de emergencia

Utensilios

Se requiere adquirir suficientes contenedores metálicos, plásticos o de fibra para la selección y el pesaje de cada componente, y deben ser etiquetados correctamente, con el fin de poder ser utilizados durante todo el estudio de muestreo. Es necesario pesar cada contenedor de almacenamiento al principio del día o más frecuentemente si es preciso, con el fin de conseguir pesos exactos.

5.2.2. Realización de la caracterización de RSD en las casas representativas

Generación per cápita

Durante 8 días consecutivos se ejecuto un pesaje en kilogramos de residuos domiciliarios para cada casa representativa. La recopilación de los pesajes es de suma importancia determinar la generación de residuos *per cápita* de la población de estudio. Cabe destacar que se debe considerar la cantidad de residentes que habiten en las casas representativas. La fórmula a utilizar para calcular la Generación *Per Cápita* (GPC) es la siguiente (Aquino, 2012):

$$GPC = \frac{P_t}{N_d \times N_m} \left[\frac{kg}{hab \text{ día}} \right]$$

Donde:

GPC= Generación *Per Cápita* (kg/habitante/día)

P_t= Peso total de los residuos sólidos recolectados en el día (kg)

N_d= Número de días de recolección de las muestras (días)

N_m= Número de miembros por vivienda (habitante)

La información recabada para realizar el cálculo de la totalidad de los residuos caracterizados, su porcentaje y la generación *per cápita*, será transcrita y ordenada como se presenta en la Tabla 18

Tabla 18. Modelo de Tabla para caracterización total

Días	Kg recolectados al día	CAS1	CAS2	CAS3	CAS4	CAS5	CAS6	CAS7	CAS8	CAS9
Día 0										
Día 1										
Día 2										
Día 3										
Día 4										
Día 5										
Día 6										
Día 7										

Se obtuvo además un promedio y la desviación estándar de los datos presentados anteriormente.

Densidad de RSD

Luego se calculó la densidad de los residuos en kg/m³ mediante la utilización del contenedor cilíndrico y la huincha de medir. La fórmula de cálculo para la densidad es la siguiente (Pala, 2006):

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{N * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (H - h)} \left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

Donde:

S= Densidad de los residuos sólidos

W= Peso de los residuos sólidos (kg)

V= Volumen de los residuos sólidos

D= Diámetro del cilindro (m)

H= Altura total del cilindro (m)

h= Altura libre de residuos sólidos (m)

N= Constante (3.1416)

A continuación se presenta el modelo de Tabla 19 en el cual se presentan los datos para el cálculo de la densidad, basada en Aquino (2012) y cuyos resultados son para cada casa piloto.

Tabla 19. Modelo de Tabla para densidad

ID Casa:									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas									
Altura libre (cm)									
Peso (kg)									
Densidad (kg/m ³)									

Además se realizó el cálculo de la cantidad de bolsas de basura, el peso de estas y la densidad diaria, los cuales serán presentados en el siguiente modelo de Tabla 20 (basado en Tchobanoglous *et al.*, 1994).

Tabla 20. Modelo de Tabla densidad

Día de muestreo	Total de bolsas por día	Masa de bolsas diario (kg)	Promedio de densidad diaria (kg/m³)

Información de caracterización

En cuanto a los análisis específicos para cada residuo se completo la siguiente Tabla 21 resumen:

Tabla 21. Modelo de tabla resumen para caracterización

Tipo de residuo	Cantidades totales de residuos generados en una semana (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio		
Papel		
Orgánico		
Vidrio		
Férreo		
Madera		
Otros orgánicos		
Inorgánico no combustible		
Plástico		
Peligroso		
Electrónico		
Total		

La caracterización de residuos en cada casa se efectuó aplicando diariamente una tabla de identificación de residuos basada en Lund (1999), que se encuentra disponible en forma detallada en el Anexo E.

Con el dato de la masa de cada tipo de residuo y conociendo los kilogramos de residuos totales recolectados en el día, es posible calcular el porcentaje de cada componente con la siguiente fórmula (Aquino, 2012):

$$\text{Porcentaje de residuo (\%)} = \frac{P_c}{P_t} * 100$$

Donde:

P_c = Peso de cada componente en los residuos sólidos

P_t = Peso total de los residuos sólidos recolectados en un día

Los cálculos totales de residuos domiciliarios por día se expresarán como se indica en la Tabla 22, (basado y adaptado en Tchobanoglous *et al.*, 1994):

Tabla 22. Modelo de caracterización diaria

Día de muestreo:		
Fecha:		
Tipo de residuo	Masa total (kg/día)	Promedio %
Aluminio		
Papel		
Orgánico		
Vidrio		
Férreo		
Madera		
Otros orgánicos		
Inorgánico no combustible		
Plástico		
Peligroso		
Electrónico		
Total		

5.3. Objetivo específico 3

Elaborar una proyección de los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto y estimar la reducción de estos con la implementación de un plan de manejo en las casas representativas.

Una vez recabada la información de los objetivos anteriores, es posible comenzar a generar información base del lugar de estudio, la cual es fundamental para poder realizar los lineamientos necesarios para los planes de manejo de RSD.

El esquema para llevar cabo el objetivo específico 3, es el siguiente:

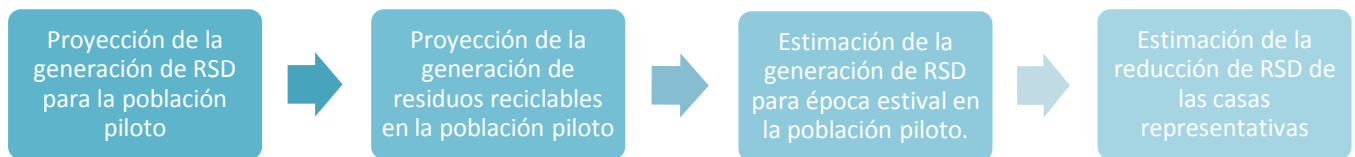


Figura 12. Esquema para realizar el objetivo específico 3

5.3.1. Proyección de la generación de RSD para la población piloto

Con los datos obtenidos en la caracterización de RSD, es posible realizar los cálculos de generación *per-cápita* y la cantidad total de residuos domiciliarios. Estos datos son de suma importancia para elaborar una proyección de la generación de RSD hasta 10 años más, vale decir hasta el año 2025.

La metodología para este cálculo se basará en un trabajo del Ministerio de Desarrollo Social del año 2013, el cual se titula como Metodología de preparación y evaluación de proyectos de residuos sólidos domiciliarios y asimilables.

La proyección considera un análisis de la GPC de RSD obtenida, la cual se contrastará con los diferentes estratos socioeconómicos que se proponen en la metodología ya citada para así obtener un modelo basado en las tendencias de la GPC para el estrato seleccionado. La datos según el estrato socioeconómico son los siguientes:

Tabla 23. Generación per-cápita y tasa de crecimiento de RSD según estrato social (MIDEPLAN, 2013)

Estrato socioeconómico	Nivel de ingreso	Generación (kg/hab/día)	Rango tasa de crecimiento media anual (%)	Tasa de crecimiento media anual sugerida
Nivel Alto	$i > \$1.800.00$	1,38	0-1%	0,5%
Nivel Medio	$\$850.000 < i < \$1.800.000$	1,05	1-2,5%	1,8%
Nivel Bajo	$i < \$850.000$	0,88	2,5-4,5%	3,5%

Para trabajar el cálculo de la proyección de la GPC de los RSD de la población piloto se utilizará la siguiente formula (Aquino, 2012):

$$GPC_f = GPC_a + f$$

Donde:

GPC_f= Generación Per-Cápita futura

GPC_a= Generación Per-Cápita actual

f= Factor de crecimiento media anual de la generación de RSD

Considerando una tasa promedio anual de crecimiento poblacional del Censo 2002 que fue de 1,2 personas por cada cien habitantes (INE, 2003), el cual se interpreta como una tasa de 0,012. La fórmula para realizar este cálculo hasta el año 2025 es la siguiente (Aquino, 2012):

$$Pf = Pa \times (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

Pf= Población futura

Pa= Población actual

n= Número de años

r= Tasa de crecimiento utilizada= 0.012

Por último, para el cálculo de las producciones totales anuales de RSD se utilizará la siguiente fórmula para su proyección (basado en Aquino, 2012):

$$Proyección_{año} = GPC_{año} \times P_{año}$$

Donde:

GPC año = Generación Per-Cápita del año proyectado

P año = Habitantes en el año proyectado

Resulta importante señalar que para la proyección de la población piloto se trabajo con Google Earth para determinar el polígono de la población piloto que se encuentra conformado por las casas representativas y sus aledañas. Con la imagen digital, se contabilizo la cantidad de casas del polígono, calculando así la cantidad de habitantes.

5.3.2. Proyección de la generación de residuos reciclables en la población piloto

Para realizar una proyección específica de los residuos reciclables, se utilizaron las fracciones identificadas en la caracterización de los RSD los cuales se multiplicarán por la cantidad total de residuos generados en las estimaciones hasta 10 años.

5.3.3. Estimación de la generación de RSD para época estival en la población piloto

Realizar una proyección de los RSD generados durante la época estival, resulta importante ya que es el tiempo en el cual la población del sector aumenta y por ende aumenta la cantidad de residuos en el lugar.

Para el cálculo en la población piloto, se realizará una estimación de las casas sin residentes por medio de Google Earth e incluyendo la experiencia del terreno para determinar esta cantidad. Cabe destacar que se utilizará la GPC calculada en la caracterización de RSD. Además, se considerará el dato entregado por el INE, que señala que el promedio de personas por viviendas es de 3,6 en sectores urbanos y 3,5 en sectores rurales, basándose en el censo realizado el año 2002 (INE, 2003).

5.3.4. Estimación de la reducción de RSD para las casas representativas

Por medio de balances de masa, se estimará la cantidad de RSD que tienen la potencialidad de ser reducidos gracias a las propuestas del presente trabajo, las cuales contemplan el vermicompostaje de materia orgánica y el reciclaje de ciertos materiales.

El balance de masa se define como la verificación de la igualdad cuantitativa de masa que debe existir entre los insumos de entrada y los productos de salida. Este balance puede ser aplicable tanto a un proceso como a cada una de las operaciones unitarias (Muñoz, 2012).

La ecuación general para un balance de masa en estado estacionario es la siguiente:

$$Entrada (E) = Salida (S)$$

5.4. Objetivo específico 4

Diseñar un plan de manejo para los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto.

A través de la realización de una propuesta de plan de manejo, aplicando vermicompostaje en las casas representativas y la técnica de reciclaje por intermedio de puntos limpios para la población piloto, se busca potenciar la segregación de residuos tanto orgánicos como inorgánicos reciclables con la finalidad de disminuir la cantidad de RSD generados en el sector de Curaumilla, aportando indirectamente a la disminución de micro-basurales y fomentando una correcta disposición de residuos.

El esquema a seguir para cumplir con el objetivo específico 4, es el siguiente:

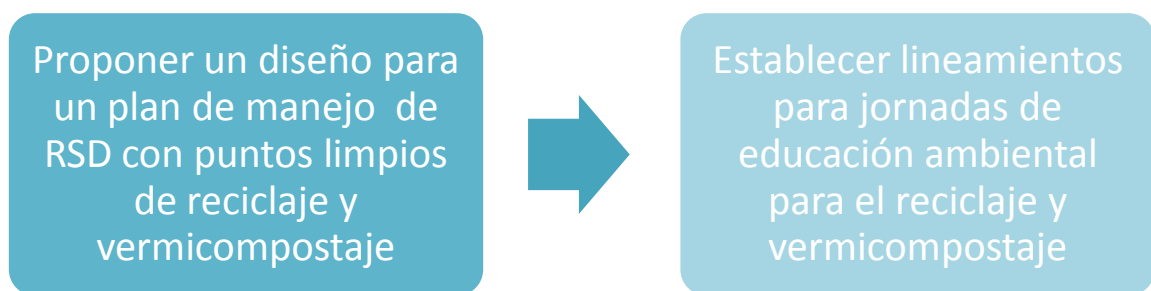


Figura 13. Esquema para realizar el objetivo específico 4

5.4.1. Proponer un diseño para un plan de manejo de RSD con puntos limpios de reciclaje y vermicompostaje

El Plan de Manejo, tanto como para Puntos Limpios como para Vermicompostaje, presentan la siguiente estructura:

- Especificaciones del lugar de estudio
- Definiciones de importancia
- Planificación (requerimientos, objetivos, programa)
- Implementación y funcionamiento (estructura, descripción de estructura, responsabilidades, descripción de funciones, procedimientos e instructivos).

5.4.2. Establecer lineamientos para jornadas de educación ambiental para el reciclaje y vermicompostaje

Jornadas de educación ambiental para el reciclaje

Se trabajaron las bases necesarias para ejecutar dos jornadas de educación ambiental para la implementación y óptimo funcionamiento del sistema de puntos limpios del sector de Curaumilla. El formato de las jornadas es de tipo charlas para la población, las cuales serán diseñadas para aclarar dudas generales y específicas, y además concientizar sobre la importancia del reciclaje y sus beneficios.

Cabe destacar que las jornadas de educación ambiental van estrechamente ligadas a una campaña de difusión de información con respecto a los puntos limpios, la cual tiene como objetivo fomentar la práctica adecuada del reciclaje.

Los lineamientos para la implementación de los puntos limpios se presentan en la siguiente Figura 14.

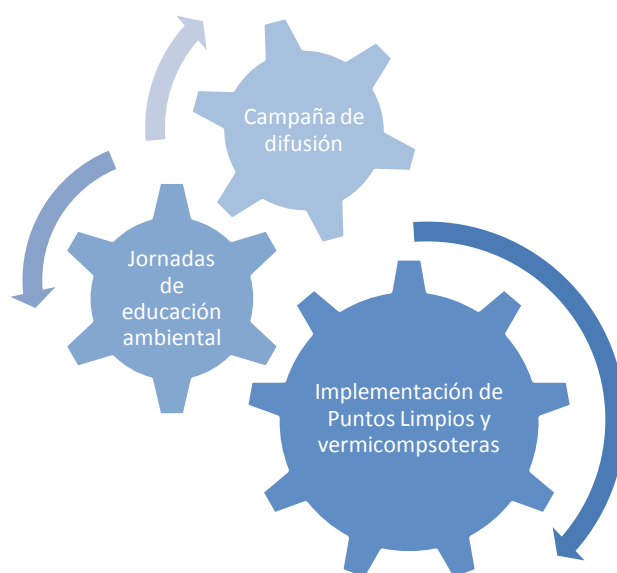


Figura 14. Lineamientos de jornadas de educación ambiental para reciclaje

Jornadas de educación ambiental para el vermicompostaje

El lineamiento principal para las dos jornadas de educación ambiental enfocadas en el vermicompostaje, es la realización de talleres interactivos sobre la temática y dirigidos exclusivamente a los integrantes de las casas representativas. Estos talleres tendrían la finalidad de capacitar a las familias, para así lograr un funcionamiento óptimo del vermicompostaje.

La difusión del vermicompostaje de residuos orgánicos, es más acotada en comparación de la que se realizaría para los puntos limpios pero de todas maneras es necesario ejecutarla para que se logre éxito en el plan de manejo.

5.5. Objetivo específico 5

Evaluar económicamente el plan de manejo diseñado para los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto.

Una vez obtenidos los resultados de los objetivos específicos anteriores, se procederá a analizar la viabilidad de la propuesta del Plan de Manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios en el sector de Fundo Curaumilla..

A continuación se presenta un esquema en las actividades a desarrollar para la ejecución del objetivo específico 5.

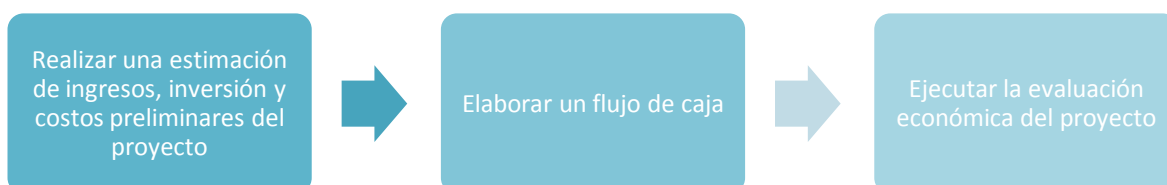


Figura 15. Esquema para realizar el objetivo específico 5

5.5.1. Realizar una estimación de ingresos, inversión y costos preliminares del proyecto

Se realizarán las cotizaciones necesarias de costos económicos en cuanto a infraestructura, implementos, materiales y trabajos remunerados para la implementación y funcionamiento tanto de los puntos limpios como de las vermicomposteras. Además se estimarán los ingresos económicos que podría tener el funcionamiento del plan de manejo de RSD propuesto, por la venta de residuos reciclables.

5.5.2. Elaborar un flujo de caja

Los flujos de caja son variaciones de entradas y salidas de caja o efectivo, en un periodo dado. Un flujo de caja se analiza a través del estado de flujo de caja, el cual tiene como objetivo proveer información relevante sobre los ingresos y egresos de efectivo de una empresa durante un periodo de tiempo³.

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos: a) los egresos de fondos, b) los ingresos y egresos de operación, c) el momento en que ocurren estos ingresos y egresos y d) el valor de desecho.

5.5.3. Ejecutar la evaluación económica del proyecto

Para definir una propuesta, es necesario primero realizar una evaluación económica de esta, que en este caso busca un beneficio social. La evaluación económica se basará en lo planteado por el Ministerio de Planificación (2006), utilizando indicadores de rentabilidad del Valor Actual Neto (VAN):

Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

³ <http://www.elmundo.com.ve/diccionario/fianza.aspx>

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial

BN_t = Beneficio neto del periodo t

n = Horizonte de evaluación

r = Tasa social de descuento

El criterio de decisión la utilizar el VAN es el siguiente:

- Si el VAN es positivo: es conveniente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es igual a 0: Es indiferente ejecutar el proyecto
- Si el VAN es negativo: No es conveniente ejecutar el proyecto

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Realizar un levantamiento de información referente a la población piloto del Sector Fundo Curaumilla.

Reconocimiento del lugar de estudio

Se realizaron 2 visitas al sector Fundo Curaumilla durante el mes de Julio del 2014, en las cuales se evidencio *in-situ* la problemática referente a los residuos domiciliarios que enfrenta la comunidad del lugar. Se constataron al menos 3 micro-basurales de considerable magnitud: uno ubicado cercano al canil de Laguna Verde, otro ubicado en la entrada del camino a Tierras Rojas y otro inserto en el centro del Fundo Curaumilla cercano al Almacén "El Popeye", siendo este último el de mayor importancia para el presente trabajo.

A continuación, se presenta la ubicación de los micro-basurales encontrados:

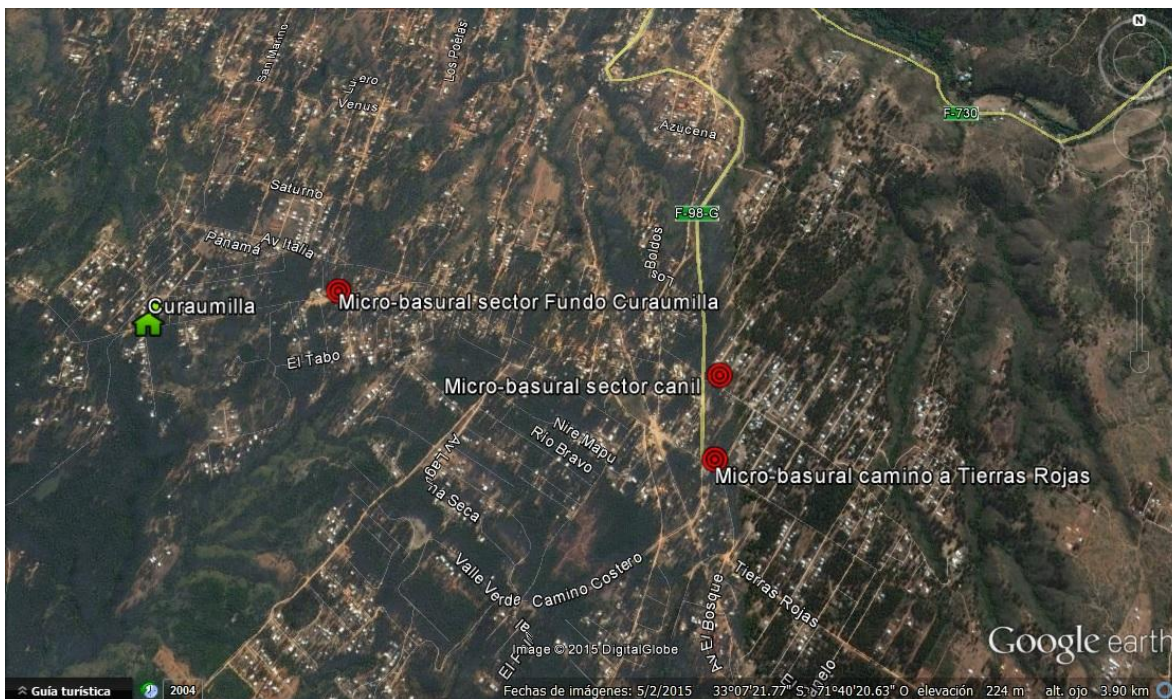


Figura 16. Ubicación de micro-basurales

Las fotografías de los micro-basurales son las siguientes:



Figura 17. Micro-basural ubicado cercano al Canil de Laguna Verde



Figura 18. Micro-basural sector Tierras Rojas



Figura 19. Micro-basural del sector Fundo Curaumilla

Cabe destacar que durante el recorrido en el lugar, se evidencian gran cantidad de residuos dispersos por los caminos, lo cual demuestra la falta de gestión de residuos que posee este sector de Laguna Verde; situación que es ratificada en conversaciones con los vecinos del sector.

Elección de casas representativas

Se realizó una tercera visita al sector en la cual se asistió una reunión dirigida por el Comité de Adelanto de Laguna Verde, donde se presento la base de la presente investigación y posteriormente 9 asistentes se mostraron interesados en participar de forma activa, específicamente en la caracterización de residuos. Por lo tanto las casas representativas, o también llamadas casas pilotos, que servirán en la primera fase de caracterización son en total 9. Luego se coordinó de forma directa con las personas, fijando las fechas para realizar las actividades de levantamiento de información base y la encuesta.

Si bien la NCh. 3321-2013 señala en su metodología para la "caracterización de residuos sólidos municipales", la determinación de número muestras a realizar en una caracterización, no se contempló el uso de este ítem debido a que se entregaba un valor muy alto de muestras a trabajar (más de 60 muestras), las cuales por tiempo, capacidad de trabajo e implementos no era factible de ejecutar.

Levantamiento de información base de las casas representativas

La cuarta visita al lugar de estudio se realizó el día 6 de Septiembre del año 2014, con la finalidad de levantar información relevante de las casas representativas y aplicar la encuesta de conocimientos de RSD. A continuación se presenta la información base general de las casas representativas.

Tabla 24. Información base de casas representativas

ID Casas	Número de habitantes	Coordenadas	Observación
CAS1	2	UTM 19H 249193 6332162	
CAS2	4	UTM 19H 248822 6332303	Se practica reciclaje benéfico de forma ocasional
CAS3	2	UTM 19 H 248805 6332331	Consiste en un mini-taller mecánico. Se practica reciclaje ocasional.
CAS4	2	UTM 19 H 248745 6332230	
CAS5	5	UTM 19H 249163 6332012	Consiste en una casa y negocio comercial. Además se practica reciclaje de latas y compostaje.
CAS6	4	UTM 19H 249633 6332121	Consiste en una casa y negocio comercial.
CAS7	4	UTM 19H 249743 6332082	
CAS8	1	UTM 19H 249772 6332181	
CAS9	5	UTM 19 H 249889 6332177	
Total	29		

Luego trabajando con el sistema de información geográfica ArcGis, se identifico la posición de cada casa representativa lo cual conlleva a identificar la población piloto a la cual se le aplicará el plan de manejo de residuos.



Figura 20. Referenciación geográfica de casas representativas y población piloto

Resultados de encuestas

La encuesta (Anexo A y B) fue aplicada a los jefes de hogar de las casas representativas, con la finalidad de obtener los conocimientos y nociones que las personas tienen referente a los RSD.

La encuesta fue trabajada de forma directa a las personas, explicándoles con anterioridad los objetivos de esta y el trasfondo del presente trabajo de investigación. A continuación en la Figura 21 se presentan imágenes de la realización de la encuesta.



Figura 21. Fotografías de la realización de encuestas

Resultados de respuestas cortas

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos. Cabe destacar que en el Anexo C, se encuentra el detalle de las preguntas con menor diferencia en cuanto a sus respuestas.

- De los encuestados, 7 de 9 personas reconoce la generación de 1 bolsa de basura al día. Mientras solo 2 personas asumen la generación de más bolsas de basura; estas personas se presume que sean las personas que tienen negocios comerciales en el sector.
- El 44% de los encuestados acude solo una vez a la semana al contenedor del sector, mientras el 56% lo hace entre 2 a 3 veces por semana.
- Para la pregunta 3: *“Bajo su opinión, ¿Usted considera necesario que el debería contar con un manejo de residuos domiciliarios?”* la respuesta fue unánime ya que las 9 personas encuestadas respondieron que “si” era necesario que el sector tenga un manejo de los residuos domiciliarios generados. Esta respuesta se interpreta en que las personas del sector Curaumilla identifican la temática de los RSD como relevante y necesaria de ser tratada.
- Solo 3 viviendas encuestadas reconocieron practicar alguna técnica de compostaje, reutilización o reciclaje.
- Para la pregunta 5: *“¿Usted tiene conocimiento de los problemas generados por la inadecuada acumulación de los residuos sólidos producidos en viviendas, como es el caso de la generación de micro-basurales?”*, ocho personas reconocían la

importancia que acarrea la problemática de los micro-basurales, mientras solo una persona decía no conocer los efectos de estos.

- Solo 1 persona reconoció haber eliminado su basura de forma o en lugares inadecuados. Esta persona al momento de responder el "porque" de su accionar, marco la opción "Porque el contenedor *se encontrada en su máxima capacidad*", lo cual deja en evidencia la necesidad de contar con un manejo de los RSD.
- Al momento de consultar por la motivación en la participación de un eventual plan de manejo de residuos, todos indicaron su apoyo.

Resultados de Escala Likert

Se agrupó todas aquellas afirmaciones que contenían un determinado tópico en común para la investigación.

Tabla 25. Resultado tópico: Percepción del manejo de RSD del sector

<i>Tópico: Percepción del manejo de RSD en el sector.</i>			
Afirmaciones	Cantidad de respuestas		% de respuestas
Laguna verde como poblado está preocupada de la contaminación por RSD.	Totalmente acuerdo	2	22%
	De acuerdo	0	0%
	No estoy seguro	1	11%
	Desacuerdo	1	11%
	Totalmente desacuerdo	5	56%
El sector Fundo Curaumilla está preocupado de la contaminación por RSD.	Totalmente de acuerdo	4	44%
	De acuerdo	0	0%
	No estoy seguro	1	11%
	Desacuerdo	2	22%
	Totalmente en desacuerdo	2	22%
Hoy en día, Laguna Verde le da mucha importancia al medio ambiente	Totalmente de acuerdo	1	11%
	De acuerdo	0	0%
	No estoy seguro	4	44%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	4	44%
Falta mayor aporte de recursos, de parte de la Municipalidad de Valparaíso	Totalmente de acuerdo	9	100%

para trabajar la problemática de los RSD.			
En época estival, aumenta la cantidad de residuos en el sector	Totalmente de acuerdo	8	89%
	Totalmente en desacuerdo	1	11%

Dentro de las interpretaciones que se pueden realizar al analizar los resultados, se puede decir que alrededor el 67% de los encuestados considera que Laguna Verde, como poblado no se encuentra preocupado por la problemática de los RSD. Luego al consultar si Laguna Verde es un poblado que le presta importancia al medio ambiente, las respuestas son más bien negativas ya que un 44% de los encuestados no se encuentra con la seguridad de responder a esta afirmación, mientras otro 44% se encuentra en total desacuerdo. Estas respuestas pueden deberse a la complejidad organizacional que posee Laguna Verde, ya que cuenta con alrededor de 4 grandes juntas vecinales que no han podido concretar engranajes de acción con respecto a temáticas ambientales.

Por otra parte, al preguntar por el sector específico de Curaumilla y su preocupación con respecto a la problemática de los RSD, las opiniones terminan siendo divididas con un 44% que considera que el sector si está preocupado por la contaminación por RSD y otro 44% que dice estar en desacuerdo con esta afirmación. Estas respuestas divididas, es posible que reflejen la actual situación en el sector de Curaumilla en cuanto a su estado de organización política ya que además de operar la Junta Vecinal IV Génesis, se han levantado una serie de pequeñas organizaciones sociales, como lo es por ejemplo el Comité de Adelanto El Faro. Por lo tanto, es posible que algunos habitantes sientan que no existen avances en materia medioambiental ya que el sector podría carecer de liderazgo para implementar proyecto de esta índole y por otra parte, hay habitantes que probablemente contestaron esta encuesta y si participan activamente en agrupaciones sociales que están trabajando para mejorar el sector.

El 100% de los encuestados considera que falta mayor aporte de recursos, de parte de la Municipalidad de Valparaíso para trabajar la problemática de los RSD. Como se conoce,

Laguna Verde se contempla dentro de la administración de la Municipalidad de Valparaíso y esta cuenta con una asociatividad municipal con Viña del Mar. A nivel regional, existe una complejidad y diversidad de cada uno de los municipios y su respectivos Comunales, para abordar una tarea común, en coordinación con los Gobiernos Regionales y los ministerios con competencia en la materia (RSD), lo que ha impedido tomar decisiones regionalmente a nivel asociativo (Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos, 2014). Se conoce que el costo anual del año 2009 para la recolección, transporte y disposición final de los RSD de la Municipalidad de Valparaíso alcanza los 4.156.324.519 de pesos (Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos, 2014). Cabe destacar que en un estudio realizado por el Centro de Economía y Administración de Residuos Sólido (CEARS), se le consulto a las municipalidades si poseían un déficit financiero en su respectiva unidad de aseo, a lo cual un 31% respondía no tener la cuantificación, otro 21% no respondía esta pregunta y un 23% aceptaba tener un déficit mayor al 60% (CEARS, 2014), lo cual da cuenta de la necesidad a nivel país que existe de organizar las finanzas y recursos necesarios para la temática de residuos. Por último, un 89% de los encuestados se encuentra en total acuerdo con la afirmación de que en época estival existe un aumento considerable de los residuos en el sector

Tabla 26. Resultado tópico: Valorización que la población le otorga al medio ambiente.

Tópico: Valorización que la población le otorga al medio ambiente			
Afirmaciones	Cantidad de respuestas		% de respuestas
La generación de micro-basurales puede ser perjudicial para la salud humana.	Totalmente acuerdo	8	89%
	Totalmente desacuerdo	1	11%
Botar papeles, frutas y verduras en quebradas o sitios abandonados produce efectos negativos sobre el medio ambiente.	Totalmente de acuerdo	7	78%
	De acuerdo	0	0%
	No estoy seguro	1	11%
	Desacuerdo	1	11%
	Totalmente en desacuerdo	0	0%
Es importante implementar en los colegios, talleres de educación ambiental.	Totalmente de acuerdo	8	89%
	Totalmente en desacuerdo	1	11%

Con respecto a la primera afirmación, un 89% de los encuestados reconoce que la generación de micro-basurales puede ser perjudicial para la salud humana, lo cual da un indicio de que la población conoce los riesgos a los cuales se pueden ver expuestos si continúa el crecimiento de los micro-basurales del sector. Según Organización Panamericana de la Salud (OPS), las basuras orgánicas domésticas suponen un riesgo especial para la salud, ya que su fermentación crea las condiciones idóneas para la supervivencia y proliferación de los microorganismos, sobre todo cuando se mezclan con las excretas humanas en ausencia de sistemas de saneamiento, además estos residuos proporcionan también nutrición y un medio ambiente natural para insectos, roedores y otros animales que son portadores potenciales de gérmenes (OPS, 2000).

Para la segunda afirmación, se obtuvo que un 78% de los encuestados, reflexiona que botar papeles, frutas y verduras por las quebradas o sitios abandonados produce efectos negativos para el medio ambiente, lo cual da cuenta de una población informada con respecto a este tema.

Para la última afirmación, el resultado fue que un 89% de las personas encuestadas considera necesario implementar talleres de educación ambiental en los colegios, lo que señala que en general las personas le da una importancia a la formación de las futuras generaciones con respecto a los asuntos ambientales. Actualmente, nuestro país está realizando una serie de avances en esta materia, como es el establecimiento de una Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable o la creación del Centro Nacional de Educación Ambiental el cual tiene como objetivo la realización de investigaciones, capacitaciones y la generación de material info-educativo de uso libre. El Ministerio de Medio Ambiente trabaja a la par con el Ministerio de Educación para la elaboración de una estrategia que promueva la educación ambiental en la formación de niños y niñas del país, contribuyendo a establecer el estándar de calidad en educación ambiental en el sistema educacional, fortaleciendo el papel conductor de la educación pública (Zavala, 2014).

Tabla 27. Resultado t3pico: Conocimiento b3sico sobre RSD

T3pico: Conocimiento b3sico sobre los RSD y pr3cticas de reciclaje			
Afirmaciones	Cantidad de respuestas		% de respuestas
Ejemplo de residuos domiciliarios son: papel, vidrio, pl3stico y art3culos electr3nicos.	Totalmente acuerdo	5	56%
	De acuerdo	1	11%
	No estoy seguro	1	11%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente desacuerdo	2	22%
Basura es lo mismo que residuo	Totalmente de acuerdo	2	22%
	De acuerdo	2	22%
	No estoy seguro	2	22%
	Desacuerdo	2	22%
	Totalmente en desacuerdo	1	11%
El vidrio se puede reciclar	Totalmente de acuerdo	6	67%
	De acuerdo	1	11%
	No estoy seguro	0	0%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	2	22%
Reutilizar es lo mismo que reciclar	Totalmente de acuerdo	5	56%
	De acuerdo	1	11%
	No estoy seguro	2	22%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	1	11%
Los pl3sticos contaminan gravemente el medio ambiente.	Totalmente de acuerdo	7	78%
	De acuerdo	1	11%
	No estoy seguro	0	0%
	Desacuerdo	0	0%
	Totalmente en desacuerdo	1	11%

En cuanto a las afirmaciones de reconocimiento de RSD, en la primera afirmaci3n encontramos que un 67% de los encuestados est3 de acuerdo con que el papel, vidrio, pl3stico y residuos electr3nicos son RSD lo cual podr3a ser justificado ya que seguramente son residuos que ellos mismos han identificado en su hogar. Sin embargo, los desechos electr3nicos tienen una categor3a de ser peligrosos y que al tener una eliminaci3n igualitaria a la de los RSD, podr3an generar importantes alteraciones al medio ambiente.

Se refleja entonces un poco de desinformación de parte de la comunidad, lo cual se puede identificar en las respuestas obtenidas en la segunda afirmación, ya que se obtuvieron resultados bastante estrechos. La afirmación que sostiene “Basura es lo mismo que residuo”, obtuvo un 33% de desacuerdo, un 44% de acuerdo y un 22% no estaban seguros de la respuesta, lo cual hace evidente la necesidad de generar educación ambiental a la población.

Por otra parte, un 89% de la población piloto encuestada reconoció estar de acuerdo con la afirmación que sostiene que los plásticos contaminan gravemente al medio ambiente, lo cual se podría interpretar en que las personas son capaces de reconocer aquellos residuos que pueden alterar a los ecosistemas.

Para las afirmaciones relacionadas con el reciclaje, se encontró que un 78% de los encuestados reconoció estar de acuerdo con que el vidrio si puede ser reciclado, sin embargo en cuanto a los conceptos básicos se obtuvo que un 67% de las personas consideran que el reciclaje y la reutilización son sinónimos, el 22% no estaba seguro de su respuesta y solo un 11% pudo estar en total desacuerdo y reconocer que son 2 técnicas completamente distintas. Parte de la educación ambiental necesaria para la población, debe considerar la teoría base y la práctica de las técnicas de reciclaje y reutilización, vale decir, las personas deberían ser capacitadas para identificar y aplicar estas técnicas.

6.2. Efectuar una caracterización *in-situ* de los residuos sólidos domiciliarios generados por las casas representativas de la población piloto.

Consideraciones para el trabajo en terreno

- Composición de residuos: Se realizó una revisión bibliográfica referente a la clasificación de los diversos residuos domiciliarios que se pueden encontrar y se elaboraron "fichas de residuos" para cada casa representativa, con la finalidad de ordenar los datos que se obtendrían en la caracterización.
- Inspección del lugar: Específicamente el sector de Fundo Curaumilla cuenta con un gran contenedor de basura, el cual según lo conversado por los vecinos, es recolectado 1 vez por semana pero sin embargo hay ocasiones en que esta recolección no ocurre, por lo cual el sector recibe un servicio intermitente de recolección de basura. Esto ocasiona que se estén generando micro-basurales, los cuales son además son potenciados gracias a la gran cantidad de perros vagos que habitan en el sector. Por otra parte, se aprecia solo un camino principal de acceso al gran contenedor del sector y no se observan campañas de recolección privadas.
- Tamaño del equipo: El equipo que trabajo en terreno fue de 2 personas, debido a que la caracterización de residuos se realizó solo 9 casas representativas. Cabe discutir que si la caracterización hubiese contemplado mayor cantidad de casas, se tendría que haber contado con mayor cantidad de personas en el equipo.
- Plan de seguridad para los trabajos de campo: Al tratarse de un equipo de trabajo reducido, no se elaboró un plan de seguridad como tal. Sin embargo, se tomaron las precauciones básicas y necesarias para el trabajo en terreno:
 - I. Se contó con un botiquín de primeros auxilios durante las 8 jornadas de trabajo.
 - II. Se trabajo con los elementos de protección necesarios para evitar accidentes como lentes de seguridad, mascarillas y guantes de trabajo.
 - III. Se utilizó constantemente jabón líquido para la limpieza de las manos y bloqueador solar.

- Utensilios: Se realizó la compra de los materiales de trabajo con un presupuesto fue de \$40.000. Los materiales comprados fueron:
 - I. Pesa digital
 - II. Contenedor plástico
 - III. Bolsas de basura
 - IV. Palas de jardín
 - V. Forro plástico



Figura 22. Utensilios de trabajo y seguridad

Caracterización de residuos domiciliarios

La caracterización de los residuos se realizó durante 8 días consecutivos, comenzando el Lunes 29 de Septiembre y finalizando el Lunes 6 de Octubre de 2014.

La cantidad de residuos caracterizados durante los 8 días de muestreo fue de 130 kilogramos y el detalle se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla 28. Cantidad de RSD muestreados por día

Día	Días de muestreo	Cantidades RSD (kg)	Porcentaje (%)
Lunes	Día 0	32,745	25%
Martes	Día 1	16,265	12%
Miércoles	Día 2	20,895	16%
Jueves	Día 3	13,460	10%
Viernes	Día 4	8,835	7%
Sábado	Día 5	12,215	9%

Día	Días de muestreo	Cantidades RSD (kg)	Porcentaje (%)
Domingo	Día 6	11,290	9%
Lunes	Día 7	14,555	11%
	Total	130,260	100%

La mayor cantidad de residuos generados se visualiza durante el día 0 con un 25%, debido a la acumulación de basura que realizan los vecinos durante el fin de semana, es por lo tanto importante esta muestra 0 ya que no resulta ser el pesaje de residuos exclusivo del día Lunes, sino que del fin de semana y parte del día Lunes. Este resultado se contrasta con el porcentaje del día 7, el cual también corresponde a un día Lunes pero sin embargo, los residuos están representados con un 11%. Si se analiza el porcentaje de la cantidad de residuos generados durante los días 5, 6, y 7 (correspondiente a Sábado, Domingo y Lunes) se obtiene un 29% el cual es cercano al 25% calculado en la muestra del día 0. La menor generación de residuos se produce durante los días 4, 5 y 6 (correspondiente al Viernes, Sábado y Domingo) con un porcentaje inferior al 10%.

El gráfico del resultado obtenido es el siguiente:

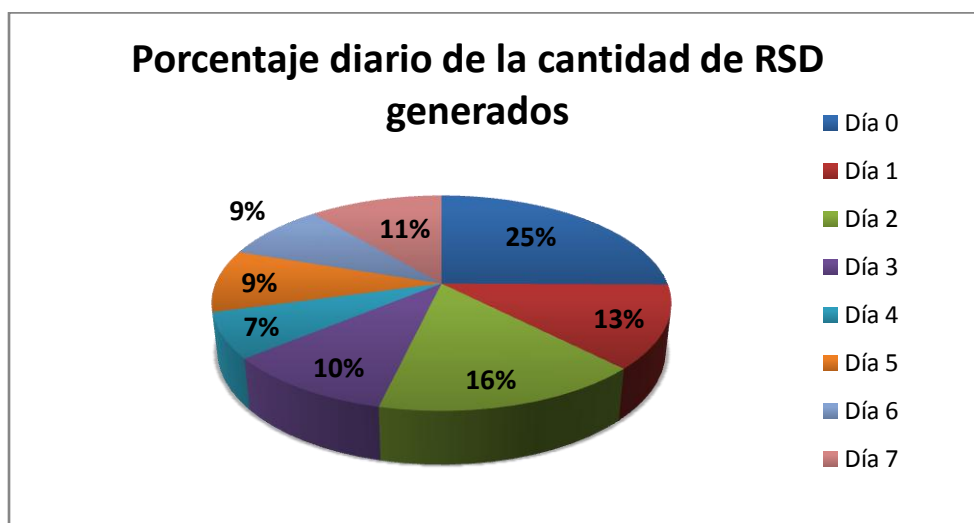


Figura 23. Porcentaje diario de la cantidad de RSD generados

El promedio de la generación diaria de RSD fue de 16 kilogramos debido a las altas diferencias de generación de residuos. Esto se ve reflejado por ejemplo en el día 0 en donde se pesaron 32,7 kilogramos en contraste al día 4 en donde se pesaron tan solo 8,8

kilogramos. Es por esto último que el cálculo de la desviación estándar es de 7,6 vale decir hay una gran diferencia entre el promedio de los residuos generados con los datos altos y mínimos resultantes

Por otra parte, la cantidad de generación de residuos por casa representativa fue la siguiente.

Tabla 29. Cantidad de RSD muestreados por casa representativa

ID Casa	Cantidades RSD (kg)	Porcentaje (%)
CAS1	17,185	13%
CAS2	7,070	5%
CAS3	6,620	5%
CAS4	9,550	7%
CAS5	45,475	35%
CAS6	20,400	16%
CAS7	8,145	6%
CAS8	5,095	4%
CAS9	10,720	8%
Total	130,260	100%

La gráfica para este resultado es la siguiente:

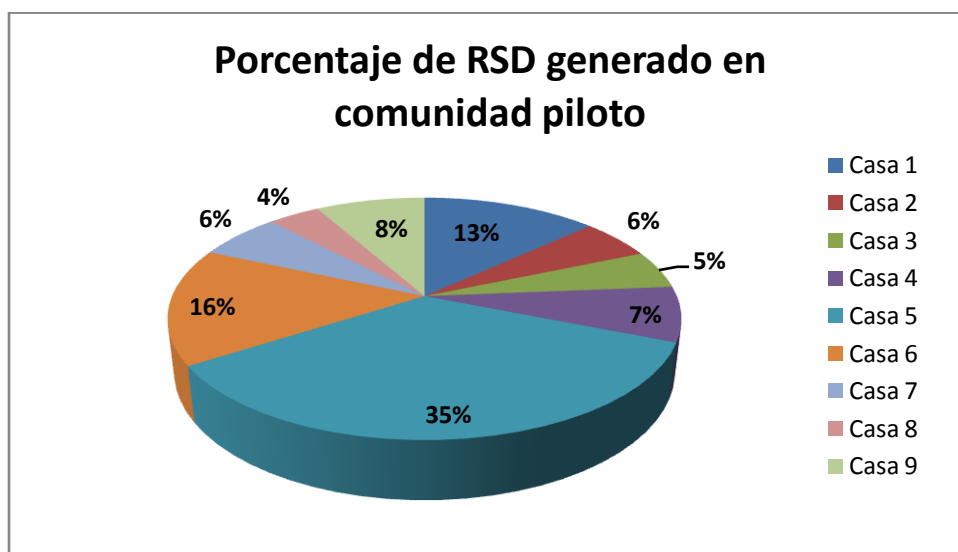


Figura 24. Porcentaje por casa representativa de la cantidad de RSD generados

La mayor cantidad de RSD se genera en la Casa 5 con un 35%, debido a que tiene la característica de ser un gran negocio comercial, además de ser una residencia habitada por 5 personas. La menor cantidad de residuos se producen en la Casa 8 con un 4% del total de la muestra, la cual tiene la particularidad de ser habitada solo por una persona.

Se obtiene un promedio de 14,5 kilogramos de generación de RSD para cada casa y además una desviación estándar de 12,7 lo que implica que nuevamente existe una gran diferencia en los datos.

Generación per-cápita (GPC) de RSD

Para cada día de muestreo se determinó el cálculo de GPC.

Tabla 30. Generación per-cápita para cada casa representativa

Días	kg recolectados al día	GPC (kg/hab/día)								
		CAS1	CAS2	CAS3	CAS4	CAS5	CAS6	CAS7	CAS8	CAS9
Día 0	32,745	2,0	1,0	2,0	2,0	0,8	1,0	1,0	4,1	0,8
Día 1	16,265	1,0	0,5	1,0	1,0	0,3	0,5	0,5	2,0	0,3
Día 2	20,895	1,3	0,7	1,3	1,3	0,5	0,7	0,7	2,6	0,5
Día 3	13,460	0,8	0,4	0,8	0,8	0,3	0,4	0,4	1,7	0,3
Día 4	8,835	0,6	0,3	0,6	0,6	0,2	0,3	0,3	1,1	0,2
Día 5	12,215	0,8	0,4	0,8	0,8	0,3	0,4	0,4	1,5	0,3
Día 6	11,290	0,7	0,4	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	1,4	0,3
Día 7	14,555	0,9	0,5	0,9	0,9	0,4	0,5	0,5	1,8	0,4

Tabla 31. Promedio diario de la generación per cápita de RSD

Promedios de GPC por día								
Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio final
1,7	0,8	1,1	0,7	0,4	0,6	0,6	0,7	0,8

Durante la caracterización de residuos se trabajó con 130 kilogramos de RSD, los cuales fueron pesados y clasificados según correspondía. Se calculó una GPC de 0,8 (kg/hab/día), valor que se encuentra dentro de los márgenes típicos que rondan entre los 0,5 (kg/persona/día) y 1,0 (kg/persona/día) según el Ministerio de Desarrollo Social (2013).

Para este cálculo se obtuvo una desviación estándar es de 0,5 lo cual significa que este promedio podría variar en 0,5 o vale decir encontrarse entre los márgenes de 0,3 (kg/hab/día) hasta los 1,3 (kg/hab/día).

Densidad de los residuos

Al ejecutar la medición en terreno de diferencia de altura entre los residuos y el contenedor cilíndrico, ocurrieron algunos eventos inesperados:

- Hallazgos de residuos eléctricos de mediano tamaño, específicamente dos hervidores de agua y una radio.
- La utilización de bolsas de gran tamaño que superaban la capacidad del cilindro de medición. Lo cual ocurrió solo en una oportunidad en la Casa 5 y en 3 ocasiones en la Casa 6, siendo efectivamente los hogares con mayor generación de residuos. Cabe recordar que el cilindro utilizado para hacer la medición tiene una capacidad de 30 litros, mientras el capacidad del basurero que contenía una gran bolsa era de 50 litros.
- En la Casa 5, al tratarse de un negocio comercial muy grande, la generación de cajas de cartón era muy alta y se encontraba de forma segregada. Claramente estas personas no colocaban sus cartones en bolsas de basura.

Ante estos hallazgos encontrados, se tomaron entonces las siguientes condiciones para poder realizar el cálculo de las densidades:

- Se consideraron los residuos electrónicos sueltos como una bolsa de basura más.
- En cuanto a las bolsas de mayor tamaño, se efectuó su división en 2 bolsas, vale decir, del tamaño de las bolsas de supermercado que son las comúnmente utilizadas por las personas para reunir su basura.

- No se contempló para la Casa 5 el cálculo de la densidad de los residuos tipo cartón correspondiente a 7.990 kilogramos.

A continuación se presenta un ejemplo de los resultados obtenidos, específicamente para la casa 1. El resto de los resultados para cada casa se presenta en el Anexo D. Es importante considerar el significado de las siguientes abreviaciones:

- RE = Residuo Electrónico
- 1G = 1 bolsa de gran tamaño

Tabla 32. Cálculo de densidad de RSD para casa 1 (ejemplo)

ID Casa: CAS1									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	3	1 + RE	1	1	-	-	1	1	9
Altura libre (cm)	16	3	22	30			25	20	-
	8	10							
	6								
Peso (kg)	2.165	4.360	1.085	0.520			0.640	1.140	17.185
	3.055	0.595							
	3.625								
Densidad (kg/m ³)	118.4	141.6	86.7	108.1			66.5	78.9	872.4
	117.6	24.7							
	129.9								

Se obtuvo una densidad promedio de 93,5 (kg/m³). La densidad de los residuos depende siempre del estado en que estos se encuentren comprimidos. La referencia de densidad para RSD varía entre los 200 (kg/m³) en contenedores individuales bolsas, hasta 250 (kg/m³) en contenedores grandes según el Ministerio del Desarrollo (2013, basado en un estudio de CEPIS), mientras otras investigaciones señalan que la densidad de los residuos se encuentra en 150 (kg/m³) cuando se encuentran sueltas en recipientes (CONAMA, 2006). Cabe destacar que la densidad puede variar en un 50% (Aquino, 2012).

Características generales de los residuos por día

Resulta interesante realizar un análisis del comportamiento de los residuos por cada día de muestreo, para así determinar en qué días de la semana se genera mayor cantidad de RSD. La siguiente Tabla 33 se enfoca en la generación de bolsas de basura diarias. Como se mencionó anteriormente se descarta la generación de cartón de la Casa 5 ya que se encuentra dispuesto de forma independiente

Tabla 33. Detalle de los días de muestreo

Día de muestreo		Total de bolsas por día	Masa de bolsas diario (kg)	Promedio de densidad diaria (kg/m ³)
Día 0	Lunes 29.09.2014	16	32,040	90,8
Día 1	Martes 30.09.2014	10	12,400	74,9
Día 2	Miércoles 1.10.2014	12	20,895	126,4
Día 3	Jueves 2.10.2014	9	12,065	111,5
Día 4	Viernes 3.10.2014	10	8,535	87,7
Día 5	Sábado 4.10.2014	9	11,510	97,2
Día 6	Domingo 5.10.2014	9	10,900	88,3
Día 7	Lunes 6.10.2014	10	13,925	68,8
Totales		85	122,270	93,5

A continuación se grafican la relación en la variable de bolsas de basura generadas y kg de RSD:

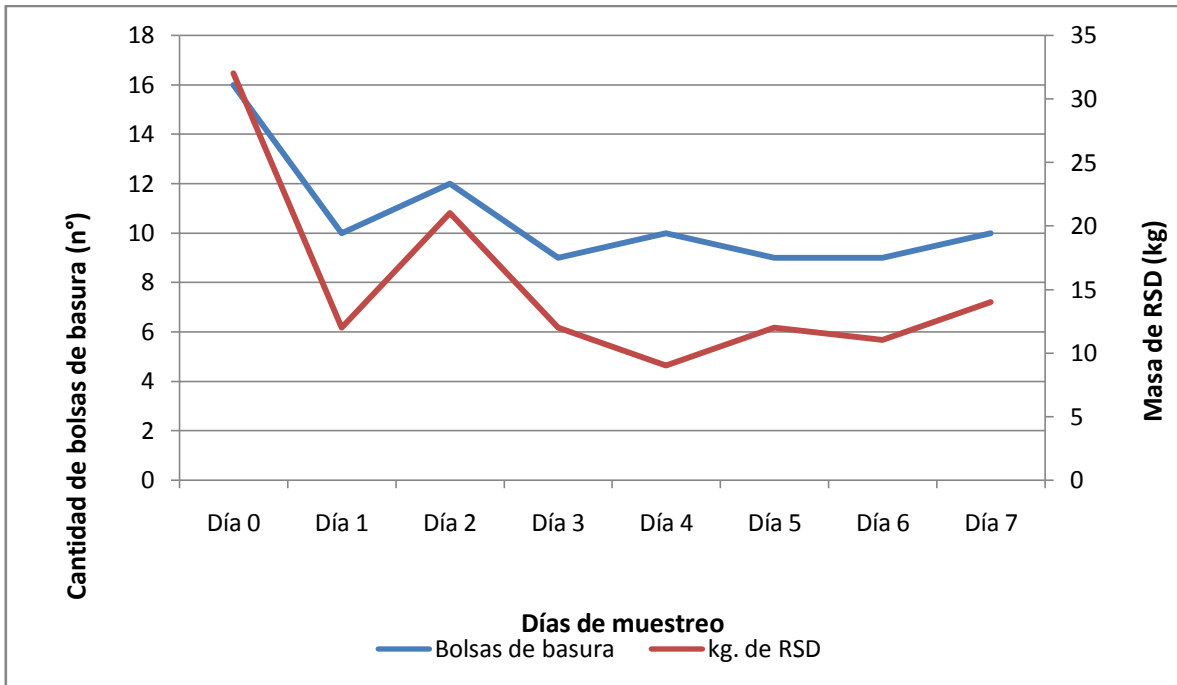


Figura 25. Relación de bolsas de basura y masa de RSD

La relación entre la cantidad de bolsas de basura generada en un día con respecto a los kilogramos de basura, no es tan estrecha. Si bien, se podría pensar que a mayor cantidad de bolsas, mayor sería los kilogramos de RSD generados, esto no sería un comportamiento constante. Como se aprecia en el Figura 25, durante el día 4 se pesaron 10 bolsas de basura las cuales contenían solo 8,535 kilogramos. Esto entonces dependerá de la composición y características que posean los residuos que se estén trabajando.

Caracterización de RSD

El resultado de la cantidad total de los RSD generados se presenta en la siguiente Tabla 34.

Tabla 34. Cantidad total de RSD

Tipo de residuo	Cantidades totales de residuos generados en una semana (kg)
Aluminio	3,700
Papel	13,505
Orgánico	93,075
Vidrio	6,355
Férreo	0,555
Madera	0,025
Otros orgánicos	0,585
Inorgánico no combustible	0,305
Plástico	9,845
Peligroso	0,025
Electrónico	2,285
Total	130,260

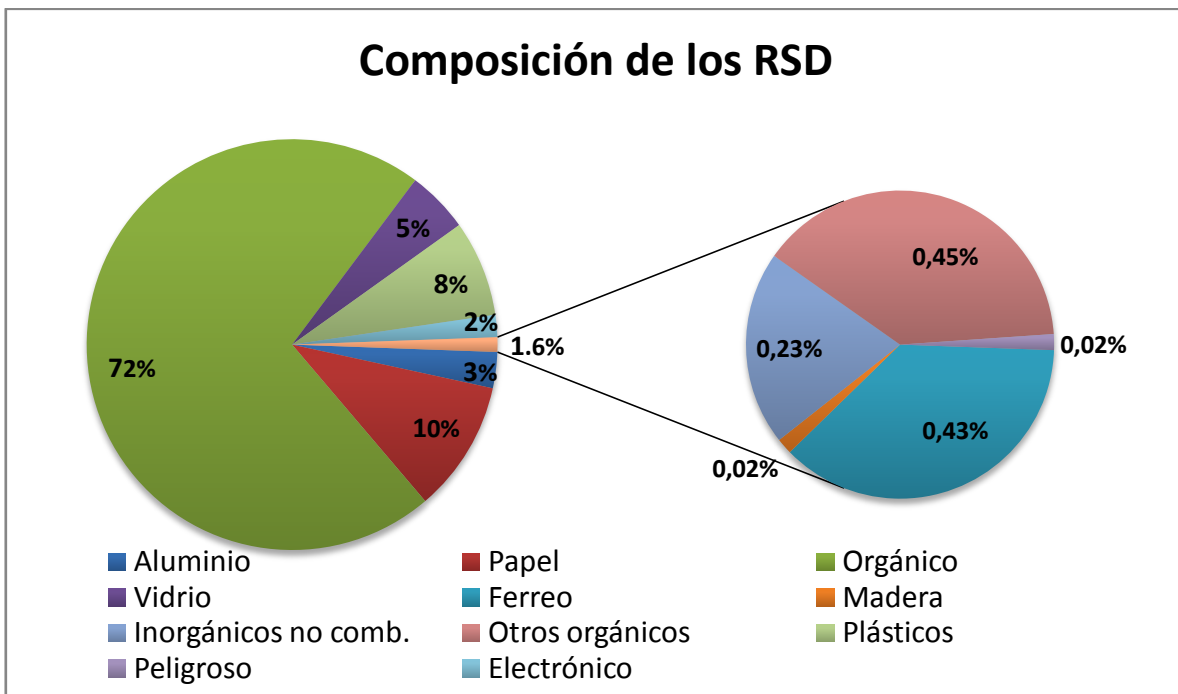


Figura 26. Composición total de los RSD muestreados

En la Figura 26 se puede apreciar que más del 80% de los residuos generados por la población podrían ser valorizados y tratados con técnicas como el compostaje y la lombricultura en el caso de los residuos orgánicos y con reciclaje para vidrios, papeles y aluminios. Lo cual ayudaría a disminuir la cantidad de residuos que se sitúan en el gran contenedor del sector, que muchas veces se ve sobrepasado en su capacidad.

Para los resultados específicos según tipo de residuos, se destaca:

Caracterización de plásticos

Tabla 35. Tipos y cantidad generada de plástico

Tipo de plástico	Cantidad generada en una semana (kg)	Porcentaje (%)
1 PET	4,070	41%
2 PE-HD	1,645	17%
3 PVC	0,625	6%
4 PE-LD	0,790	8%
5 PP	0,710	7%
6 PS	1,140	12%
7 Otros	0,865	9%
Total	9,845	100%

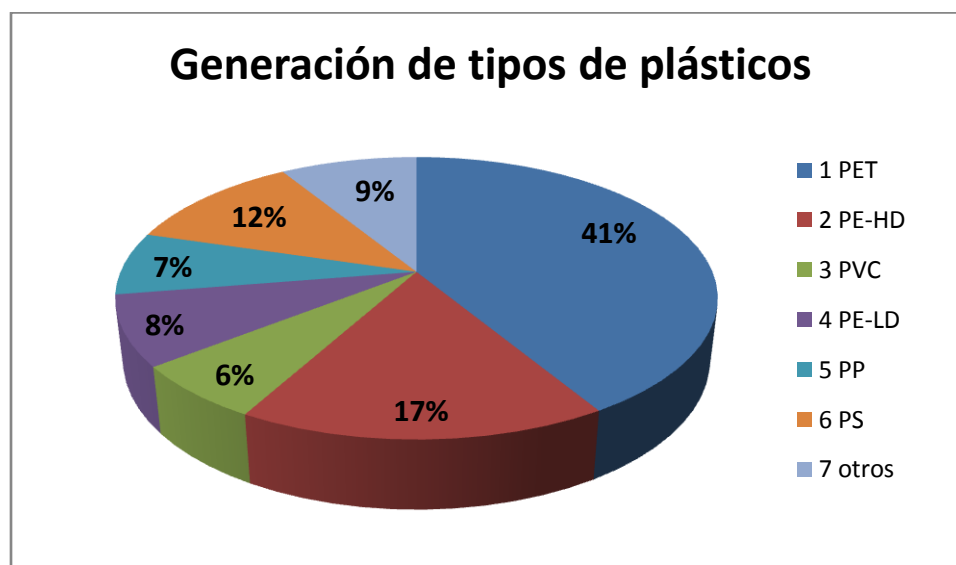


Figura 27. Porcentaje de generación según tipo de plástico

Se puede apreciar en la gráfica, que la mayor cantidad de plástico generado es de tipo PET 1 con un 41%, seguida luego del tipo de plástico 2 PE-HD. El tipo de plástico con menor cantidad es el tipo 3-PVC con un 6%.

Caracterización del papel

Tabla 36. Tipos y cantidad generada de papel

Tipo de papel	Cantidad generada en una semana (kg)	Porcentaje (%)
Diario	0,210	1.6%
Cartón	9,520	70.5%
Mezclado	0,785	5.8%
Servilleta-nova	1,755	13.0%
Tetrapack	1,205	8.9%
Celofán	0,030	0.2%
Total	13,505	100%

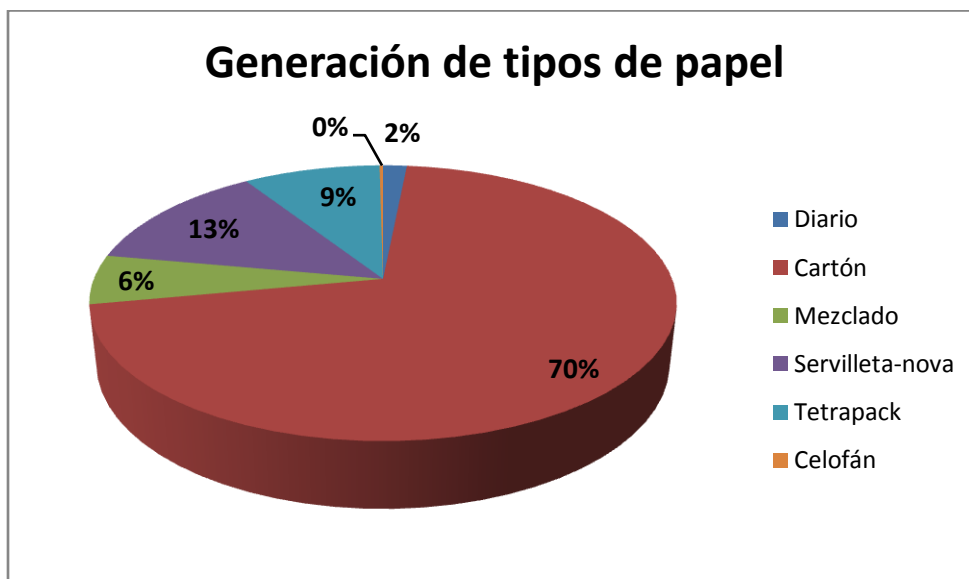


Figura 28. Porcentaje de generación según tipo de papel

Como se ve representada en la Figura 28, la mayor cantidad de residuos de tipo papel se ve representado en la generación de cartón con un 70%, seguida por lejos de la generación de servilletas y novas con un 13%.

Caracterización de residuos orgánicos

Tabla 37. Tipo y cantidad de materia orgánica generada

Tipo de orgánico	Cantidad generada en una semana (kg)	Porcentaje (%)
Compostable	85,725	92.1%
No compostable	7,350	7.9%
Total	93,075	100%

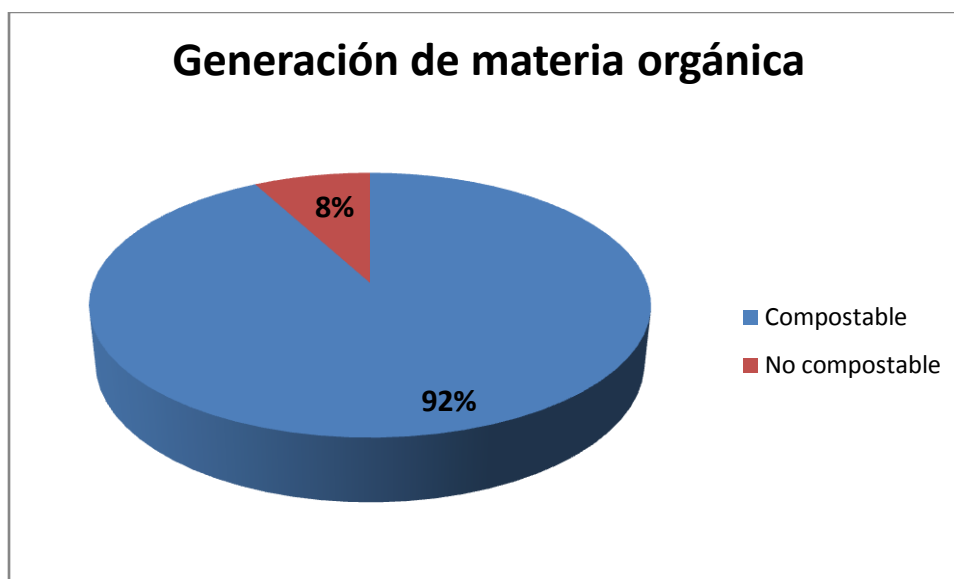


Figura 29. Porcentaje de generación según tipo de material orgánico

Como resulta evidente y por lo visto en la mayoría de los estudios de RSD, los residuos orgánicos componen la mayor cantidad dentro de la totalidad de los residuos. Dentro de esta materia orgánica, se calculó un aproximado de 92% de materia orgánica con propiedades adecuadas para generar compost y tan solo un 8% no apta para aplicar estas técnicas como vermicompostaje.

Los resultados de la caracterización de residuos para cada día de muestreo son los siguientes:

Tabla 38. Resultado de muestreo en días 0, 1 y 2

Día de muestreo: Día 0 Fecha: Lunes 29 de Septiembre de 2014			Día de muestreo: Día 1 Fecha: Martes 30 de Septiembre de 2014		Día de muestreo: Día 2 Fecha: Miércoles 1 de Octubre de 2014	
Residuo	Cantidad (kg/día)	Porcentaje	Cantidad (kg/día)	Porcentaje	Cantidad (kg/día)	Porcentaje
Aluminio	1,285	4%	0,040	0,25%	0,235	1,12%
Papel	2,825	9%	4,655	29%	1,065	5,10%
Orgánico	21,445	65%	10,320	63%	17,710	84,76%
Vidrio	1,750	5%	0,180	1%	0,665	3,18%
Férreo	0,095	0,29%	0	0%	0,040	0,19%
Madera	0,015	0,05%	0	0%	0	0%
Otros orgánicos	0,260	1%	0,030	0,18%	0,115	0,55%
Inorgánico no combustible	0,290	1%	0	0%	0,005	0,02%
Plástico	3,085	9%	0,445	3%	1,060	5,07%
Peligroso	0,005	0,02%	0	0%	0	0%
Electrónico	1,690	5%	0,595	4%	0	0%
Total	32,745	100%	16,265	100%	20,895	100%

Tabla 39. Resultado de muestreo en días, 3, 4 y 5

Día de muestreo: Día 3 Fecha: Jueves 2 de Octubre de 2014			Día de muestreo: Día 4 Fecha: Viernes 3 de Octubre de 2014		Día de muestreo: Día 5 Fecha: Sábado 4 de Octubre de 2014	
Residuo	Cantidad (kg/día)	Porcentaje	Cantidad (kg/día)	Porcentaje	Cantidad (kg/día)	Porcentaje
Aluminio	0,050	0,4%	0,080	0,91%	1,140	9,33%
Papel	1,765	13,1%	0,370	4,19%	1,195	9,78%
Orgánico	5,375	39,9%	7,335	83,02%	8,870	72,62%
Vidrio	3,760	27,9%	0	0%	0	0%
Férreo	0,255	1,9%	0,050	0,57%	0,115	0,94%
Madera	0	0%	0	0%	0,005	0,04%
Otros orgánicos	0,015	0,1%	0	0%	0,150	1,23%
Inorgánico no combustible	0,010	0,1%	0	0%	0	0%
Plástico	2,230	16,6%	1,000	11,32%	0,720	5,89%
Peligroso	0	0%	0	0%	0,020	0,16%
Electrónico	0	0%	0	0%	0	0%
Total	13,460	100%	8,835	100%	12,215	100%

Tabla 40. Resultado de muestreo en días 6, y 7

Día de muestreo: Día 6 Fecha: Domingo 5 de Octubre de 2014			Día de muestreo: Día 7 Fecha: Lunes 6 de Octubre de 2014	
Residuo	Cantidad (kg/día)	Porcentaje	Cantidad (kg/día)	Porcentaje
Aluminio	0,365	3,23%	0,505	3%
Papel	0,740	6,55%	0,890	6%
Orgánico	9,355	82,86%	12,665	87%
Vidrio	0	0%	0	0%
Férreo	0	0%	0	0%
Madera	0,005	0,04%	0	0%
Otros orgánicos	0,015	0,13%	0	0%
Inorgánico no combustible	0	0%	0	0%
Plástico	0,810	7,17%	0,495	3%
Peligroso	0	0%	0	0%
Electrónico	0	0%	0	0%
Total	11,290	100%	14,555	100%

Es importante mencionar que en el Anexo E, se encuentra disponible la caracterización específica por casa.

Registro fotográfico de la caracterización



Figura 30. Fotografías de la caracterización

6.3. Elaborar una proyección de los RSD de la población piloto y estimar la reducción de estos con un plan de manejo en las casas representativas.

Proyección de la generación de RSD para la población piloto

Por lo revisado en los antecedentes bibliográficos, Laguna Verde correspondería a un sector de nivel socioeconómico bajo, lo cual para la metodología del Ministerio de Desarrollo Social (2013) en la cual se basa el presente cálculo, significa ingresos por debajo de los \$850.000 pesos. Los datos a utilizar son los siguientes:

Tabla 41. Datos a utilizar para la proyección poblacional y de RSD de Laguna Verde

Variable	Dato
Tasa media de crecimiento anual de la población	1,2%
GPC (kg/hab/día)	0,88 (kg/hab/día)
Tasa de crecimiento GPC	3,5%

Cabe destacar que el cálculo de GPC encontrado en el presente trabajo fue de 0,8 valor similar al del propuesto por la presente metodología.

Para la elaboración de datos relacionados con la población piloto se trabajó por medio de Google Earth con el polígono que forma el área de estudio en donde se estimó una cantidad total de casas y se clasificó en residentes temporales y permanentes para realizar la proyección de época en el próximo punto.

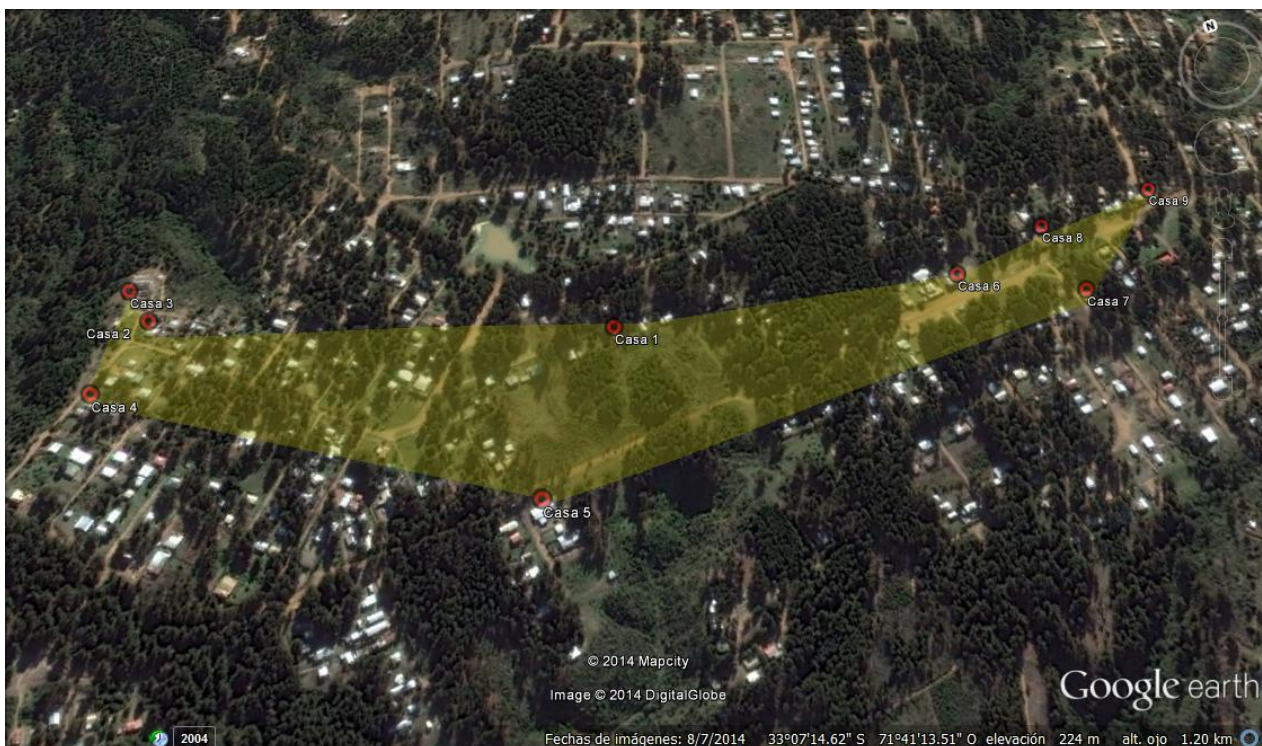


Figura 31. Polígono de la población piloto

En la Figura 31 se identificaron alrededor de 74 casas las cuales se estima que aproximadamente 46 casas son habitables de forma permanente y 28 como viviendas usadas en época estival, vale decir casas temporales. Utilizando el dato de 3,5 personas por vivienda (INE, 2003). La proyección de generación de RSD para este polígono, de las viviendas permanentes es la siguiente:

Tabla 42. Proyección poblacional y de RSD para la población piloto

Año	Proyección GPC (kg/hab/día)	Proyección N° de habitantes	Producción total de RSD (ton/año)	Producción total de RSD acumulado (ton/año)
2014	0,8	161	52	52
2015	0,9	163	54	106
2016	0,9	167	57	163
2017	1,0	173	62	225
2018	1,0	181	68	293
2019	1,1	192	74	397
2020	1,1	206	81	448
2021	1,1	223	91	539

Año	Proyección GPC (kg/hab/día)	Proyección N° de habitantes	Producción total de RSD (ton/año)	Producción total de RSD acumulado (ton/año)
2022	1,2	245	104	643
2023	1,2	272	119	762
2024	1,2	307	138	900
2025	1,3	350	164	1064

Proyección de residuos reciclables para la población piloto

A continuación se presenta una estimación y proyección de la cantidad de materiales reciclables que podría generar la población piloto y que por ende podría ser depositada en los contenedores de reciclaje de la presente propuesta.

. Para la estimación y proyección se consideraron las siguientes suposiciones:

- Para realizar la proyección se tomo desde el año 2014 hasta el año 2025 y se utilizó la proyección de la población piloto y de la generación per cápita de la Tabla 42.
- De los materiales reciclados, se trabajo con los valores porcentuales obtenidos en la caracterización de residuos in - situ y se considero estos valores constantes en el tiempo de la proyección.
- La proyección se realizó con los siguientes valores de fracciones para los materiales reciclables: PET1 con un 3,1%, vidrio con un 4,9%, cartón con 7,3%, las latas de aluminio con 2,8% y los residuos compostables con un 65,8%.

La proyección de la generación de materiales reciclables se presenta en la Tabla 43.

Tabla 43. Proyección de residuos reciclables para la población piloto

Año	Producción total de RSD (kg/mes)	Generación de residuos reciclables (kg/mes)				
		PET 1	Vidrio	Cartón	Latas de aluminio	Residuos orgánicos compostables
2014	4.333	134	212	316	121	2.851
2015	4.500	140	221	329	126	2.961
2016	4.750	147	233	347	133	3.126
2017	5.167	160	253	377	145	3.400
2018	5.667	176	278	414	159	3.729

Año	Producción total de RSD (kg/mes)	Generación de residuos reciclables (kg/mes)				Residuos orgánicos compostables
		PET 1	Vidrio	Cartón	Latas de aluminio	
2019	6.167	191	302	450	173	4.058
2020	6.750	209	331	493	189	4.442
2021	7.583	235	372	554	212	4.990
2022	8.667	269	425	633	243	5.703
2023	9.917	307	486	724	278	6.525
2024	11.500	357	564	840	322	7.567
2025	13.667	424	670	998	383	8.993

Mientras las proyecciones de generación de materiales reciclables de forma diaria se obtienen las siguientes:

Tabla 44. Proyección diaria de residuos reciclables para la población piloto en puntos limpios

Año	Generación de residuos reciclables (kg/día)			
	PET 1	Vidrio	Cartón	Latas de aluminio
2014	5	7	11	4
2015	5	7	11	4
2016	5	8	12	4
2017	5	8	13	5
2018	6	9	14	5
2019	6	10	15	6
2020	7	11	16	6
2021	8	12	19	7
2022	9	14	21	8
2023	10	16	24	9
2024	12	18	28	11
2025	14	22	33	13

Estimación de generación de RSD para época estival en la población piloto

Se utilizaron los siguientes datos:

Tabla 45. Variables para la estimación de RSD en época estival

Variable	Dato
Promedio de personas por viviendas	3,5 personas
Cantidad de días estivales al año	76 días
GPC (kg/hab/día)	0,8 (kg/hab/día)
Tasa de crecimiento GPC	3,5%

Resulta importante destacar que la cantidad de días estivales son 76, ya que se consideran los meses completos de Enero y Febrero, una semana de fiestas patrias en Septiembre y se consideraran 13 días de fin de semana largo.

Para la población que se encuentra dentro del polígono de la población piloto tendremos la siguiente estimación para época estival.

Tabla 46. Estimación de generación de RSD en época estival para la población piloto

Cantidad de casas de veraneo	Promedio de personas por casa	Cantidad estimada de personas en época estival	GPC de RSD (kg/hab/día)	Cantidad extra de residuos en época estival (ton/días estivales)	Cantidad total de RSD para año 2015 (ton/año) sector población piloto
28	3,5	98	0,8	7	61

Las estimaciones para época estival solo se realizaron solo para el año 2015 y no se realizo una proyección debido a que no se conoce un dato referencial de cuantas personas al año construyen una vivienda en Laguna Verde solo por motivos de "casa de descanso o veraneo".

Resultado de estimación de reducción de RSD para las casas representativas

El balance de masa se realizó para las casas representativas, con los datos obtenidos en el objetivo 2. Además se utilizó unidad de medición (kg/mes) y los siguientes supuestos generales:

- No se consideran residuos sólidos domiciliarios voluminosos, ya que en la caracterización no se contabilizó ninguno.
- Se desprecian los residuos de barrido, como polvo y pelusas.

El esquema y balance general de los RSD se presenta en la siguiente Figura 32:

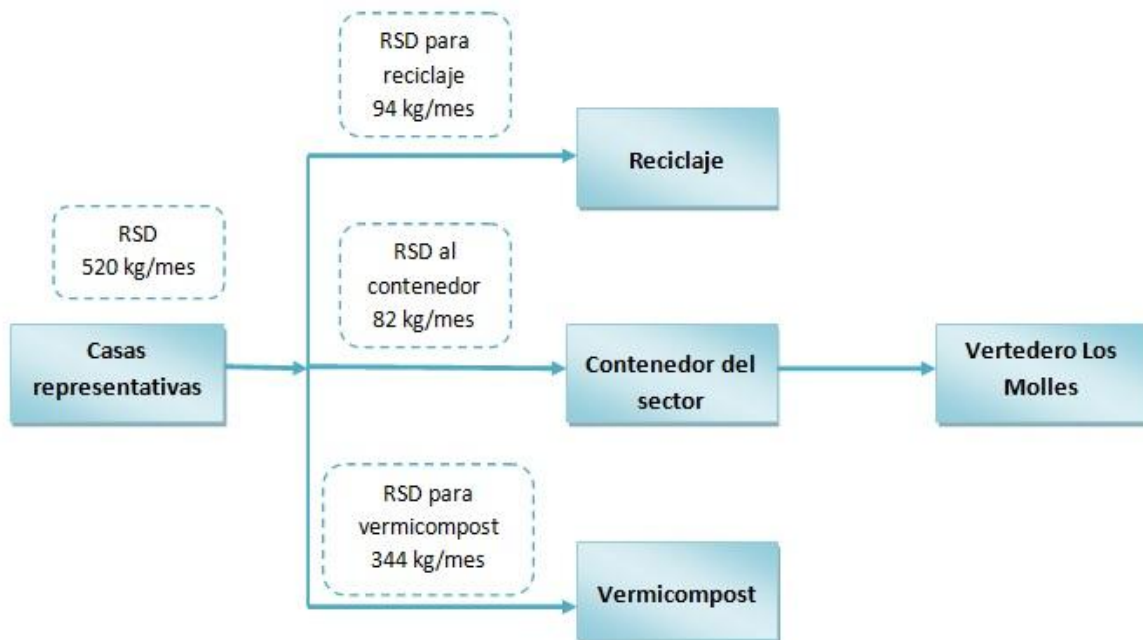


Figura 32. Esquema del balance general de los RSD para las casas representativas

Cabe destacar que el presente balance de masa solo corresponde solo a las casas representativas. El balance de masa general, se presenta en la siguiente Tabla 47.

Tabla 47. Balance general de la totalidad de RSD

	Entrada (kg/mes)	Salida (kg/mes)	% Totales
Total RSD de la población piloto	520	-	
Reciclaje	-	94	18%
Vermicompostaje	-	344	66%
Contenedor del sector	-	82	16%
Total	520	520	100%
Total carga: 520 (kg/mes) = 0,520 (ton/mes) = 6,24 (ton/año) = 130 (kg/semanal)			

Especificaciones del reciclaje

Tabla 48. Materiales a reciclar

RSD a reciclar	Cantidad semanal (kg)	Cantidad mensual (kg)
Latas de aluminio	3,6	14
Cartón	9,5	38
Vidrio	6,4	26
PET 1	4,1	16
Total	23,6	94

El balance de masa para la etapa de reciclaje es la siguiente:

Tabla 49. Balance de masa por etapa de reciclaje

	Entrada (kg/mes)	Salida (kg/mes)
RSD reciclables	94	-
Reciclaje de latas de aluminio	-	14
Reciclaje de cartón	-	38
Reciclaje de vidrio	-	26
Reciclaje de PET 1	-	16
Total	94	94
Total carga: 94,4 (kg/mes) = 1133 (kg/año) = 23,6 (kg/semanal)		

Especificaciones del vermicompost

Por otra parte, de los 426 kilogramos mensuales quedan reducidos en 82 kilogramos al incorporar el vermicompostaje como un tratamiento a los RSD de tipo orgánico y con propiedades de compost. Por lo tanto, la cantidad de residuos orgánicos a vermicompostar de forma mensual es de 344 kilogramos, que se reparten en las 9 casas representativas de la población piloto.

Para realizar los balances de masa para el vermicompost, se tomaron las siguientes consideraciones:

Tabla 50. Consideraciones para vermicompostaje

	Consideraciones
Lombrices	- 1 lombriz consume 0.001 (kg/día) de materia orgánica. - 1000 lombrices generan (0.6 kg/día) de humus. - Para la reproducción, se utilizó el valor de de 3,3 lombrices en un mes, por cada lombriz. Pero cabe destacar que a fin de mes, se mantendrán las lombrices iniciales como adultas y las restantes serán capullos que luego de la quinta semana pasan a ser juveniles.
Humedad	Se considerara con un 50%
Relación C/N	30/1, vale decir las lombrices absorben treinta partes de Carbono y una parte el Nitrógeno. De las 30 partes, 10 son inmovilizadas por las lombrices y 20 son eliminadas en CO ₂ .
Materia orgánica compostable	Se asume un 48% de contenido de carbono (Poletto & Silva, 2009).

A continuación se presenta el balance de masa para la casa 1, el resto de balances de cada casas de la población piloto se encuentran en el Anexo G.

Tabla 51. Balance de masa para vermicompostaje (ejemplo casa 1)

Casa 1		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	46 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	23 (l/mes)	23 (l/mes)
Lombriz roja californiana	1500 lombrices al	4950 lombrices al

Casa 1		
	inicio del mes	finalizar el mes
Humus	-	27 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	14,8 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,7 (kg/mes)

6.4. Diseñar un plan de manejo para los residuos sólidos domiciliarios de la población piloto

La propuesta de diseño de plan de manejo para los RSD, contempla lo siguiente:

- Puntos limpios en la población piloto del sector Fundo Curaumilla.
- Vermicompostaje en las casas características de la población piloto de Curaumilla.

Que contienen los siguientes procedimientos:

- Funcionamiento de puntos limpios: Procedimiento que indica el funcionamiento específico de los puntos limpios, en cuanto a su implementación y gestión.
- Logística para la implementación del Plan de Manejo de Vermicompostaje: Procedimiento que señala indicaciones en cuanto a la implementación y gestión de las vermicomposteras para el tratamiento de los residuos orgánicos.
- Manipulación, retiro y transporte de residuos reciclables: Procedimiento que indica la forma en cómo debería realizarse la manipulación, el retiro y el transporte de los residuos reciclables. Este documento se encuentra disponible en el Anexo H.

Nota: Los instructivos, "Reciclaje para puntos limpios" que indica la forma correcta para realizar el reciclaje de latas de aluminio, cartón, vidrio y PET1, y "Modalidad del uso de una vermicompostera" que establece la forma correcta para utilizar una vermicompostera se encuentran disponibles en el Anexo H.

Plan de manejo de residuos sólidos domiciliario: Puntos
limpios en la población piloto de Fundo Curaumilla

1. Contenidos

Tabla 52. Contenidos del Plan de Manejo para Puntos Limpios

Etapas del Plan de Manejo de RSD con Puntos Limpios	Contenido	
Introducción	Lugar de aplicación	
	Términos y Definiciones	
Planificación	Requisitos	
	Objetivos	
	Programa	
Implementación y Funcionamiento	Procedimientos e instructivos	PPL 01
		PPL 02
		IPL 01

2. Lugar de aplicación

El sitio lugar específico en el cual se implementarán los puntos limpios, corresponden al polígono presentado en la Figura 31, que corresponde a la población piloto definida para el presente plan, ubicada en el sector de Fundo Curaumilla de Laguna Verde, Valparaíso.

Tabla 53. Especificaciones del lugar de estudio para el Plan de Manejo de puntos limpios

Especificaciones del lugar de estudio	
Lugar	Sector Fundo Curaumilla
Comuna	Valparaíso
Ciudad	Valparaíso
N° de casas que comprende el plan	74 casas
N° de personas que comprende el plan	163 personas

3. Definiciones

Tabla 54. Definiciones para el Plan de Manejo de puntos limpios

Términos	Definiciones
Almacenamiento	Acumulación de residuos en un lugar específico por un tiempo determinado, previo a su valorización y/o eliminación.
Comité de Adelanto Laguna Verde	Agrupación social del sector de Fundo Curaumilla.
Contaminación	La presencia en el ambiente de sustancias, elemento, energía o combinación de ellos, en concentraciones o y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente.
Desarrollo sustentable	Proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras.
Educación ambiental	Proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y medio bio-físico circundante.
Eliminación	Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas.
Gestión de residuos	Operaciones de manejo y otras acciones de política, de planificación, normativas, administrativas, financieras, organizativas, educativas, de evaluación, de seguimiento y fiscalización, referidas a residuos.
Grupo de Medio Ambiente	Pequeña división que forma parte del Comité de Adelanto Laguna Verde y que cumple responsabilidades directas con la gestión de los puntos limpios.
Jerarquía en el manejo de residuos	Orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de los mismos o de uno o más de sus componentes y la valorización energética de los residuos, total o parcial, dejando como última alternativa su eliminación.
Manejo de residuos	Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo como almacenamiento, transporte, pre-tratamiento y tratamiento.
Medio ambiente	El sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.
Micro-basural	Sitios de tamaño pequeño y en el que se han depositado pequeñas cantidades de residuos.

Términos	Definiciones
Pre-tratamiento	Operaciones físicas preparatorias o previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desembalaje, corte, trituración, compactación, mezclado, lavado, empaque, entre otros, destinadas a reducir su volumen, facilitar su manipulación o potenciar su valorización.
Protección del medio ambiente	El conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro.
Población piloto	Población definida en un polígono, a la cual se le aplica el presente plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios con técnica de reciclaje, específicamente Puntos Limpios.
Punto limpio	Instalación de recogida selectiva donde se efectúa la recepción transitoria, clasificación y acumulación de ciertos tipos de residuos sólidos domiciliarios y promueve tanto la importancia del reciclaje como el cuidado del medio ambiente ⁴ .
Reciclaje	Empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo distinto del que lo generó, incluyendo el co-procesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética.
Recolección	Operación consistente en recoger residuos, incluido su almacenamiento inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de valorización o de eliminación, según corresponda. La recolección de residuos separados en origen se denomina diferenciada o selectiva.
Residuo	Sustancia u objeto que su poseedor desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente.
Residuo sólido domiciliario	Consiste en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) producidos en zonas residenciales y en establecimientos comerciales.
Reutilización	Acción mediante la cual productos o componentes de productos desechados se utilizan de nuevo, sin transformación previa, con la misma finalidad para la que fueron producidos.
Separación de origen	Separación y clasificación de materiales reciclables y/o compostables en el punto donde son originados.
Tratamiento	Operaciones de valorización y eliminación de residuos
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.

⁴ <http://www.chiledesarrollosustentable.cl/noticias/punto-limpio-pretende-impulsar-la-valorizacion-de-residuos-y-el-reciclaje/>

4. Referencias de las definiciones

- *Ley 19.300. Sobre Bases Generales del Medio Ambiente. MINSEGPRES. 1994.*
- *Proyecto de ley marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor, 2013.*
- *Comisión Nacional del Medio Ambiente. Eliminación de vertederos ilegales, Diciembre 2001.*
- Tchonobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, A. *Gestión integral de residuos sólidos.* México, 1994

5. Planificación

5.1 Requerimientos

A continuación se presentan los documentos necesarios para elaborar el plan de manejo de los puntos limpios.

Tabla 55. Documentos de consideración para el Plan de Manejo de puntos limpios

Documentos a considerar
Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994)
Proyecto de Ley Marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor (2013)
Norma Chilena 3322-2013, Colores de contenedores para identificar fracciones de residuos (2013)
Ordenanza 546 Ordenanza local de aseo y ornato de Valparaíso.

5.2 Objetivos

Tabla 56. Objetivos del Plan de Manejo de puntos limpios

Objetivo 1	Desarrollar un plan de manejo de puntos limpios a una población piloto definida, del sector del Fundo Curaumilla de Laguna Verde.
Objetivo 2	Incentivar a la población piloto a participar activamente en el proyecto de puntos limpios.
Objetivo 3	Realizar jornadas de educación ambiental para educar a la población piloto, sobre la correcta utilización de los puntos limpios.

5.3 Ámbitos de trabajo

Los ámbitos que abarca la presente propuesta son los siguientes:

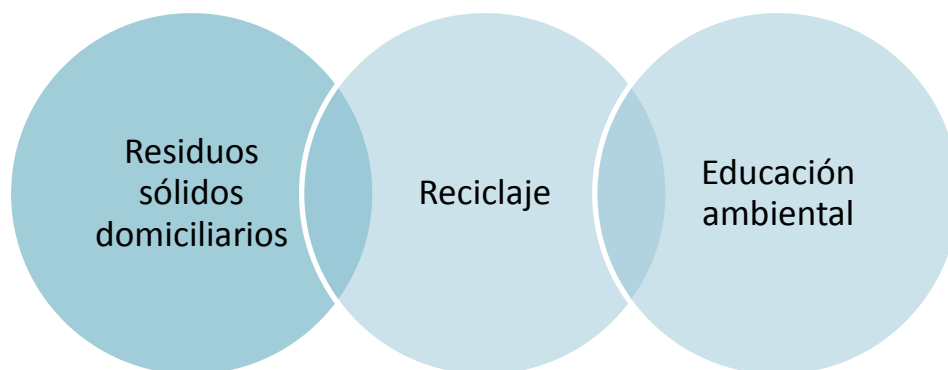


Figura 33. Ámbitos de la propuesta de Plan de Manejo de puntos limpios

5.4 Programa

Tabla 57. Programa para la ejecución del Plan de Manejo de puntos limpios

N°	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1.	Proponer el Plan de manejo de RSD a la comunidad	■					
2.	Aprobar el Plan de manejo de RSD		■				
3.	Difusión y sensibilización a la comunidad		■	■			
4.	Organización de gestión			■			
5.	Jornadas de educación ambiental			■			
6.	Generación de vínculos con empresas externas				■		
7.	Construcción de puntos limpios				■		
8.	Inauguración de puntos limpios e implementación del plan de manejo de RSD					■	■
9.	Control y seguimiento					■	■
10.	Evaluación						■

6. Implementación y funcionamiento

6.1 Estructura

Al tratarse de la implementación de un plan de manejo en una comunidad definida, no existe entonces una jerarquía definida entre las organizaciones sociales y la población piloto y aledaña. Por lo tanto, se considera que la organización social Comité de Adelanto de Laguna Verde será la encargada directa de la gestión de los puntos limpios, sin embargo no se debe descartar la fuerte responsabilidad que tiene la población para el funcionamiento del proyecto. Además se considerará la participación de al menos 3 estudiantes de último año de la carrera Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso, que tampoco forman parte de una estructura jerarquizada en el organigrama pero es necesario su apoyo en las jornadas de educación ambiental.

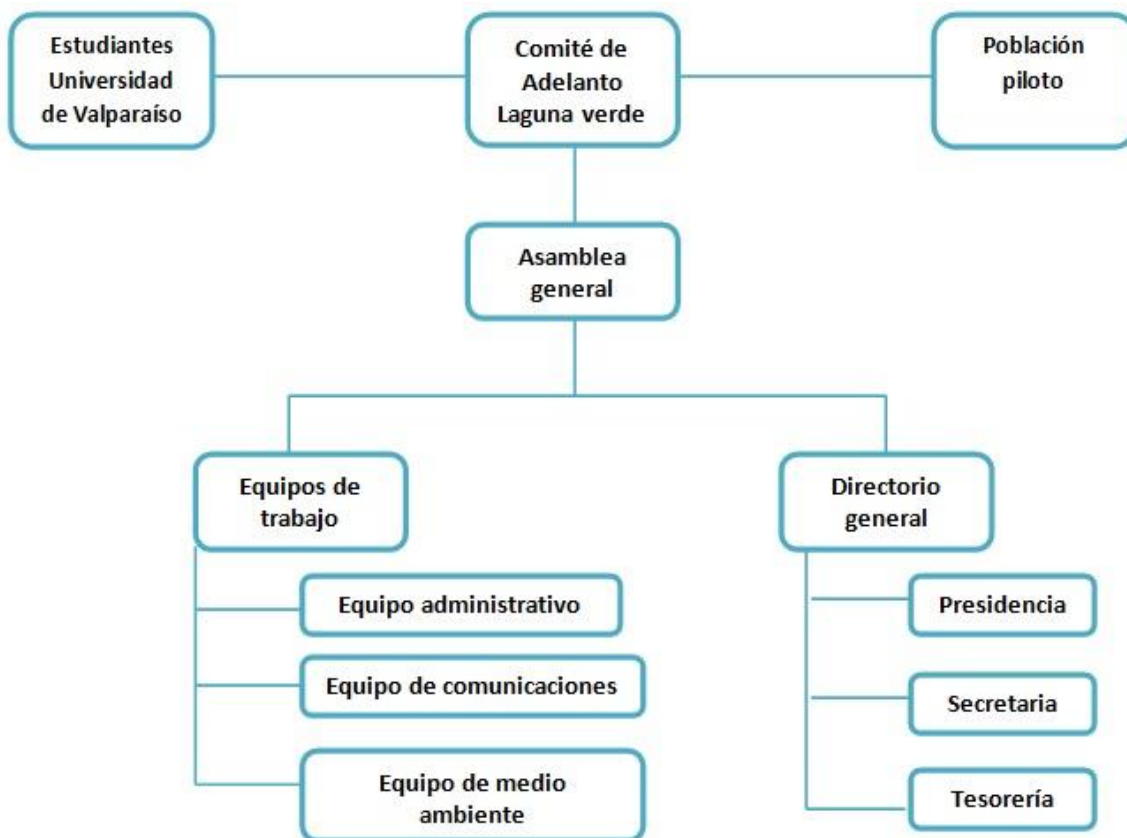


Figura 34. Organigrama para el Plan de Manejo de puntos limpios

6.2. Descripción de la estructura

A continuación se realiza una descripción de los entes más relevantes e importantes de la estructura de organización para llevar a cabo el Plan de Manejo de residuos con técnica de reciclaje.

- ❖ Comité de Adelanto de Laguna Verde: Pequeña organización social de Laguna Verde, cuya sede se encuentra ubicada en el sector Fundo Curaumilla. Se encuentra conformada por 15 personas que conforman la Asamblea General, la cual se identifica como la jerarquía suprema de la organización. Además, cuenta con un Directorio General compuesto por los cargos de: presidencia, vicepresidencia, tesorería y secretaría. Por otro se reconocen Equipos de trabajos compuestos por: Equipo Administrativo encargado de la administración de documentos, un Equipo de Comunicaciones que realiza tareas de difusión de actividades y entre los miembros del Comité y se propone la creación de un Equipo de Medio Ambiente conformado 3 personas, donde una tenga amplio conocimiento sobre el medio ambiente.
- ❖ Población piloto: La población piloto está conformada por 74 casas ubicadas en el sector Fundo Curaumilla de Laguna Verde, Valparaíso.
- ❖ Estudiantes Universidad de Valparaíso: Para la realización del presente Plan de Manejo se considera la participación de 3 estudiantes de cursos superiores de la carrera Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso con la finalidad de realizar dos jornadas de educación ambiental con modalidad de charlas a la población piloto y aledaña, acerca del reciclaje y otras dudas referentes al medio ambiente en general.

6.3 Responsabilidades

A continuación se presentan las responsabilidades del plan de manejo de forma cronológica según las acciones que se llevarán a cabo.

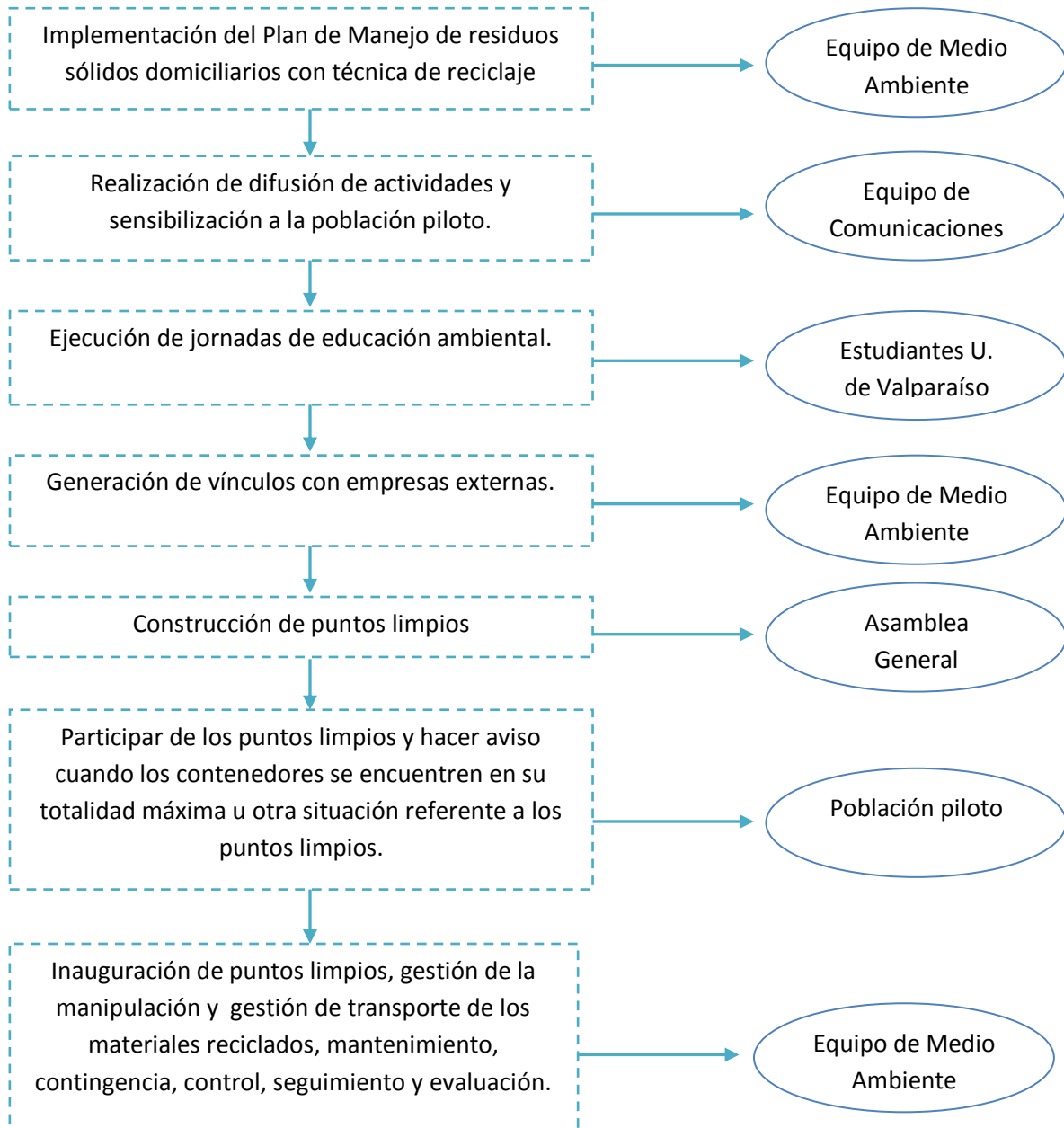


Figura 35. Responsabilidades para el Plan de Manejo de puntos limpios

6.4 Descripción de funciones

- I. Implementación del Plan de Manejo de RSD con técnica de reciclaje: El Equipo de Medio Ambiente deberá implementar el plan de manejo basándose en lo establecido en la presente propuesta e incorporando detalles de la gestión. Luego de esto, deberá citar a reunión extraordinaria a toda la comunidad que compone el polígono de implementación de puntos limpios para presentar la propuesta de manejo de los residuos sólidos domiciliarios.
- II. Difusión de actividades y sensibilización de la población piloto: El Equipo de Comunicaciones será el encargado de la propaganda relacionada con los puntos limpios. Para la difusión de actividades se realizará mediante folletos informativos que serían entregados casa a casa, mientras que para la sensibilización se contempla el uso de afiches que se enfoquen en señalar parte relevante del proyecto y la importancia de la participación de la comunidad. Cabe destacar que los trabajos de difusión serán remunerados.
- III. Ejecución de jornadas de educación ambiental: Se considera el trabajo de 3 estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso, que realizarán dos jornadas de educación ambiental de tipo charlas para la población piloto y aledaña, en las cuales se les enseñará sobre la técnica de reciclaje y responderán a otras dudas relacionadas con el medio ambiente. Se considera una remuneración económica por esta labor.
- IV. Generación de vínculos con empresas externas: El Equipo de Medio Ambiente tiene la responsabilidad de buscar y generar vínculos con las empresas que compren los materiales reciclados. Por lo tanto serán las personas que tengan contacto directo con las empresas.
- V. Construcción de puntos limpios: La Asamblea General en conjunto con las personas que sientan interés en participar en el proyecto, se encargarán de la construcción de los 3 puntos limpios del sector Fundo Curaumilla que contempla el presente plan. La ayuda vecinal es fundamental para llevar a cabo el proyecto y por

lo tanto es necesario motivar a la comunidad en los beneficios que traería el reciclaje en el sector. Se contemplan 3 semanas para realizar estas construcciones.

- VI. Participación del proyecto: La población piloto participará de forma activa y consiente en la implementación del Plan de Manejo y por sobre todo en el uso de los puntos limpios.
- VII. Inauguración de puntos limpios: El Equipo de Medio Ambiente deberá encargarse de la inauguración de los puntos limpios, invitando a toda la comunidad a participar de la obra.
- VIII. Manipulación y transporte de materiales reciclados: El Equipo de Medio Ambiente se encargará de la manipulación de los residuos reciclables conforme a lo establecido en el procedimiento de manipulación, retiro y transporte de residuos (PMPL 02). Con respecto al transporte, el Equipo de Medio Ambiente debe gestionar el traslado por intermedio de un flete y además asegurar el cumplimiento de lo establecido en el procedimiento de manipulación, retiro y transporte de residuos (PMPL 02) disponible en el Anexo H. Es importante destacar que la manipulación será remunerada económicamente.
- IX. Mantenimiento, contingencia, control, seguimiento y evaluación de puntos limpios: El Equipo de Medio Ambiente será el encargado del mantenimiento, contingencia, control, seguimiento y evaluación de los puntos limpios una vez ya implementado el plan. Estas labores serán realizadas conforme al procedimiento de funcionamiento de puntos limpios (PMPL 01).

6.5 Procedimientos e instructivos

Tabla 58. Listado de procedimiento e instructivos del Plan de Manejo de puntos limpios

Nombre	Código
Procedimiento "Funcionamiento de puntos limpios"	PPL 01
Procedimiento "Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclados"	PPL 02
Instructivo de reciclaje para puntos limpios	IPL 01

Nota: El procedimiento PPL 02 y el instructivo IPL 01, se encuentran disponibles en la sección de Anexos H y I respectivamente.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios en el sector Fundo Curaumilla

Procedimiento "Funcionamiento de Puntos Limpios"

Índice	Páginas
Objetivo	
Alcance	
Definiciones	
Responsabilidades	
Documentación de Referencia	
Descripción	
Anexos	
Apartado de modificaciones	
Aprobación	

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Objetivo

Establecer las acciones adecuadas para el correcto funcionamiento de los puntos limpios.

Alcance

El polígono que forman los 3 puntos limpios de un sector de Fundo Curaumilla e incluye aquellos entes sociales que participan de forma activa para la articulación del plan.

Definiciones

Almacenamiento: Acopiar los residuos por una cantidad de tiempo determinado.

Contenedor: Recipiente en el cual un residuo es almacenado.

Manejo: Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo como almacenamiento, transporte, pre-tratamiento y tratamiento.

Punto Limpio: Instalación de recogida selectiva donde se efectúa la recepción transitoria, clasificación y acumulación de ciertos tipos de residuos sólidos domiciliarios y promueve tanto la importancia del reciclaje como el cuidado del medio ambiente.

Reciclaje: Empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo distinto del que lo generó, incluyendo el co-procesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética.

Residuo: Sustancia u objeto que su poseedor desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente.

Separación en origen: Segregación y clasificación de los materiales reciclados en el punto donde son originados.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Responsabilidades

Tabla 59. Responsabilidades de funcionamiento de puntos limpios

Responsable	Función
Grupo de Medio Ambiente	Diseño de puntos limpios
Comité de Adelanto de Laguna Verde	Compra de materiales para la construcción del punto limpio.
Estudiantes Universidad de Valparaíso	Realización de jornadas de educación ambiental.
Comité de Adelanto de Laguna Verde	Instalación de puntos limpios.
Equipo de Medio Ambiente	Mantenimiento y contingencia
Equipo de Medio Ambiente	Control, seguimiento y evaluación
Equipo de Medio Ambiente	Retiro y gestión de transporte de materiales reciclables
Equipo de Medio Ambiente en conjunto con el Directorio General	Administración de ganancias económicas

Documentación de referencia

- Norma Chilena 3322-2013, Colores de contenedores para identificar fracciones de residuos (2013).
- Proyecto de Ley Marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor (2013).

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Descripción

Diseño de puntos limpios

La propuesta de puntos limpios en un sector de Fundo Curaumilla, contempla lo siguiente:

- ✓ Cantidad de puntos limpios: 3 puntos limpios
- ✓ Cantidad de contenedores: 15 contenedores (12 activos y 3 de contingencia)
- ✓ Materiales a reciclar y sus respectivos colores de contenedores, según la NCh. 3322-2013, *Colores de contenedores*: vidrio (contenedor verde), cartón (contenedor azul), latas de aluminio (contenedor gris claro) y PET 1 (contenedor amarillo).

Según la NCh.3322-2013, el color puede ir aplicado: 1) en la tapa del contenedor, 2) en el marco alrededor de la abertura y 3) en el contenedor completo. Para evitar confusiones de parte de la población, para este caso se realizaría la compra de 13 contenedores que contengan el color por completo y 3 contenedores que sean de color gris los cuales se utilizarán para situaciones de contingencia.

- ✓ Panel visual de los puntos limpios: El panel visual consiste en un soporte rígido o flexible que cumple la función de fijar los contenedores y presentar los elementos visuales para identificar los residuos. Lo importante de los paneles es que la información que entreguen debe ser legítima y que las dimensiones, colores, texto y logograma permitan una rápida y fácil identificación de los tipos de residuos a reciclar.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

A continuación se presentan las especificaciones a considerar para el presente proyecto de puntos limpios:

- Formato del panel visual: De tipo adhesivo que se presentará sobre la tapa de los contenedores y deberá poseer bordes redondos para reducir las posibilidades de desprendimiento.
- Textos del panel: Se utilizará la fuente de escritura propuesta por la NCh. 3322-2013, "Helvética", color negro y se indicará el nombre de la fracción de residuo en idioma español.
- Tamaño de panel visual: De modelo vertical con dimensiones externas de 260 mm x h 490 mm.
- Conteniendo un área normativa que indique: 1) color correspondiente al residuo, 2) logograma correspondiente al residuo, 3) texto en idioma español.
- Conteniendo un área libre de comunicación que señale: 1) logo de campaña de reciclaje, 2) frase de campaña de reciclaje, 3) nombre y teléfono de empresa a la cual se le venden los materiales reciclados.

La Figura 36, indica el modelo de un panel visual señalado por la NCh. 3322-2013.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

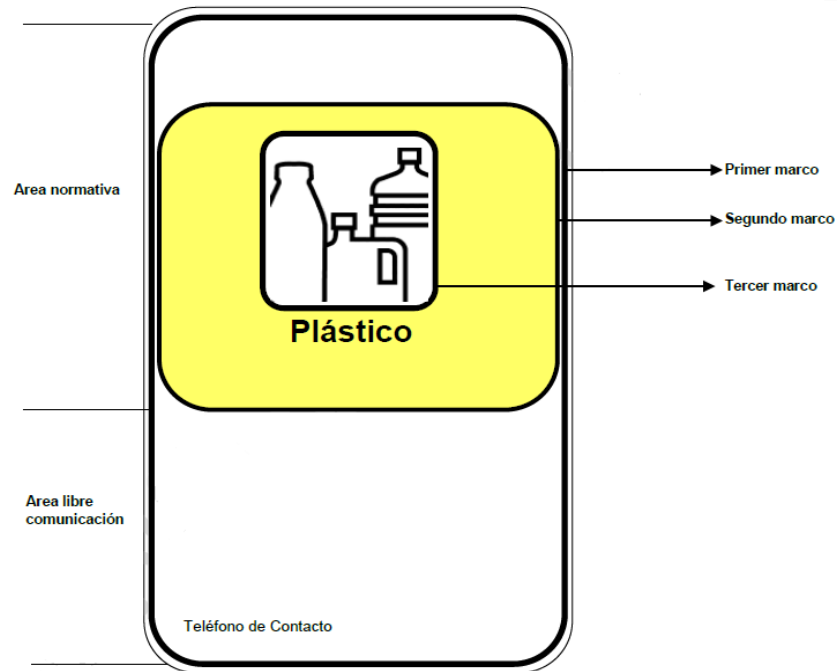


Figura 36. Modelo de panel visual para contenedores de puntos limpios

- ✓ Infraestructura de puntos limpios: Se considerará una infraestructura de madera con la finalidad de conservar la identidad rústica del sector de Curaumilla. Además, se contempla que cada punto limpio cuente con un techo que cubra a los contenedores, para protegerlos de la lluvia y así se conserven de manera óptima.

El modelo más representativo de la tentativa infraestructura de los puntos limpios propuestos, se presenta a continuación:

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015



Figura 37. Infraestructura tentativa de los puntos⁵

Cabe destacar las siguientes diferencias de la imagen con la presenta propuesta:

- Se considera una infraestructura para 4 contenedores por cada punto limpio, por lo tanto la infraestructura de madera y techo a considerar es más grande que la presentada en la Figura 37.
- La parte frontal de la infraestructura de madera, será de tipo puerta para poder sacar el contenido de los contenedores de manera más fácil.

⁵ <http://www.fpa.mma.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=1346460>

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Mantenimiento, control y seguimiento

Para un correcto funcionamiento de los puntos limpios es requerido que se realice mantenencias, controles y seguimiento a estos. Se propone que estas tareas sean realizadas por el Equipo de Medio Ambiente del Comité de Adelanto de Laguna Verde, ya que estas personas serán las más capacitadas e idóneas para llevar a cabo esta tarea.

Es por lo tanto primordial llevar un registro de control del estado y funcionamiento de cada punto limpio para así llevar un seguimiento acabado del proyecto.

Se propone lo siguiente:

- Los contenedores deben contener el tipo de residuo para el cual fue adquirido. Por lo tanto, debe realizarse una supervisión a los contenedores cada 5 días y en caso de encontrar residuos que no tengan concordancia con el contenedor, deberán ser retirados y dispuestos en el tipo de contenedor adecuado si se trata de un material reciclable o dispuestos al contenedor del sector si no tienen alternativa de manejo.
- Se debe realizar una limpieza a los contenedores de una vez cada dos semanas, para no provocar malos olores.
- En caso de rotura, rayados o desperfectos, se debe realizar una reparación eficiente y evitar la provocación de daños mayores.
- Los contenedores deben mantenerse en la infraestructura cuando estén en funcionamiento. Solo podrán ser retirados de la infraestructura cuando sean aseados o a la hora del retiro de los materiales reciclables.
- Se debe llevar un registro de cada punto limpio, con la finalidad de conservar plantillas de funcionamiento, lo cual ayudará para la evaluación futura del proyecto.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Contingencia

La situación de contingencia en un punto limpio, puede deberse principalmente a cuando alguno de los contenedores activos se llene en su 80% de capacidad y sea necesario reemplazarlo por otro contenedor (de contingencia).

Los contenedores de contingencia serán de color gris, tal como da opcionalmente la NCh. 3322-2013, y al momento de utilizarlos se deberá indicar con el panel informativo de tipo adhesivo, el logotipo alusivo al residuo que contendrán. Los contenedores se encontrarán guardados en la sede del Comité de Adelanto.

Las personas responsables de las contingencias serán el Equipo de Medio Ambiente, pertenecientes al Comité de Adelanto y deberán llevar un registro de las situaciones extraordinarias referidas a la contingencia.

Retiro y transporte de residuos

El Equipo de Medio Ambiente será el encargado de gestionar el retiro y transporte de los materiales reciclados, lo cual se espera sea preferentemente entre los vecinos del sector o sino buscar una opción de flete para el traslado. Para esto, deberán llevar un registro de procedimientos para retiro y transporte, disponible en el Anexo H.

Evaluación

Ya contando con un tiempo suficiente de funcionamiento de los puntos limpios, el Equipo de Medio Ambiente debe realizar una reunión de evaluación del proyecto con la finalidad de discutir los resultados, observaciones y registros referentes a los puntos limpios. Dependiendo de esta evaluación, se determinará si existen situaciones que deban ser tratadas de forma especial y además se buscará las formas para remediar estas con medidas correctivas.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

ANEXO 1

Ubicación de los puntos limpios

La localización de los puntos limpios se basó según la distribución de las casas representativas y considerando además la interacción directa con las demás viviendas aledañas. Los sitios en donde se ubicarían los puntos limpios, se encuentran en espacios libres y que no perturbarían de forma negativa el diario vivir de las personas del sector.

Las coordenadas específicas de los puntos limpios, son las siguientes:

Tabla 60. Referencias geográficas de puntos limpios

Punto Limpio	Coordenadas geográficas
Punto limpio 1	19H 0249974 6332136
Punto limpio 2	19H 0248780 6332298
Punto limpio 3	19H 0249071 6332126

A continuación se presenta la Figura 38, en la cual se puede apreciar la ubicación de los puntos limpios. Cabe señalar nuevamente, que la imagen esta trabajada por el software ArcGis.

Funcionamiento de puntos limpios

Revisión

01

Fecha

2015

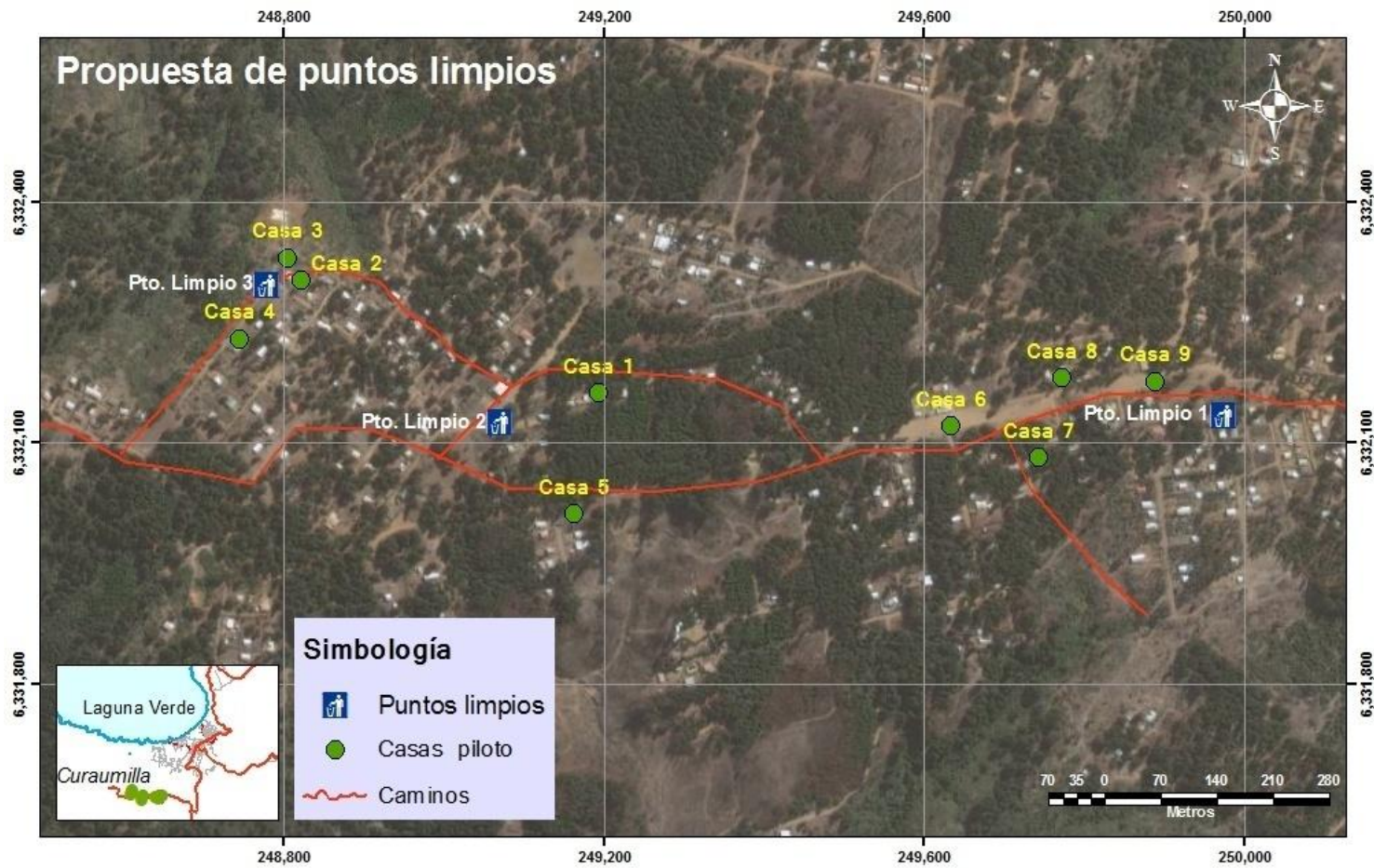


Figura 38. Propuesta de ubicación de puntos limpios

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

ANEXO 2

Especificaciones para contenedores

Se propone la compra del siguiente tipo de contenedores:



Figura 39. Propuesta de contenedores

Tabla 61. Especificaciones de contenedores propuestos

Características	
Capacidad	240 litros
Carga máxima	96 kg.
Peso muerto	15 kg.
Ancho total, largo total y alto sin tapa	575 mm., 730 mm., 990 mm.
Valor por unidad	\$ 49.000
Proveedor	Vial Express
Contacto	www.vialexpress.cl

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Elementos visuales y colores de contenedores

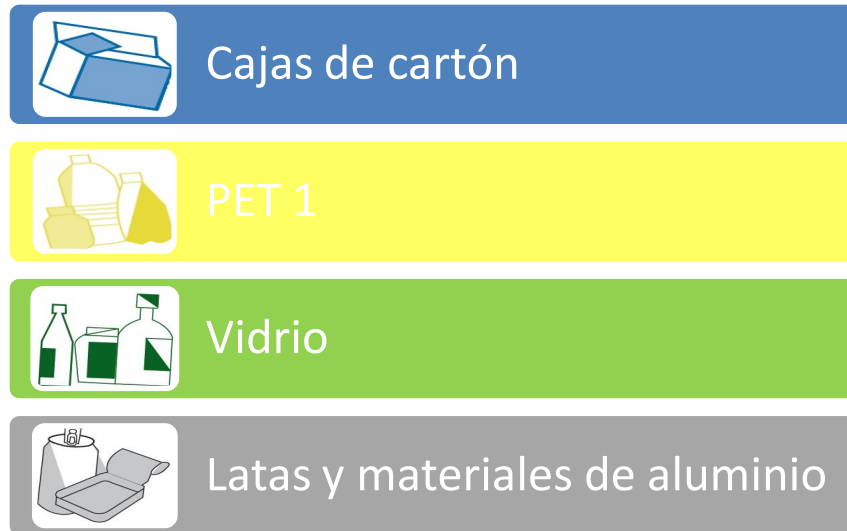
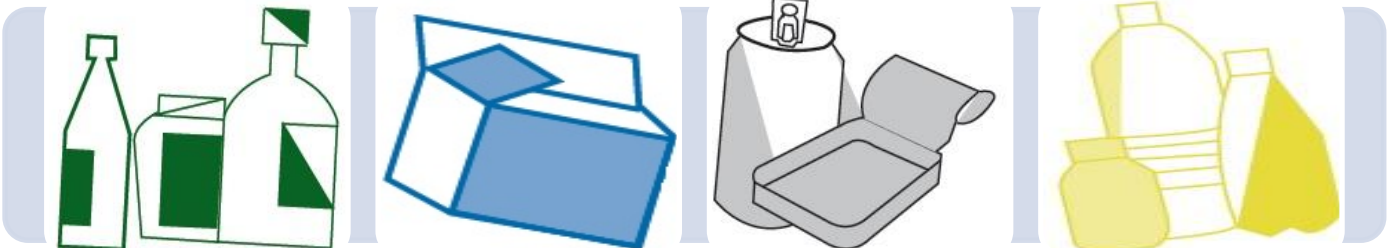


Figura 40. Colores de contenedores y elementos visuales

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

ANEXO 3

Pasos para reciclar



Reciclaje de vidrios

- Lavar el envase antes de reciclar
- Secar el envase
- Retirar la tapa
- Depositar la botella de vidrio en el contenedor adecuado

Reciclaje de cartón

- Verificar que estén libres de residuos orgánicos y láminas plásticas
- Apilar los cartones
- Depositar los cartones apilados en el contenedor señalado

Reciclaje de latas de aluminio

- Lavar el envase
- Secar el envase
- Reducir el tamaño de la lata
- Depositar la lata en el contenedor adecuado

Reciclaje de PET1

- Verificar si el residuo es PET 1
- Lavar el envase
- Secar el envase
- Reducir el tamaño del envase
- Depositar en el contenedor señalado

Figura 41. Pasos básicos para reciclar

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

ANEXO 4

Registros de control de punto limpios

Tabla 62. Registros de control para puntos limpios

Puntos Limpios	Fecha de chequeo	Estado del punto limpio	Observaciones
Punto Limpio 1			
Punto Limpio 2			
Punto Limpio 3			

El ítem "estado del Punto Limpio" se podrá completar con la siguiente clasificación propuesta:

Tabla 63. Propuesta de evaluación para estado de puntos limpios

Estado del Punto Limpio	Descripción
Óptimo	<ul style="list-style-type: none"> - Se aprecia un buen funcionamiento del punto limpio en donde cada material reciclable se encuentra segregado de forma correcta. - La infraestructura se encuentra en perfectas condiciones.
Regular	<ul style="list-style-type: none"> - Los materiales reciclables se encuentran dispuestos de forma incorrecta. - En la infraestructura es posible diferenciar ciertos detalles que a largo plazo podrían ocasionar problemas al funcionamiento del punto limpio. Algunos ejemplos: rayados, piezas rotas etc.
Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> - Se distinguen algunos hallazgos de residuos que no corresponden al señalado en el contenedor. - La infraestructura está destruida y es poco funcional.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Propuesta de empresas para el reciclaje de residuos

Tabla 64. Propuesta de compradores para el inicio del Plan de Manejo

Empresa/Institución	Material	Contacto
Reciclados Industriales S.A.	Cartón PET 1 Latas de aluminio	Dirección: Calle Decima 1126, Placilla. Teléfono: +56 9 78879767 Jefe de planta: Rodolfo Rojas E- mail: rrojas@recicladosindustriales.cl
CODEFF	Vidrio	Dirección: Avenida Diego Portales con Condell, Viña del Mar.

Nota: El Grupo de Medio Ambiente puede buscar y generar lazos con otras empresas que ellos consideren las adecuadas.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-01
Funcionamiento de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Apartado de modificaciones

Fecha	Modificación	Observación

Aprobación

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma :	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Nota: La revisión y aprobación del presente documento lo ejecutará el Equipo de Medio Ambiente, según la jerarquía de mandos y responsabilidades que se establezcan de forma interna.

Plan de manejo de residuos orgánicos: Vermicompostaje en
las casas representativas de la población piloto de Fundo
Curaumilla

1. Contenidos

Tabla 65. Contenidos del Plan de Manejo para el Vermicompostaje

Etapas del Plan de Manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicomposte	Contenido	
Introducción	Lugar de aplicación	
	Términos y Definiciones	
Planificación	Requisitos	
	Objetivos	
	Programa	
Implementación y Funcionamiento	Procedimientos e instructivos	PVC 01
		IVC 01

2. Lugar de aplicación

El lugar específico donde se implementará el plan de manejo de residuos orgánicos, corresponde a las 9 casas representativas iniciales del presente trabajo de investigación representadas en la Figura 20, ubicadas en el sector Fundo Curaumilla de Laguna Verde, Valparaíso.

Tabla 66. Especificaciones del lugar de estudio para el Plan de Manejo de Vermicompostaje

Especificaciones del lugar de estudio	
Lugar	Sector Fundo Curaumilla
Comuna	Valparaíso
Ciudad	Valparaíso
N° de casas que comprende el plan	9 casas
N° de personas que comprende el plan	29 personas

3. Definiciones

Tabla 67. Definiciones para el Plan de Manejo de vermicompostaje

Términos	Definiciones
Compost	Producto que resulta del proceso de compostaje. Esta constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras.
Compostaje	Proceso de tipo físico, químico y microbiológico de transformación de la materia orgánica, producido en condiciones aeróbicas, cuyo resultado es generar compost, dióxido de carbono, agua, calor y la higienización del material final.
Materias primas	Residuos, productos o subproductos de origen animal o vegetal factibles de ser compostados.
Población representativa	Se refiere a las 9 casas que serán parte de la implementación del plan de manejo y que forman parte de la población piloto.
Residuos	Sustancia, elemento u objeto a cuya eliminación el generador procede, se propone proceder o está obligado a proceder en virtud de la legislación vigente.
Residuo orgánico domiciliario	Fracción de los residuos sólidos domiciliarios compuesta por restos de frutas, hortalizas, poda y jardín, entre otros, fácilmente compostables.
Separación en origen	Segregación y clasificación de los residuos en el sitio donde son generados, con el propósito de facilitar su manejo posterior y reutilización.
Vermicompost	Es el producto de la descomposición de la materia orgánica en el vermicompostaje.
Vermicompostaje	Es la práctica basada en el manejo de lombrices del género Eisenia como herramienta de trabajo para transformar residuos orgánicos domésticos en un excelente abono.
Vermicompostera	Estructura en la cual se desarrolla el proceso del vermicompostaje.

4. Referencias de las definiciones

- Norma Chilena Oficial 2880-2004, Compost: Clasificación y requisitos.
- Manual de vermicopostaje domestico, (2010). Inversa: composta y lombricultura.
- Manual básico para hacer vermicompostaje, (2008). Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, España.

5. Planificación

5.1 Requerimientos

A continuación se presentan los documentos necesarios para elaborar el plan de manejo para el vermicompostaje de las casas representativas.

Tabla 68. Documentos de consideración para el Plan de Manejo del vermicompostaje

Documentos a considerar
Ley 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994).
Norma Chilena Oficial 2880-2004, Compost: Clasificación y requisitos (2004).
Decreto de Fuerza de Ley 725; Decreto 725, Código Sanitario (1968, última versión 2014).
Norma Chilena 3322-2013, Colores de contenedores para identificar fracciones de residuos (2013).
Manual básico para hacer vermicompostaje, (2008). Elaborado por el Ayuntamiento de San Sebastian de los Reyes, España.

5.2 Objetivos

Tabla 69. Objetivos del Plan de manejo de vermicompostaje

Objetivo 1	Desarrollar un plan de manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje, para una población 9 casas de la población piloto en el sector Fundo Curaumilla.
Objetivo 2	Realizar una jornada de educación ambiental a las casas representativas, con la finalidad de capacitar a las personas para el correcto funcionamiento de la vermicompostera.

5.3 Ámbitos de trabajo

Los ámbitos que abarca la presente propuesta son los siguientes:

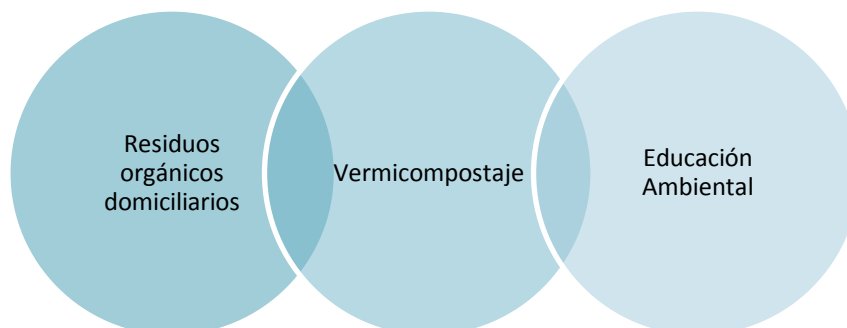


Figura 42. Ámbitos de trabajo para el Plan de Manejo de vermicompostaje

5.4 Programa

Tabla 70. Programa para la ejecución del Plan de Manejo de vermicompostaje

N°	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1.	Proponer el Plan de manejo de residuos orgánicos a la población piloto	■					
2.	Organizar el Plan de manejo		■				
3.	Jornadas de educación ambiental		■				
4.	Compra de composteras e implementos necesarios			■			
5.	Implementación del plan de manejo de de residuos orgánicos a la población piloto			■			
6.	Control y seguimiento				■		
7.	Evaluación					■	■

6. Implementación y funcionamiento

6.1 Estructura

El plan de manejo de residuos orgánicos será implementado a 9 casas del sector de Curaumilla de Laguna Verde. Al tratarse solo de casas particulares, no existe una jerarquía organización pero si se pueden generar relaciones directas con el Comité de Adelanto de Laguna Verde, pero específicamente con el Grupo de Medio Ambiente. Se contará además con la participación de estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso para realizar el trabajo referido a las jornadas de educación ambiental.

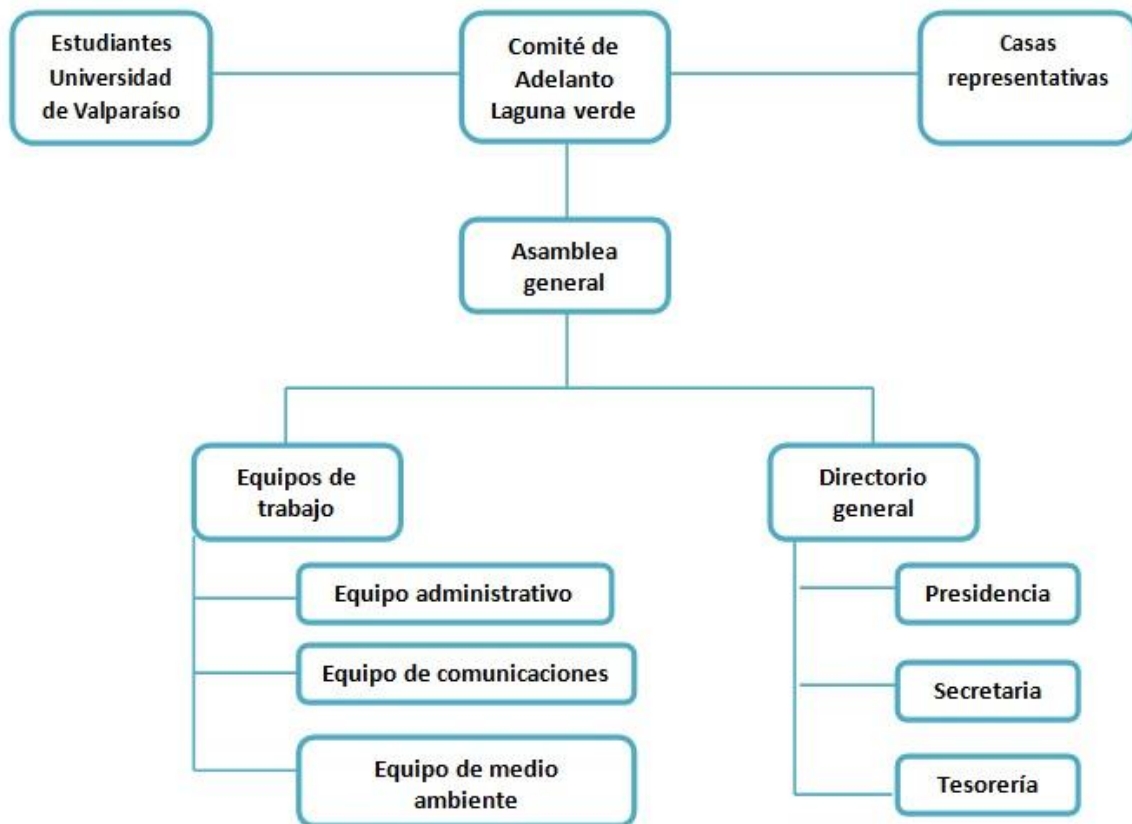


Figura 43. Organigrama para el Plan de Manejo de vermicompostaje

6.2 Descripción de la estructura

A continuación se realiza una descripción de los entes más relevantes e importantes de la estructura de organización para llevar a cabo el Plan de Manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje.

- ❖ Comité de Adelanto de Laguna Verde: Pequeña organización social de Laguna Verde, cuya sede se encuentra ubicada en el sector Fundo Curaumilla. Se encuentra conformada por 15 personas que conforman la Asamblea General, la cual se identifica como la jerarquía suprema de la organización. Además, cuenta con un Directorio General compuesto por los cargos de: presidencia, vicepresidencia, tesorería y secretaría. Por otro se reconocen Equipos de trabajos compuestos por: Equipo Administrativo encargado de la administración de documentos, un Equipo de Comunicaciones que realiza tareas de difusión de actividades y entre los miembros del Comité y se propone la creación de un Equipo de Medio Ambiente conformado 3 personas, donde una tenga amplio conocimiento sobre el medio ambiente.
- ❖ Casas representativa: Conformado por las 9 casas en las cuales se implementará la técnica del vermicompostaje para el tratamiento de materia orgánica. Estas casas se encuentran ubicadas en el sector de Fundo Curaumilla de Laguna Verde.
- ❖ Estudiantes Universidad de Valparaíso: Para la realización del presente Plan de Manejo se considera la participación de 2 estudiantes de cursos superiores de la carrera Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso con la finalidad de realizar dos jornadas de educación ambiental con modalidad de talleres a las casas representativas, acerca de vermicompostaje.

6.3 Responsabilidades

A continuación se presentan las responsabilidades del plan de manejo de forma cronológica según las acciones que se llevarán a cabo.

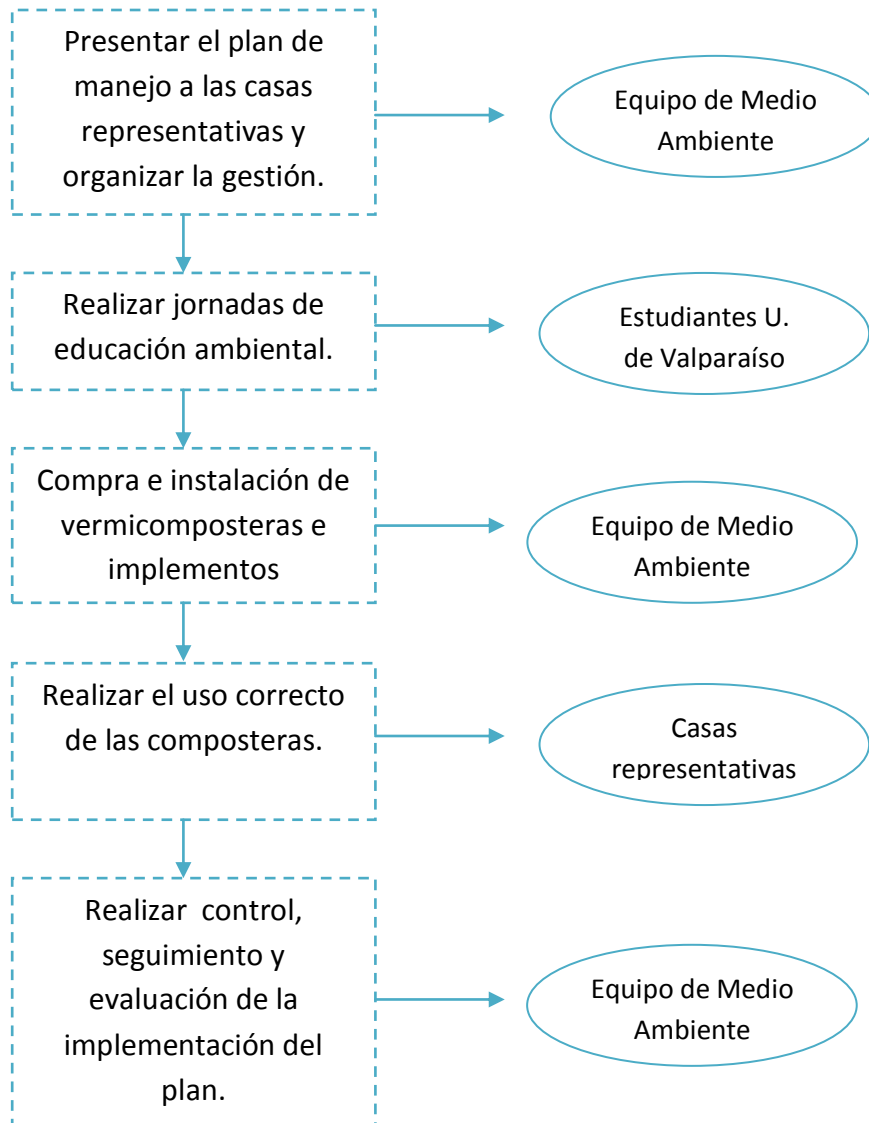


Figura 44. Responsabilidades para el Plan de Manejo de vermicompostaje

6.4 Descripción de funciones

- I. Presentar el plan de manejo a las casas representativas: Los cabecillas del proyecto, en este caso el Grupo de Medio Ambiente deberá organizar y efectuar una reunión con las familias pertenecientes a las casas representativas, con la finalidad de presentar el proyecto de vermicompostaje para los residuos orgánicos.
- II. Organizar la gestión del plan de manejo de residuos orgánicos: Una vez aprobado el plan de parte de la casas representativas, el Grupo de Medio Ambiente deberá coordinar y analizar la logística para llevar a cabo el plan.
- III. Realizar jornadas de educación ambiental: Dos estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso, realizarán dos jornadas de educación ambiental de tipo taller para los habitantes de las casas representativas e interesados, en las cuales se les enseñará sobre el vermicompostaje, el funcionamiento de las vermicomposteras y otras dudas referente tanto al tratamiento de materia orgánica como a preguntas relacionadas con el medio ambiente.
- IV. Compra de vermicomposteras e implementos: El Grupo de Medio Ambiente se encargará de la gestión y compra de las 9 vermicomposteras, sets de jardín para cada casa para facilitar la manipulación de materia orgánica y además 9 contenedores de color café, con capacidad de 50 litros que ayudarán a la segregación de residuos orgánicos tal como lo establece la Norma Chilena 3322-2013 "Colores de contenedores para identificar fracciones de residuos". Por otra parte, la compra de las composteras e implementos se propone sea canalizada por el Comité de Adelanto de Laguna Verde, presentando la presente propuesta como proyecto para concursar en los Fondos de Protección Ambiental (FPA) que consisten en fondos que entrega el Estado de Chile para el desarrollo de proyectos cuya temática tengan relevancia ambiental.
- V. Instalación de composteras: El Grupo de Medio Ambiente estará encargado de la gestión en la instalación de las composteras para cada casa representativa. Se deberá primero buscar un medio de transporte adecuado para traslado de las

composteras a Laguna Verde, para luego repartirlas a las casas representativas del sector.

- VI. Realizar el uso correcto de las composteras: Las 9 casas representativas, deben llevar a cabo un correcto uso de la técnica del vermicompostaje, según lo aprendido en los talleres de educación ambiental y además considerando el instructivo que será entregado a cada encargado de familia de las casas.
- VII. Realizar control, seguimiento y evaluación: El Grupo de Medio Ambiente deberá completar registros de control y levantar información según el seguimiento del funcionamiento de las vermicomposteras en cada casa.
- VIII. Evaluación del plan: Ya contando con información de registros de control, el Grupo de Medio Ambiente deberá realizar reuniones en las cuales se analice el funcionamiento de las vermicomposteras y del plan de manejo.

6.5 Procedimientos

Tabla 71. Listado de procedimientos e instructivos del Plan de Manejo de vermicompostaje

Nombre del documento	Código
Procedimiento "Logística de la implementación del Plan de Manejo de vermicompostaje"	PVC 01
Instructivo "Modalidad del uso de una vermicompostera"	IVC 01

Nota: El instructivo "Modalidad de uso de vermicompostera" (IVC 01), se encuentra disponible en el Anexo I.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Plan de manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje en las casas representativas

Procedimiento de logística para la implementación del Plan de Manejo de Vermicompostaje

Índice	Páginas
Objetivo	
Alcance	
Definiciones y Abreviaturas	
Responsabilidades	
Documentación de Referencia	
Descripción	
Apartado de modificaciones	
Aprobación	

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Objetivo

Entablar las acciones necesarias para la correcta implementación del Plan de Manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje.

Alcance

El presente plan de manejo se desarrolla en las 9 casas representativas del sector Fundo Curaumilla.

Definiciones

Abono orgánico: Sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos.

Eisenia foetida: Es también llamada lombriz roja californiana y posee varias características que la hacen ser la especie de lombriz más utilizada para realizar vermicompostaje, entre las cuales se puede destaca su capacidad de colonizar gran cantidad de residuos orgánicos, tolerar amplios rangos de temperatura y humedad y una alta tasa reproductora.

Humus: Sustancia de orgánica de composición compleja, muy estable y resultante de la acción final de los microorganismos sobre los restos orgánicos.

Residuos orgánicos domiciliarios: Fracción de los residuos sólidos domiciliarios compuesta por restos de frutas, hortalizas, poda y jardín, entre otros, fácilmente compostables.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Vermicompost: Es el producto de la descomposición de la materia orgánica en el vermicompostaje.

Vermicompostaje: Es la práctica basada en el manejo de lombrices del género Eisenia como herramienta de trabajo para transformar residuos orgánicos domésticos en un excelente abono.

Responsabilidades

Tabla 72. Responsabilidades para la logística de implementación del Plan de Manejo de vermicompostaje

Responsable	Función
Grupo de Medio Ambiente	Diseño del plan de manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje.
Comité de Adelanto de Laguna Verde	Compra de composteras e implementos
Equipo de Medio Ambiente	Control, seguimiento y evaluación

Documentos de referencia

- Norma Chilena Oficial 2880-2004, Compost: Clasificación y requisitos (2004).
- Decreto de Fuerza de Ley 725; Decreto 725, Código Sanitario (1968, última versión 2014).
- Norma Chilena 3322-2013, Colores de contenedores para identificar fracciones de residuos (2013).
- Decreto de Fuerza de Ley 725; Decreto 725, Código Sanitario (1968, última versión 2014).
- Sztern, D. & Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos (1999).
- Díaz, E. (2002). Guía de lombricultura: Una alternativa de producción, para emprendedores y productores agro. Municipalidad La Rioja, Argentina.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Descripción

El Equipo de Medio Ambiente es el encargado de realizar el diseño del Plan de Manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje. El presente procedimiento tiene como objetivo contribuir al diseño de este, proponiendo ciertas acciones que pueden ayudar a la realización del plan. Es necesario que dentro del Equipo de Medio Ambiente, exista una persona que cuente con conocimientos básicos sobre medio ambiente, lo cual facilitaría el proceso de elaboración y organización del Plan de Manejo.

A continuación se presentan algunas propuestas de compra para realizar el la técnica de vermicompostaje, la forma de financiamiento, los registros de control para elaborar un seguimiento del proyecto.

Propuesta de vermicomposteras

La propuesta de la vermicompostera a comprar, se presenta en la siguiente figura:



Figura 45. Propuesta de vermicompostera a comprar⁶

⁶ <http://www.compostchile.com/shop/vermicompostera-worm-factory-std-2/>

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Tabla 73. Características de la vermicompostera propuesta

Características	
Nombre del producto	Vermicompostera Worm Factory STD
Ancho, largo, alto	42 cm x 42 cm x 40 a 92 cm (de 1 a 5 bandejas)
Capacidad de bandejas	5 bandejas de trabajo con 15 litros cada una
Beneficios	Reduce la basura al menos 50% No produce olores No atrae mosquitos
Precio por unidad	\$74.000 incluye IVA
Proveedor	Nature's Footprint INC.

Propuesta de implementos

Contenedor de materia orgánica

Se requerirá un contenedor para ayudar a segregar los residuos orgánicos del resto de la basura de las casas pilotos, antes de depositarlos en la vermicompostera. En la siguiente Figura 46, se muestra el tipo de contenedor que se propone.



Figura 46. Contenedor propuesto para la segregación de materia orgánica para cada casa

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Tabla 74. Características del contenedor de materia orgánica

Características	
Marca del contenedor	Wenco
Capacidad	55 litros
Alto	50 cm
Precio por unidad	\$ 2.990
Proveedor	Sodimac

Control y seguimiento

Una vez implementado el plan, es necesario que el Equipo de Medio Ambiente lleve un control en cuanto al funcionamiento de las composteras, realizando así un seguimiento del proyecto. Es necesario que el control se realice 1 vez por semana para cada casa y que su resultado sea tabulado tal como se muestra a continuación.

Tabla 75. Ficha de control de vermicomposteras

Casa X		
Encargado:		
Fecha de control	Calificación del funcionamiento	Observaciones (temperatura, humedad y aireación)

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

En cuanto a la calificación del funcionamiento se utilizará los siguientes parámetros.

Tabla 76. Parámetros para la calificación del funcionamiento de una vermicompostera

Calificación del funcionamiento	Descripción
Óptimo	El proceso del vermicompostaje funciona con total normalidad. No existen problemas con el proceso, no se emiten olores, el humus conseguido es de buena calidad y las lombrices crecen normalmente.
Regular	El proceso del vermicompostaje funciona de manera regular. Se observa un humus no bien logrado, se producen ocasionalmente malos olores y las lombrices no se están desarrollando de forma adecuada o hay una mediana mortalidad de estas.
Ineficiente	El proceso de vermicompostaje funciona de mala manera. Hay problemas evidentes en el proceso, se emiten malos olores, el humus es de baja calidad y las lombrices tienen una alta tasa de mortalidad.

Evaluación

Ya contando con datos de los registros de control de las 9 vermicomposteras, el equipo de Medio Ambiente es el responsable de ejecutar reuniones entre sus miembros para evaluar el proyecto. Esta evaluación contempla analizar los resultados del proyecto y las medidas correctivas, en el caso que sean necesarias.

Cabe destacar la idea de que las casas representativas que presenten gran cantidad de lombrices en su vermicomposteras, tengan la posibilidad de regalar lombrices a los demás vecinos pertenecientes a la población piloto y así poder comenzar a fomentar el vermicompostaje en todo el sector. La compra de nuevas vermicomposteras, queda como de idea para futuros proyectos de reciclaje que se impulsen en la localidad.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

Además, si la actividad de la vermicompostera es baja de parte de las lombrices debido a la escasas de materia orgánica, se sugiere generar redes de apoyo con otros vecinos para vermicompostar en conjunto.

Consideraciones sobre normativas

El Código Sanitario en su Artículo 78° señala un reglamento que fija las condiciones de saneamiento y seguridad relativas a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios. Este reglamento se conoce como "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" D.S. N°95 de 2001, del Ministerio de Secretaría General de la Presidencia que señala en su Artículo 93° los permisos y requerimientos para la construcción, modificación y aplicación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase. Si el proyecto se presenta como Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, se debe señalar medidas de control y factores que puedan alterar la salud de los habitantes en el lugar de emplazamiento. Si bien, esta normativa es aplicada a proyectos de gran escala, es necesario contar y registrar la mayor cantidad de información del proyecto de vermicompostaje, tanto en el control como en el mantenimiento del proyecto.

Por otra parte, el Artículo 80° del Condigo Sanitario señala que el Servicio Nacional de Salud es el ente responsable de la autorización de instalaciones y de las vigilancias en el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase. Este Articulo puede influir en el proyecto de vermicompostaje debido a que es necesario realizar la gestión para obtener una autorización del Servicio Nacional de Salud, quien determinara las condiciones sanitarias y de seguridad que deben cumplirse para evitar peligros para la salud de las personas. De existir un incorrecto manejo en las vermicomposteras se puede generar un foco de insalubridad, el cual puede afectar la calidad de vida tanto de los

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PVC-01
Funcionamiento de vermicompostaje	Revisión	01
	Fecha	2015

vecinos como de los dueños de la vermicompostera y que además puede ser penalizado por el Seremi de Salud Regional.

Apartado de modificaciones

Fecha	Modificación	Observación

Aprobación

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma :	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Nota: La revisión y aprobación del presente documento lo ejecutará el Equipo de Medio Ambiente, según la jerarquía de mandos y responsabilidades que se establezcan de forma interna.

Lineamientos para jornadas de educación ambiental para el reciclaje y vermicompostaje.

Las jornadas de educación tanto como para el reciclaje como para el vermicompostaje, se encuentran contempladas dentro del plan de manejo de RSD. La educación ambiental en general es clave para que proyectos y propuestas como este tipo obtengan éxito en su funcionamiento.

A continuación, se presentan los lineamientos para la educación ambiental:

Campaña de difusión: Para el caso del reciclaje, la campaña de difusión debe ser masiva para toda la población piloto y realizada por el Equipo de Comunicaciones del Comité de Adelanto. Como se menciona en el Plan de Manejo, la idea principal de la difusión es sensibilizar a la comunidad con respecto al proyecto por intermedio de material didáctico como folletos informativos y letreros que indiquen en uso indicado de los puntos limpios. Para el caso del vermicompostaje, la tarea de difusión es más reducida debido a que se trata solo con la comunidad asociada a las casas representativas.

Jornadas de educación ambiental: Para el caso del reciclaje, las jornadas de educación ambiental tendrán un formato de charlas, en las cuales se invitará a participar a toda la comunidad que compone la población piloto, con la finalidad de dar a conocer el plan de manejo y entregar el conocimiento necesario que necesiten las personas sobre el reciclaje. El instructivo de puntos limpios IPL-01, es documento fundamental para trabajarlo con las personas. En el caso del vermicompostaje, las jornadas de educación ambiental tienen un formato de talleres, ya que el grupo para intervenir se reduce a las personas de las casas representativas. El documento fundamental para presentar es el instructivo IVC-01.

Para ambos casos, las jornadas de educación ambiental serían realizadas por estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valparaíso.

6.5. Evaluar económicamente el plan de manejo diseñado para los RSD de la población piloto.

Para llevar a cabo los planes de manejo propuestos en el presente trabajo de investigación, es necesario analizar los costos necesarios a los cuales sería necesario incurrir para la implementación y funcionamiento tanto de los puntos limpios para el sector de Curaumilla como para el vermicompostaje en las casas representativas. Para esto, se realizaron cotizaciones formales e informales para los materiales de construcción de puntos limpios, el transporte de vermicomposteras y contenedores, y todo aquello que implica la gestión de realizar los planes de manejo.

Se trabajó con la Unidad de Fomento (UF) del 27 de Enero del 2015, cuyo valor alcanzó los \$24.569,85. Se trabajó con UF debido a que se incrementa en función del índice de precios al consumidor y se absorben incrementos en servicios e hidrocarburos, por lo que es una metodología adecuada para analizar las situaciones con valor futuro.

Estimación de ingresos preliminares del proyecto

Con respecto al vermicompostaje de los residuos orgánicos no se consideran ganancias económicas, ya que será decisión de las casas beneficiadas el cómo manejar el producto del proceso.

Por otra parte, para realizar la estimación de las ganancias económicas que puede producir el reciclaje en la población piloto de Curaumilla, será necesario primero revisar las siguientes informaciones.

Capacidad de los contenedores

A continuación se presenta según Albornoz (2009) y COGERSA (2007) la capacidad de los contenedores de 240 litros.

Tabla 77. Capacidad de contenedores de 240 l.

Material	Capacidad
PET 1	8 kg.
Vidrio	67 kg.
Cartón	20 kg
Latas de aluminio	7 kg.

Precio de residuos reciclables

Con respecto a los precios de compra de los materiales reciclables, se recogió la siguiente información extraída del Diario La Tercera, el 13 de Octubre del año 2010.

Tabla 78. Precio de compra de residuos reciclables

Material	Valor económico del material ⁷
PET 1	\$200
Vidrio	\$30
Cartón	\$50
Latas de aluminio	\$480 ⁸

Para el cálculo de la estimación de ingresos económicos por el reciclaje de residuos reciclables se consideraron las siguientes suposiciones:

- Se asume que el valor de compra de materiales reciclables es constante en los años.
- La generación de materiales reciclables se basa en la proyección realizada en la Tabla 43.
- La proyección se realiza a un periodo de 10 años.
- La estimación de considera a partir del año 2016, en el cual comenzaría a operar el Plan de Manejo de RSD.

⁷ <http://diario.latercera.com/2010/10/13/01/contenido/santiago/32-41388-9-el-valor-de-la-basura.shtml>

⁸ http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113864/cf-silva_av.pdf?sequence=1

Tabla 79. Estimación de ingresos por venta de residuos reciclables

	2016	2017	2018	2019	2020
PET 1	\$ 352.800	\$ 384.000	\$ 422.400	\$ 458.400	\$ 501.600
Vidrio	\$ 83.880	\$ 91.080	\$ 100.080	\$ 108.720	\$ 119.160
Cartón	\$ 208.200	\$ 226.200	\$ 248.400	\$ 270.000	\$ 295.800
Latas aluminio	\$ 766.080	\$ 835.200	\$ 915.840	\$ 996.480	\$ 1.088.640
TOTAL	\$ 1.410.960	\$ 1.536.480	\$ 1.686.720	\$ 1.833.600	\$ 2.005.200
TOTAL \$/UF	57,4265	62,5352	68,6500	74,6281	81,6122
	2021	2022	2023	2024	2025
PET 1	\$ 564.000	\$ 645.600	\$ 736.800	\$ 856.800	\$ 1.017.600
Vidrio	\$ 133.920	\$ 153.000	\$ 174.960	\$ 203.040	\$ 241.200
Cartón	\$ 332.400	\$ 379.800	\$ 434.400	\$ 504.000	\$ 598.800
Latas aluminio	\$ 1.221.120	\$ 1.399.680	\$ 1.601.280	\$ 1.854.720	\$ 2.206.080
TOTAL	\$ 2.251.440	\$ 2.578.080	\$ 2.947.440	\$ 3.418.560	\$ 4.063.680
TOTAL \$/UF	91,6343	104,9286	119,9617	139,1364	165,3930

Estimación de la inversión del proyecto

Parte de los costos que serán necesarios de realizar se enfocan en la implementación de los Planes de Manejo, la infraestructura que corresponda construir y comprar, y posteriormente el funcionamiento de los puntos limpios y del vermicompostaje.

Inversión para la implementación de Planes de Manejo

Los costos inversión para la implementación para los Planes de Manejo se presentan en las siguientes Tablas, destacándose los siguientes ítems:

- Materiales de oficina
- Charlas y talleres correspondientes a las Jornadas de Educación Ambiental
- Campaña de difusión

Tabla 80. Inversión económica en materiales de oficina

Ítem	Materiales	Cantidad	Valor por unidad (\$)	Valor subtotal (\$)
Materiales de oficina	Lápices pasta	20	\$ 150	\$ 3.000
	Resma de hojas	8	\$ 3.190	\$ 25.520
	Impresora multifuncional MG-3510 Canon	1	\$39.990	\$39.990
	Cartuchos de tinta	10	\$13.000	\$ 130.000
	Libros de registros	2	\$ 3.000	\$ 6.000
	Anillados	2	\$1.000	\$ 2.000
	Notebook Intel Celeron 2GB RAM/250 GB DD Acer	1	\$189.990	\$189.990
	Mueble de escritorio	1	\$29.990	\$29.990
	MONTO TOTAL			\$426.490
	MONTO TOTAL UF			\$17,3582

Tabla 81. Inversión económica para jornadas de educación ambiental

Ítem	Actividad	Detalle	Valor por unidad o actividad (\$)	Valor subtotal (\$)	
Jornadas de Educación Ambiental	Realización de dos charlas de reciclaje en dos jornadas	Dictada por 3 personas	\$10.000 pago por persona en una charla	\$60.000	
	Realización de dos talleres de vermicompostaje en dos jornadas	Dictada por 2 personas	\$10.000 pago por persona de una charla	\$40.000	
	Compra de bebestibles y comestibles para las 2 charlas y 2 talleres	25 botellas de jugo (1,5 l)		\$ 850	\$21.250
		25 botellas de agua (1,6 l)		\$ 470	\$ 11.750
		40 paquetes de galletas		\$ 350	\$ 14.000
		6 bolsas de dulces		\$ 1.300	\$ 7.800
	MONTO TOTAL			\$154.800	
	MONTO TOTAL UF			\$6,3004	

Tabla 82. Inversión económica para la difusión de jornadas de educación ambiental

Ítem	Actividades	Detalle	Valor por unidad o actividad (\$)	Valor subtotal (\$)
Campaña de difusión	Diseño de afiche y tríptico informativo para reciclaje	Contratar el servicio con un externo	\$15.000	\$ 15.000
	Impresión de trípticos y afiches para reciclaje	50 trípticos	\$ 500	\$ 25.000
		10 afiches	\$ 1000	\$10.000
	Difusión de afiches y trípticos	A realizarse en 2 días por 3 personas	\$10.000 por persona para cada jornada de difusión	\$60.000
	Comunicación con casas pilotos para vermicompostaje	Llamadas telefónicas para coordinación de talleres	-	\$ 20.000
	MONTO TOTAL			
MONTO TOTAL UF				5,2910

Inversión de equipamiento y obras físicas

Los costos relacionados con equipamiento e infraestructura se representan en las siguientes Tablas, dividiéndose en:

- Materiales para la infraestructura para puntos limpios
- Equipamiento y materiales para el Plan de Manejo de Reciclaje
- Equipamiento y materiales para el Plan de Manejo de Vermicompostaje

Tabla 83. Inversión económica para la infraestructura de puntos limpios

Ítem	Materiales para infraestructura	Características del material por unidad	Cantidad necesaria para los 3 puntos limpios	Valor por unidad (\$)	Valor subtotal (\$)
Materiales para la infraestructura de puntos limpios	Madera para pilares	1 madera: SM 90x90 mm x 2.5 m Hílám-Pilar	12 maderas	11.700	\$ 140.400
	Madera frontales y traseras	1 madera: Madera Sodimac 2 x 4" x 4m., viga pino oregón	9 maderas (36 m. total)	\$5.990	\$ 53.910
	Maderas laterales	1 madera: Madera Sodimac 2 x 4" x 4m., viga pino oregón	5 maderas (18 m. total)	\$5.990	\$ 29.950
	Maderas de techo	1 madera: Madera Sodimac 2 x 4" x 4m., viga pino oregón	5 maderas (16 metros)	\$5.990	\$ 29.950
	Candados	Odis candado forjado de 40 mm L-340	3 candados	\$ 9.490	\$ 28.470
	Cadenas	Cadena zincada, eslabón largo, Importper (1 m.)	3 cadenas de 1 metro	\$ 2.190	\$6.570
	Bisagras de compuerta	Lioi pack bisagra L88 3" x 3" niquelada (1 unidad: 3 bisagras)	9 bisagras (3 pack)	\$ 5.290	15.870
	Pinturas para madera	Tricolor esmalte sintético profesional galón	1 galón por punto limpio	\$ 20.990	\$ 62.970
	Pintura para información de punto limpio	Cerecita esmalte sintético cereluxe T25, 240 ml	2 unidades	\$2.890	\$ 5.780
	Brochas para pinturas de estructura	Kolor Brocha para esmalte sintético 4"	10 brochas	\$ 1.290	\$ 12.900
	Brochas para pintura de información	Atlas set 3 brochas	3 set	\$ 450	\$ 1.350
Terciado mueblería como panel de	SM 9mm x 2,40 m	1 unidad	\$ 9.990	\$9.990	

Ítem	Materiales para infraestructura	Características del material por unidad	Cantidad necesaria para los 3 puntos limpios	Valor por unidad (\$)	Valor subtotal (\$)
	información de punto limpio				
	Techo	Pizarreño 1220 x 920 mm plancha fibrocemento gran onda	12 unidades	\$ 3.470	\$ 41.640
	Clavos	Inchalam clavo terrano 1" bolsa 500 grs.	2 bolsas	\$ 840	\$ 1.680
	Martillos	Redline martillo carpintero 42 oz	4 martillos	\$ 5.490	\$ 21.960
MONTO TOTAL					\$ 466.390
MONTO TOTAL UF					18,9822

Tabla 84. Inversión económica para equipamientos de puntos limpios

Ítem	Materiales y equipamientos	Cantidad	Valor por unidad (\$)	Valor subtotal (\$)
Elemento y materiales para el Plan de Manejo de Reciclaje (Puntos limpios)	Contenedores de 240 l.	15 contenedores	\$ 49.000	\$ 735.000
	Adhesivos de panel informativo	24 adhesivos 260 mm x h 490 mm	\$ 3.450	\$82.800
	Guantes de seguridad	30 pares	\$756	\$ 22.680
	Bolsas de granel	30 unidades	\$300	\$9.000
	Transporte de contenedores	-	-	\$50.000
	MONTO TOTAL			
MONTO TOTAL UF				36,6090

Tabla 85. Inversión económica para equipamientos de vermicompostaje

Ítem	Materiales y equipamiento	Cantidad	Valor por unidad (\$)	Valor subtotal (\$)
Materiales para el Plan de Manejo con Vermicompostaje	Vermicomposteras	9 composteras	\$ 74.000	\$ 666.000
	Contenedor de materia orgánica	9 contenedores	\$ 2.990	\$ 26.910
	Set de jardín	9 set	\$ 4.790	\$ 43.110
	Guantes de seguridad	2 pares por casa	\$ 756	\$ 13.608
	Transporte de vermicomposteras	-	-	\$50.000
	Núcleo de lombrices	6	12.000	\$72.000
	MONTO TOTAL			871.628
	MONTO TOTAL UF			35.4755

El resumen de las inversiones que deben realizarse para llevar a cabo la propuesta se presenta en la siguiente Tabla 86.

Tabla 86. Inversión económica total

Ítem	Monto
Inversión para la implementación de Planes de Manejo	\$711.290
Inversión de equipamiento y obras físicas	\$2.237.498
Monto total	\$2.948.788
Monto total en UF	120,0165

Estimación de los costos preliminares del proyecto

Los costos asociados al funcionamiento y mantenimiento de los planes de manejo, se presentan en las siguientes Tablas. Los ítems a considerar son los siguientes:

- Funcionamiento: Transporte de residuos reciclados
- Funcionamiento: Remuneración de la manipulación de materiales reciclados
- Mantención: Limpieza de contenedores de reciclaje

Funcionamiento: Transporte de residuos reciclados

Parte del funcionamiento de los puntos limpios, consiste en el traslado de los materiales reciclables a los lugares de compra. Según lo propuesto en el plan de manejo se considera el reciclaje de materiales en Placilla y Valparaíso. Momentáneamente se considera el reciclaje voluntario de vidrio a CODEFF, cuyo contenedor se encuentra en Caleta Portales de Valparaíso. La distancia entre Laguna Verde y Placilla es de 20 kilómetros y luego desde Placilla a Caleta Portales es de 15 kilómetros.

El flete del transporte de los residuos considera un valor de \$30.000 pesos. La siguiente estimación de costos de transporte se basa en las tasas de generación de materiales reciclados estimadas en la Tabla 44 y se realizaron las siguientes suposiciones.

- El valor del flete para los materiales reciclados se mantendrá en \$30.000 para todos los años.
- Para el año 2015 no se considero el traslado de materiales reciclables, ya que se realizaría la implementación del plan de manejo de residuos.
- La frecuencia del traslado de residuos reciclables es de 1 vez por semana. Si ocurriera el llenado antes de lo previsto, se debe seguir lo acordado en los procedimientos del Plan de Manejo.

Tabla 87. Estimación económica para el transporte de residuos reciclables

Para todos los años (2016-2025)	Cantidad de viajes anual	Valor (\$)	Valor \$/UF
	48	1.440.000	58,6084

Funcionamiento: Remuneración de la manipulación de materiales reciclados

Tabla 88. Estimación de remuneración económica de manipulación de residuos reciclables

Ítem	Realizado por	Días de trabajo	Cantidad de personas	Pago por persona	Monto total al año
Manipulación de materiales reciclados	Equipo de medio ambiente	48 días al año	2	\$10.000 por jornada	\$960.000
	MONTO TOTAL UF				39,0723

Mantenición: Limpieza de contenedores de reciclaje

Tabla 89. Mantenición limpieza y pintura para puntos limpios

Ítem	Ejecución	Materiales e implementos	Cantidad necesaria al año	Valor por unidad (\$)	Valor subtotal (\$)
Mantenición de puntos limpios	1 vez por mes	Limpieza de contenedores	9 detergentes CIF	\$ 890	\$ 8.010
			9 esponjas	\$530 Pack de 3	\$ 1.590
	cada 3 años	Pintar los puntos limpios	3 galones	\$ 20.990	\$62.970
	MONTO TOTAL				\$72.570
	MONTO TOTAL UF				2.9536

Elaboración del flujo de caja

Para la elaboración del flujo de caja es necesario realizar los supuestos que se mencionaran a continuación. Cabe destacar que se trabajó con los costos e ingresos sin IVA y además todos los valores se trabajaron en UF.

Impuesto a la Renta

El impuesto a la renta corresponde al impuesto que se debe pagar ya sea personas residentes o domiciliarias en Chile sobre sus rentas de cualquier origen cuyas fuentes de ingresos estén situadas tanto dentro como fuera del país. El impuesto que se utilizó en el cálculo de flujo de caja fue de un 20%, el cual corresponde actual.

Tasa de descuento

La tasa de descuento variable es clave para la evaluación de proyectos, la cual es utilizada para descontar los flujos futuros efectivos mediante el valor presente neto (VAN). La tasa de descuento utilizada fue del 6% anual, la cual corresponde a la tasa social.

Depreciaciones

Las depreciaciones corresponden a una parte del valor del bien, originada por su uso, el que es factible de cargar al resultado de la empresa y que se origina por el valor del bien reajustado y la vida útil de este.

Solo se consideraron depreciaciones tributarias debido a que no se contemplan ventas de equipos, infraestructuras u elementos. Las depreciaciones están basadas en lo establecido por el Servicio de Impuestos Internos (SII), específicamente en la Resolución Exenta N°43 del 26 de Diciembre del 2002 que fija la vida útil normal a los bienes físicos del activo inmovilizado para efectos de su depreciación.

A continuación se presenta en la Tabla 90, las depreciaciones principales de la propuesta del Plan de Manejo de RSD, indicándose en los cuadros anaranjados los valores utilizados para las depreciaciones utilizadas. Cabe destacar que la elección de las depreciaciones se basó según el uso de los equipos, en donde se le otorgó una depreciación normal para aquellos materiales o estructuras que serán utilizadas regularmente y una depreciación acelerada para aquellos materiales o estructuras que tendrán un uso constante.

Tabla 90. Depreciaciones del Plan de Manejo de RSD

Materiales e infraestructuras	Depreciación		Costo total (\$)	Depreciación (\$)
	Normal	Acelerada		
Construcciones de adobe o madera en general	30	10	466.390	46.639
Útiles de oficina	3	1	166.520	55.506
Mueble escritorio	7	2	29.990	14.995
Impresora	6	2	39.990	6.665
Notebook	6	2	189.990	94.995
Contenedores de reciclaje	6	2	735.000	367.500
Vermicompostera	6	2	666.000	333.000
Contenedores de materia orgánica	6	2	26.910	13.455

La aplicación de las depreciaciones se presenta en la siguiente Tabla 91.

Tabla 91. Depreciaciones tributarias de la propuesta

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Construcciones de adobe o madera en general	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639
Útiles de oficina	\$55.506	\$55.506	\$55.506							
Mueble escritorio	\$14.995	\$14.995								
Impresora	\$6.665	\$6.665	\$6.665	\$6.665	\$6.665	\$6.665				
Notebook	\$94.995	\$94.995								
Contenedores de reciclaje	\$132.000	\$132.000								
Vermicompostera	\$333.000	\$333.000								
Contenedores de materia orgánica	\$13.455	\$13.455								
TOTAL	\$932.755	\$932.755	\$108.810	\$53.304	\$53.304	\$53.304	\$46.639	\$46.639	\$46.639	\$46.639
Total \$/UF	37,9634	\$37,9634	4,4286	2,1696	2,1696	2,1696	1,8982	1,8982	1,8982	1,8982

Flujo de caja

Para elaborar el flujo de caja se consideraron las siguientes suposiciones:

- Se considera que el valor del flete de los residuos reciclables se mantiene constante en el tiempo con un valor de \$30.000 o vale decir 1,221 UF por viaje.
- Se asume que la remuneración económica por realizar la tarea de manipular los residuos reciclables se mantiene constante en el tiempo con un valor de \$10.000 o vale decir 0,4070 UF por jornada de trabajo.
- Los ingresos se basan según la proyección de la Tabla 79.

A continuación se presenta el flujo de caja para la propuesta de Plan de Manejo de RSD para la población piloto de Curaumilla.

Tabla 92. Flujo de caja de la propuesta de manejo de RSD

Periodo	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos	0	57.427	62.535	68.650	74.628	81.612	91.634	104.929	119.962	139.136	165.393
Costos	Transporte	0	-58.608	-58.608	-58.608	-58.608	-58.608	-58.608	-58.608	-58.608	-58.608
	Remuneración manipulación de residuos reciclados	0	-39.072	-39.072	-39.072	-39.072	-39.072	-39.072	-39.072	-39.072	-39.072
	Mantenimiento	0	-2.954	-0.391	-0.391	-2.954	-0.391	-0.391	-2.954	-0.391	-0.391
Inversión	-120.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resultados	-120.017	-43.208	-35.536	-29.421	-26.006	-16.459	-6.437	4.294	21.890	41.065	64.759
Depreciaciones tributarias	0	-37.963	-37.963	-4.429	-2.170	-2.170	-2.170	-1.898	-1.898	-1.898	-1.898
Resultados antes del impuesto	-120.017	-81.171	-73.500	-33.850	-28.176	-18.629	-8.607	2.396	19.992	39.167	62.861
Impuesto a la renta	0	0	0	0	0	0	0	-0.479	-3.998	-7.833	-12.572
Resultado después del impuesto	-120.017	-81.171	-73.500	-33.850	-28.176	-18.629	-8.607	1.917	15.994	31.333	50.288
Depreciaciones tributarias	0	-37.963	-37.963	-4.429	-2.170	-2.170	-2.170	-1.898	-1.898	-1.898	-1.898
Flujo neto financiero	-120.017	-43.208	-35.536	-29.421	-26.006	-16.459	-6.437	3.815	17.892	33.232	52.187

Evaluación económica

Según el flujo de caja de la Tabla 92, se realizó el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) cuyo valor se presenta a continuación:

Tabla 93. Resultado de evaluación económica de la propuesta

Tasa de descuento	6%
VAN	-191,97

Al obtener un VAN negativo, se podría concluir que el proyecto no debería ser ejecutado ya que es poco rentable. Sin embargo y según la proyección de los ingresos realizada, a largo plazo el proyecto podría tener una buena rentabilidad. Cabe destacar, que existen beneficios tanto sociales como ambientales que no fueron contabilizados como ingreso pero que si forman parte importante del aporte que podría brindar la propuesta al implementarse. Por otra parte, una buena fuente de financiamiento podría otorgar los recursos económicos necesarios para el correcto y óptimo funcionamiento de la propuesta de Plan de Manejo de RSD en Curaumilla.

Financiamiento

Existe una variedad de opciones para obtener el financiamiento de adecuado para llevar a cabo la propuesta. A continuación se describe parte de estas alternativas.

Fondo de Protección Ambiental (FPA)

Consiste en un fondo concursable que entrega el Estado de Chile, el cual es único en cuanto a la temática ambiental y cuya administración depende del Ministerio del Medio Ambiente.

La propuesta de Manejo de RSD con una población piloto de Curaumilla, tendría la opción de postular a FPA en la categoría de Gestión Ambiental Local cuyo objetivo consiste en apoyar proyectos comunitarios que busquen mejorar la calidad ambiental en su territorio,

que para el presente caso tendría el lineamiento temático específico de "Cambio Climático y descontaminación ambiental".

El monto que entrega este fondo es de \$5.000.000 el cual está sujeto a la disponibilidad presupuestaria para tal efecto en la Ley de Presupuestos para el Sector Público del correspondiente año 2015. Por otra parte, el proyecto debe contemplar un aporte del organismo postulante de al menos 40% del monto solicitado al FPA.

Este fondo puede ser postulado por juntas vecinales, clubes deportivos, organizaciones sindicales o cooperativas, asociaciones gremiales y organismos no gubernamentales que no cuenten con deudas tributarias, laborales y previsionales en situación de morosidad. Para la presente propuesta el organismo postulante sería el Comité de Adelanto de Laguna Verde.

Ley de Fomento del Reciclaje

Dentro del marco de lo que establecerá la Ley de Fomento del Reciclaje se señala la creación de un fondo para las municipalidades destinado a financiar proyectos, programas, estudios y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización. Los proyectos que concursan por este fondo deberán ser impulsados por la municipalidad o estar asociados a esta.

Si bien ya se encuentra aprobada esta ley, aún no se encuentra en vigencia por lo cual no se encuentra disponible el reglamento que dictamine las bases, procedimiento y evaluación para la postulación a este fondo. Sin embargo se hace interesante y factible la postulación a este tipo de fondo debido a que está directamente relacionado con la temática de los RSD, por lo tanto una vez que la Ley de Fomento de Reciclaje entre en vigencia será necesario analizar la posibilidad de postular.

7. CONCLUSIONES

- ❖ Al realizar recorridos por el sector Fundo Curaumilla y sus alrededores es posible evidenciar una deficiente gestión de los residuos sólidos domiciliarios, que se ve manifestada en la formación de algunos micro-basurales en diversos puntos del lugar. Sin embargo, por intermedio del trabajo en terreno se pudo constatar la preocupación de parte de la comunidad con respecto a esta problemática, detonando en una activa participación e interés por la presente investigación. Por otra parte, se pudo chequear empíricamente por intermedio de una encuesta que las personas manejan conceptos básicos sobre el medio ambiente y los RSD, declarando además que bajo su opinión existe escases de recursos económicos y la carencia de manejo para los residuos en el sector de Curaumilla.
- ❖ Con respecto a los datos obtenidos en la caracterización de RSD, durante una semana de trabajo se pesaron un total de 130 kilogramos de residuos, obteniendo una generación per cápita de 0,8 (kg/hab/día) que se encuentra dentro de los márgenes establecidos por el Ministerio de Desarrollo Social (2013) que señala una generación per cápita entre 0,5 a 1,0 (kg/hab/día). En cuanto a la composición de los residuos se obtiene un 72% de residuos orgánicos, seguido del papel con un 10% y el plástico con un 8%, lo cual da cuenta de la oportunidad que tiene el sector de Curaumilla para poder trabajar con técnicas como el compostaje o vermicompostaje casero. Al tratarse de una zona rural, las condiciones en cuanto a los hábitos de consumo y remuneraciones económicas de la población son aristas que influyen en los residuos generados y que probablemente representan a todo el sector del Fundo Curaumilla.
- ❖ Al momento de realizar proyecciones de la cantidad de residuos que se generarían en la población piloto hasta el año 2025, es posible pronosticar una alza de la cantidad de RSD la cual está estrechamente ligado al aumento de la población en el lugar, teoría que tiene bastante peso al constatar el aumento de ventas de terrenos en toda Laguna Verde. El aumento de la generación de los RSD, genera la oportunidad de implementar alguna técnica de valorización de residuos como el reciclaje, el cual podría traer

beneficios económicos, ambientales y sociales. Por otra parte considerando solo los residuos sólidos domiciliarios generados por las casas representativas en un mes, se puede constatar que más de un 84% de los residuos tienen la potencialidad de ser reciclados o sometidos a un tratamiento de compostaje, obteniendo una valorización en estos.

- ❖ Se elaboró un plan de manejo que pretende contribuir al mejoramiento de la gestión de los RSD, que se basa en las técnicas del reciclaje y vermicompostaje. Este plan incluye procedimientos e instructivos que facilitan y aportan a la implementación, funcionamiento y logística necesarias para articulación y ejecución óptima del plan de manejo. De realizarse y concretarse el proyecto de la propuesta de plan de manejo de RSD para la población piloto de Curaumilla, los documentos correspondientes a los planes, procedimientos e instructivos podrían servir para lineamiento y la ejecución de este. Cabe destacar que estos planes están sujetos a modificaciones necesarias que se requieran para la ejecución de la propuesta.
- ❖ Al evaluarse económicamente la propuesta de manejo de los RSD no resulta rentable, ya que se obtiene un VAN negativo. Sin embargo, existe la posibilidad de postular la propuesta como un proyecto a fondos económicos vinculados al medio ambiente, siendo el Fondo de Protección Ambiental o los fondos que incluirá la pronta Ley de Fomento de Reciclaje las opciones más latentes para postular.
- ❖ Si bien la factibilidad económica no acompaña la propuesta del plan manejo de RSD, resulta interesante insertar este tipo de propuestas a lugares donde se requieren prontas acciones y que además cuentan con características favorables. Por el lado de la factibilidad técnica de la propuesta, esta podría ser viable a realizar, debido a que Curaumilla cuenta con una alta generación de residuos orgánicos lo cual favorece la estrategia de aplicar ya sea técnicas como el compostaje o el vermicompostaje. Por otra parte, se proyecta un alza en la generación de otros residuos reciclables como el cartón, el PET 1, las latas de aluminio y el vidrio, lo cual entrega la opción de comenzar a valorizar estos residuos por intermedio de la técnica de reciclaje, la cual a su vez puede generar entradas económicas y beneficios de tipo ambiental y social, siempre y

cuando se cuente con una correcta gestión y administración de los recursos y tareas que implicaría la aprobación de la propuesta del plan de manejo de RSD.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. & Zepeda, F. (1997). *Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, Washington, D.C.

Agencia de Protección Ambiental, (2014). *Reducing and reusing basics*. Rescatado de: <http://www2.epa.gov/recycle/reducing-and-reusing-basics>

Albornoz, P. (2009). Diagnostico del programa de reciclaje de puntos verdes de la comuna de Maipu. Monografía para optar al título de Ingeniero en Ejecución en Gestión Ambiental, Universidad Academia Humanismo Cristiano.

Altamirano, M. & Cabrera, C. (2006). *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual*. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, vol. 9, N° 17, pp: 75-84.

American Society for Testing and Materials, (1992). *American Book of Standard: Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Munipal Solid Waste, D5231-92*. Philadelphia.

Alegría, M. (1998). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. Trabajo para la Organización Mundial de la Salud.

Altamirano, M. & Cabrera, C. (2006). Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. *Estudio comparativo para la elaboración de compost con técnica manual*, vol. 9, N° 17, (pp. 75-84).

Aquino, D. (2012). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en los caseríos de Pumahuasi, Antonio Raymondi y Pendencia del Distrito de Daniel Alomia Roble*. Práctica Pre-profesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Badenier, P. (2014) *La educación a luz de la reforma*. Revista Educación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Chile.

Bonmat, A. (2008). Evaluación y prevención de riesgos Ambientales e Centroamérica. P. Andrés & R. Rodríguez (Eds.). *Capítulo 8: Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos* (pp. 215-250).

Castrillón, O. & Puerta, S. (2012). Revista Lasallista de Investigación. *Impacto del Manejo de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallistas*, vol. 1, (pp: 15-21).

Centro de Economía y Administración de Residuos Sólidos, (2014). *Diagnóstico Nacional de la Gestión de RSD*. Seminarios regionales Junio-Julio 2014, organizado por CORFO para los encargados de Medio Ambiente de las Municipalidades, Región de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Centro de Investigaciones Sociológicas. (2010). *Censo y caracterización socioeconómica de Laguna Verde*. Universidad de Valparaíso.

Clemente, R. (2014). *Propuesta de plan medio ambiental de carácter municipal para el manejo de residuos domiciliarios en la comuna de Olmué*. Trabajo de titulación para optar al título profesional de Ingeniero Ambiental, Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Consorcio para la Gestión Sostenibles de Residuos de Asturias (COGERSA), (2007). Fichas para el cálculo de cantidades de residuos recogidas selectivamente para la red de escuelas por el reciclaje, España.

Comisión Nacional de Medio Ambiente, (2001). *Estructura de un plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios*, (pp: 1-12).

Comisión Nacional de Ambiente, (2005a). *Política de gestión integral de residuos sólidos*. Santiago de Chile, Chile.

Comisión Nacional de Medio Ambiente, (2005b). *Sistemas de Reciclaje: Estudio de casos en la Región Metropolitana*. Edición y corrección de textos: María Eugenia Meza, Santiago de Chile, Chile.

Comisión Nacional de Medio Ambiente (2010). *Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile*, Basado en el proyecto “Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos en Chile”. Santiago de Chile, Chile.

CompostaRed, (2011). *Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico*. Manual realizado por la Red Estatal de Entidades Locales por el compostaje doméstico y comunitario.

Diario Oficial, (2006). *Declaración Santuario de la Naturaleza Los Acantilados Federico Santa María, ubicación en la localidad de Laguna Verde, comuna y provincia de Valparaíso, V Región de Valparaíso*. Núm. 699 exento, Santiago 30 de Mayo de 2006.

Díaz, E. (2002). *Guía de Lombricultura: Una alternativa de producción, para emprendedores y productores agro*. Municipalidad de La Rioja, Argentina.

Epstein, E. (2011). *Industrial Composting: Environmental engineering and facilities management*. Ed: CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.

Farfán, R. (2010). *Propuesta de gestión y manejo de los residuos sólidos domiciliarios de la localidad de Inio, Comuna de Quellón*. Memoria de título para optar al título de profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Gaggero, E. & Ordoñez, M. (2010). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Documento desinado a docentes. Apoyado por el Organismos Provincial para el Desarrollo Sostenible y la Subsecretaría de Educación. Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Gajalakshmi, S. & Abbasi, S.A. (2004). *Earthworms and vermicomposting*. Revista Indian Journal of Biotechnology, vol. 3, pp: 486-494.

Gobierno de Chile, (2013). *Mensaje de S.E. el Presidente de la República con el que se inicia un proyecto de Ley Marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor, Mensaje N° 182-361, 14 de Agosto de 2013*. Santiago de Chile, Chile.

Gobierno de Chile, (2009). *Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable*. Cuidando Chile: Nueva Institucionalidad Ambiental, Santiago de Chile, Chile.

Gornham, J.P. (2012). *Verdes por necesidad*. Revista Que Pasa. Rescatado de: <http://www.quepasa.cl/articulo/actualidad/2012/06/1-8703-9-verdes-por-necesidad.shtml#note>

InduAmbiente, 2012. *Y la REP, ¿Cuándo?*. Revista InduAmbiente, revista de descontaminación industrial, recursos energéticos y ecología, editada por comunicaciones tiempo nuevo limitada, N°114, Enero-Febrero.

Instituto Nacional de Estadística, (2003). *Síntesis de resultados: Censo 2002*. Comisión Nacional del XVII Censo de Población y VI de vivienda, Santiago de Chile, Chile.

Instituto Nacional de Estadística, (2005). *Chile: Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos*. Publicado en Junio de 2005, Santiago de Chile, Chile.

León, C. (2007). *Evaluación de Inversiones: Un enfoque privado y social*. Escuela de Economía, Universidad Católica Santo Toribio de Mogroveio, Chiclayo, Perú.

Ley N° 19.300. *Ley sobre bases generales del medio ambiente*, Diario Oficial de la Republica de Chile, Santiago de Chile, Chile, 9 de Marzo de 1994.

Lund, H.F. (1996). *Manual McGraw-Hill de Reciclaje*. España. Edición: McGraw, vol: I y II.

Ministerio de Desarrollo Social (2013). *Metodología de preparación y evaluación de proyectos de residuos sólidos domiciliarios y asimilables*. Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente (2011a). Informe de Estado del Medio Ambiente, *Capítulo 3: Residuos* (pp: 135-165). Santiago de Chile, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente (2011b). *Ley General de Residuos*, Documento apoyado por la División Política y Regulación Ambiental. Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente (2014). *La educación a luz de la reforma*. Revista Educación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Chile.

Ministerio de Medio Ambiente, (2014b). *Norma colores reciclaje*. Rescatado de: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16573.html>

Ministerio de Planificación, (2006). *Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos*. Realizado por el Gobierno de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Ministerio de Planificación, (2007). *Residuos sólidos: Estudio y Planes de Manejo*.

Muñoz, C. (2012). *Propuesta para el manejo de residuos sólidos urbanos en San Vicente de Tagua Tagua*. Trabajo de titulación para optar al título profesional de Ingeniero Ambiental, Instituto de Ciencias Ambientales, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Nagavallema, K.P., Wani, S.P., Lacroix, S., Padmaja, V.V., Vineela, C., Babu Rao, M. & Sahrawat, K.L. (2004). *Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer*. Global Theme on Agrecosystems Report no. 8. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research, Institute for the Semi-Arid Tropics. 20 pp.

Proyecto de Norma en consulta pública prNCh-3322, (2012). *Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos*. Instituto Nacional de Normalización, Chile.

Norma Chilena Oficial 2880, (2004). *Compost - Clasificación y requisitos*. División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, Chile.

Orccosupa, J. (2002). *Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos: Provincia de Santiago de Chile*. Tesis para optar al título de Magister en Gestión y Planificación Ambiental, Departamento de Postgrado y Postítulo, Universidad de Chile.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. En conjunto con la Secretaría Estatal para Asuntos Económicos (SECO) y el Laboratorio de Análisis de Residuos (LARE), La Habana, Cuba.

Organización Panamericana de la Salud, (2000). *La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible*. Publicación Científica N°. 572, Washington, E.U.A.

Pala, H. (2006). *Estudio del potencial energético a partir de los residuos sólidos en algunos distritos del cono norte de Lima Metropolitana*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Plan de Desarrollo Comunal, (1998). *Plan de Desarrollo Comunal de Valparaíso: Diagnostico Comunal*. Realizado por consultores de Gestión Pública.

Poletto, J. & Silva, C. (2009). *Influencia de la separación de residuos sólidos urbanos para reciclaje en el proceso de incineración con generación de energía*. Revista Información tecnológica, vol. 20, (pp: 105-112).

Regoff, M. (2014). *Solid Waste Recycling and Processing: Planning of Solid Waste Recycling, Facilities and Programs*. Segunda Edición, contribución con Revista Elsevier Inc.

Roben, E. (2003). *El reciclaje: Oportunidades para reducir la generación de los desechos sólidos y reintegrar materiales recuperables en el círculo económico*. Ilustre Municipalidad de Loja y Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica, Loja, Ecuador.

Rojas, J.P., Salazar, R., Sepúlveda, M., Conejeros, M., & Santelices, I. (2006). *Residuos sólidos domiciliarios: Logística, una herramienta moderna para enfrentar este antiguo problema*. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Bío-Bío, Concepción, Chile.

Rondón, E. & Szantó, M. (2012). *Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina: Residuos y reducción de gases de efecto invernadero*:

el caso de Chile. Documento realizado por consultores de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, Chile.

Ruiz, A. & Morillo, L. (2004). *Epidemiología clínica: Investigación clínica aplicada*. Edición: Médica Panamericana. Recuperado de: <http://books.google.cl/books?id=2UN-khOULaKc>

Runfola, J. & Gallardo, A. (2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. Trabajo presentado en el II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Septiembre de 2009, Barranquilla, Colombia.

Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos, (2014). *Plan de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios, Región de Valparaíso, estrategia corto plazo 2011-2014: Diagnostico actual y soluciones proyectadas "Rellenos sanitarios y plantas de transferencia"*. Gobierno de Chile, Chile.

Sztern, D. & Pravia, M. (1999). *Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos*. Documento cuyo derechos le son reservados a la Organización Panamericana de la Salud.

Tapia, L. (2014). *Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER): Capacitación Sistema Ventanilla Única RETC*. Trabajo para el Ministerio de Medio Ambiente, Santiago de Chile, Chile.

Tchonobanoglous, G., Theisen, H. & Vigil, A. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. México. Editor: McGraw-Hill/Interamericana de España, vol: I y II.

Zafra, C. (2009). *Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCE)*. Revista Ingeniería e Investigación, vol. 29, N° 2, Agosto de 2009, (119-126).

Zavala, F. (2014). *La educación a luz de la reforma*. Revista Educación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Chile.

9. ANEXOS

Anexo A

La siguiente encuesta se basa y adapta al trabajo de Clemente (2014):

Encuesta 1: “Conocimiento sobre el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el sector Fundo Curaumilla”

Objetivo: Averiguar el grado de conocimiento de la población piloto con respecto al correcto manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

Instrucciones:

- I. Marque con un círculo negro la alternativa que más le identifique*
- II. Responda según su experiencia y con sinceridad*

- 1) ¿Cuántas bolsas de basura genera aproximadamente durante un día?
 - a) Ninguna*
 - b) Solo una*
 - c) Entre 2 a 3*
 - d) Más de 3*

- 2) ¿Con que frecuencia usted acude a dejar sus bolsas de basura al gran contenedor de basura del sector?
 - a) No acude al contenedor del sector*
 - b) Solo una vez a la semana*
 - c) Entre 2 a 3 veces por semana*
 - d) Más de 3 veces por semana*

- 3) Bajo su opinión, ¿Usted considera necesario que el sector debería contar con un manejo de residuos domiciliarios?
 - a) Si*
 - b) No*

- 4) Actualmente, ¿Practica alguna actividad relacionada con el reciclaje, la reutilización o el compostaje de los residuos generados en su hogar?
- a) *Si*
 - b) *No*
 - c) *No tengo el conocimiento de las técnicas mencionadas*
- 5) ¿Usted tiene conocimiento de los problemas generados por la inadecuada acumulación de los residuos sólidos producidos en viviendas, como es el caso de la generación de micro-basurales?
- a) *Si*
 - b) *No*
- 6) ¿Reconoce usted haber eliminado basura de forma incorrecta (quema, entierro etc) o en sitios no permitidos (esteros, quebradas, sitios eriazos, etc)?
- a) *Si*
 - b) *No*
- 7) Si su respuesta en la pregunta 6 fue SI, ¿Por qué motivo lo realizó?
- a) *Por costumbre o comodidad*
 - b) *Para evitar que los perros vagos rompan las bolsas de basuras*
 - c) *Porque el contenedor del sector se encontraba a su máxima capacidad*
 - d) *Otro motivo*
- 8) ¿Apoyaría de forma activa, iniciativas como el reciclaje, compostaje y un eventual plan de manejo de residuos sólidos para el sector?
- a) *Si*
 - b) *No*

Anexo B

Segunda parte de la encuesta:

Instrucciones:

- I. *Marce con una cruz (X), la opción que más le parezca de su agrado.*
- II. *Responda con sinceridad*

	<i>Total acuerdo</i>	<i>Acuerdo</i>	<i>No estoy seguro</i>	<i>Desacuerdo</i>	<i>Total desacuerdo</i>
<i>Laguna Verde como poblado está preocupado de la contaminación por residuos sólidos domiciliarios</i>	1	2	3	4	5
<i>El sector Fundo Curaumilla está preocupado de la contaminación por residuos sólidos domiciliarios</i>	1	2	3	4	5
<i>La generación de micro- basurales puede ser perjudicial para la salud humana</i>	1	2	3	4	5
<i>Ejemplos de residuos domiciliarios son: papel, vidrio, plástico y artículos electrónicos</i>	1	2	3	4	5
<i>Basura es lo mismo que residuo</i>	1	2	3	4	5
<i>El vidrio se puede reciclar</i>	1	2	3	4	5
<i>Botar papeles, frutas y verduras en quebradas o sitios abandonados produce efectos negativos sobre el medio ambiente</i>	1	2	3	4	5
<i>Reutilizar es lo mismo que reciclar</i>	1	2	3	4	5
<i>Hoy en día, Laguna Verde le da mucha importancia al medio ambiente</i>	1	2	3	4	5
<i>Falta mayor aporte de recursos, de parte de la Municipalidad de Valparaíso, para trabajar la problemática</i>	1	2	3	4	5

<i>de residuos sólidos domiciliarios</i>					
<i>Los plásticos contaminan gravemente el medio ambiente</i>	1	2	3	4	5
<i>Es importante implementar en los colegios talleres de educación ambiental</i>	1	2	3	4	5
<i>En época estival, aumenta la cantidad de residuos en el sector</i>	1	2	3	4	5

Anexo C

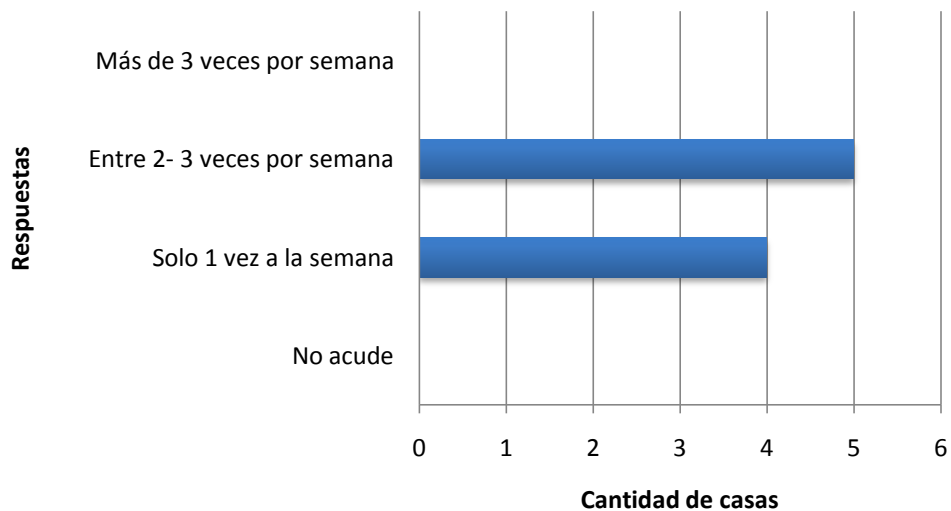
Detalle de análisis de las encuesta.

Pregunta 1: ¿Cuántas bolsas de basura genera aproximadamente durante un día?														
Respuestas	Ninguna	Solo 1	Entre 2 y 3	Más de 3										
Cantidad	0	7	1	1										
Cantidad %	0%	78%	11%	11%										
Grafico	<table border="1"> <caption>Data for the bar chart</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Cantidad de casas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Más de 3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Entre 2 a 3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Solo una</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Ninguna</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>				Respuesta	Cantidad de casas	Más de 3	1	Entre 2 a 3	1	Solo una	7	Ninguna	0
Respuesta	Cantidad de casas													
Más de 3	1													
Entre 2 a 3	1													
Solo una	7													
Ninguna	0													
Análisis	<p>Dentro de los encuestados, 7 personas reconocen la generación de solo 1 bolsa de basura al día lo cual es evidente al contrastar esta respuesta con los pesos diarios obtenidos para cada casa.</p> <p>Se observa que en 2 casas se asume una mayor generación de bolsas de basuras al día. Estas respuestas probablemente provengan de los 2 negocios comerciales del sector, ya que generan residuos del negocio y de su propio hogar.</p>													

Pregunta 2: ¿Con que frecuencia usted acude a dejar sus bolsas de basura al gran contenedor de basura del sector?

Respuestas	No acude al contenedor	Solo una vez a la semana	Entre 2 a 3 veces por semana	Más de 3 veces por semana
Cantidad	0	4	5	0
Cantidad %	0%	44%	56%	0%

Grafico



Análisis

Al analizar los resultados se puede apreciar una gran tendencia, de las personas encuestadas, a acudir al contenedor del sector entre 1 a 3 veces por semana. Con este dato, se podría interpretar que la realidad de todo el sector de Fundo Curaumilla podría tener esta misma tendencia.

Pregunta 4: Actualmente, ¿Practica alguna actividad relacionada con el reciclaje, la reutilización o el compostaje de los residuos generados en su hogar?											
Respuestas	Si	No	No tengo el conocimiento de las técnicas mencionadas								
Cantidad	3	5	1								
Cantidad %	33%	56%	11%								
Grafico	<p>A horizontal bar chart titled 'Respuestas' showing the number of houses for each response category. The x-axis is labeled 'Cantidad de casas' and ranges from 0 to 6. The y-axis lists the response categories: 'No conoce las técnicas', 'No', and 'Si'. The bars represent the following values: 'No conoce las técnicas' has 1 house, 'No' has 5 houses, and 'Si' has 3 houses.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Cantidad de casas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No conoce las técnicas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			Respuesta	Cantidad de casas	No conoce las técnicas	1	No	5	Si	3
Respuesta	Cantidad de casas										
No conoce las técnicas	1										
No	5										
Si	3										
Análisis	<p>El 33% de los encuestados, vale decir solo 3 viviendas reconocieron practicar alguna técnica de compostaje, reutilización o reciclaje. Específicamente durante el terreno y la ejecución de la presente encuesta se pudo observar que en la Casa 2 se practica compostaje pero con una precaria infraestructura y condiciones. Por otra parte, en la Casa 3 se recicla pero solo neumáticos debido a que es un taller mecánico. Mientras, la Casa 5 realiza el reciclaje de latas de aluminio y compostaje de algunos residuos orgánico que también carece de las condiciones adecuadas.</p> <p>La mayor parte de los encuestados (56%) reconoce no practicar ninguna técnica y solo una persona indico no conocer estas.</p>										

Anexo D

Las densidades de los RSD calculados para cada casa piloto son los siguientes:

ID Casa: CAS2									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	1	1	1	1	1	1	-	1	7
Altura libre (cm)	18	23	20	28	32	24		26	-
Peso (kg)	1,285	1,050	2,220	0,750	0,460	0,970		0,335	7,070
Densidad (kg/m ³)	78,6	90,9	128,2	111,4	159,4	91,6		38,7	698,8

ID Casa: CAS3									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	1	1	1	1	1	1	1	-	7
Altura libre (cm)	8	20	28	32	27	15	22		-
Peso (kg)	1,505	1,525	0,540	0,245	0,160	1,895	0,750		6,620
Densidad (kg/m ³)	57,9	105,6	80,2	84,9	20,8	98,5	59,9		507,8

ID Casa: CAS4									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	-	-	1	1	1	1	1	1	6
Altura libre (cm)			25	17	20	11	16	22	-
Peso (kg)			0,900	2,065	1,255	3,015	1,310	1,005	9,550
Densidad (kg/m ³)			93,5	119,2	86,9	130,6	71,7	80,3	582,2

ID Casa: CAS5									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	4 + RE	1	1	1	1	1G + 1	3	3	18
Altura libre (cm)	3	22	13	5	25	13	10	4	-
	15					23	30	9	
	22					30	33	22	
	7								
	10								
Peso (kg)	6,770	1,285	5,745	5,815	0,625	1,070	2,805	5,060	37,485
	3,810					0,345	0,460	1,000	
	0,110						0,655	0,095	
	1,000								
	0,835								
Densidad (kg/m ³)	219,8	102,7	271,4	201,5	64,9	97,7	133,0	185,4	1914,9
	124,2					63,2	95,6	18,7	
	122,3						135,1	7,6	
	37,1								
	34,7								

ID Casa: CAS6									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	1	1G	1G	1	1G	1	1	-	10
Altura libre (cm)	10	8	8	20	14	12	11		-
		10	10		12				
Peso (kg)	1,600	1,835	5,910	1,155	4,510	2,630	2,760		20,400
Densidad (kg/m ³)	66,5	73,5	236,7	80,0	213,5	118,9	119,5		908,6

ID Casa: CAS7									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	1	1	2	1	1	1	-	2	9
Altura libre (cm)	23	20	22	28	30	17		11	-
			28					18	
Peso (kg)	1,210	0,790	1,625	0,590	0,255	1, 15		2,020	8,145
			0,340					0,300	
Densidad	104,8	54,7	129,9	87,6	53,0	58,6		87,4	644,8

ID Casa: CAS7									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
(kg/m ³)			50,5					18,3	

ID Casa: CAS8									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	1	1	1	1	1	1	1	-	7
Altura libre (cm)	15	25	30	30	33	30	25		-
Peso (kg)	2,515	0,405	0,360	0,555	0,065	0,570	0,625		5,095
Densidad (kg/m ³)	130,7	42,1	74,8	115,4	33,8	118,5	64,9		580,2

ID Casa: CAS9									
Medidas	Dia0	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Total
Cantidad de bolsas	2+RE	1	2	1	2	-	1	2	12
Altura libre (cm)	13	20	23	31	25		16	6	-
	9		28		30			27	
	10								
Peso (kg)	0,905	0,555	1,345	0,370	0,900		0,895	2,270	10,720
	0,795		0,825		0,305			0,700	
	0,855								
Densidad (kg/m ³)	42,8	38,5	116,5	96,1	93,5		48,9	81,4	861,8
	31,8		122,5		63,4			90,9	
	35,5								

Anexo E

Tipo de residuo	Cantidad específica de residuos (kg)	Cantidad Total (kg)
Aluminio	Latas	
	Papel Aluminio	
	Otros Aluminios	
Papel	Diario	
	Cartón	
	Mezclado	
	Tetrapack	
Residuos comida	Residuos compostables	
	Residuos no compostables	
Vidrio	Transparente	
	Ámbar	
	Verde	
Férreo	Hierro	
	Latas hojalata	
	Acero	
	Latas bimetálicas	
Residuos de jardín	Ramas	
	Hojas	
	Hierbas	
Madera	Serrín	
	Productos de madera	
Inorgánicos no combustibles	Rocas	
	Arena	
	Polvo	
	Cerámica	
	Yeso	
	Cobre	
	Latón	
	Huesos	
	Otros orgánicos	
Goma		
Cuero		
Plásticos	1 PET	
	2 PE-HD	
	3 PVC	
	4 PE-LD	
	5 PP	
	6 PS	
	7 Otros	

Anexo F

Las tablas de caracterización para cada casa representativa y con su detalle se presentan a continuación.

ID CAS: Casa 1			
Residuo	Residuo específico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Latas de aluminio	0,030	0,17
	Papel de aluminio	0,005	0,03
Papel	Cartón	0,225	1,31
	Mezclado	0,105	0,61
	Servilleta-nova	0,350	2,04
	Tetrapack	0,220	1,28
Orgánico	No compostable	0,890	5,18
	Compostable	11,500	66,92
Vidrio	Transparente	1,750	10,18
Madera	Producto de madera	0,005	0,03
Otros orgánicos	Textil	0,120	0,70
Plástico	1 PET	0,540	3,14
	2 PE-HD	0,130	0,76
	3 PVC	0,360	2,09
	4 PE-LD	0,040	0,23
	5 PP	0,025	0,15
	6 PS	0,055	0,32
	7 Otros	0,235	1,37
Otros	Residuo electrónico	0,595	3,46
	Residuo peligroso	0,005	0,03
Total		17,185	100%

ID CAS: Casa 2			
Residuo	Residuo especifico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Latas de aluminio	0,035	0,50
	Papel de aluminio	0,020	0,28
Papel	Cartón	0,075	1,06
	Mezclado	0,280	3,96
Orgánico	No compostable	0,430	6,08
	Compostable	5,300	74,96
Férreo	Hierro	0,135	1,91
Otros orgánicos	Textil	0,040	0,57
	Goma	0,005	0,07
Inorgánico no combustible	Lija	0,010	0,14
Plástico	1 PET	0,115	1,63
	2 PE-HD	0,365	5,16
	4 PE-LD	0,115	1,63
	5 PP	0,045	0,64
	6 PS	0,070	0,99
	7 Otros	0,030	0,42
	Total		7,070

ID CAS: Casa 3			
Residuo	Residuo específico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Papel de aluminio	0,010	0,15
Papel	Cartón	0,125	1,89
	Mezclado	0,100	1,51
	Servilleta-nova	0,370	5,59
	Tetrapack	0,040	0,60
Orgánico	No compostable	0,535	8,08
	Compostable	4,780	72,21
Férreo	Latas de hojalata	0,085	1,28
Madera	Producto de madera	0,020	0,30
Otros orgánicos	Textil	0,155	2,34
	Cuero	0,005	0,08
Plásticos	2 PE-HD	0,100	1,51
	3 PVC	0,040	0,60
	4 PE-LD	0,155	2,34
	5 PP	0,055	0,83
	6 PS	0,030	0,45
	7 Otros	0,015	0,23
Total		6,620	100%

ID CAS: Casa 4			
Residuo	Residuo específico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Latas de aluminio	0,805	8,43
	Papel de aluminio	0,010	0,10
Papel	Cartón	0,020	0,21
	Mezclado	0,015	0,16
	Tetrapack	0,020	0,21
Orgánico	No compostable	0,335	3,51
	Compostable	7,200	75,39
Vidrio	Transparente	0,390	4,08
Férreo	Latas de hojalata	0,130	1,36
Inorgánico no combustible	Huesos	0,005	0,05
Plástico	1 PET	0,070	0,73
	2 PE-HD	0,085	0,89
	4 PE-LD	0,075	0,79
	5 PP	0,185	1,94
	6 PS	0,085	0,89
	7 Otros	0,100	1,05
Otros	Residuo peligroso	0,020	0,21
Total		9,550	100%

ID CAS: Casa 5			
Residuo	Residuo específico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Latas de aluminio	2,200	4,84
	Papel de aluminio	0,015	0,03
Papel	Diario	0,020	0,04
	Cartón	7,990	17,57
	Mezclado	0,095	0,21
	Servilleta-nova	0,055	0,12
	Tetrapack	0,360	0,79
	Celofán	0,030	0,07
	Orgánico	No compostable	1,260
Compostable		26,100	57,39
Vidrio	Verde	3,590	7,89
Plástico	1 PET	1,575	3,46
	2 PE-HD	0,430	0,95
	3 PVC	0,075	0,16
	4 PE-LD	0,200	0,44
	5 PP	0,180	0,40
	6 PS	0,160	0,35
	7 Otros	0,305	0,67
Otros	Residuo electrónico	0,835	1,84
Total		45,475	100%

ID CAS: Casa 6			
Residuo	Residuo especifico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Latas de aluminio	0,225	1,10
	Papel de aluminio	0,020	0,10
Papel	Diario	0,105	0,51
	Cartón	0,950	4,66
	Mezclado	0,165	0,81
	Servilleta-nova	0,250	1,23
	Tetrapack	0,450	2,21
	Orgánico	No compostable	1,550
Compostable		13,890	68,09
Vidrio	Transparente	0,625	3,06
Férreo	Latas de hojalata	0,165	0,81
Plástico	1 PET	0,865	4,24
	2 PE-HD	0,185	0,91
	3 PVC	0,060	0,29
	4 PE-LD	0,140	0,69
	5 PP	0,130	0,64
	6 PS	0,580	2,84
	7 Otros	0,045	0,22
Total		20,400	100%

ID CAS: Casa 7			
Residuo	Residuo especifico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Papel	Cartón	0,080	0,98
	Mezclado	0,005	0,06
	Servilleta-nova	0,655	8,04
Orgánico	No compostable	0,865	10,62
	Compostable	6,105	74,95
Plástico	1 PET	0,210	2,58
	2 PE-HD	0,040	0,49
	3 PVC	0,050	0,61
	4 PE-LD	0,060	0,74
	5 PP	0,015	0,18
	6 PS	0,055	0,68
	7 Otros	0,005	0,06
Total		8,145	100%

ID CAS: Casa 8			
Residuo	Residuo específico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Latas de aluminio	0,280	5,50
	Papel de aluminio	0,010	0,20
Papel	Cartón	0,015	0,29
Orgánico	No compostable	0,255	5,00
	Compostable	3,300	63,77
Otros orgánicos	Textil	0,260	5,10
Inorgánico no combustible	Huesos	0,290	5,69
Plástico	1 PET	0,525	10,30
	2 PE-HD	0,105	2,06
	3 PVC	0,005	0,10
	4 PE-LD	0,005	0,10
	5 PP	0,005	0,10
	6 PS	0,040	0,79
Total		5,095	100%

ID CAS: Casa 9			
Residuo	Residuo específico	Masa (kg)	Porcentaje (%)
Aluminio	Papel de aluminio	0,035	0,33
Papel	Diario	0,085	0,79
	Cartón	0,040	0,37
	Mezclado	0,020	0,19
	Servilleta-nova	0,075	0,70
	Tetrapack	0,115	1,07
Orgánico	No compostable	1,230	11,47
	Compostable	7,550	70,43
Férreo	Latas de hojalata	0,040	0,37
Plástico	1 PET	0,170	1,59
	2 PE-HD	0,205	1,91
	3 PVC	0,035	0,33
	5 PP	0,070	0,65
	6 PS	0,065	0,61
	7 Otros	0,130	1,21
Otros	Residuo electrónico	0,855	7,98
Total		10,720	100%

Anexo G

Los balances de masa del vermicompost para el resto de la población piloto se presenta a continuación:

Casa 2		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	21,2 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	10,6 (l/mes)	10,6 (l/mes)
Lombriz roja californiana	700 lombrices al inicio del mes	2310 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	12,6 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	6,8 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0.3 (kg/mes)

Casa 3		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	19,2 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	9,6 (l/mes)	-
Lombriz roja californiana	640 lombrices al inicio del mes	2112 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	11,5 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	6,2 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,3 (kg/mes)

Casa 4		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	28,8 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	14,4 (l/mes)	14,4 (l/mes)
Lombriz roja californiana	960 lombrices al inicio del mes	3168 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	17,3 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	9,2 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,5 (kg/mes)

Casa 5		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	104,4 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	52,2 (l/mes)	52,2 (l/mes)
Lombriz roja californiana	3500 lombrices al inicio del mes	11550 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	63 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	33,4 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	1,7 (kg/mes)

Casa 6		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	55,6 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	27,8 (l/mes)	27,8 (l/mes)
Lombriz roja californiana	1900 lombrices al inicio del mes	6270 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	34,2 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	17,8 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,9 (kg/mes)

Casa 7		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	24,4 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	12,2 (l/mes)	12,2 (l/mes)
Lombriz roja californiana	800 lombrices al inicio del mes	2640 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	14,4 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	7,8 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,4 (kg/mes)

Casa 8		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	13,2 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	6,6 (l/mes)	6,6 (l/mes)
Lombriz roja californiana	440 lombrices al inicio del mes	1452 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	7,8 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	4,2 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,2 (kg/mes)

Casa 9		
	Entrada	Salida
Materia Orgánica compostable	30,4 (kg/mes)	-
Agua (Humedad promedio 50%)	15,2 (l/mes)	15,2 (l/mes)
Lombriz roja californiana	1000 lombrices al inicio del mes	3300 lombrices al finalizar el mes
Humus	-	18 (kg/mes)
CO ₂ producido	-	9,8 (kg/mes)
Proteínas producidas	-	0,5 (kg/mes)

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-02
Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclables	Revisión	01
	Fecha	2015

Anexo H

Plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios en el sector Fundo Curaumilla

Manipulación, retiro y transporte de residuos reciclados

Índice	Páginas
Objetivo	
Alcance	
Definiciones y Abreviaturas	
Responsabilidades	
Documentación de Referencia	
Descripción	
Anexos	
Apartado de modificaciones	
Aprobación	

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-02
Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclables	Revisión	01
	Fecha	2015

Objetivo

Entablar el correcto protocolo para el funcionamiento de los puntos limpios en cuanto a su retiro y transporte.

Alcance

El presente procedimiento se aplica a los 3 puntos limpios propuestos y será implementado por los responsables del retiro y transporte de los materiales reciclables.

Definiciones

Residuos reciclables: Son aquellos residuos que se acopian en los puntos limpios y a los cuales se les revalorizará de manera económica.

Puntos limpios: Instalación de recogida selectiva donde se efectúa la recepción transitoria, clasificación y acumulación de ciertos tipos de residuos sólidos domiciliarios y promueve tanto la importancia del reciclaje como el cuidado del medio ambiente.

Retiro de materiales reciclables: Corresponde a la acción de manipular los materiales reciclables, desde el contenedor al medio de transporte en el cual los residuos se desplazarán para su futura compra.

Revalorización de residuos: Consiste en reincorporar un nuevo valor a los residuos, ya sea de tipo funcional, energético u económico.

Transporte de materiales reciclables: Acción que consiste en trasladar, a través de un medio de transporte, los materiales reciclables desde el punto limpio hasta el punto de compra de empresas externas.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-02
Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclables	Revisión	01
	Fecha	2015

Responsabilidades

Responsables	Funciones
Grupo de Medio Ambiente	Retiro de materiales reciclados
Grupo de Medio Ambiente	Gestión del transporte de materiales reciclados

Documentos de referencia

- Ordenanza 546 Ordenanza local de aseo y ornato de Valparaíso.
- Proyecto de ley marco para la gestión de residuos y responsabilidad extendida del productor, 2013.

Descripción

Retiro de materiales reciclables

Consiste en la manipulación de los materiales reciclados, por lo cual es de suma importancia tomar ciertas consideraciones para evitar accidentes de parte de la persona que ejecute la acción y deterioro del material en cuestión.

A continuación se presentan las consideraciones a tomar a la hora de realizar el retiro de los residuos:

- Uso de guantes al manipular los materiales reciclados
- Cuidado especial al tratar con los residuos de vidrio, para evitar accidentes como cortes.
- Considerar el uso de una pala si fuera necesario.
- Realizar un registro del día, cantidad estimada, tipos de residuos manipulados y enviados al transporte, hora de inicio y término del retiro de los materiales. La ficha de registro se encuentra en la sección de Anexos.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-02
Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclables	Revisión	01
	Fecha	2015

- Al terminar la manipulación de los residuos, contar con jabón gel para la desinfección de las manos.

Una vez terminada la acción de retiro y transporte de los materiales reciclados, guardar los implementos utilizados en un lugar seguro para su futuro uso.

Gestión del transporte de materiales reciclados

El Grupo de Medio Ambiente, perteneciente al Comité de Adelanto de Laguna Verde, serán los encargados de buscar las opciones del transporte de los materiales reciclados. Se espera que aparezcan opciones concretas de transporte dentro de la misma comunidad del Fundo Curaumilla, considerándose entonces como un trabajo esporádico remunerado. De no encontrar un medio de transporte en la comunidad, se sugiere contratar un servicio externo de flete.

Transporte del material reciclado

El transporte de los materiales reciclados se realizará cuando los contenedores se encuentren con una capacidad de 80% en cuanto a su llenado. Esto podría ser relativo, por lo tanto se considerará una fiscalización semanal a los puntos limpios de parte del Grupo de Medio Ambiente.

Los residuos serán transportados por un conductor que posea una camioneta con la capacidad suficiente en su carrocería para llevar los materiales reciclados. En la carrocería de la camioneta se contará con bolsas de granel, las cuales serán utilizadas para depositar los materiales reciclables y luego estas bolsas serán cubiertas con una capa que cubrirá toda la carrocería de la camioneta, con el objetivo de que al momento de realizar el traslado, no se escapen los residuos. Se requiere además una autorización municipal para el traslado de los residuos.

La persona encargada del transporte de los materiales reciclados deberá rellenar una ficha de registro en la cual se transcribe la información referente a la cantidad específica de kilogramo por residuo y el valor monetario del pesaje total.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-02
Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclables	Revisión	01
	Fecha	2015

ANEXO 1

Ficha de registro del retiro de materiales reciclados.

Fecha:		
Hora de inicio:		
Hora de termino:		
Materiales reciclables	Marcar con "X "los retirados	Cantidad de retiro aproximada
Vidrio		
Cartón		
Latas de aluminio		
PET 1		
Retiro realizado por:	Nombre	Firma

ANEXO 2

Ficha de Transporte de materiales reciclados

Fecha:				
Hora de entrega:				
Material reciclado	Kg. del material reciclado	Valor económico	Nombre de la empresa compradora	Nombre y firma del receptor de los materiales reciclados
Vidrio				
Cartón				
Latas de aluminio				
PET 1				
Transporte realizado por:	Nombre	Firma		

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	PPL-02
Manipulación, retiro y transporte de materiales reciclables	Revisión	01
	Fecha	2015

Apartado de Modificaciones

Fecha	Modificación	Observación

Aprobación

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma :	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Nota: La revisión y aprobación del presente documento lo ejecutará el Equipo de Medio Ambiente, según la jerarquía de mandos y responsabilidades que se establezcan de forma interna.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IPL 01
Instructivo de reciclaje de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios en el sector Fundo Curaumilla

Instructivo de reciclaje para puntos limpios

Índice	Páginas
Objetivo	
Alcance	
Descripción	
Aprobación	

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IPL 01
Instructivo de reciclaje de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

1. Objetivo

Establecer la manera en que se reciclan los materiales reciclables en los puntos limpios.

2. Alcance

El presente instructivo se aplica a los 3 puntos limpios correspondientes al Plan de Manejo de residuos sólidos domiciliarios del sector Fundo Curaumilla de Laguna Verde.

3. Descripción

A continuación se presentan las consideraciones a tomar de parte de la población piloto y aledaña para realizar una correcta disposición de los residuos reciclables en los puntos limpios.

3.1. Reciclaje de vidrios

1. Revisar que las botellas no contengan líquidos; de ser así, se recomienda botar el contenido de la botella, lavar y dejar secar. Esto evitará que los contenedores se ensucien y por lo tanto se mantendrá el contenedor en buenas condiciones para su uso.
2. Asegúrese que el contenedor en donde depositará el residuo sea el correcto según el logo que lleve.
3. Al depositar las botellas de vidrio, hágalo con suavidad de manera que no se rompan las botellas, ya que no se reciben las que se encuentren rotas.
4. Si se encuentra con el contenedor lleno y además hay botellas de vidrios apilados cerca del punto limpio, de aviso inmediato al Equipo de Medio Ambiente cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.
5. Dejar siempre el contenedor cerrado con su tapa.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IPL 01
Instructivo de reciclaje de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

Al momento de disponer los residuos reciclados al contenedor, se debe asegurar que este se encuentre con una cantidad de llenado no superior al 80% de su capacidad. De caso contrario, deposite igualmente sus vidrios pero de aviso de forma inmediata a los encargados del punto limpio (Equipo de Medio Ambiente) cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.

3.2. Reciclaje de Cartón

1. Asegúrese que el cartón que va a disponer al punto limpio se encuentre sin suciedad de materia orgánica y libre de vertido líquidos.
2. Asegúrese que el contenedor en donde depositará el residuo sea el correcto según el logo que lleve.
3. Al momento de introducir el cartón a su correspondiente contenedor, dóblelo de forma tal que pueda caber en el contenedor. Si el tamaño del cartón es grande, córtelo y deposítelo.
4. Si se fija que el contenedor se encuentra con más del 80% de capacidad de su llenado, deposite sus cartones pero de aviso de forma inmediata a los encargados del punto limpio (Equipo de Medio Ambiente) cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.
5. Si se encuentra con el contenedor lleno y además hay cartones apilados cerca del punto limpio, de aviso inmediato al Equipo de Medio Ambiente cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.
6. Dejar siempre el contenedor cerrado con su tapa.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IPL 01
Instructivo de reciclaje de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

3.3 Reciclaje de PET 1

1. Verificar que el envase o botella a reciclar se trata efectivamente del tipo PET 1.
2. Revisar que las botellas y/o envases se encuentren totalmente vacías de su contenido. Si es necesario realizar un lavado de estas y dejar secar para evitar que el contenedor se ensucie y por lo tanto se mantenga limpio.
3. Asegúrese que el contenedor en donde depositará el residuo sea el correcto según el logo que lleve.
4. Al momento de disponer las botellas y/o envases, aplástelos de tal manera que ocupen menos espacio en el contenedor.
5. Si el contenedor se encuentra con más del 80% de su capacidad de su llenado, deposite sus envases y/o botellas PET 1, pero de aviso inmediato a los encargados del punto limpio (Equipo de Medio Ambiente)) cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.
6. Si se encuentra con el contenedor lleno y además hay envases y/o botellas PET 1 apiladas cerca del punto limpio, de aviso inmediato al Equipo de Medio Ambiente cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.
7. Dejar siempre el contenedor cerrado con su tapa.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IPL 01
Instructivo de reciclaje de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

3.4 Reciclaje de latas de aluminio

1. Vaciar el contenido completo de las latas de aluminio con la fin de no ensuciar el contenedor y mantenerlo limpio.
2. Asegúrese que el contenedor en donde depositará el residuo sea el correcto según el logo que lleve.
3. Antes de disponer las latas de aluminio al contenedor, aplastarlas para que ocupen menos espacio.
4. Ser cuidadoso con la manipulación de latas para evitar cortes en las manos.
5. Si el contenedor se encuentra con más del 80% de su capacidad de su llenado, deposite las latas igualmente pero de aviso inmediato a los encargados del punto limpio (Equipo de Medio Ambiente) cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio.
6. Si se encuentra con el contenedor lleno y además hay latas de aluminio apiladas cerca del punto limpio, de aviso inmediato al Equipo de Medio Ambiente cuyo número de contacto se encontrará disponible en el punto limpio
7. Dejar siempre el contenedor cerrado con su tapa.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IPL 01
Instructivo de reciclaje de puntos limpios	Revisión	01
	Fecha	2015

4. Aprobación

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma :	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Nota: La revisión y aprobación del presente documento lo ejecutará el Equipo de Medio Ambiente, según la jerarquía de mandos y responsabilidades que se establezcan de forma interna.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

Anexo J

Plan de manejo de residuos orgánicos con técnica de vermicompostaje en las casas representativas del Fundo Curaumilla

Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera

Índice	Páginas
Objetivo	
Alcance	
Descripción	
Aprobación	

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

1. Objetivo

Establecer las formas básicas del uso de las vermicomposteras para la obtención de una buena calidad de humus.

2. Alcance

El presente instructivo se aplica a las 9 casas representativas correspondientes al Plan de Manejo de residuos orgánicos del sector Fundo Curaumilla de Laguna Verde.

3. Descripción

A continuación se presentan las consideraciones a tomar de parte de la población piloto para realizar un correcto uso de las vermicomposteras.

3.1 Instalación de vermicomposteras

A la hora de instalación de una vermicompostera, es necesario hacerlo en un espacio que tenga la característica de ser sombreado en verano y protegido de las heladas de invierno. Esta consideración es fundamental para mantener las condiciones de temperatura y humedad que se requieren para un funcionamiento óptimo del proceso. También resulta importante instalar la vermicompostera en un lugar donde se facilite la ventilación y que sea de fácil acceso ya que se llevarán residuos orgánicos de forma constante y será necesario trabajar de forma cómoda y segura.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

3.2 Puesta en marcha

Antes de introducir a las lombrices es necesario crear lo que se llama un lecho, siguiendo las siguientes indicaciones:

1. Colocar en la primera bandeja (de abajo hacia arriba) un papel de diario doble de forma extendida o un cartón.
2. Preparar un lecho compuesto por una mezcla de materiales ricos en carbono como por ejemplo: aserrín, fibra de coco, hojas secas, pedazos de cartón, diarios picados. Es lecho es la primera estructura y el primer alimentos para las lombrices.
3. Humedecer el lecho lo suficiente, como para comprimir con la mano un poco de lecho y se obtengan gotas.
4. Esparcir el lecho humedecido sobre el papel de diario o cartón.
5. Añadir aproximadamente 250 gramos de residuos orgánicos y mezclarlos con el lecho, solo a un lado de la bandeja, para que así las lombrices cuenten con espacio libre de alimento, en donde se evite la generación de gases y haya oxígeno disponible.
6. Se agregan las lombrices, preferiblemente de día con la finalidad que estas se escondan de forma inmediata debido a su sensibilidad a la luz.
7. Colocar nuevamente una capa de lecho y materia orgánica pero en la segunda bandeja, para que así las lombrices puedan desplazarse y continuar alimentándose.
8. Este proceso se vuelve a repetir para el resto de las bandejas que componen la vermicompostera. Cuando la última bandeja este llena del todo, será el momento de recoger el humus de la primera bandeja, el cual tendrá una textura esponjosa, color negro y que se deshace en las manos.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

9. Una vez que los residuos orgánicos de la primera bandeja se hayan transformado en humus de lombriz, se coloca la bandeja en la parte superior de la vermicompostera para que pierda el exceso de humedad y las lombrices abandonen la bandeja, desplazándose a las inferiores.
10. Se debe extraer a través del grifo, el humus líquido el cual puede diluirse como 1 parte del mismo con 3 partes de agua. Este líquido puede ser aplicado a plantas interiores o exteriores, regando directamente sobre la tierra o pulverizando sobre las hojas.

3.3 Mantención

Existen ciertos factores claves del funcionamiento del vermicompostaje, de los cuales es fundamental estar atentos.

- **Temperatura:** La temperatura ideal para las lombrices varía entre 15 y 25 °C, aunque es posible que puedan soportar entre los 4 a 35°C. Es recomendable que cada casa piloto cuente con un termómetro para medir la temperatura del vermicompost en formación. Para en caso de viajes, se recomienda que las personas dejen la vermicompostera en un sitio sombreado, dejando en su interior papeles y cartones húmedos.
- **Humedad:** Se debe tomar un puñado de materia del proceso y apretarlo, no debe desmenuzarse fácilmente ni tampoco debe escurrir el agua. Si el material está seco se debe agregar material húmedo, mientras que si está mojado se debe agregar material seco de aporte que absorba el exceso de agua.
- **Aireación:** El proceso requiere de oxígeno, es por esto que en cada vermicompostera hay orificios en las bandejas. Se requiere que durante cada 7 días se realiza un volteo del materia orgánico y el lecho.
- **Condiciones de luz:** Mantener condiciones de poca luz, ya que las lombrices son organismos fotosensibles.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

Se recalca que los 4 factores mencionados pueden ser manejados por las propias familias pertenecientes a la población piloto, por lo tanto se propone que estas ayuden al control de sus propias vermicomposteras, colaborando y entregando datos y/o observaciones al Equipo de Medio Ambiente a la hora del control y seguimiento que deben realizar para llevar a cabo el presente Plan de Manejo.

Cabe destacar además que las jornadas educativas en formato de taller, tienen como finalidad entregar herramientas para que las personas puedan entender el proceso de vermicompostaje y realizar este tipo de controles.

3.4 Maduración del vermicompost

Se considerara un vermicompost maduro cuando presente las siguientes condiciones:

- Color negro oscuro
- No se distingue ningún resto inicial
- Esponjoso y se deshace en las manos
- No desprende ningún olor

Luego de su formación, el vermicompost puede almacenarse en cubetas no selladas entre 15 a 30 días, ya que el material continua con la tasa de respiración mientras madura. Puede ser luego guardado en un lugar fresco, seco y oscuro, o también es posible utilizarlo de forma inmediata sobre mesetas y jardines.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

3.5 Residuos orgánicos compostables y no compostables

Residuos vermicompostables	En pequeñas cantidades	No vermicompostable
Desechos vegetales de cocina	Cáscaras de huevo molidas	Vidrio, metal
Restos de frutas	Cartón sin tinta troceado	Plásticos, tetrapacks, pilas, bombillas, medicamentos.
Alimentos vencidos	Servilleta y papel de cocina	Pinturas, esmaltes, productos químicos
Hojas y flores frescas	Ceniza de madera	Papel y cartón impresos con tinta
Restos verdes de poda y cosecha	Productos lácteos	Cenizas de madera tratada o carbón
Algas marinas	Césped	Restos de barrido y polvo
Restos de pastas, arroz, cereales	Restos de carne y pescado (genera olores)	Aceites de motos, fertilizantes, insecticidas.
Estiércol de animales de granja	Piñas y críticos	Pañales desechables, filtros de cigarrillo, heces de perros y gatos.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

3.6 Posibles problemas y sus soluciones

Problema	Solución
Mal olor	Se requiere oxígeno, por lo tanto se necesita airear la mezcla y añadir lecho (hojas secas, periódico etc)
Presencia de moscas e insectos	Remover y enterrar los restos orgánicos más frescos. También puede ser útil colocar una cobertura de papel periódico u otro material seco.
La mezcla está muy húmeda	Añadir lecho (hojas secas, periódico, etc). No se debe dejar la tapa abierta porque las lombrices se alteran lo cual afecta el funcionamiento.
Presencia de hormigas	La mezcla se encuentra muy seca. Regar en abundancia hasta que se empape bien.
Los alimentos no se descomponen	Comprobar que el material tiene una humedad correcta y regular según las necesidades de la mezcla. Cuando se encuentra con humedad correcta solo se debe esperar a que las lombrices se adapten y reproduzcan.
Las lombrices no se adaptan y se acumulan cerca de la tapa	El problema detona en que las condiciones no son adecuadas para las lombrices. Es probable que haya acumulación de alguna sustancia tóxica por lo que se debe regar abundantemente la materia orgánica y se debe extraer los lixiviados para luego añadir lecho y remover. Por último se debe dejar reposar para que las lombrices se adapten.

3.7 Consideraciones

- No se deben soltar las lombrices al suelo del lugar, para este caso en Curaumilla, debido a que las lombrices no son especies autoctonas de Chile, por lo tanto al dejarlas en cualquier suelo chileno podría traer consecuencias negativas a las especies nativas del país.
- Si la población de lombrices crece muy rápidamente y tiene más de las suficientes para el proceso en su hogar, busque regalarlas a personas que están interesados en el vermicompostaje o que ya cuentan con una vermicompostera.

Plan de manejo de RSD en población piloto del sector Fundo Curaumilla	Código	IVC 01
Instructivo de modalidad del uso de una vermicompostera	Revisión	01
	Fecha	2015

4. Aprobación

Preparado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Firma :	Firma:	Firma:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Nota: La revisión y aprobación del presente documento lo ejecutará el Equipo de Medio Ambiente, según la jerarquía de mandos y responsabilidades que se establezcan de forma interna.