

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA,
AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y
ELECTRÓNICOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN LA
PROVINCIA DE YAULI DEPARTAMENTO DE JUNÍN**

TESIS

Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTORA

Meza Velásquez Yurico Maricruz

ASESOR

DR: JOHN WALTER GÓMEZ LORA

JURADO

DR. ZAMORA TALAVERANO NOÉ SABINO

MG. VENTURA BARRERA CARMEN LUZ

MG. GUILLÉN LEÓN ROGELIA

ING. ROJAS LEÓN GLADIS

LIMA – PERÚ

2018

PENSAMIENTOS

Una nación que destruye su suelo, se destruye a sí misma. Los bosques son los pulmones de la tierra, purifican el aire y dan fuerza pura a nuestra gente.

Franklin d. Roosevelt

Salvaguardar el medio ambiente es un componente esencial en la erradicación de la pobreza y uno de los cimientos de la paz.

Kofi Annan

DEDICATORIA

Dedico Este Trabajo a Dios, Fuente de Vida y Fortaleza

A mi madre Hilda Velásquez Apolinario, por ser mi inspiración para alcanzar mis sueños, por darme fortaleza en los momentos difíciles de la vida y por brindarme su amor infinito.

A mi padre Rosendo Meza Inga, quien me enseñó que la paciencia y la humildad te hacen mejor ser humano y gracias por decirle a la tristeza que no se cruce en mi camino.

A mi hermano Lenin Meza Velásquez, quien me enseñó que la responsabilidad y la perseverancia te hacen mejor profesional.

A mis compañeros que los quiero mucho y sé que nuestra amistad prevalecerá muchos años y que algún día estaremos muy alto en algún lugar.

AGRADECIMIENTO

A la alta dirección de la “Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya” por las facilidades brindadas para recabar la información necesaria, reflejada en el presente trabajo de investigación.

Al Dr. Walter Gómez Lora, quien fue mi asesor de tesis, por compartir su valiosa experiencia y guiarme a lo largo de este importante proceso de investigación, este trabajo de investigación no hubiera llegado a su culminación sin el valioso apoyo y la confianza que me han prestado de forma gentil y desinteresada tantos profesores, familiares y colegas a quienes quiero expresar mi gratitud.

También una gran gratitud y apoyo incondicional de mis compañeros Fiorella, Diana, Helen, Guísela, Renzo y Dianthony; a todos ellos mi reconocimiento e infinita gratitud.

Gracias.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) con la finalidad de minimizar el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín. Así como también, calcular la cantidad, composición, generación y recuperación de RAEE, determinar la concentración de metales pesados contenidos en los RAEE, determinar la concentración de metales pesados y su nivel de contaminación en el suelo de los diez botaderos de la Provincia de Yauli e identificar el impacto ambiental generado.

Este estudio ha sido diseñado bajo un sistema no experimental – transectorial descriptivo y un nivel de investigación exploratorio – descriptivo, basado en la metodología descrita en el e-Waste Assessment Methodology – Training & Reference Manual (EMPA 2012), Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N°001-2012-MINAM) y la Guía para el Muestreo de Suelos (RM N°085-2014-MINAM).

Los resultados nos revelaron que existen 324135 y 85116 de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en toda la Provincia de Yauli respectivamente; además se calculó que la estimación de RAEE generado por año es de 409.94 ton; se determinó que existen máximas concentraciones de metales pesados contenidos en los RAEE para As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn con valores de 1243.3 kg, 54.4 kg, 4309.1 kg, 4628.0 kg, 8794.0 kg, 122.5 kg, 857.4 kg, 13191 kg, 544.4 kg y 8794.0 kg respectivamente; máximas concentraciones de metales pesados contenidos en el suelo para As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn con valores de 294 mg/kg, 78 mg/kg, 28.2 mg/kg, 59 mg/kg, 293 mg/kg, 2.6 mg/kg, 48 mg/kg, 1855 mg/kg, 1.9 mg/kg y 595 mg/kg respectivamente y se identificó que el impacto ambiental generado por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli es severo; siendo el factor más afectado la “Calidad del Suelo” (-74), y el más favorecido el “Desarrollo económico” (+29).

Por lo anterior; se concluyó que la ejecución de un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) minimizará el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín; ya que los resultados indicaron que la mala administración de estos aparatos causó un impacto ambiental negativo y significativo en la calidad del suelo, pues el principal problema es el derivado de la movilización de los metales pesados en los botaderos.

Palabras Clave: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Metales Pesados, Plan de Gestión e Impacto Ambiental.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to prepare a Waste Management Plan for Electrical and Electronic Equipment (WEEE) with the aim of minimizing the environmental impact generated in the Province of Yauli, Department of Junín. As well as, calculate the amount, composition, generation and recovery of WEEE, determine the concentration of heavy metals contained in WEEE, determine the concentration of heavy metals and their level of contamination in the soil of the ten dumps of the Province of Yauli and identify the environmental impact generated.

This study has been designed under a non - experimental descriptive transectorial system and a level of exploratory - descriptive research, based on the methodology described in the e - Waste Assessment Methodology - Training & Reference Manual (EMPA 2012), National Regulation for Management and Waste Management of Electrical and Electronic Devices (DS N ° 001-2012-MINAM) and the Guide for Soil Sampling (RM N ° 085-2014-MINAM).

The results revealed that there are 324135 and 85116 of Electrical and Electronic Equipment and Waste Electrical and Electronic Equipment throughout the Province of Yauli respectively; It was also estimated that the estimate of WEEE generated per year is 409.94 tons; It was determined that there are maximum concentrations of heavy metals contained in WEEE for As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se and Zn with values of 1243.3 kg, 54.4 kg, 4309.1 kg, 4628.0 kg, 8794.0 kg , 122.5 kg, 857.4 kg, 13191 kg, 544.4 kg and 8794.0 kg respectively; Maximum concentrations of heavy metals contained in the soil for As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se and Zn with values of 294 mg / kg, 78 mg / kg, 28.2 mg / kg, 59 mg / kg, 293 mg / kg, 2.6 mg / kg, 48 mg / kg, 1855 mg / kg, 1.9 mg / kg and 595 mg / kg respectively, and it was identified that the environmental impact generated by Waste Electrical and Electronic Equipment in the Province of Yauli is severe; being the factor most affected the "Soil Quality" (-74), and the most favored the "Economic Development" (+29).

For the above; it was concluded that the execution of a Waste Management Plan for Electrical and Electronic Equipment (WEEE) will minimize the environmental impact generated in the Province of Yauli, Department of Junín; since the results indicated that the mismanagement of these devices caused a negative and significant environmental impact on the quality of the soil, since the main problem is that derived from the mobilization of heavy metals in the dumps.

Keywords: Waste Electrical and Electronic Equipment, Heavy Metals, Management Plan and Environmental Impact.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
ASPECTOS METODOLÓGICOS	3
1. Antecedentes.	3
1.1 Antecedentes a nivel internacional.....	3
1.2 Antecedentes a nivel internacional.....	8
2. Planteamiento del problema.	9
2.1 Descripción del problema.	9
2.2 Formulación del problema.	11
3. Objetivos.	12
3.1 Objetivo general.	12
3.2 Objetivos específicos.	12
4. Hipótesis.....	12
4.1 Hipótesis general.	12
4.2 Hipótesis específicas.	12
5. Variables.	13
6. Justificación e importancia.....	15
6.1 Justificación.....	15
6.2 Importancia.	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Bases teóricas.	17
2.1.1 Residuos Sólidos (RR.SS).....	17
2.1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos (RR.SS).....	17
2.1.3 Botadero.	18
2.1.4 Relleno Sanitario.	18
2.1.5 Gestión de los Residuos Sólidos (RR.SS).....	19
2.1.6 Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).....	19
2.1.7 Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).....	19
2.1.8 Real Decreto 110/2015 (Norma Española).	19
2.1.9 Clasificación de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).	20
2.1.10 Categorías de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).....	21

2.1.11 Componentes de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).	22
2.1.12 Etapas del manejo ambientalmente aceptable de los RAEE.	23
2.1.13 Gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	27
2.1.14 Diagnostico de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	27
2.1.15 Plan de manejo de los RAEE.	30
2.1.16 Reciclar los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	30
2.1.17 Contaminación del Ambiente.	31
2.1.18 Los basurales y el Ambiente.	31
2.1.19 Metal Pesado.	32
2.1.20 Suelo.	33
2.1.21 Contaminación del Suelo.	33
2.1.22 Composición Química de los Suelos.	34
2.1.23 Nivel de Fondo Geoquímico.	35
2.1.24 Impacto Ambiental.	37
2.1.25 Matriz de Leopold.	38
2.1.26 Matriz de Vicente Conesa.	39
2.2 Definición de términos básicos.	43
2.3 Marco legal.	48
2.3.1 Normas nacionales.	48
2.3.2 Normas internacionales.	49
CAPÍTULO III	50
MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1 Materiales.	50
3.1.1 Equipos y materiales.	51
3.1.2 Instrumentos.	53
3.2 Métodos.	53
3.2.1 Diseño y nivel de investigación.	53
3.2.2 Muestra.	55
3.2.3 Metodología.	64
CAPÍTULO IV	87
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	87
4.1 Ubicación.	87
4.1.1 Área de estudio.	87
4.1.2 Localización geográfica.	87

4.1.3 Extensión y altitudes.	88
4.2 Aspectos físicos.....	89
4.2.1 Geomorfología.	89
4.2.2 Topografía.	89
4.2.3 Precipitación.....	90
4.2.4 Clima y temperatura.	91
4.3 Aspectos socioeconómicos.	92
4.3.1 División política.	92
4.3.2 Población.....	93
4.3.3 Vivienda.	97
4.4 Aspectos ambientales.	97
4.4.1 Residuos Sólidos.	97
4.4.2 Botaderos.	99
4.4.3 Almacenes y centro de acopio.....	100
4.4.4 Relleno sanitario.....	101
CAPÍTULO V	102
RESULTADOS.....	102
5.1 Cantidad, composición, generación y recuperación de RAEE.	102
5.1.1 Cantidad de los AEE y RAEE.....	102
5.1.2 Composición de los AEE y RAEE.....	105
5.1.3 Generación de los AEE y RAEE.....	108
5.1.4 Recuperación de los componentes de los RAEE.	113
5.2 Concentración de metales pesados en los RAEE.	115
5.3 Concentración de metales pesados en el suelo y su nivel de contaminación.	121
5.3.1 Concentración de metales pesados en el suelo.....	121
5.3.2 Niveles de contaminación en el suelo.	136
5.4 Impacto Ambiental.....	138
5.4.1 Matriz de Leopold.	138
5.4.2 Matriz de Conesa.....	139
CAPÍTULO VI.....	141
PLAN DE GESTIÓN	141
6.1 Plan de gestión de los RAEE.	141
6.1.1 Productor.....	141
6.1.2 Sistema de manejo.....	141

6.1.3 Nombre del representante.	142
6.1.4 Nombres de marcas y comercializadoras.	142
6.1.5 Descripción de las etapas.	142
6.1.6 Meta anual.	145
6.1.7 Forma de financiamiento.	145
6.1.8 Destino de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	148
6.1.9 Descripción de la estrategia de comunicación y sensibilización.	148
CAPÍTULO VII	150
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	150
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
ANEXOS	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables.	13
Tabla 2 Clasificación de aparatos eléctricos y electrónicos.	21
Tabla 3 Categoría de aparatos eléctricos y electrónicos de acuerdo a tratamiento. ..	22
Tabla 4 Componentes que contienen sustancias peligrosas.	22
Tabla 5 Diagnóstico para evaluar los RAEE.	28
Tabla 6 Diseño de un plan de manejo de RAEE.	30
Tabla 7 Principales fuentes de metales pesados en el suelo.	34
Tabla 8 Contenido medio en el suelo y en la corteza terrestre de la roca.	36
Tabla 9 Valores para cada parámetro de la ecuación de la importancia (I).	40
Tabla 10 Valores extremos de la importancia.	41
Tabla 11 Categorías del valor de importancia ponderado.	43
Tabla 12 Equipos y materiales utilizados.	51
Tabla 13 Proyección actual de la población en la Provincia de Yauli.	55
Tabla 14 Proyección ajustada de la población en la Provincia de Yauli.	56
Tabla 15 Número mínimo de puntos de muestreo para calidad del suelo.	59
Tabla 16 Nivel del factor de contaminación.	60
Tabla 17 Nivel del índice de carga de contaminación.	61
Tabla 18 Nivel del grado de contaminación.	62
Tabla 19 Estándares de calidad ambiental para suelo.	62
Tabla 20 Valores para el bario en sitios con presencia de baritina.	63
Tabla 21 Canadian environmental quality guidelines for soil.	63
Tabla 22 Desechos de flujo electrónicos.	69
Tabla 23 Identificación de actores locales.	73
Tabla 24 Determinación de puntos de muestreo según el área de cada botadero.	80
Tabla 25 Profundidad del muestreo según el uso del suelo.	81
Tabla 26 Equipos y métodos empleados para el análisis químico.	82
Tabla 27 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	83
Tabla 28 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	83
Tabla 29 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	84
Tabla 30 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	84
Tabla 31 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	84
Tabla 32 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	85

Tabla 33 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	85
Tabla 34 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	85
Tabla 35 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	86
Tabla 36 Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.	86
Tabla 37 División geopolítica de la Provincia de Yauli.....	87
Tabla 38 Coordenadas geográficas del área de estudio.....	88
Tabla 39 Precipitación promedio referencial por altitud.....	90
Tabla 40 Precipitación media por estaciones pluviométricas.	91
Tabla 41 Área y altitud de los distritos de la Provincia de Yauli.....	92
Tabla 42 Población total de la Provincia de Yauli por área urbana y rural.....	93
Tabla 43 Variación censal de la población en la Provincia de Yauli.....	94
Tabla 44 Número de habitantes por cada Distrito.....	94
Tabla 45 Viviendas por área urbana y rural en la Provincia de Yauli.	97
Tabla 46 Generación de residuos sólidos en toneladas/día.	98
Tabla 47 Generación de residuos sólidos en toneladas/año.	98
Tabla 48 Coordenadas y altitud de los botaderos en la Provincia de Yauli.....	99
Tabla 49 Coordenadas y altitud de los almacenes en la Provincia de Yauli.....	101
Tabla 50 Coordenadas y altitud del centro de acopio en la provincia de Yauli.....	101
Tabla 51 Coordenadas y altitud del relleno sanitario en la provincia de Yauli.	101
Tabla 52 Cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos en uso.	103
Tabla 53 Cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos en desuso.....	104
Tabla 54 Composición de los aparatos eléctricos y electrónicos.....	105
Tabla 55 Composición de los aparatos eléctricos y electrónicos.....	105
Tabla 56 Peso unitario de los aparatos eléctricos y electrónicos.	106
Tabla 57 Peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en uso.	107
Tabla 58 Peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso.	107
Tabla 59 Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (1981).....	109
Tabla 60 Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (1993).....	110
Tabla 61 Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2007).....	111
Tabla 62 Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2017).....	112
Tabla 63 Recuperación de componentes para su reutilización.	113
Tabla 64 Componentes totales recuperados para su utilización.....	114
Tabla 65 Sumatoria de metales pesados en los AEE.	116
Tabla 66 Concentración de metales pesados en los AEE.....	117

Tabla 67	Metal pesado total por cada AEE.....	119
Tabla 68	Análisis estadístico descriptivo.	121
Tabla 69	Concentración de metales pesados en el suelo de La Oroya.....	122
Tabla 70	Concentración de metales pesados en el suelo de Sacco.	123
Tabla 71	Concentración de metales pesados en el suelo de Yauli.....	124
Tabla 72	Concentración de metales pesados en el suelo de SuitucanCHA.	125
Tabla 73	Concentración de metales pesados en el suelo de Carhuacayán.....	125
Tabla 74	Concentración de metales pesados en el suelo de Paccha.....	126
Tabla 75	Concentración de metales pesados en el suelo de Morococha.....	127
Tabla 76	Concentración de metales pesados en el suelo de Marcapomacocha.	128
Tabla 77	Concentración de metales pesados en el suelo de Huayhuay.	128
Tabla 78	Concentración de metales pesados en el suelo de Chacapalpa.	129
Tabla 79	Análisis estadístico descriptivo.	130
Tabla 80	Resultados del cálculo del factor de contaminación.	136
Tabla 81	Resultados del cálculo del índice de carga de contaminación.	137
Tabla 82	Resultados del cálculo del grado de contaminación.	137
Tabla 83	Identificación de impactos - Matriz de Leopold.	138
Tabla 84	Diagnóstico de la importancia del impacto - Matriz de Vicente Conesa.	140
Tabla 85	Descripción de las etapas en el manejo de los RAEE.....	143
Tabla 86	Costos unitarios de los AEE.....	145
Tabla 87	Costos totales de los aparatos eléctricos y electrónicos nuevos.....	146
Tabla 88	Costos totales de los aparatos eléctricos y electrónicos usados.	147
Tabla 89	Financiamiento del plan de gestión de RAEE.....	147
Tabla 90	Destinos de los RAEE.....	148
Tabla 91	Variables de correlación.....	152
Tabla 92	Resultados de la prueba de normalidad.....	153
Tabla 93	Resultados de la correlación de spearman.	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	20
Figura 2 Etapas del manejo de los RAEE.	26
Figura 3 Área de estudio.	70
Figura 4 Ubicación geográfica.	88
Figura 5 Botadero principal del Distrito de La Oroya.	100

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Diagrama de los desechos de flujo electrónicos.	70
Gráfico 2 Análisis gráfico porcentual de las áreas distritales.	93
Gráfico 3 Comparación de los habitantes por distrito en 1981.	95
Gráfico 4 Comparación de los habitantes por distrito en 1993.	95
Gráfico 5 Comparación de los habitantes por distrito en 2007.	96
Gráfico 6 Comparación de los habitantes por distrito en 2017.	96
Gráfico 7 Comparación de pesos por cada metal pesado.	117
Gráfico 8 Concentración de metales pesados en los AEE.	118
Gráfico 9 Comparación de los pesos para cada metal pesado.	120
Gráfico 10 Comparación de la [] del Arsénico para cada botadero.	131
Gráfico 11 Comparación de la [] del Bario para cada botadero.	131
Gráfico 12 Comparación de la [] del Cadmio para cada botadero.	132
Gráfico 13 Comparación de la [] del Cromo para cada botadero.	132
Gráfico 14 Comparación de la [] del Cobre para cada botadero.	133
Gráfico 15 Comparación de la [] del Mercurio para cada botadero.	133
Gráfico 16 Comparación de la [] del Níquel para cada botadero.	134
Gráfico 17 Comparación de la [] del Plomo para cada botadero.	134
Gráfico 18 Comparación de la [] del Selenio para cada botadero.	135
Gráfico 19 Comparación de la [] del Zinc para cada botadero.	135
Gráfico 20 Comparación de costos unitarios de los AEE.	146

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Flujos de basura electrónica.	29
Diagrama 2 Flujos de basura electrónica en la Provincia de Yauli.	74
Diagrama 3 Etapas del plan de gestión.	144

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo de la importancia de un impacto ambiental.	39
Ecuación 2 Parábola de mínimos cuadrados.	56
Ecuación 3 Tamaño de la muestra.	57
Ecuación 4 Método de consumo y uso.	57
Ecuación 5 Factor de contaminación.	59
Ecuación 6 Índice de carga de contaminación.	60
Ecuación 7 Grado de contaminación.	61

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Reunión con gerencia ambiental de La Oroya.	64
Fotografía 2 Reunión con gerencia ambiental de Santa Rosa de Sacco.	65
Fotografía 3 Botadero principal de La Oroya.	66
Fotografía 4 Botadero de Santa Rosa de Sacco.	66
Fotografía 5 Botadero de Suitucancha.	67
Fotografía 6 Aparatos eléctricos y electrónicos en el botadero de Yauli.	67
Fotografía 7 Aparatos eléctricos y electrónicos en el botadero de Paccha.	68
Fotografía 8 Encuestas en la Provincia de Yauli.	69
Fotografía 9 Actores involucrados en la planificación.	72
Fotografía 10 Reunión de autoridades municipales.	72
Fotografía 11 Mayorista tienda EFE de La Oroya.	75
Fotografía 12 Minorista tienda Malvinas Wanka de La Oroya.	75
Fotografía 13 Donaciones de monitores CRT.	77
Fotografía 14 Realizando el pesaje de los componentes.	77
Fotografía 15 Verificando los diferentes componentes.	78
Fotografía 16 Realizando las entrevistas a los recicladores.	78

Fotografía 17 Muestreo de calidad del suelo en los botaderos.....	81
Fotografía 18 Realizando el muestreo de suelos.	82

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa A-1: Ubicación y área del estudio.
Mapa A-2: Distritos de la provincia de Yauli.
Mapa A-3: Botaderos I.
Mapa A-4: Botaderos II.
Mapa A-5: Botaderos III.
Mapa A-6: Estaciones de calidad del suelo.
Mapa A-7: Estaciones de calidad del suelo.
Mapa A-8: Almacenes temporales I.
Mapa A-9: Almacenes temporales II.
Mapa A-10: Almacenes temporales III.
Mapa A-11: Centro de acopio.
Mapa A-12: Relleno sanitario.
Mapa A-13: Estructura del plan de gestión.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Mapas.
Anexo B: Cálculos.
Anexo C: Informes de Ensayo.

ACRÓNIMOS

AEE: Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

CE: Comunidad Europea.

CRT: Cathode Ray Tube.

CFC: Clorofluorocarbonos.

CEQG: Canadian Environmental Quality Guidelines.

CCME: Canadian Council of Ministers of the Environment.

CPU: Central Processing Unit.

COIPSA: Compañía Química Industrial del Pacífico S.A.

COP: Contaminantes Orgánicos Persistentes.

CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental.

DS: Decreto Supremo.

EEE: Equipo Eléctrico y Electrónico.

ECA: Estándares de Calidad Ambiental.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

EPS-RS: Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos.

EC-RS: Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos.

EPP: Equipos de Protección Personal.

EMPA: Instituto Federal Suizo de Investigación y Prueba de Materiales y Tecnologías.

EPA: Environmental Protection Agency.

FC: Contamination Factor.

Gcont: Degree of Contamination.

ICP-OES: Inductive Coupling plasma – Optical Emission Spectrophotometer.

ICP-AES: Inductive Coupling plasma – Atomic Emission Spectrometry.

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

LCD: Liquid Cristal Display.

LED: Light Emitting Diode.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

ML: Matriz de Leopold.

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MMA: Ministerio del Medio Ambiente.

MPYLO: Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya.

NRC: Nivel de Referencia de Canadá.

NTP: Norma Técnica Peruana.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PBB: Polibromobifenilos.

PBDE: Polibromodifenilo éteres.

PVP: Policloruro de Vinilo.

PCB: Printed Circuit Board.

PVC: Policloruro de vinilo.

PDCPYJ: Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Yauli – Junín.

PRODUCE: Ministerio de la Producción.

PLI: Pollution Load Index.

PAMA: Programa de Adecuación y Manejo Ambiental.

RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

RR.SS: Residuos Sólidos.

SIG: Sistemas Integrados de Gestión.

SAC: Sociedad Anónima Cerrada.

TIC: Tecnología de la Información y Comunicación.

TBBA: Tetrabromobifenol – A.

UE: Unión Europea.

UTM: Universal Transverse Mercator.

WGS 84: World Geodetic System 1984.

WEEE: Waste Electrical and Electronic Equipment.

INTRODUCCIÓN

El acelerado proceso de crecimiento de la industria de tecnologías de la información ha dado origen a un nuevo problema social y ambiental: el manejo y control de los volúmenes crecientes de aparatos y componentes eléctricos y electrónicos obsoletos, en especial los que provienen de las tecnologías de la información y la comunicación. (MINAM, 2016)

El número de Equipos Eléctricos y Electrónicos (EEE) ha aumentado debido al desarrollo de las tecnologías de la información en los últimos treinta años. Se estima que alrededor de 30-50 millones de toneladas de equipos de desecho se generan anualmente en todo el mundo (Cucchiella et al., 2015).

La generación de residuos asociados a los aparatos eléctricos y electrónicos, también conocidos como RAEE, aumenta todos los años a nivel mundial. Esta basura electrónica, cuando no se gestiona de la manera adecuada, es la causante de un impacto ambiental considerable que, en algunos casos, también puede llegar a afectar la salud de las personas que la manipulan. Los residuos eléctricos y electrónicos son extremadamente contaminantes, puesto que muchos de ellos contienen sustancias nocivas como mercurio y otros metales pesados, cadmio, fósforo o gases de efectos invernadero. Por lo tanto, este tipo de desechos deben ser gestionados y reciclados de una manera adecuada. (Rodríguez et al., 2013)

Debido a esto, la presente investigación consiste en elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) con la finalidad de minimizar el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín. Asimismo, calcular la cantidad, composición, generación y recuperación de RAEE; determinar la concentración de metales pesados contenidos en los RAEE; determinar la concentración de metales pesados y su nivel de contaminación en el suelo de los 10 botaderos de la Provincia de Yauli e identificar el impacto ambiental generado por los RAEE.

El presente trabajo se estructura en (6 capítulos). En el Capítulo I, se desarrolla los aspectos metodológicos de la investigación, involucrando a los antecedentes referidos al problema a investigar, así como la formulación y descripción del mismo, se indican los objetivos, hipótesis, variables, justificación e importancia. En el

capítulo II, describe los conceptos teóricos de Residuos Sólidos, Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Planes de Gestión, Contaminación Ambiental e Impacto Ambiental. En el capítulo III, se detalla los equipos y materiales utilizados, así como también el diseño, nivel de investigación y la metodología que se usó para tal fin. En el capítulo IV, se desarrolla una descripción completa de la ubicación y los aspectos físicos, socioeconómicos y ambientales del área de estudio. En el Capítulo V, se calcula la cantidad, composición, generación y recuperación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos generados en la Provincia de Yauli, asimismo se determina la concentración de metales pesados contenidos en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; concentración de metales pesados contenidos en el suelo de los 10 botaderos de la Provincia de Yauli y su nivel de contaminación e identifica el impacto ambiental generado por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. En el capítulo VI, se desarrolla el Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli. En el capítulo VII, se desarrolla la discusión de resultados haciendo una comparación con otras investigaciones de la bibliografía encontrada, así mismo se realiza un análisis de rechazo y aceptación de las hipótesis proyectadas.

CAPÍTULO I

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1. Antecedentes.

La revisión de la literatura ha permitido hallar algunas investigaciones nacionales e internacionales que se han realizado en los últimos años sobre el manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, constituyéndose en importantes herramientas de conocimiento que proporcionan un mejor entendimiento sobre la importancia de un adecuado manejo de los mismos, desde su generación hasta su disposición final y que a continuación se mencionan:

1.1 Antecedentes a nivel internacional.

Rashmi Makkar & Sirajuddin Ahmed. (2018), en su artículo sobre: “Evaluación de la contaminación del suelo y las aguas subterráneas debido a la manipulación de desechos electrónicos, India”. Determinaron que, el agua subterránea y el suelo dentro y alrededor de estos sitios no autorizado de reciclaje de RAEE en Delhi han sido contaminados por plomo, cobre, cromo y cadmio en gran medida. El lixiviado producido por estas unidades de reciclaje contiene una gran cantidad de metales pesados que pueden contaminar el agua subterránea y el suelo adyacente a los sitios de reciclaje.

Weihua Gu et al. (2017), en su artículo sobre: “Metales pesados en el suelo en un área de procesamiento de equipos eléctricos y electrónicos de desecho en China”. Determinaron que, el suelo en un área de procesamiento de equipos eléctricos y electrónicos de desecho fue contaminado por arsénico, cadmio, cobre, plomo, zinc y cromo. También demostró que las concentraciones de metales pesados se incrementaron con el tiempo. Excepcionalmente, el valor promedio del metaloide (arsénico) fue de 73.31 mg/kg en 2014, mientras que fue de 58.31 mg/kg en la primera mitad de 2015, y fue 2.93 veces y 2.33 veces mayor que la del Estándar de Calidad Ambiental de China para el Suelo en 2014 y el primer semestre de 2015, respectivamente.

Surya Prakash Dwivedi (2016), en su artículo sobre: “Evaluación de la contaminación por metales pesados del polvo de superficie de los sitios de reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos usados en Moradabad, India”. Determinó niveles muy altos de metales pesados como Cd, Cu, Zn, Ni, Pd, Cr, Ar y Hg para los cuales se requiere intervención. El sitio de pesaje de desechos, el sitio de desmantelamiento de desechos electrónicos y el sitio de combustión (donde los cables eléctricos se queman para recuperar los metales) registraron los niveles más altos de metales pesados. Índice de Geo acumulación que se empleó para determinar el nivel de contaminación, indica la contaminación extrema de todos los sitios. Los resultados también indican que los niños que viven en el mercado de la chatarra enfrentan un riesgo muy alto por la ingestión de metales tóxicos como Pb, Cd, Ar y Hg.

Cayumil R, et al. (2016), en su artículo sobre: “Impacto ambiental del procesamiento de residuos electrónicos: problemas clave y desafíos, Australia”. Determinaron que, existe un impacto ambiental y perjudicial por el procesamiento de desechos electrónicos en la contaminación del suelo, la degradación de la vegetación, la calidad del agua y del aire, junto con las implicaciones para la salud humana. También se discuten los desafíos y oportunidades asociados con la gestión adecuada de desechos electrónicos.

Abhishek Kumar & Jinhui. (2016), en su artículo sobre: “Gestión de residuos eléctricos y electrónicos: una evaluación comparativa de China y la India”. Determinaron que, los materiales valiosos en los desechos electrónicos se disponen en terrenos abiertos, en lugar de extraerse adecuadamente para su reutilización y reciclaje. En este artículo observamos que la mayor parte de los desechos electrónicos en China e India es recolectada por el sector informal y tratada con métodos primitivos. La actual situación de los desechos electrónicos tanto en China como en la India necesita un replanteamiento, aunque China está en una mejor posición en términos de muchas leyes, reglamentos y tasas de reciclaje.

Cardozo Geraldo et al. (2016), en su artículo sobre: “Evaluación económica y ambiental del reciclaje y reutilización de productos electrónicos residuos: estudios de casos múltiples en Brasil y Suiza”. Determinaron que, la creciente cantidad de desechos electrónicos es un problema social debido al riesgo inminente de

contaminación del ecosistema de sustancias nocivas presentes en estos productos. Por lo tanto, reciclando y reutilizando estos materiales podría mitigar los impactos ambientales y proporcionar ganancias económicas.

Seelawut Damrongsiri et al. (2016), en su artículo sobre: “Contaminación de metales pesados característico del suelo por los RAEE comunidad de desmantelamiento: un estudio de caso de Bangkok, Tailandia”. Determinaron que, las muestras de suelo superficial en el sitio de desmantelamiento estaban contaminadas con cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn) y níquel (Ni) más altos que los estándares holandeses, especialmente alrededor de los vertederos de RAEE. Las fracciones residuales de Cu, Pb, Zn y Ni en partículas de suelo grueso fueron mayores que en suelos más finos. Sin embargo, los metales unidos a óxidos de Fe-Mn fueron considerablemente mayores en partículas finas de suelo. La distribución de Zn en la fracción móvil y una mayor concentración en partículas de suelo más finas indicaron su carácter fácilmente lixiviable. La concentración de Cu, Pb y Ni en partículas finas y gruesas de suelo no fue significativamente diferente. El fraccionamiento de metales pesados en este sitio de desmantelamiento fue comparable al fondo. Las características de contaminación difieren de la contaminación por otras fuentes, que generalmente demuestran el aumento de la fracción no residual.

Pookkasorn Sirada & Shar Alice. (2016), en su artículo sobre: “La gestión de residuos de equipos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Bangkok, Tailandia”. Determinaron que, de los resultados de la entrevista la mayoría de las muestras no tienen un conocimiento claro sobre la buena gestión de desechos, incluidos los efectos de los desechos electrónicos en su salud y el medio ambiente. Las claves importantes para resolver estos problemas son aumentar la conciencia pública acerca del manejo adecuado de los desechos electrónicos y sus efectos, especialmente en el sector informal.

Mmereki D, Li B & Liao W. et. al (2015), en su artículo sobre: “Gestión de residuos de equipos eléctricos y electrónicos en Botswana: perspectivas y desafíos”. Determinaron que, los estudios de otros países sobre cuestiones de gestión de desechos electrónicos proporcionaron información sobre las "mejores" estrategias de pre procesamiento técnico, logístico y procesamiento final para tratar los desechos

peligrosos. El documento también resalta los factores sociales clave que afectan la implementación exitosa de la recolección rentable y la recuperación de valor de los AEE al final de su vida útil. Estos incluyen la falta de una política nacional de desechos electrónicos, ausencia de un sistema formal de devolución, ausencia de financiamiento y subsidios, programas de separación de fuentes inadecuados, ausencia de integración técnica y logística de las instalaciones de procesamiento previo y procesamiento final, e infraestructura limitada y acceso a tecnologías e inversión.

Quintero B. Sandra. (2014), en su tesis de investigación sobre: “Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá – Colombia”.

Determinaron que, a partir de las encuestas realizadas a la comunidad javeriana existe un desconocimiento general frente a los riesgos ambientales que trae el inadecuado manejo de los RAEE, además de desconocer sus obligaciones respecto al buen uso, recolección y gestión establecida en la Ley 1672 del 2013. Asimismo, a la fecha no se han realizado estrategias de comunicación y sensibilización para gestionar los RAEE, por lo que las estrategias de difusión mediante medios de comunicación de la universidad desarrollados en este trabajo, permitirán informar de manera sencilla y eficiente las prácticas ambientales sostenibles para llevar a cabo una buena gestión de RAEE, permitiendo a los actores involucrarse de manera sencilla y sistemática para que a futuro repliquen el conocimiento adquirido.

Torretta V. et al. (2013), en su artículo sobre: “Gestión de residuos de equipos eléctricos y electrónicos en dos países de la UE: una comparación, Italia y Rumania”.

Determinaron que, en Italia, el aumento de la recolección de RAEE se logró en paralelo con el aumento de la eficiencia de la recolección selectiva de residuos sólidos municipales. En Rumania, las experiencias piloto fueron útiles para aumentar la conciencia de la población. Los diferentes intereses de las dos poblaciones hacia los residuos reciclables condujeron a un escenario diferente: en Rumanía se han recogido todos los tipos de RAEE desde su entrada en la UE; en Italia, el "interés" en el reciclaje generalmente se relaciona con los electrodomésticos grandes, con un papel secundario de los equipos de iluminación.

Cultura Maricel et al. (2013), en su artículo sobre: “Utilización y gestión de productos electrónicos por diferentes hogares en la ciudad de Cagayán de Oro, Filipinas”. Determinaron que, los teléfonos móviles y cargadores fueron los equipos más utilizados y la mayor cantidad de basura electrónica generada entre los aparatos eléctricos y electrónicos. Los métodos preferidos de eliminación de desechos electrónicos por parte de los hogares fueron los siguientes: vender a los comerciantes de chatarra, conservarlos en casa o repararlos. La mayoría de los hogares no saben dónde y cómo desechar de manera adecuada. Además, no hay un mecanismo de recolección en el área.

Richard Amfo-Otu et al. (2013), en su artículo sobre: “Evaluación de la contaminación del suelo a través de actividades de reciclaje de desechos electrónicos en la comunidad Tema Uno, Ghana”. Determinaron que, las concentraciones de cadmio, cobre y mercurio fueron todas más altas en todos los sitios que las obtenidas para el control. El sitio que registró mayor concentración de cobre fue alrededor de 1200 veces mayor que el valor para el control, pero estadísticamente, hubo una diferencia significativa entre las concentraciones de cobre de los seis sitios ($t = 5.168$, $p = 0.0036$). El sitio 12 y el sitio Grand Mollen de Ghana tenían concentraciones que son 5 veces mayores que el control y hubo una diferencia significativa entre las concentraciones de los seis sitios y el control ($t = 10.39$, $p = 0.0001$) para el cadmio. Se encontró que la concentración media de mercurio del sitio 12 era 34 veces mayor que el valor de control, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las concentraciones de los seis sitios de recuperación de desechos electrónicos y el control ($t = 2.593$, $p = 0.05194$).

Sampson M. Atiemo et al. (2012), en su artículo sobre: “Evaluación de la contaminación por metales pesados del polvo superficial del sitio de reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos en Accra, Ghana”. Determinaron que, los metales pesados como Zn, Cu, Pb y Cd dieron concentraciones en el rango de (10575 – 30384 mg/kg), (34 – 16952 mg/kg), (351 – 5105 mg/kg) y (2 – 72 mg/kg), respectivamente, que fueron más de mil veces más que los niveles para los cuales se requiere intervención. El sitio de pesaje de desechos, el sitio de desmantelamiento de desechos electrónicos y el sitio de combustión (donde los cables eléctricos se queman para recuperar los metales) registraron los niveles más altos de metales

pesados. Los resultados también indican que los niños que viven en el mercado de la chatarra enfrentan un riesgo muy alto por la ingestión de metales tóxicos como Pb y Cd.

Oguchi Masahiro et al. (2011), en su artículo sobre: “Destino de los metales contenidos en los equipos eléctricos y electrónicos de desecho en un proceso de tratamiento de residuos municipales”. Determinaron que, más de la mitad de Cu y la mayor parte de Al contenida en RAEE terminan en vertederos o se disipan bajo el sistema actual de tratamiento de residuos municipales. Entre los demás metales contenidos en los RAEE, al menos el 70% de la masa se distribuyó a la fracción de grano pequeño a través de la trituración y separación. La mayoría de los tipos de metales se concentraron varias veces en la fracción de grano pequeño durante el proceso y, por lo tanto, la fracción de grano pequeño puede ser un próximo objetivo para la recuperación de metales en términos tanto de contenido de metal como de cantidad.

1.2 Antecedentes a nivel internacional.

Chanove M. Andrea M. (2016), en su tesis de investigación sobre: “Identificación y valoración de impacto de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Arequipa y propuesta de un sistema de gestión de residuos”. Determinó que, la lixiviación y filtración de sustancias peligrosas, y los incendios incontrolados que causan la emisión de gases contaminantes son los principales impactos ambientales de esta inadecuada disposición. Y para contribuir de alguna manera con la organización de una adecuada gestión, se plantea la propuesta de gestión de RAEE que involucre a los diferentes actores articulando su participación para no perjudicarlos y reducir la resistencia a dicha implementación.

Llagas C. Wilmer. (2017), en su tesis de investigación sobre: “Análisis de las opciones para la gestión ambientalmente racional de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el Perú”. Determinó que, los importadores de equipos de aparatos eléctricos y electrónicos, es el nivel inicial de la cadena de valor, y cada uno tiene su perspectiva e implementa los programas de acuerdo a sus capacidades y criterios. Asimismo, la poca difusión de la normatividad existente en el tema de RAEE, hace que las organizaciones privadas no tengan pleno

conocimiento de estas normas, considerando que se trata de reglamentos difíciles de entender y engorrosos. Determinó que una vez que los productos se convierten en residuos luego de pasar por las actividades informales de desmantelamiento, comercialización, reutilización, y reciclaje; no se conoce su destino exacto.

Paredes C. Edith C. (2016), en su tesis de investigación sobre: “Propuesta de un plan de gestión para el manejo de residuos informáticos en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna”. Determinó que, los componentes son reutilizables y recuperables que permitirán la reducción de material reciclable. Protegiendo de esta forma los efectos medioambientales futuros y cumpliendo con la reglamentación nacional para la gestión y manejo de RAEE.

2. Planteamiento del problema.

2.1 Descripción del problema.

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos son una compleja mezcla de cientos de materiales, de los cuales muchos contienen o son metales pesados como plomo, mercurio, cadmio, berilio o retardantes de fuego bromados, así como también de polímeros (Ramón, 2006).

Según Castells & Jurado, (2012) indicaron que en Europa se estimó una generación per cápita de RAEE de entre 12 – 20 kg/persona/año, con un generación total de entre 6 – 8 millones de toneladas anuales. Inicialmente estos aparatos eran considerados un residuo municipal y seguían la vía de gestión de éstos, es decir, se mezclaban con los residuos del hogar acabando en vertedero o incineradores, con los problemas que conllevaba al liberar sustancias contaminantes de algunos de sus componentes.

Asimismo Espinoza et al. (2010), indicaron que en el Perú, el mercado de productos electrónicos ha crecido más de 26 veces en volumen desde 1995 al año 2010 (15 años). Considerando un periodo de vida útil de 7 años. Se proyecta que para el año 2010; la cantidad de 37,828 Toneladas de residuos electrónicos estarán listas para su disposición y para el año 2011, ésta crecerá cerca de 32% (49,872 Toneladas).

En la Provincia de Yauli se genera a diario 21.41 toneladas de residuos sólidos que no son regulados por su Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos

(PIGARS), pero tampoco dicho plan cuenta con antecedentes documentarios, ni presentan estudios o trabajos que determinen las condiciones actuales en que se encuentra el manejo de sus residuos eléctricos y electrónicos y el impacto ambiental generado del mismo. Se estima que cerca del 75 por ciento de los aparatos electrónicos viejos se encuentra almacenado en casas y oficinas ocupando espacio (en armarios, cajones, cuartos enteros), incomodando y generando un despilfarro de recursos. Esto sucede, en parte, debido a la incertidumbre de no saber cómo manejar estos materiales.

Debemos tener en cuenta que, los RAEE incluyen numerosas partes y componentes, que están fabricados con materiales muy diversos y de diferente naturaleza. Básicamente podemos hablar de: metales, gran variedad de plásticos, vidrios y otros materiales (madera, caucho, cartón, etc.). Si no se gestionan y tratan adecuadamente algunas de estas sustancias pueden liberarse en el aire, agua o suelo siendo perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Es por eso que todas las etapas de la gestión, desde su recogida, almacenamiento, transporte y tratamiento deben hacerse en unas condiciones seguras, sin mezclarse con otros residuos y que eviten manipulaciones o roturas que puedan liberar este tipo de sustancias peligrosas.

En sí, estos equipos correctamente tratados no representan una amenaza para el medio ambiente. En general, la mayoría de los materiales que contienen estos equipos son reutilizables y/o reciclables. Los problemas aparecen cuando no se toman las precauciones debidas. Dentro de los aparatos están confinados los posibles componentes tóxicos y sólo mediante una liberación química o física llegan a contaminar el ambiente. La situación se soluciona con una correcta gestión: no deben ser arrojados con los residuos domiciliarios comunes y corresponde acercarlos a los lugares donde reciben el tratamiento adecuado. Sin embargo, estas acciones no se realizan con frecuencia. Se carece de una gestión adecuada de la basura electrónica y por este motivo se ven afectados el medio ambiente y nuestra salud.

La mayoría de los aparatos termina en rellenos sanitarios, siendo incinerados o arrojados a basurales a cielo abierto. Para gran cantidad de empresas es más simple y económico arrojarlos a la basura ordinaria o “donarlos”, en lugar de enviarlos para que sean tratados correctamente. Allí es donde comienzan los problemas, debido a que las sustancias tóxicas pueden llegar a afectar recursos como el suelo, el aire y el

agua. Dependiendo de las condiciones, estas pueden ser lixiviadas a la tierra o liberadas a la atmósfera en procesos de mala incineración y sumado a esto, pueden producir y liberar furanos y dioxinas. El impacto, en cualquier caso, recae en el medio ambiente y en las comunidades vecinas. Por lo general, las sustancias penetran en los mantos acuíferos de las zonas aledañas, contaminan los suelos y polucionan el aire de las ciudades. Incluso, si los productos permanecen almacenados en los hogares generan un efecto indirecto en el medio ambiente, por contener metales importantes que pueden ser reciclados. En consecuencia, se genera mayor contaminación por la necesidad de extraer grandes cantidades de estos metales.

Por lo expuesto anteriormente, en esta investigación se pretende elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli, departamento Junín y asimismo evaluar el impacto ambiental que estos generan en el ecosistema y la salud de las personas.

2.2 Formulación del problema.

2.2.1 Problema general.

- ¿De qué forma un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) puede minimizar el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín?

2.2.2 Problemas específicos.

- ¿Qué cantidad, composición, generación y recuperación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se genera en la Provincia de Yauli?
- ¿Cuál es la concentración de metales pesados contenidos en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados por la Provincia de Yauli?
- ¿Cuál es la concentración de metales pesados y su nivel de contaminación en el suelo de los diez botaderos de la Provincia de Yauli?
- ¿Cuál es el Impacto Ambiental generado por los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Provincia de Yauli?

3. Objetivos.

3.1 Objetivo general.

- Elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) con la finalidad de minimizar el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín.

3.2 Objetivos específicos.

- Calcular la cantidad, composición, generación y recuperación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se genera en la Provincia de Yauli.
- Determinar la concentración de metales pesados contenidos en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados por la Provincia de Yauli.
- Determinar la concentración de metales pesados y su nivel de contaminación en el suelo de los diez botaderos de la Provincia de Yauli.
- Identificar el impacto ambiental generado por los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Provincia de Yauli.

4. Hipótesis.

4.1 Hipótesis general.

- La ejecución del Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) minimizará el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín.

4.2 Hipótesis específicas.

- La cantidad, composición, generación y recuperación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos genera altos volúmenes de estos en la Provincia de Yauli.
- Existe altas concentraciones de metales pesados contenidos en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados por la Provincia de Yauli.
- Existe altas concentraciones de metales pesados y niveles altos de contaminación en el suelo de los diez botaderos de la Provincia de Yauli.

- Existe un Impacto Ambiental negativo generado por los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Provincia de Yauli.

5. Variables.

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables.

Variable Dependiente	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Impacto Ambiental generado por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en los Botaderos de la Provincia de Yauli	Estudio de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en los Botaderos	Cantidad, Composición, Generación y Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad (Unid) ▪ Composición ▪ Peso (kg) ▪ Generación (ton/año) ▪ Recuperación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N°001-2012-MINAM). ▪ e-Waste Assessment Methodology – Training & Reference Manual (EMPA, 2012). ▪ Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo – Sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).
		Concentración de metales pesados contenidos en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Concentración (kg/kg)	▪ Balanza analítica
		Concentración de metales pesados y su Nivel de Contaminación contenidos en el suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excede > ECA y CEQG ▪ No excede < ECA y CEQG ▪ Bajo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guía para el Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moderado ▪ Considerable ▪ Muy alto 	<p>(RM N° 085-2014-MINAM).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpio ▪ Moderadamente limpio ▪ Moderadamente contaminado ▪ Altamente contaminante ▪ Muy altamente contaminado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) for soil
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muy bajo ▪ Bajo ▪ Moderado ▪ Alto ▪ Muy alto ▪ Extremadamente alto ▪ Ultra alto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Factor de Contaminación ▪ Índice de Carga de Contaminación ▪ Grado de Contaminación
Impacto Ambiental en los suelos de los Botaderos de la Provincia de Yauli	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo ▪ Moderado ▪ Severo ▪ Crítico 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matriz de Leopold ▪ Matriz de Vicente Conesa

Fuente: Elaboración propia, (2018).

6. Justificación e importancia.

6.1 Justificación.

Esta investigación se realiza porque la provincia de Yauli no cuenta con mecanismos para la disposición final terminada su vida útil de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Asimismo, el incremento de estos residuos, debido al cambio tecnológico y consumo por parte del público, hace que se implementen estrategias para una adecuada gestión ambientalmente racional: generación, manejo, tratamiento y disposición final de estos residuos.

Esta Tesis está enfocada en obtener datos de la cantidad, composición, generación y recuperación de RAEE en la Provincia de Yauli, considerando el aumento acelerado de los AEE los cuales sin ningún adecuado tratamiento generan contaminación de las diferentes fuentes cercanas a la población, lo cual puede causar un deterioro del ecosistema y de la salud de las personas, tomando en consideración que estos residuos al terminar su vida útil y desecharse en los diferentes puntos de botaderos generan un lixiviado lo cual se infiltran en los suelos deteriorando la napa freática y al mismo tiempo contaminado las agua subterráneas de la Provincia.

En el Perú el manejo de los residuos electrónicos se da tanto de manera formal como informal y no existen registros de datos sistematizados que sustenten las cantidades de residuos procesados. Las empresas formales que exportan este tipo de residuos recién están en el proceso de adaptarse a los requerimientos del marco legal de residuos sólidos para consolidarse en las operaciones de exportación de residuos sólidos. (Llagas, 2017).

6.2 Importancia.

El beneficio más importante de una adecuada gestión es que evitara el contacto de la población con las sustancias peligrosas que contienen los AEE. De esta manera se previenen posibles enfermedades y se disminuye el nivel de contaminación en el ambiente, mejorando la calidad de vida de la población.

Al ser tratados y recuperados, estos AEE y RAEE no terminan en rellenos sanitarios o botaderos, aumentando la vida útil de los mismos y al no degradarse, se evita la contaminación de las napas y suelos.

La gestión de AEE y su tratamiento permite también la recuperación de sus componentes principales, como metales y plásticos que pueden ser reutilizados. Esto trae un importante beneficio, el ahorro de recursos naturales, especialmente en relación a los metales, donde su extracción consume una gran cantidad de recursos y genera efectos negativos sobre el ambiente.

La gestión adecuada de AEE y RAEE permite además obtener ganancias económicas a partir de la venta de los materiales recuperados para utilizarlos como materias primas en la fabricación de nuevos productos, lo que a su vez puede servir para financiar parte del sistema de gestión. Finalmente, una gestión adecuada también genera fuentes de trabajo para toda la cadena económica que interviene en el proceso de recolección, tratamiento y posterior venta de los materiales recuperados.

Además, los resultados de esta tesis, podrán utilizarse por otros investigadores para realizar comparaciones del impacto ambiental negativo generado por los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el suelo. Así mismo se espera que el trabajo resulte un aporte significativo de gestión y estrategia a las diferentes municipalidades distritales y provinciales que tienen este mismo problema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas.

2.1.1 Residuos Sólidos (RR.SS).

De acuerdo a Ley N° 27314 (2000), son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan en la salud o en el ambiente.

2.1.2 Clasificación de los Residuos Sólidos (RR.SS).

Según la Ley N° 27314 (2000), los residuos sólidos se clasifican según su origen en:

- **Residuo Domiciliario:** Son aquellos residuos generados de las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y similares.
- **Residuos Comercial:** Son aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones o espectáculos, oficinas de trabajo en general, entre otras actividades comerciales y laborales análogas.
- **Residuo de limpieza de espacios públicos:** Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas.
- **Residuo de establecimiento de atención de salud:** Son aquellos residuos generados en los procesos y en las actividades para atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines. Estos residuos se caracterizan por estar contaminados con agentes infecciosos o que pueden contener altas concentraciones de microorganismos que son de potencial peligro, tales como: agujas

hipodérmicas, gasas, algodones, medios de cultivo, órganos patológicos, restos de comida, papeles, embalajes, material de laboratorio, entre otros.

- **Residuo industrial:** Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como: manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.
- **Residuo de las actividades de construcción:** Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otros afines a éstas.
- **Residuo agropecuario:** Son aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias.
- **Residuo de instalaciones o actividades especiales:** Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como: plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares.

2.1.3 Botadero.

Un botadero es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control; los residuos no se compactan ni cubren diariamente y eso produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes. Muchas veces en los botaderos existen recicladores y criadores de cerdos que ponen en riesgo la salud y contaminan el ambiente. (DIGESA, 2004)

2.1.4 Relleno Sanitario.

El relleno sanitario es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y la cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan los

olores no deseados y hay drenaje y tratamiento de los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias. (DIGESA, 2004)

2.1.5 Gestión de los Residuos Sólidos (RR.SS).

Según la Ley N°27314 (2000), toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programa de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local.

2.1.6 Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).

Aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y los dispositivos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos. (NTP-900.064, 2012)

2.1.7 Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Aparatos eléctricos o electrónicos, que han alcanzado el fin de su vida útil por uso u observancia. Comprende componentes, periféricos y consumibles. (NTP-900.065, 2012)

2.1.8 Real Decreto 110/2015 (Norma Española).

Según este decreto se definen:

- Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) como todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1000 voltios en corriente alterna y 1500 voltios en corriente continua.
- Residuos aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) como todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan a ser residuos de acuerdo con la definición que consta en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio. Esta definición comprende todos aquellos componentes,

subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha.

Asimismo este decreto lo clasifica de la siguiente manera:

Según su origen se puede establecer una clasificación de los RAEE en dos tipologías:

- RAEE domésticos: son procedentes de hogares particulares o de fuentes comerciales, industriales, institucionales y de otro tipo que, por su naturaleza y cantidad, sean similares a los procedentes de hogares particulares.
- Por exclusión, los “RAEE no domésticos” tendrán la consideración de RAEE profesionales.

2.1.9 Clasificación de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).

A continuación se presenta en la Tabla 2 la clasificación de los diez AEE de acuerdo a la NTP 900.064 (2012) conforme a la Directiva Europea 2002/96/CE (2003).

Figura 1

Tipos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.



Fuente: Inquilima, (2014).

Tabla 2*Clasificación de aparatos eléctricos y electrónicos.*

Clasificación de AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos
1. Grandes electrodomésticos	Refrigeradoras, congeladoras, lavadoras, lavaplatos, etc.
2. Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadoras de pelo, etc.
3. Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras y elementos de computación personal (computadoras personales, computadoras portátiles, fotocopiadoras, télex, teléfonos, reproductores (iPOD), netbooks, entre otros.
4. Aparatos electrónicos de consumo	Aparatos de radio, televisores, cámaras de video, etc.
5. Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.
6. Herramientas eléctricas y electrónicas	Taladros, sierras y máquinas de coser.
7. Juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes y carros electrónicos, consolas de video y juegos de video.
8. Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, cardiología, diálisis, etc.
9. Instrumentos de vigilancia y control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
10. Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos.

Fuente: NTP 900.064, (2012).

2.1.10 Categorías de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).

A continuación se presenta en la Tabla 3 las categorías de AEE de acuerdo a su tratamiento e indicados en la NTP 900.064 (2012) y la Directiva europea 2002/96/CE (2003).

Tabla 3

Categoría de aparatos eléctricos y electrónicos de acuerdo a tratamiento.

Categorías	Ejemplos	Justificación
Aparatos con monitores y pantallas.	Monitores TRC, monitores LCD, televisores.	Los tubos de rayos catódicos requieren transporte seguro y tratamiento individual.
Otros aparatos eléctricos y electrónicos.	Equipos de informática, de oficina , electrónicos de consumo como equipos de sonido y video (excepto las categorías ya mencionadas)	Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por ende, requieren un tratamiento de reciclaje o valoración muy semejante.
Aparatos que contienen refrigerantes.	Refrigeradores, congeladores, otros que contengan refrigerantes.	Requieren tratamiento individual y transporte seguro.
Electrodomésticos grandes y pequeños, exceptos categoría 3.	Cocinas, lavadoras, todos los demás electrodomésticos	Contienen metales y plásticos que pueden ser manejados según estándares actuales.
Aparatos de iluminación.	Fluorescentes, focos incandescentes.	Requieren procesos especiales de Tratamiento y valoración.

Fuente: NTP 900.064, (2012).

2.1.11 Componentes de Aparatos Eléctricos o Electrónicos (AEE).

A continuación se presenta en la Tabla 4 los componentes de los AEE de acuerdo a la NTP 900.064 (2012) y la Directiva Europea 2002/96/CE (2003).

Tabla 4

Componentes que contienen sustancias peligrosas.

Sustancia o Material Peligroso	Componentes
Compuestos halogenados	
PCB(Poli cloruros de bifenilo)	Condensados, transformadores (AEE fabricados antes de 1980 aprox.).
Compuesto Orgánicos Polibromados o Retardantes de llama bromados :	Se utilizan en las Carcasas de pastico, circuitos impresos, conectores, cables. Uso en cubierta de plásticos de aparatos electrónicos (Televisores).
PBB (Polibromobifenilos)	
PBDE (Polibromodifenilo éteres)	
TBBA (Tetrabromobifenol - A)	
Clorofluorocarbonos (CFC)	Aislamiento de cables en toda clase de equipos eléctricos y electrónicos.
PVP (Policloruro de Vinilo)	
Metales pesados y otros metales	
Arsénico	Pequeñas cantidades entre los diodos, emisores de luz, en los procesadores de

Bario	<p>las pantallas LCD.</p> <p>Utilizado como compuesto absorbente de radiación en los TRC en la cámara de ventilación de las pantallas TRC y lámparas fluorescente.</p> <p>Cajas de suministros eléctricos (Fuentes de Poder).</p>
Cadmio	<p>Se usa en los chips de almacenamiento de datos, los detectores infrarrojos y chips semiconductores.</p> <p>Algunos tubos de rayos catódicos contienen cadmio.</p>
Cromo VI Plomo	<p>Es utilizado como anticorrosivo.</p> <p>Utilizado en los paneles de vidrio y en las empaquetaduras de los monitores.</p> <p>En soldadura en los circuitos impresos y en paneles de vidrio.</p> <p>Pantallas TRC, baterías, tarjetas de circuito (PCB) cableado y soldaduras.</p>
Litio	<p>Lámparas, fluorescentes en LCD, en algunas baterías alcalinas e interruptores con mercurio (sensores).</p>
Mercurio	<p>Uso en los sistemas de iluminación de las pantallas planas, termostatos, sensores, relays, interruptores, equipo médico.</p>
Níquel	<p>Baterías recargables de Ni-Cd y Ni-Hg.</p> <p>Pistola de electrones en los monitores TRC.</p>
Elementos raros (Ytrio, Europio)	<p>Capa fluorescente (Monitores TRC).</p>
Selenio	<p>Fotocopiadoras antiguas.</p>
Sulfuro de Zinc	<p>Interior de monitores TRC, mezclado con metales raros.</p>
Otros:	
Polvos de Tóner (Tinta Seca) que contienen sustancia peligrosas	<p>Cartucho de tóner para impresoras láser/fotocopiadoras.</p>
Sustancias radioactivas (Americio)	<p>Equipos médicos.</p> <p>Detectores de fuego, detectores de humo, entre otros.</p>

Fuente: NTP 900.064, (2012).

2.1.12 Etapas del manejo ambientalmente aceptable de los RAEE.

Según la NTP 900.064 (2012), las etapas del manejo ambientalmente aceptables de los RAEE son:

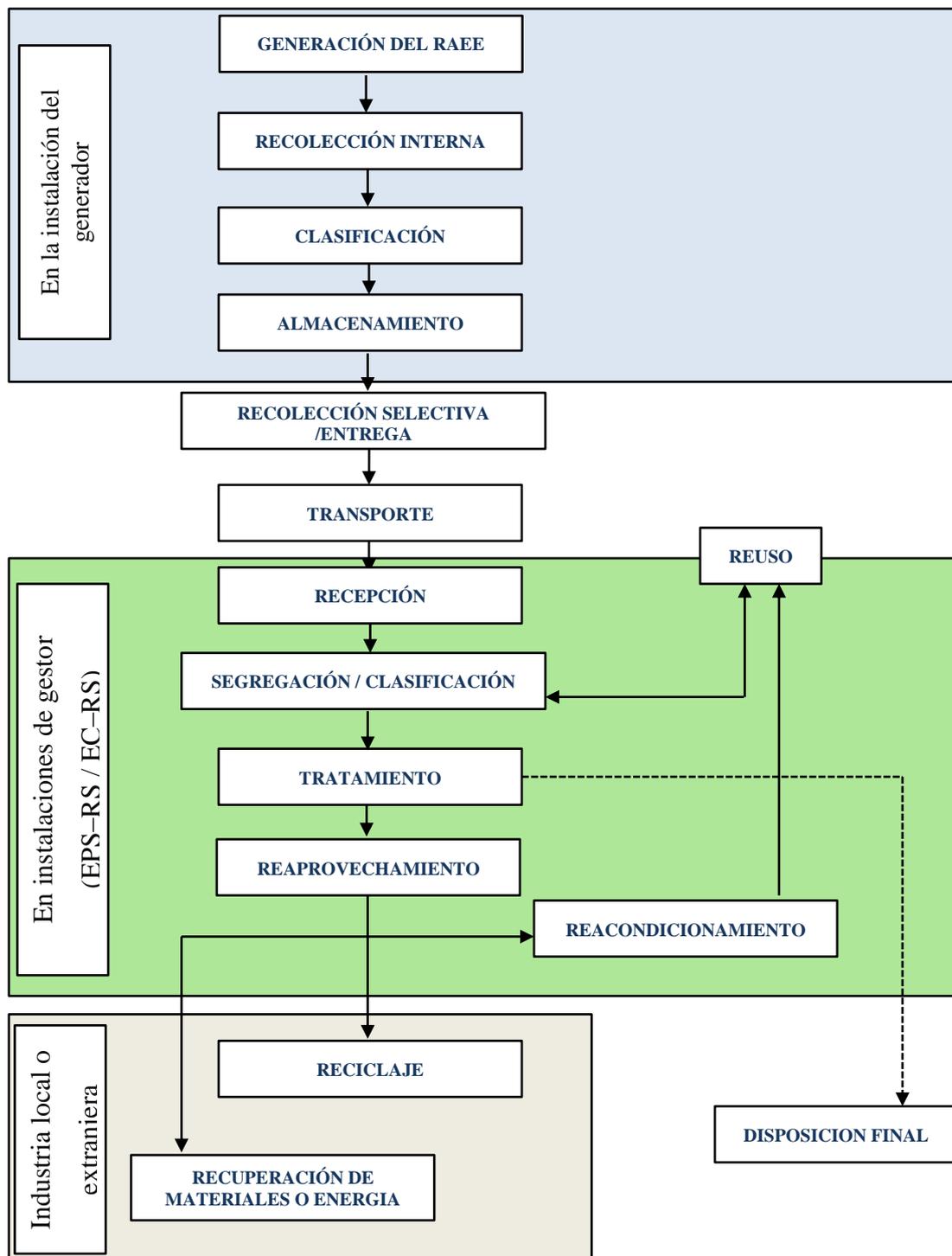
- **Generación:** Los RAEE se generan por obsolescencia, avería o cambio por renovación. Pueden ser generados por el sector público, sector privado

y hogares. Algunos AEE, dependiendo de su estado, pueden traspasarse a otros usuarios/consumidores que los pueden utilizar como equipos de segundo uso, hasta quedar en desuso, convirtiéndose en residuos que deben ser dispuestos conforme a las normas vigentes.

- **Recolección Interna:** Etapa en la cual los RAEE son recolectados desde los lugares de generación y trasladados hasta las zonas de almacenamiento temporal dentro de las instalaciones del generador.
- **Clasificación:** Etapa que consiste en la separación de los RAEE según su categoría (Tabla 2) o su forma de reaprovechamiento (Tabla 3).
- **Almacenamiento:** Etapa que consiste en la acumulación temporal de los RAEE ya clasificados o no, dentro de las instalaciones del generador en condiciones adecuadas que reduzcan el impacto en el ambiente y en la salud de las personas en contacto con estos.
- **Recolección selectiva:** Etapa que consiste en recoger los RAEE, de las instalaciones del generador, conforme a las necesidades del operador RAEE o para ser trasladados a los centros de acopio.
- **Transporte:** Etapa que consiste en trasladar los RAEE desde las instalaciones del generador o del centro de acopio a las instalaciones del operador que tratará estos residuos.
- **Recepción:** Etapa que consiste en la descarga de los RAEE dentro de las instalaciones del operador o en el centro de acopio, en una zona adecuada para tal propósito, donde se registran los residuos en conformidad con los documentos de transporte.
- **Segregación /clasificación:** Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.
- **Tratamiento:** Etapa que puede incluir las operaciones de: descontaminación, desmantelamiento, trituración, prensado, entre otros, que se deben realizar para el reaprovechamiento o para la disposición final de los RAEE.
- **Reaprovechamiento:** Comprende el reacondicionamiento para reuso o reutilización o para un tratamiento ulterior para el reciclaje y la recuperación de material o de energía.

- ✓ Reacondicionamiento: Etapa en la cual los RAEE pueden ser acondicionados, en su totalidad o en algunos de sus componentes, añadiendo o reemplazando alguna pieza, para ser reutilizados o para otros fines que técnicamente sean posibles.
- ✓ Reciclaje: Etapa en la que los RAEE clasificados son procesados para el reciclaje de materiales: metales, vidrios, plásticos, entre otros, que pueden ser utilizados en la fabricación del producto original o de otro producto.
- ✓ Recuperación de materiales y energía: Etapa que consiste en procesar los RAEE para la recuperación de diversos materiales, principalmente de metales valiosos mediante procesos fisicoquímicos. Los equipos de recuperación deben contar con controles de emisiones adecuados que garanticen el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.
- **Disposición final:** Etapa donde los componentes no reaprovechables de los RAEE son dispuestos de forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura de acuerdo a su peligrosidad, en rellenos de seguridad o rellenos sanitarios que cuente con las condiciones adecuadas para dicha disposición.

Figura 2
Etapas del manejo de los RAEE.



Fuente: NTP 900.064, (2012).

2.1.13 Gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

La legislación que regula los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), el Real Decreto 208/2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, establece una serie de normas aplicables a la fabricación del producto y otras relativas a su correcta gestión ambiental cuando se acabe convirtiendo en residuo. Este Real Decreto obliga a los productores a adoptar las medidas necesarias para que dichos residuos puedan ser recogidos de forma selectiva y minimiza así el impacto ambiental. Para cumplir dicha obligación, el productor puede utilizar sus propios medios o bien puede agruparse en Sistemas Integrados de Gestión (SIG), lo que le permite recoger y reciclar al mínimo coste, garantizando siempre el mejor servicio. (Gallego, 2014)

Los residuos procedentes de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) ha continuado incrementándose, los ciclos de innovación son cada vez más breves y la situación de los aparatos se acelera, convirtiendo los AEE en una fuente creciente de residuos. Las dos facetas de estos residuos, su alto contenido en materiales valiosos y de sustancias peligrosas, son las que determinan la peculiaridad de este tipo de residuos y por lo que se pretende mejorar el comportamiento medioambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, como, los productores de AEE, los distribuidores y los consumidores (instaladores y usuarios) y, en particular, de aquellos agentes directamente implicados en la recogida y tratamiento de los RAEE. Uno de los aspectos de la gestión de RAEE de especial relevancia es la etapa de la recogida del RAEE. Esta recogida ha de realizarse de manera separada a la del resto de residuos, como condición previa para asegurar el tratamiento más adecuado y la recuperación de los materiales contenidos en los residuos., deben existir instalaciones adecuadas para el depósito y almacenamiento de RAEE. (Ramón, 2017).

2.1.14 Diagnóstico de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

El “Diagnóstico de la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli”, surge de la necesidad de contar con un instrumento de gestión, que a través de indicadores cuantitativos y cualitativos, permita conocer y determinar la situación actual del manejo de los RAEE que se realizará en la

Provincia de Yauli. Este documento, por su detalle y exhaustividad, está orientado al análisis de los diferentes niveles del Estado: gobierno nacional, gobiernos regionales, gobiernos provinciales y distritales (Ver Tabla 5).

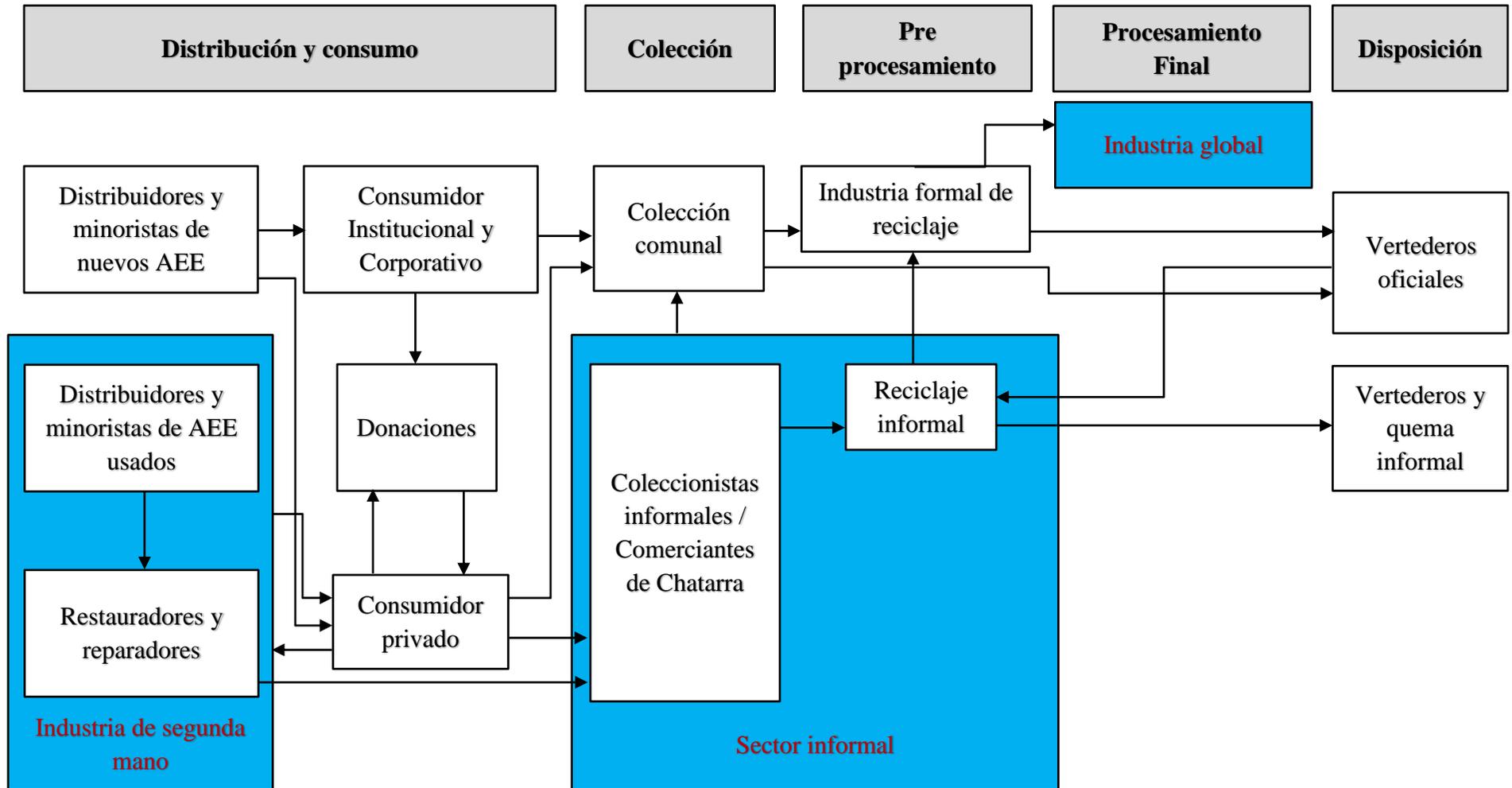
Tabla 5
Diagnóstico para evaluar los RAEE.

Descripción	Evaluación
Introducción	Identificación del problema
Métodos	Objetivo de la evaluación
	Revisión de la literatura
	Reuniones y talleres de trabajo
	Encuesta y muestreo del cuestionario
	Estudios de campo
Descripción del sistema	Evaluación de flujo de masa
	Ámbito geográfico
	Alcance del producto
Política y legislación	Indicadores de desarrollo
	Políticas y legislación relacionadas con los desechos electrónicos
	Legislación específica de gestión de residuos electrónicos
Evaluación de las partes interesadas	Marco institucional
	Visión general de los interesados
	Fabricantes e importadores
	Distribuidores
Evaluación de flujo de masa	Consumidores
	Tabla de sistema de flujo de masa
	Flujos de masa actuales
	Tendencias futuras de flujo de masa
Impactos	Visión de conjunto
	Social
	Ambiental
	Economía
Conclusiones	Conclusiones
Recomendaciones	Recomendaciones generales
	Recomendaciones sobre el sistema de flujo de masa

Fuente: EMPA – Suiza, (2012).

En el Diagrama 1 se muestra gráficamente cómo circula los flujos de basura electrónica entre los diferentes actores. Aquí los actores se pueden definir como "partes interesadas activas". Esto permite ver dónde están las existencias y los flujos principales.

Diagrama 1
Flujos de basura electrónica.



2.1.15 Plan de manejo de los RAEE.

Es un instrumento de gestión ambiental mediante el cual el productor (sistema individual) o una agrupación de productores (sistema colectivo) presenta a la autoridad competente (PRODUCE y MTC) las acciones a desarrollar para el manejo adecuado de los RAEE. Los planes de manejo de RAEE deben ser elaborados por los importadores, fabricantes, ensambladores y comercializadores de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE). A diciembre del 2014 se cuenta con 38 planes de RAEE aprobados. (MINAM, 2014)

Tabla 6

Diseño de un plan de manejo de RAEE.

Descripción del Plan de Manejo de RAEE
a. Nombre del productor o agrupación de productores de AEE.
b. Sistema (individual o colectivo) con el que manejará los RAEE.
c. Nombre del representante y datos de contacto.
d. La(s) marca(s) que maneja(n).
e. Descripción de las etapas de recolección, transporte, almacenamiento y reaprovechamiento, y de los operadores que utilizarán.
f. Meta anual de manejo de RAEE (en unidades de peso), considerando los lineamientos que señale el MINAM al respecto.
g. Forma de financiamiento del manejo de los RAEE.
h. Destino de los RAEE: centro de acopio, beneficiarios, centros de tratamiento o disposición final, según sea el caso. Nombre y dirección de los servicios que utilizarán o de los beneficiarios.
i. Descripción de la estrategia de comunicación y sensibilización para promover y/o incentivar el acopio de los RAEE.

Fuente: MINAM – Perú, (2012).

2.1.16 Reciclar los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Según el Gobierno de la Rioja (2016), la chatarra electrónica se caracteriza por su rápido crecimiento debido a la rápida obsolescencia que están adquiriendo los dispositivos electrónicos y por la mayor demanda de estos en todo el mundo, entre otros factores. Su tratamiento inadecuado puede ocasionar graves impactos al medio ambiente y poner en riesgo la salud humana.

- Son un flujo de residuos en continuo y elevado crecimiento, y debido a los grandes avances en tecnología, los aparatos eléctricos y electrónicos quedan obsoletos en poco tiempo y son rápidamente sustituidos por equipos nuevos, convirtiéndose así en residuos.

- Pueden contener materiales potencialmente peligrosos, tales como plomo, mercurio y cromo hexavalente presentes en circuitos impresos, pilas, etc., materiales que en caso de depositarse fuera de control pueden contaminar el entorno.
- Están fabricados con materiales valiosos, por lo que el reciclaje de los equipos obsoletos proporciona materias primas secundarias válidas para su utilización en el proceso de fabricación de nuevos equipos evitando así el uso de recursos naturales y la acumulación de residuos en los vertederos.
- El reciclaje de los equipos evita la sobreacumulación de residuos en los vertederos y esto se traduce directamente en notable reducción de la contaminación de los suelos y de la extensión de suelos útiles destinados a vertederos.

2.1.17 Contaminación del Ambiente.

El término contaminación se refiere a la introducción o incremento anormal de sustancias que puede ejercer un efecto dañino sobre los organismos en los ecosistemas. A veces, la contaminación es de origen natural, pero en general, esta relacionada con la actividad del hombre, que en su búsqueda de supervivencia y bienestar dispersa sustancias agresivas, algunas de las cuales pueden ser transformadas por los organismos vivos (biodegradables) y otras que son persistentes (no biodegradables). (Bautista, 1999).

2.1.18 Los basurales y el Ambiente.

Según Mavropoulos et al. (2015), el término “basural a cielo abierto” se utiliza para caracterizar el lugar de disposición donde se lleva a cabo la eliminación indiscriminada de residuos sólidos sin control de operación o con medidas muy limitadas para proteger el ambiente circundante. Además, es muy común que previo a la recepción de los residuos no se tome ninguna medida en la etapa de planificación (como sensibilización para situar el sitio) ni tampoco medida alguna de ingeniería (como el diseño de un sistema de impermeabilización). Un basural a cielo abierto no tiene ninguna relación con un relleno sanitario. Un relleno sanitario es un método aceptable para la gestión de los residuos, cuenta con control de emisiones y con un impacto limitado en el ambiente y la salud, mientras que los basurales a cielo abierto

son exactamente lo contrario. Entre los basurales a cielo abierto y los rellenos sanitarios existe una zona gris comúnmente llamada “basurales controlados” con diversos niveles de ingeniería y controles ambientales, que pueden variar de una región a otra y de un país a otro.

Mavropoulos et al. (2015), indica que las consecuencias ambientales y sanitarias de los basurales son causadas por las emisiones emanadas por la descomposición de los residuos, llamadas lixiviado y biogás.

- El lixiviado es un líquido que se produce cuando los residuos sufren el proceso de descomposición, y cuando el agua (provocada por las lluvias, el drenaje de la superficie, las aguas subterráneas, etc.) se percola a través de los residuos sólidos en estado de descomposición.
- La descomposición de los residuos también provoca generación de gases, principalmente una mezcla de metano y dióxido de carbono (alrededor del 50% en condiciones anaeróbicas), que se denomina biogás.

La contaminación del suelo es otro problema ambiental que también causan los basurales. Los residuos arrastran distintos metales, que luego se transfieren a las plantas de diferentes maneras. Dependiendo de la tendencia de los contaminantes, ellos terminan o en aguas almacenadas en el suelo o filtradas hacia las aguas subterráneas, los contaminantes Cd, Ni, Cr, Cu, V, Pb y Zn pueden alterar la composición química del suelo y causar un impacto en los organismos y en las plantas que dependen del suelo como alimento. (Mavropoulos et al., 2015)

2.1.19 Metal Pesado.

El término “metal pesado” se refiere a aquellos metales de la tabla periódica cuyo peso específico es superior a 5g/cm^3 o que tienen un número atómico por encima de 20, excluyendo generalmente a los metales alcalinos y elementos alcalinotérreos (Breckle, 1991; Tiller, 1989).

Los metales pesados, ya sean esenciales o no, pueden llegar a ser tóxicos cuando su aporte es excesivo y afectar negativamente al crecimiento y reproducción de los organismos, pudiéndole causar incluso la muerte. El incremento de metales pesado en los suelos inhibe además la actividad enzimática microbiana y reduce la

diversidad de las poblaciones de flora y fauna, provocando infertilidad e incrementando los procesos erosivos. La transferencia de metales al hombre puede ocurrir a través del suelo (inhalación o ingestión de polvo), alimentos, agua, aire o piel (resultado de la absorción dérmica de contaminantes del suelo y el agua) (Chang et al., 1993; Ryan & Chaney, 1997).

2.1.20 Suelo.

El suelo es un cuerpo natural, no consolidado, compuesto por sólidos (material mineral y orgánico), líquidos y gases, que se caracteriza por tener horizontes o capas diferenciales, resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia a través del tiempo, y cuyo espesor puede ir desde la superficie terrestre hasta varios metros de profundidad. (Sposito, 19899)

El suelo se forma por la interacción de los sistemas atmósfera, hidrosfera y biosfera sobre la superficie de la geosfera. Ocupa la interfase entre la geosfera y los demás sistemas, en la llamada Zona Crítica (National Research Council, 2001; Brantley et al. 2007), la parte más dinámica de la superficie de la Tierra. La meteorización química y mecánica de las rocas y la influencia de ciertos procesos microbiológicos producen el suelo. La meteorización está controlada esencialmente por la energía solar, que regula el ciclo del agua y alimenta los sistemas vivientes, y por circunstancias locales favorables (como la topografía) y propiedades intrínsecas de las rocas (permeabilidad, alterabilidad). Después de un largo periodo de meteorización, y bajo condiciones climáticas estables, el suelo puede alcanzar su equilibrio. Pero cuando uno de los parámetros del sistema varía, el equilibrio se rompe. La interacción con el Hombre, un componente singular de la biosfera, puede romper también el equilibrio, debido a su uso (agricultura, industria, minería, ganadería, etc.). Este tipo de modificación negativa del suelo se denomina normalmente degradación. (Galán & Romero, 2008).

2.1.21 Contaminación del Suelo.

La presencia en los suelos de concentraciones nocivas de algunos elementos químicos y compuestos (contaminantes) es un tipo especial de degradación que se denomina contaminación. El contaminante está siempre en concentraciones mayores de las habituales (anomalías) y en general tiene un efecto adverso sobre algunos

organismos. Por su origen puede ser geogénico o antropogénico. Los primeros pueden proceder de la propia roca madre en la que se formó el suelo, de la actividad volcánica o del lixiviado de mineralizaciones. Por el contrario, los antropogénicos se producen por los residuos peligrosos (hazardous wastes) derivados de actividades industriales, agrícolas, mineras, etc. y de los residuos sólidos urbanos. Desde un punto de vista legal, los contaminantes antropogénicos son los verdaderos contaminantes. (Galán & Romero, 2008).

La contaminación de los suelos deriva de un incremento de metales en muchas ocasiones varias veces por encima del fondo geoquímico, que surge de la ejecución de determinadas actividades humanas (Nriagu, 1984).

En la Tabla 7 se presenta las principales fuente de contaminación del suelo por metales pesados según los datos disponibles. Este tipo de actividades contaminantes aportan metales pesados a los suelos hasta que alcanzan niveles que superan los límites propuestos causando frecuentemente efectos tóxicos para los organismos. Se estima, por ejemplo, que el aporte de metales como Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Mo, Zn y de metaloides como Se derivado de actividades industriales es aproximadamente de 10 a 20 veces mayor que la cantidad aportada por la meteorización natural de los materiales geológicos (Nriagu, 1990).

Tabla 7

Principales fuentes de metales pesados en el suelo.

Fuente	%
Residuos Urbanos	9
Turba	6
Residuos de Metalurgia	6
Residuos de Materia orgánica	3
Fertilizantes	2
Cenizas de Combustión	74
Total	100

Fuente: Mas & Azcue, (1993).

2.1.22 Composición Química de los Suelos.

Según Sposito (1989), en la Tabla 6 se indica los elementos principales presentes en el suelo y en la corteza de las rocas. Se ve que en los suelos los 10 elementos más abundantes son:

En los suelos: O>Si>Al>Fe>C>Ca>K>Na>Mg>Ti

En la corteza de las rocas: O>Si>Al>Fe>C>Ca>Mg=Na>K>Ti>P

2.1.23 Nivel de Fondo Geoquímico.

Las concentraciones de fondo geoquímico natural deben representar concentraciones elementales en los suelos sin influencia humana. Concentraciones de base geoquímica, en cambio, corresponden a una concentración específica para una zona y tiempo determinados (Kabata-Pendias et al., 1984 y Kabata-Pendias & Pendias, 1992). Por ello, se pueden establecer tres tipos de niveles de fondo:

- *Niveles naturales en rocas:* concentraciones naturales de elementos presentes en las rocas.
- *Niveles naturales en el medio ambiente:* concentraciones naturales de elementos presentes en el medio ambiente (suelo/roca), sin influencia del ser humano.
- *Niveles antropogénicos:* concentraciones de elementos presentes en el medio ambiente debidas a fuentes no localizadas de origen humano (por ejemplo, agrícolas, industriales, etc.).

En cualquier caso, sea cual sea la denominación, la determinación de las concentraciones geoquímicas ambientales de base son necesarias para evaluar el estado actual del medio ambiente y proporcionar directrices y normas de calidad para la legislación ambiental, así como la toma de decisiones de gestión, especialmente en la evaluación de suelos contaminados (Salminen & Tarvainen, 1997). Por lo tanto, para evaluar la contaminación del suelo es importante determinar las concentraciones de fondo (o concentraciones de base geoquímica) que, según Kabata-Pendias & Pendias (1992) y Chen et al. (1999) debe realizarse de acuerdo a las clases de suelo y propiedades.

Tabla 8*Contenido medio en el suelo y en la corteza terrestre de la roca.*

Elemento	Suelo (mg/kg)	Corteza (mg/kg)	Elemento	Suelo (mg/kg)	Corteza (mg/kg)
Li	24	20	Zn	60	75
Be	0.92	2.6	Ga	17	18
B	33	10	Ge	1.2	1.8
C	25000	480	As	7.2	1.5
N	2000	25	Se	0.39	0.05
O	490000	474000	Br	0.85	0.37
F	950	430	Rb	67	90
Na	12000	23000	Sr	240	370
Mg	9000	23000	Y	25	30
Al	72000	82000	Zr	230	190
Si	310000	277000	Nb	11	20
P	430	1000	Mo	0.97	1.5
S	1600	260	Ag	0.05	0.07
Cl	100	130	Cd	0.35	0.11
K	15000	21000	Sn	1.3	2.2
Ca	24000	41000	Sb	0.66	0.20
Sc	8.9	16	I	1.2	0.14
Ti	2900	5600	Cs	4.0	3.0
V	80	160	Ba	580	500
Cr	54	100	La	37	32
Mn	550	950	Hg	0.09	0.05
Fe	26000	41000	Pb	19	14
Co	9.1	20	Nd	46	38
Ni	19	80	Th	9.4	12
Cu	25	50	U	2.7	2.4

Fuente: Sposito, (1989).

Según Wilson (2016), el suelo puede contaminarse de dos maneras principales a partir de los desechos electrónicos:

- A través del contacto directo con contaminantes de desechos electrónicos o los subproductos del reciclaje y eliminación de desechos electrónicos.
- Indirectamente a través del riego de agua contaminada.

Asimismo Wilson indica que: cuando los desechos electrónicos se desechan indebidamente en rellenos sanitarios regulares o se arrojan ilegalmente, tanto los metales pesados (plomo, arsénico, cadmio y otros) como los retardantes de llama en los desechos electrónicos pueden filtrarse directamente del desecho electrónico al

suelo, causando la contaminación del material subyacente, aguas subterráneas o cultivos que pueden plantarse en ese suelo ahora o en el futuro.

Cuando los desechos electrónicos no se reciclan adecuadamente como es el caso en áreas del mundo donde las prácticas de reciclaje de desechos electrónicos no están reguladas o son monitoreadas informalmente, el suelo puede contaminarse directamente por:

- Efluentes o productos de desecho de prácticas de lixiviación que extraen metales preciosos y otros materiales valiosos de los desechos electrónicos.
- Partículas gruesas y cenizas de fondo generadas por el desmantelamiento, trituración o quema de desechos electrónicos.
- Lixiviación de metales pesados no recuperados durante el reciclaje en el suelo subyacente durante la eliminación.

Wilson también indica que: las prácticas utilizadas para extraer metales preciosos de los desechos electrónicos, como la amalgamación de mercurio o la lixiviación de cianuro, pueden liberar sustancias tóxicas adicionales en el suelo. El desmantelamiento también puede liberar partículas grandes y gruesas en el aire, que debido a su tamaño y peso, se vuelven a depositar rápidamente en el suelo y posteriormente contaminan la tierra. La trituración o quema de desechos electrónicos produce cenizas que pueden estar muy contaminadas tanto por metales pesados como por retardadores de llama (éteres difenilicos polibromados o PBDE) que se filtran al suelo subyacente. Mediante procesos similares, los metales pesados que quedan del reciclaje incompleto también pueden contaminar el suelo subyacente.

2.1.24 Impacto Ambiental.

Según Álvarez et al. (2010), los residuos electrónicos contienen un alto grado de elementos tóxicos, por lo que representan grandes riesgos al ambiente y a la salud pública. Al juntarlos con los demás desechos y llevarlos a los mismos tiraderos, éstos son altamente contaminantes por el tipo de materiales con los que están hechos como plomo, arsénico, mercurio, cobre, cromo, etc. Estos desechos afectan a la salud del ser humano y al ambiente.

Sostienen que estos son los mayores impactos al ambiente:

- Contaminación de áreas verdes, de mantos freáticos (agua de subsuelo), de ríos, lagos y mares.
- Emisiones a la atmósfera de elementos tóxicos.
- Desequilibrio de los ecosistemas

Según Medio Ambiente (2006), estos residuos contienen entre sus componentes sustancias peligrosas para el medio ambiente, por ejemplo, los electrodomésticos suelen contener cadmio, plomo, mercurio, etc.; las pantallas de cristal contienen plomo, las placas base contienen berilio, y las partes plásticas de estos residuos contienen PVC. El problema de estos residuos se agrava con la limitada vida útil de estos aparatos eléctricos.

Según la Ley N°303 (2008), existe una amplia gama de residuos que se generan a partir de los aparatos eléctricos y electrónicos y se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Línea Blanca:** aparatos electrodomésticos utilizados en los hogares (lavavajillas, cocinas, lavadoras, aspiradora, tostadora).
- **Línea Marrón:** aparatos electrónicos de consumo proveniente de los hogares (radios, televisores, videocasetera, equipos de sonido, faxes).
- **Línea Gris:** equipos informáticos y de telecomunicaciones (computadoras, impresoras, scanner, servidores, copiadoras, faxes).

Según Ochoa (2016), el crecimiento del uso de aparatos eléctricos y electrónicos, el desconocimiento de su manejo posconsumo con el consecuente aumento en la generación de RAEE, sumado a las deficiencias en la gestión de RAEE y a la gestión informal de los mismos, se materializan en serios problemas de contaminación del ambiente y riesgos a la salud. Asimismo Ochoa indica que la gestión inadecuada de los residuos electrónicos, tanto la incineración sin control de emisiones como el depósito en rellenos sanitarios junto con los residuos urbanos, hace que algunos de esos contaminantes puedan llegar al suelo, el aire o a las aguas subterráneas.

2.1.25 Matriz de Leopold.

Las dos matrices de impacto más conocidas a nivel mundial han sido la de Leopold (1971) (que fue la primera realizada para la EIA) y la de Grandes Presas. La matriz

de Leopold se diseña a partir de la evaluación del impacto ambiental de una mina de fosfatos en California. Consiste en un cuadro de doble entrada cuyas columnas están encabezadas por una amplia relación de factores ambientales, y cuyas entradas por filas están ocupadas por otra relación de acciones causa de impacto. (Pardo, 2002)

Según Leopold (1971), el sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto (p. ej.: desbroce, extracción de tierras, incremento del tráfico, ruido, polvo...), y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología...). Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental. El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El principal objetivo es garantizar que los impactos de diversa acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

2.1.26 Matriz de Vicente Conesa.

La Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un proyecto en todas y cada una de sus etapas (Vicente Fernández – Vitora, (1997).

En la Ecuación 1 se presenta el cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental:

Ecuación 1

Cálculo de la importancia de un impacto ambiental.

$$I = \pm[3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Fuente: Vicente Fernández – Vitora, (1997).

Donde:

- \pm : Naturaleza del impacto.
- I: Importancia del impacto.
- i: Intensidad o grado probable de destrucción.
- EX: Extensión o área de influencia del impacto.
- MO: Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto.
- PE: Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto.

- RV: Reversibilidad.
- SI: Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples.
- AC: Acumulación o efecto de incremento progresivo.
- EF: Efecto (tipo directo o indirecto).
- PR: Periodicidad.
- MC: Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

El desarrollo de la ecuación de (I) es llevado a cabo mediante el modelo propuesto en la siguiente tabla (Ver Tabla 9):

Tabla 9

Valores para cada parámetro de la ecuación de la importancia (I).

Naturaleza (Signo)		Intensidad (i)*	
▪ Beneficioso	+	▪ Baja	1
▪ Perjudicial	-	▪ Media	2
		▪ Alta	4
		▪ Muy alta	8
		▪ Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
▪ Puntual	1	▪ Largo plazo	1
▪ Parcial	2	▪ Medio plazo	2
▪ Extenso	4	▪ Inmediato	4
▪ Total	8	▪ Crítico	8
▪ Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
▪ Fugaz	1	▪ Corto plazo	1
▪ Temporal	2	▪ Medio plazo	2
▪ Permanente	4	▪ Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
▪ Sin sinergismo	1	▪ Simple	1
▪ Sinérgico	2	▪ Acumulativo	4
▪ Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
▪ Indirecto	1	▪ Irregular	1
▪ Directo	4	▪ Periódico	2
		▪ Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		Importancia (I)	
▪ Recuperación Inmediata	1	$I = \pm(3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
▪ Recuperable	2		
▪ Mitigable	4		
▪ Irrecuperable	8		

Fuente: Vicente Fernández – Vitoria, (1997). **Nota:** * Admite valores intermedios.

En función de este modelo, los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar (Ver Tabla 10):

Tabla 10
Valores extremos de la importancia.

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado
< 25	Bajo	La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión.
$25 \geq < 50$	Moderado	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
$50 \geq < 75$	Severo	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado
≥ 75	Critico	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Fuente: Vicente Fernández – Vitora, (1997).

A continuación se expone la explicación de estos conceptos:

- **Signo (+/ -):** El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- **Intensidad (i):** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.
- **Extensión (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.
- **Momento (MO):** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

- **Persistencia (PE):** Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
- **Reversibilidad (RV):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio
- **Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).
- **Sinergia (SI):** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
- **Acumulación (AC):** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- **Efecto (EF):** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- **Periodicidad (PR):** La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

De esta manera queda conformada la llamada Matriz de Impactos Sintética, la cual está integrada por un número que se deduce mediante el modelo de importancia propuesto, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

Posteriormente se elabora la Matriz de Impactos Sintética Ponderada. La particularidad de esta matriz se constituye en la incorporación de las UIP (Unidades de Importancia Ponderada).

Considerando que cada factor representa solo una parte del medio ambiente, es necesario llevar a cabo la ponderación de la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente. Con este fin se atribuye a cada factor un peso, expresado en las UIP, las cuales toman en cuenta la importancia que tiene cada factor ambiental en el sitio donde se desarrolla el proyecto.

En definitiva la matriz quedara conformada con las siguientes categorías (Ver Tabla 11):

Tabla 11
Categorías del valor de importancia ponderado.

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
< 2,5	Bajo	
$2,5 \geq < 5$	Moderado	
$5 \geq < 7,5$	Severo	
$\geq 7,5$	Crítico	
Los valores con signo + se consideran de impacto nulo		

Fuente: Vicente Fernández – Vitora, (1997).

Finalmente en base a estos resultados, se detallarán los impactos potenciales directos e indirectos, que actúan fundamentalmente sobre los factores físicos y bióticos, activando los diversos procesos sobre el medio ambiente.

2.2 Definición de términos básicos.

Las siguientes definiciones se obtuvieron del DS N° 001-2012-MINAM (2012), donde indican los siguientes conceptos:

Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE): Aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los dispositivos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos.

Acopio de RAEE: Acción para reunir transitoriamente los RAEE en un lugar determinado denominado centro de acopio, de manera segura y ambientalmente adecuada, con la finalidad de facilitar su posterior manejo a través de Operadores de RAEE.

Almacenamiento de RAEE: Operación de acumulación de RAEE en condiciones ambientalmente adecuadas y seguras.

Autoridad competente para RAEE: Entidad que regula, controla, fiscaliza o emite las autorizaciones correspondientes conforme a ley de las actividades concernientes a la gestión y manejo de RAEE. En materia ambiental, su identificación depende del tipo de actividad económica principal que realice el administrado según sea el caso (productor de AEE, operador o generador de RAEE).

Centro de acopio de RAEE: Lugar acondicionado para recibir y almacenar RAEE de forma segura y ambientalmente adecuada hasta que sean entregados a los operadores de RAEE para continuar su manejo.

Comercializador de AEE: Persona natural o jurídica que compra, vende AEE. Se incluyen las cadenas de tiendas.

Consumidor de AEE: Persona natural o jurídica que adquiere aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) para su uso como destinatario final. Pueden ser diferenciados en tres segmentos: sector público, sector privado y hogares.

Descontaminación de RAEE: Operación que comprende la separación de los componentes que contienen sustancias o materiales peligrosos presentes en el RAEE como primer paso del desmantelamiento. Los componentes separados deben ser dispuestos en lugares adecuados de disposición final de acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos y su reglamento, o reciclados, en el país (si existe la tecnología) o en el exterior.

Desmantelamiento/Desensamblaje de RAEE: Operación que consiste en desmontar los diferentes componentes del RAEE para el reaprovechamiento de los diferentes materiales.

Distribuidor de AEE: persona natural o jurídica que vende o suministra al por mayor o al por menor comercialmente aparatos eléctricos y electrónicos destinados finalmente al consumidor, aun cuando ello no se desarrolle en establecimientos abiertos al público.

Generador de RAEE: Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades productivas, comerciales, domésticas o de servicios genera RAEE. También se considerará generador al poseedor de RAEE, cuando no se pueda identificar al generador real. Asimismo incluye a los usuarios domésticos de los AEE que luego se convierten en RAEE.

Importadores de AEE: Empresas que se dedican a la importación de AEE completos de primer o de segundo uso, o de partes para el ensamblaje local, para su posterior comercialización.

Marca de AEE: Símbolo, palabra o distintivo que identifica un AEE o alguno de sus componentes en el mercado de consumo.

Meta anual de manejo de RAEE: Cantidad de RAEE (en unidades de peso) aprobada por MINAM como meta anual del país que debe ingresar a los sistemas de manejo de RAEE individual o colectivo. En el caso del productor de AEE, es la cantidad de RAEE (en unidades de peso) señalada en su respectivo plan de manejo aprobado por la autoridad competente.

Operadores de RAEE: Empresas registradas y autorizadas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) como Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) o Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS), que se encargan del manejo total o parcial de los RAEE en instalaciones adecuadas. Realizan actividades de recolección, transporte, almacenamiento, segregación y/o tratamiento para el reaprovechamiento o disposición final de los RAEE.

Plan de Manejo de RAEE: Instrumento de gestión ambiental mediante el cual el productor de manera individual o un conjunto de productores de manera colectiva presentan a la autoridad competente las acciones a desarrollar para el manejo adecuado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Productor de AEE: Para efectos del presente Reglamento, se define como tal a toda persona natural o jurídica que realiza actividades vinculadas a los aparatos eléctricos y electrónicos en cualquiera de las siguientes modalidades:

- Fabricantes o ensambladores que comercializan AEE sin marca o con marca propia.
- Importadores de AEE con marca propia del fabricante.
- Importadores de componentes de AEE que ensamblan y venden AEE con marca propia del vendedor.
- Distribuidores de AEE.
- Comercializadores de AEE.

RAEE históricos: Son aquellos que proceden de productos puestos en el mercado con anterioridad a la vigencia del Reglamento RAEE.

RAEE huérfanos: RAEE de marcas que han desaparecido o ya no trabajan más en el país, sin que exista una empresa que se responsabilice de los mismos.

RAEE ensamblados sin marca ni identificación: Residuos de AEE ensamblados en el país cuyos productores no se pueden identificar ni se responsabilizan por su manejo.

Reaprovechamiento de RAEE: Volver a obtener un beneficio del RAEE o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.

Reciclaje de RAEE: Toda actividad que permite reaprovechar un RAEE mediante un proceso de transformación en instalaciones autorizadas, locales o en el exterior, para cumplir su fin inicial u otros fines.

Recolección selectiva de RAEE: Recolección de RAEE de forma diferenciada de otros flujos de residuos, para facilitar su manejo por los operadores de RAEE.

Recuperación de RAEE: Toda actividad que permite reaprovechar parte de sustancias o componentes de un RAEE, como materiales o energía, para uso o procesamiento.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE): Aparatos eléctricos o electrónicos que han alcanzado el fin de su vida útil por uso u obsolescencia y que se convierten en residuos. Comprende también los componentes, subconjuntos, periféricos y consumibles de algunas categorías de aparatos.

Responsabilidad Compartida sobre RAEE: Enfoque de política ambiental mediante el cual se atribuye a cada persona la responsabilidad por los RAEE que genera o maneja en las distintas etapas de la vida de un AEE o del desarrollo de una actividad en las que este interviene.

Responsabilidad Extendida del Productor de AEE: Enfoque de política ambiental mediante el cual, la responsabilidad del productor de AEE se amplía a la fase post-consumo del ciclo de vida de un producto, en las etapas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de forma ambientalmente adecuada.

Reutilización o Reuso de RAEE: Toda actividad que permite reaprovechar directamente los RAEE o alguno de sus componentes, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue fabricado originalmente, contemplando estándares ambientales.

Sistema de manejo de RAEE: Conjunto de entidades que interactúan en las diversas etapas de la gestión de los RAEE, para asegurar su control y manejo ambientalmente adecuado, bajo el marco de la responsabilidad compartida que comprende la responsabilidad extendida del productor. Se considera sistema individual cuando un solo productor establece su propio sistema y se responsabiliza del mismo, y sistema colectivo cuando una agrupación de productores, operadores y/o gobiernos locales establece y se responsabiliza del sistema.

Tratamiento de RAEE: Actividades que se realizan en las instalaciones de los operadores de RAEE que comprenden: descontaminación, desensamblaje, reacondicionamiento, trituración, recuperación o preparación para disposición final de los RAEE.

Transporte de RAEE: Etapa que consiste en trasladar los RAEE desde las instalaciones del generador o del centro de acopio a las instalaciones del operador que tratará estos residuos. También comprende el traslado al exterior del país.

Vertedero: Los vertederos, tiraderos, rellenos sanitarios o basureros (también conocidos en algunos países hispanohablantes como basurales), son aquellos lugares donde se deposita finalmente la basura. Pueden ser oficiales o clandestinos.

2.3 Marco legal.

2.3.1 Normas nacionales.

- Constitución Política del Perú 1993.
- Ley General del Ambiente – Ley N°28611.
- Ley General de los Residuos Sólidos – Ley N°27314.
- Ley que regula la actividad de los recicladores – Ley N°29419.
- Ley General de Salud – Ley N°26842.
- Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos – Ley N°28256.
- Ley Orgánica de Municipalidades – Ley 27972.
- Modificatoria Ley General de los Residuos Sólidos – Ley N°27314 (DL N°1065).
- Aprueban el Reglamento de la Ley N°27314 (DS N°057-2004-PCM).
- Aprueban el Reglamento de la Ley N°29419 (DS N°005-2010-MINAM).
- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (DS N°011-2017-MINAM).
- Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N°001-2012-MINAM).
- Aprueban disposiciones complementarias al Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RM N°200-2015-MINAM).
- GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE. Generalidades. (Norma Técnica Peruana 900.064: 2012).
- GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE. Generación, recolección interna, clasificación, almacenamiento y centros de acopio. Norma Técnica Peruana (NTP 900.065: 2012).

- **GESTIÓN AMBIENTAL.** Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos – RAEE. Tratamiento de RAEE con monitores y pantalla. (Norma Técnica Peruana 900.066-1: 2016).

2.3.2 Normas internacionales.

- Directiva 2002/96/UE del parlamento europeo y del consejo. Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). (Diario Oficial de la Unión Europea, 2003)
- Directiva 2012/19/UE del parlamento europeo y del consejo. Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). (Diario Oficial de la Unión Europea, 2012)
- Real Decreto 208/2005. Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la gestión de residuos. (España, 2005)
- Real Decreto 110/2015. Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). (España, 2015)
- El Convenio de Basilea (Basilea., 22 de marzo 1989 y entró en vigor el 5 de mayo de 1992).
- El Convenio de Estocolmo (Estocolmo, mayo del 2001) sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales.

A continuación se detalla en la Tabla 12 los equipos y materiales que se usaron para esta investigación.

3.1.1 Equipos y materiales.

Tabla 12

Equipos y materiales utilizados.

Equipos y Materiales	Marcas	Modelo	Descripción	Utilidad
Equipos de protección personal (EPP).	3M	-	Casco de seguridad, lentes de protección, guantes de látex, zapatos de seguridad, chaleco con cintas reflectivas.	Se utilizó para la protección del personal encargado del muestreo de la calidad del suelo en los 10 botaderos de la Provincia de Yauli.
Computadora portátil	hp	Pavilion dv6	Dispositivo informático que se puede mover o transportar con relativa facilidad.	Se utilizó para el procesamiento de la información recopilada y elaboración de la tesis de investigación.
GPS	Garmin	eTrex 10	Permite determinar en toda la Tierra la posición de un objeto.	Se utilizó para determinar los puntos de muestreo de la calidad del suelo en los 10 botaderos de la Provincia de Yauli.
Cámara fotográfica	Olympus	VG-150	Aparato utilizado para capturar imágenes o fotografías.	Se utilizó para la toma de fotografías de la realización del muestreo in situ de la calidad del suelo en los 10 botaderos y la realización de las encuestas a la población de la Provincia de Yauli.
Impresora	hp	Deskjet 2050	Permite producir textos o gráficos de documentos almacenados en un formato electrónico, imprimiéndolos en medios físicos.	Se utilizó para imprimir la tesis, información bibliográfica u otros documentos que sirvieron para la presente tesis de investigación.
Cinta métrica	Stanley	-	Instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar.	Se utilizó para medir las dimensiones (ancho, largo y profundidad) de donde se extrajo las muestras del suelo en los 10 botaderos de la Provincia de Yauli.
Kit de suelo	Colima	-	Espátula de acero inoxidable, bolsas plásticas de polietileno capacidad 1kg, piseta con agua	Se utilizó para la extracción de muestras de suelo en los 10 botaderos de la Provincia de

			desionizada, etiquetas, cinta de embalaje transparente, cadena de custodia para muestras sólidas, cajas térmicas, refrigerantes o ice pack, recogedor o jarra de plástico, picota, cinta métrica y rastrillo	Yauli.
Material bibliográfico	-	-	Libros, revistas, periódicos, páginas web, etc.	Se utilizó para la recolección de la información bibliográfica referida al área de estudio.
Libreta de campo	-	-	Herramienta usada por investigadores de varias áreas para hacer anotaciones.	Se utilizó para las anotaciones en campo de las características e información del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.1.2 Instrumentos.

3.1.2.1 Reglamentos.

- Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N°001-2012-MINAM).
- e-Waste Assessment Methodology – Training & Reference Manual (EMPA, 2012).
- Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo – Sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).
- Guía para el Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (RM N° 085-2014-MINAM).

3.1.2.2 Normas.

- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.
- Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG) for soil.

3.1.2.3 Índices.

- Factor de Contaminación.
- Índice de Carga de Contaminación.
- Grado de Contaminación.

3.2 Métodos.

3.2.1 Diseño y nivel de investigación.

3.2.1.1 Diseño de investigación.

- **No experimental:** Es el tipo de investigación en la que no se hace variar intencionalmente las variables independientes (Ortiz, 2003).
- **Transectorial:** Se realiza en un lapso de tiempo corto. Es como tomar una instantánea de un evento (Ortiz, 2003).
- **Descriptivo:** Son aquellos que intentan describir un fenómeno dado, analizando su estructura y explorando las asociaciones relativamente estables de las características que lo definen (Arnal et al., 1994).

- **Retrospectivo:** Analiza y estudia los hechos ocurridos en el pasado, es decir estudia primero el efecto y luego se preocupa de la causa (Lombardi & Yuri, 1994).

3.2.1.2 Nivel de investigación.

- **Aplicativa:** Es aquella que está orientada a la utilización de los conocimientos (Villegas et al., 2011).
- **Cuantitativa:** Esta investigación se centra fundamentalmente en los aspectos observables y susceptibles de cuantificación de los fenómenos estudiados, utiliza metodología empírica – analítica y sirve de pruebas estadísticas para el análisis de datos (Villegas et al., 2011).
- **Cualitativa:** Sistematiza información cualitativa obtenida a través de entrevistas con preguntas abiertas, entrevistas en profundidad a través de la observación, mediante el análisis de documentos, videos, etc. (Villegas et al., 2011).
- **Exploratorio:** Se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes, es decir, cuando la revisión de la literatura revelo que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre y áreas desde nuevas perspectivas (Hernández et al., 2010).

Por lo explicado anteriormente, el presente trabajo de investigación ha sido diseñado bajo un sistema **no experimental – transectorial – descriptivo**, “ya que no se manipulan las variables, solo se recolecta datos en un solo momento y se intenta describir el fenómeno, analizando su estructura y explorando su comportamiento para determinar la causa”.

Asimismo, el nivel de investigación de esta tesis es **exploratorio – descriptivo**, “ya que se realiza para obtener conocimientos preliminares de la situación por ser un tema poco estudiado, asimismo describe el fenómeno analizando su estructura y explorando su comportamiento de manera **cuantitativa y cualitativa**”.

3.2.2 Muestra.

La muestra estuvo conformada por 86 puntos de muestreo para la calidad del suelo y 380 encuestas realizadas a los habitantes de la Provincia de Yauli, Departamento de Junín; cuyos datos fueron evaluados durante el mes de julio del 2017. El tipo de muestreo fue probabilístico y la unidad de análisis son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y el suelo.

- **Universo:** Departamento de Junín.
- **Dimensión Espacial:** Provincia de Yauli.
- **Dimensión Temporal:** Julio del 2017.
- **Unidad de Análisis:** Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y el Suelo.

3.2.2.1 Número de la población.

Para calcular el número de la población de la Provincia de Yauli para el 2017, se utilizó la proyección que hizo el INEI en el periodo del 2005 – 2015 (Ver Tabla 13).

Tabla 13

Proyección actual de la población en la Provincia de Yauli.

Año	Población
2005	55052
2006	53718
2007	52375
2008	51034
2009	49707
2010	48401
2011	47120
2012	45858
2013	44613
2014	43384
2015	42170

Fuente: INEI, (2015).

Para el cálculo de la población proyectada para el 2017, se utilizó la ecuación parábola por mínimos cuadrados indicado en la Ecuación 1 por Fernández et al., (2002).

Ecuación 2*Parábola de mínimos cuadrados.*

$$Y = A + BX + CX^2$$

Fuente: Fernández et al., (2002).

De los datos de la Tabla 10 se determinó los valores de los coeficientes A, B y C y luego se calculó la población para el año 2017 (Ver Tabla 11).

Donde:

- A = 56454.33
- B = -1390.63 y
- C = 8.33

Obteniendo la siguiente ecuación de proyección para cualquier año (Ver Anexo B).

$$Y = 56454.33 - 1390.63X + 8.33X^2$$

En la Tabla 14 se observó que, la población de la Provincia de Yauli para el año 2017 es de 39784 habitantes.

Tabla 14*Proyección ajustada de la población en la Provincia de Yauli.*

Año	Población	Población Ajustada
2005	55052	55072
2006	53718	53706
2007	52375	52357
2008	51034	51025
2009	49707	49709
2010	48401	48410
2011	47120	47128
2012	45858	45863
2013	44613	44614
2014	43384	43381
2015	42170	42166
2016	-	40967
2017	-	39784

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2.2.2 *Tamaño de la muestra.*

La muestra de la población de la Provincia de Yauli se determinó de acuerdo a la siguiente ecuación propuesta por Vivanco, (2005).

Ecuación 3

Tamaño de la muestra.

$$n = \frac{Z^2 \times \sigma^2 \times N}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times \sigma^2}$$

Fuente: Vivanco, (2005).

Donde:

- n: Tamaño de muestra.
- Z: Nivel de confianza.
- σ : Desviación estándar.
- N: Número de Habitantes.
- e: Error muestral.

Realizando el cálculo para el tamaño de muestra a un nivel de confianza de 95% (1.96), desviación estándar de 0.5, número de habitantes 39784 y un error muestral de 5% nos da el resultado de 380 habitantes para la Provincia de Yauli.

3.2.2.3 *Evaluación cuantitativa de los flujos de desechos electrónicos.*

Para un cálculo efectivo de los costos, los sistemas de gestión y reciclaje de RAEE necesitan saber cómo se desarrollarán los volúmenes de RAEE en el futuro. Para representar o estimar cantidades de RAEE, se han aplicado numerosos métodos. Muchos de ellos son modelos de salida de entrada estáticos modificados. (Lohse et al. 1998).

El método de consumo y uso, supone una canasta de productos de AEE por hogar. Para cada producto, un peso supuesto se multiplica por el número total de hogares. Al dividir esta cantidad por el lapso de vida, se recibe el potencial anual esperado de RAEE. (Ver la Ecuación 4).

Ecuación 4

Método de consumo y uso.

$$RAEE_{\text{Generación por año}} = \frac{m_n \times hh \times r_n}{ls_n}$$

Fuente: Bureau B&G, (1993).

Donde:

- m_n : Peso medio por dispositivo n.
- hh: Número de hogar.
- r_n : Tasa de saturación con aparato n por hogar.
- ls_n : Vida útil media del dispositivo n.

3.2.2.4 Evaluación de la calidad del suelo.

Según el MINAM (2014), se determina el área de potencial de interés sobre la base de la investigación histórica y el levantamiento técnico (inspección) del sitio.

Asimismo, los contaminantes (parámetros) que se analicen serán aquellas sustancias químicas de interés toxicológico o ecotoxicológico generados por las actividades y procesos principales, secundarios y auxiliares, que se desarrollan o se desarrollaron en el sitio de estudio.

- Los parámetros que se analizaron fueron determinados de acuerdo al ECA de suelo, el CEQG for soil y los elementos encontrados en los RAEE que en este caso fueron: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn.

Además cuando en base a la investigación histórica y la inspección del sitio se considere que hay información concluyente sobre el origen, fuente y tipo de la posible contaminación del suelo, el número de puntos de muestreo se determinará respetando el número mínimo de puntos de muestreo indicados en la Tabla 15, aportando información que valide los resultados obtenidos y enfocado en el área y los compuestos de potencial interés.

Tabla 15*Número mínimo de puntos de muestreo para calidad del suelo.*

Área de Potencial Interés (Ha)	Puntos de Muestreo Total
0.1	4
0.5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: MINAM, (2014).

3.2.2.5 Niveles de contaminación del suelo.

Para la evaluación del nivel de contaminación por metales pesados presentes en el suelo, se propone diferentes métodos, donde a través de la comparación entre los valores actuales y los valores de referencia, es decir los contenidos que naturalmente tendría el área de estudio, se evalúa la presencia de éstos.

A continuación se presentan los siguientes métodos de evaluación:

A. Factor de contaminación (FC).

El factor de contaminación explica la contaminación de elementos individuales. La evaluación de la contaminación del suelo también se llevó a cabo utilizando el factor de contaminación que se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 5*Factor de contaminación.*

$$FC = \frac{C_0}{B_n}$$

Fuente: Hakanson, (1980).

Dónde:

- FC: Factor de Contaminación (Contamination factor).
- C_0 : Es el contenido promedio de metales de al menos cinco sitios de muestreo.
- B_n : Es el contenido del elemento examinado en el entorno de referencia (fondo geoquímico).

En nuestro trabajo, aplicamos una modificación de este factor que utilizó la concentración de elementos en la corteza terrestre como un valor de referencia. Hakanson (1980) define cuatro categorías (Tabla 16):

Tabla 16

Nivel del factor de contaminación.

Descripción	Rango
Factor de Contaminación bajo	$FC < 1$
Factor de Contaminación moderado	$1 \leq FC < 3$
Factor de Contaminación considerable	$3 \leq FC < 6$
Factor de Contaminación muy alto	$6 \leq FC$

Fuente: Hakanson, (1980).

B. Índice de carga de contaminación (PLI).

El índice de contaminación o polución, propuesto por Tomlison et al., (1980), ha sido usado para referir las concentraciones de metales pesados; su expresión matemática es:

Ecuación 6

Índice de carga de contaminación.

$$PLI = \sqrt[n]{FC_1 \times FC_2 \times FC_3 \times \dots \times FC_n}$$

Fuente: Tomlison et al., (1980).

Dónde:

- PLI: Índice de Carga de Contaminación (Pollution Load Index).
- n: Es la cantidad de elementos trazas analizados en el sitio.
- FC: Factor de Contaminación (Contamination factor) calculado de la Ecuación 4.

Se indica en la Tabla 17 los niveles basados en el Índice de Carga de Contaminación:

Tabla 17*Nivel del índice de carga de contaminación.*

Descripción	Rango
Concentración de fondo	PLI=0
Limpio	$0 < \text{PLI} \leq 1$
Moderadamente limpio	$1 < \text{PLI} \leq 2$
Moderadamente contaminado	$2 < \text{PLI} \leq 3$
Moderadamente a altamente contaminado	$3 < \text{PLI} \leq 4$
Altamente contaminado	$4 < \text{PLI} \leq 5$
Muy altamente contaminado	$\text{PLI} > 5$

Fuente: Sahand et al., (2017).**C. Grado de contaminación (G_{cont}).**

Se aplicó una modificación del factor de contaminación y el grado de contaminación sugerido por Hakanson (1980) para evaluar la contaminación de muestras de suelo por metales pesados. Abraham & Parker (2008), propone una forma modificada y generalizada de la ecuación de Hakanson para el cálculo del grado total de contaminación (G_{cont}):

Ecuación 7*Grado de contaminación.*

$$G_{cont} = \frac{FC_1 + FC_2 + FC_3 + \dots + FC_n}{n}$$

Fuente: Abraham & Parker, (2008).

Dónde:

- G_{cont} : Grado de Contaminación (Degree of Contamination).
- n: Es la cantidad de elementos trazas analizados en el sitio.
- FC: Factor de Contaminación (Contamination factor) calculado de la Ecuación 4.

Según Abraham & Parker (2008), se proponen las siguientes gradaciones para la clasificación y descripción del Grado de Contaminación (G_{cont}) en los suelos estudiados (Tabla 18):

Tabla 18
Nivel del grado de contaminación.

Descripción	Rango
Nulo a muy bajo	$G_{\text{cont}} < 1.5$
Bajo	$1.5 \leq G_{\text{cont}} < 2$
Moderado	$2 \leq G_{\text{cont}} < 4$
Alto	$4 \leq G_{\text{cont}} < 8$
Muy alto	$8 \leq G_{\text{cont}} < 16$
Extremadamente alto	$16 \leq G_{\text{cont}} < 32$
Ultra alto	$G_{\text{cont}} \geq 32$

Fuente: Abraham & Parker, (2008).

3.2.2.6 Normativa ambiental para suelo.

Los parámetros a analizar se establecieron de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (DS N°011-2017-MINAM), Nivel de Referencia de Canadá (NRC) – Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG 2014) y los metales pesados que contiene los RAEE.

A. Estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo.

Según el MINAM (2017), los ECA para Suelo constituyen un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, y son aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios (Ver Tabla 19).

Tabla 19
Estándares de calidad ambiental para suelo.

Parámetros en mg/kg	Uso del Suelo		
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelos Comercial / Industrial / Extractivo
Arsénico	50	50	140
Bario Total ^(*)	750	500	2000
Cadmio	1.4	10	22
Cromo Total	**	400	1000
Cromo VI	0.4	0.4	1.4
Mercurio	6.6	6.6	24
Plomo	70	140	800
Cianuro Libre	0.9	0.9	8

Fuente: DS N°011-2017-MINAM, (2017).

(*) De acuerdo con la metodología de Alberta Environment (2009): Soil remediation guidelines for barite: environmental health and human health. ISBN N°978-0-7785-7691-4. En el caso de sitios con presencia de baritina se podrán aplicar los valores establecidos para bario total real en la Tabla 20. Un sitio con presencia de baritina se determina cuando todas las muestras de suelo cumplen con los valores establecidos para Bario extraíble, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 20 (MINAM, 2017).

Tabla 20

Valores para el bario en sitios con presencia de baritina.

Parámetros en mg/kg	Uso del Suelo		
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelos Comercial / Industrial / Extractivo
Bario Extraíble (Extractable Barium)	250	250	450
Bario total real en sitios con presencia de baritina (True total Barium at Barite Sites)	10000	10000	15000 (**) 140000 (***)

Fuente: DS N°011-2017-MINAM, (2017).

Nota: (**) Suelo Comercial, (***) Suelo Industrial /Extractivo.

B. Canadian environmental quality guidelines (CEQG) for soil.

Las Pautas Canadienses de Calidad Ambiental (CEQG, por sus siglas en inglés) referenciados en la Tabla 21 proporcionan objetivos basados en la ciencia para la calidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Tabla 21

Canadian environmental quality guidelines for soil.

Nombre Químico	Concentración (mg/kg)	Concentración (mg/kg)	Concentración (mg/kg)	Concentración (mg/kg)
	Agricultura	Residencial/ Parques	Comercial	Industrial
Arsénico	12	12	12	12
Bario	750	500	2000	2000
Cadmio	1.4	10	22	22
Cromo total	64	64	87	87
Cobre	63	63	91	91
Plomo	70	140	260	600
Mercurio	6.6	6.6	24	50
Níquel	45	45	89	89
Selenio	1	1	2.9	2.9
Zinc	200	200	360	360

Fuente: Canadian Soil Quality Guidelines – CCME, (2007).

3.2.3 Metodología.

En la realización de la presente investigación, se consideró para el diagnóstico la metodología del e-Waste Assessment Methodology – Training & Reference Manual (EMPA 2012), el cual se basa en criterios técnicos descritos en la Tabla 5. Asimismo, para la elaboración del Plan de Gestión de RAEE se utilizó el Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N°001-2012-MINAM) descritos en la Tabla 6. Por último, para determinar la calidad del suelo se utilizó como referencia la Guía para el Muestreo de Suelos (RM N°085-2014-MINAM).

3.2.3.1 Determinación del diagnóstico de RAEE en la Provincia de Yauli.

- Para la identificación del problema y determinación del objetivo se realizó una visita técnica a la Provincia de Yauli del 03 hasta el 14 de Julio del 2017, también se efectuaron reuniones con diferentes organizaciones locales, entrevistas con el sector público como las municipalidades, colegios, hospitales y representantes de empresas privadas de la zona.

Fotografía 1

Reunión con gerencia ambiental de La Oroya.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

- Se realizaron reuniones y entrevistas para conocer la opinión de actores locales respecto al manejo de este nuevo tipo de residuos, y conocer si se han dado experiencias o iniciativas de gestión de este tipo de residuos y su posición respecto a un manejo adecuado de los mismos.

Fotografía 2

Reunión con gerencia ambiental de Santa Rosa de Sacco.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

- Asimismo, se realizó las inspecciones técnicas a los botaderos de los 10 distritos de la Provincia de Yauli donde se pudo constatar que no existe un correcto manejo técnico en estos lugares encontrándose la presencia de lixiviados, residuos sólidos expuestos al ambiente, generación de malos olores, quema de gases, presencia de animales. En estas visitas se pudo verificar que no se está protegiendo el suelo de las celdas donde se deposita los residuos sólidos ni presenta canales para la evacuación de los lixiviados. Sumado a estos problemas las autoridades no cuentan con planes de manejo ni de mitigación para la disminución de la generación de residuos sólidos comunes. Se concluyó que debido a estas condiciones se viene atentando contra el ambiente y la salud de los pobladores de zonas aledañas; estos botaderos improvisados están instalados en zonas que no cumplen con las condiciones técnicas mínimas para la disposición final de residuos sólidos

como lo estipula el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (DL N°1278).

Fotografía 3

Botadero principal de La Oroya.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Fotografía 4

Botadero de Santa Rosa de Sacco.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Fotografía 5
Botadero de Suitucancha.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Fotografía 6
Aparatos eléctricos y electrónicos en el botadero de Yauli.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Fotografía 7

Aparatos eléctricos y electrónicos en el botadero de Paccha.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

- En base a la proyección realizada por el INEI (2005 – 2015) se observó que, la población de la Provincia de Yauli al 2015 era de 42170 habitantes, por lo que se determinó mediante la ecuación de la parábola de mínimos cuadrado de Fernández et al., (2002) que la población proyectada al 2017 es de 39784 habitantes.
- Asimismo, se calculó el tamaño de muestras a encuestar según la ecuación de Vivanco, (2005); determinando 380 habitantes al 95 % de confianza y 5% de margen de error, divididos en los 10 distritos (38 hab/distrito). Además, se determinó el orden de las encuestas en un mapa digital mediante el método de muestreo aleatorio simple el cual consistió en un procedimiento de selección basado en la libre actuación del azar. Esto fue determinado insertando los números de registro de cada vivienda en un Excel y que mediante el cálculo probabilístico nos arrojó el número de cada vivienda entrevistada.

Fotografía 8

Encuestas en la Provincia de Yauli.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

- Se determinó los desechos de flujos electrónicos utilizando el método de consumo y uso el cual consiste en la generación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos por año indicados en la Tabla 22 y Gráfico 1.

Tabla 22

Desechos de flujo electrónicos.

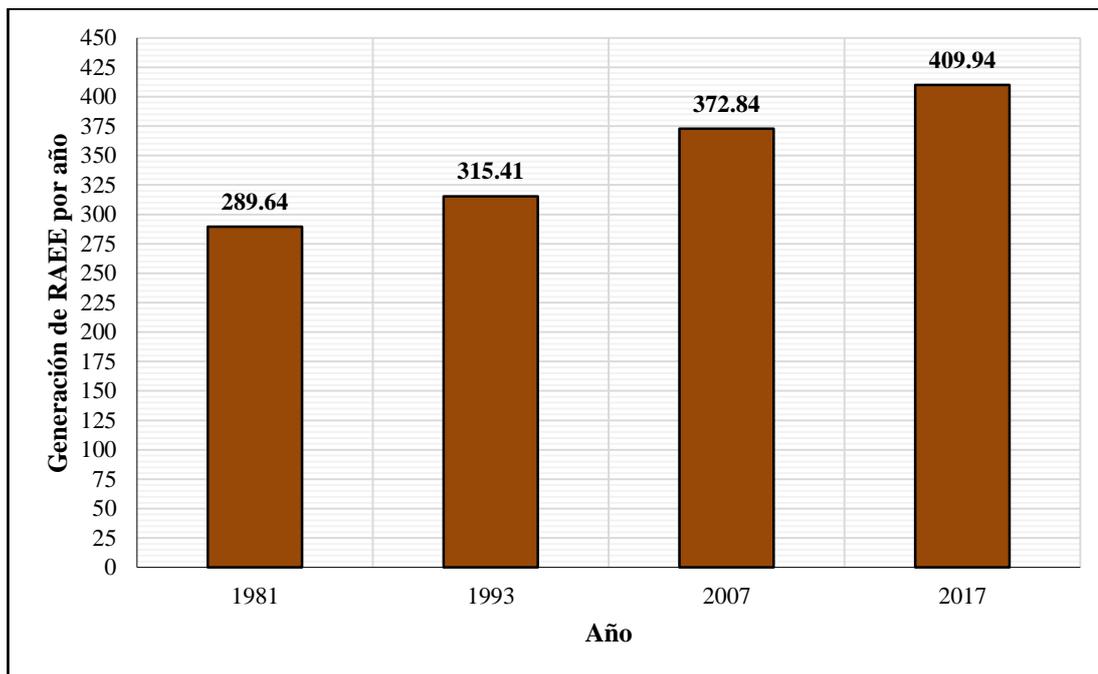
Año	Viviendas	Generación de RAEE/Año
1981	22210	289.64
1993	20085	315.41
2007	17421	372.84
2017	15771	409.94

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos de las Tablas 58, 59, 60 y 61.

Gráfico 1

Diagrama de los desechos de flujo electrónicos.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

- El área de estudio se ubica en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín como indica la Figura 3.

Figura 3

Área de estudio.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos que se evaluaron en la presente investigación fueron las: Computadoras (CPU), Monitor CRT, Monitor LCD, Impresora, Ordenador Portátil, Teléfono Móvil, Televisor CRT, Televisor LCD, Refrigerador, Equipo de Sonido, Lavadoras, Fluorescentes, Horno Microondas y Juguetes Electrónicos.
- La investigación se desarrolló en base a las políticas y legislaciones internacionales como la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo – Sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Asimismo, se utilizó la legislación específica del Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (DS N°001-2012-MINAM) teniendo un marco institucional de normas técnicas: Norma Técnica Peruana 900.064: 2012, NTP 900.065: 2012 y Norma Técnica Peruana 900.066-1: 2016.
- El diagnóstico de la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli se llevó a cabo con el liderazgo de la Gerencia de Medio Ambiente, el mismo que consistió en la identificación de aspectos significativos en el manejo de los RAEE y el reconocimiento de actores involucrados en la gestión (Ver Tabla 23).

Fotografía 9
Actores involucrados en la planificación.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Fotografía 10
Reunión de autoridades municipales.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 23
Identificación de actores locales.

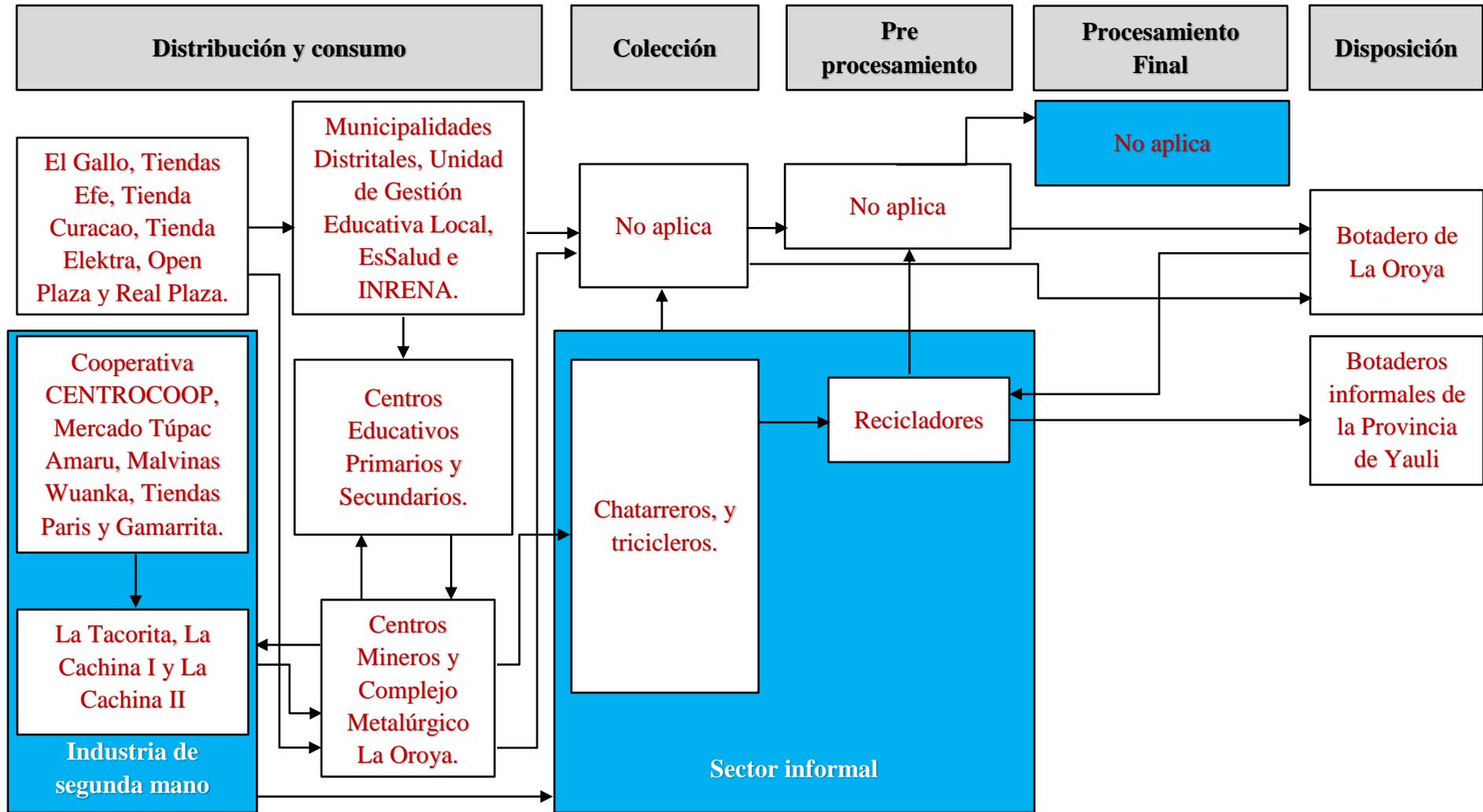
Sectores	Actores
Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autoridades políticas: Alcalde, Regidores, Gerente Municipal, entre otros. ▪ Personal administrativo, técnico y operativo de las áreas de: Servicios Públicos o Limpieza Pública, Rentas, Participación Ciudadana, Salud, entre otros.
Comisiones Ambientales Locales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Miembros de la Comisión Ambiental Regional ▪ Miembros de la Comisión Ambiental Municipal
Población	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Junta directiva vecinal ▪ Club de madres ▪ Comedor popular ▪ Vaso de leche ▪ Grupos ambientalistas
Empresas y sector privado en general	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industrias mineras-metalúrgicas ▪ Centros comerciales
Empresas de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recicladores ▪ Acopiadores ▪ Comercializadores
Instituciones de formación académica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Docentes de educación básica regular y educación superior ▪ Jóvenes universitarios
Medios de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Radio ▪ Televisión ▪ Diarios
Gobierno central	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA – MINAM) ▪ Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA – MINSA) ▪ Centros de Salud – MINSA ▪ OEFA
Otros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iglesias ▪ Colegios profesionales ▪ Redes ambientalistas

Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos, (2001).

- Se determinó qué los Aparatos Eléctricos y Electrónicos una vez terminada su vida útil son entregados como residuos por sus usuarios o en la gran mayoría almacenados, una parte de ella llega al mercado de segundo uso y otros son donados a instituciones o vendido a recicladores.
- Se muestra gráficamente cómo circulan los flujos de basura electrónica entre los diferentes actores (Diagrama 2).

Diagrama 2

Flujos de basura electrónica en la Provincia de Yauli.



Fotografía 11

Mayorista tienda EFE de La Oroya.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Fotografía 12

Minorista tienda Malvinas Wanka de La Oroya.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Se determinó en base a la visita de campo efectuado a los botaderos ubicados en cada distrito de la Provincia de Yauli, que los principales impactos al ambiente y la salud que se vienen dando son:
 - ✓ Contaminación del suelo por infiltración de lixiviación.

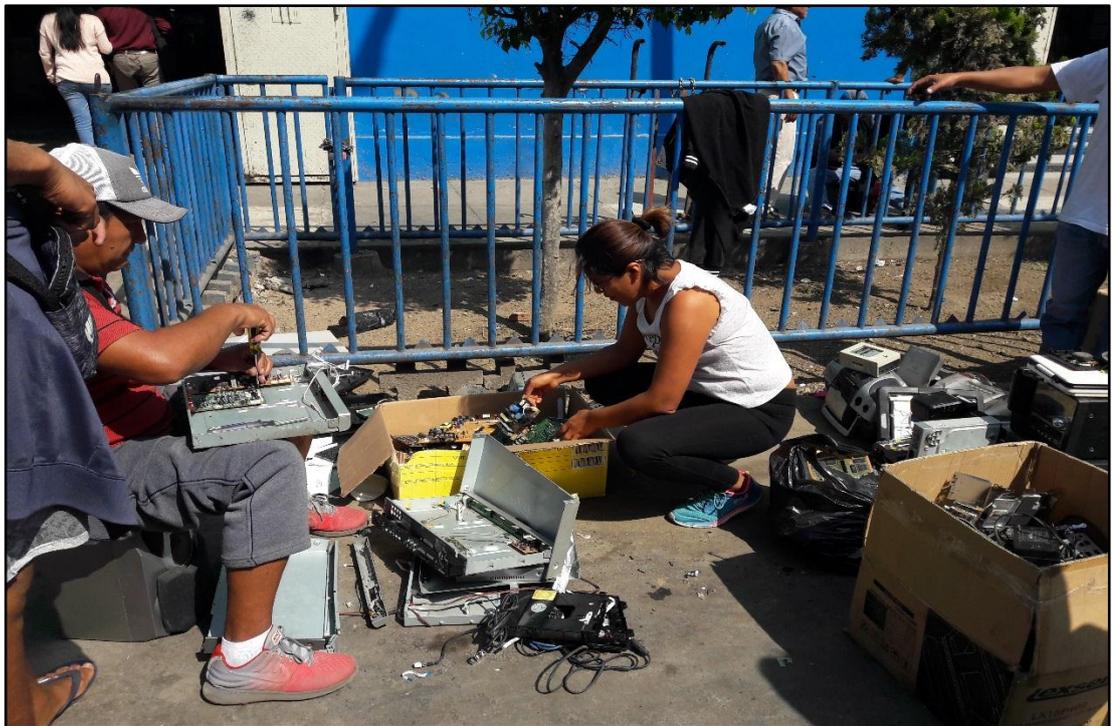
- ✓ Contaminación de las aguas subterráneas por la infiltración de los metales pesados contenidos en los RAEE hasta la napa freática.
- ✓ Contaminación del aire por los gases emitidos como los clorofluorocarbonos (CFC).
- ✓ Generación de residuos sólidos por la acumulación de estos aparatos eléctricos y electrónicos como plásticos, cables, circuitos, etc.
- ✓ Impacto visual-paisajístico por la acumulación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- En base a la visita de campo efectuado a los lugares de manejo informal (botaderos) de RAEE en la Provincia de Yauli se evidenció que los principales impactos sociales son:
 - ✓ Desconocimiento de la población sobre el tema de RAEE.
 - ✓ Incremento de la informalidad por parte de esta actividad.
 - ✓ Riesgos y peligros de la mala manipulación de los RAEE.
 - ✓ La imposibilidad de un reciclado fácil, rentable, seguro para los habitantes, ya que provoca grandes consumos de energía y recursos naturales.
 - ✓ Estos aparatos eléctricos y electrónicos en muchos casos cuando dejan de ser utilizados son abandonados a su suerte y sin ningún control con grave riesgo para el medio ambiente y la salud pública.
- En base a la visita de campo efectuado a los lugares de manejo informal (botaderos) de RAEE en la Provincia de Yauli se evidenció que los principales impactos económicos son:
 - ✓ Generación de puestos de trabajo a sectores marginales de la sociedad con pocas posibilidades de acceder a un empleo formal.
 - ✓ Valoración de residuos recuperados y articulados al sistema de reciclaje industrial formal.
 - ✓ Afección a los derechos de empleados directos o indirectos.
 - ✓ Los costos o los beneficios privados no son iguales a los costos o los beneficios sociales y, en consecuencia, el suministro que hace a través del mercado de un bien o servicio no es eficiente, bien porque el mercado suministra más cantidad de lo que sería eficiente (externalidad negativa) o bien porque el mercado proporciona menos cantidad de un determinado bien de lo que sería eficiente (externalidad positiva).

Fotografía 13
Donaciones de monitores CRT.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

Fotografía 14
Realizando el pesaje de los componentes.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

Fotografía 15

Verificando los diferentes componentes.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

Fotografía 16

Realizando las entrevistas a los recicladores.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

De la información obtenida se puede diagnosticar lo siguiente:

- Desconocimiento del concepto de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
- La mala manipulación por desconocimiento del peligro y el riesgo al que están expuestos los recicladores por los componentes de estos Aparatos Eléctricos y Electrónicos que pueden afectar directamente a la salud de las personas que trabajan en esta actividad.
- Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos que pasan a desuso no están incluidos en ninguna disposición clara que indique que hacer con ellos.
- No hay un registro adecuado del inventario de los aparatos eléctricos y electroncitos en toda la Provincia de Yauli, ni se conoce la vida útil de los mismos.
- No se tiene como política ambiental responsable, describir los compuestos con que está conformado los Aparatos Eléctricos y Electrónicos comprados y las recomendaciones que deben tener cuando son desechados.
- No se tiene contacto con empresas recicladoras locales o fuera de la Provincia de Yauli, los porcentajes determinados reflejan que los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos mayormente van a parar con los Residuos Sólidos comunes en los diferentes botaderos.

3.2.3.2 Determinación del Plan de Gestión RAEE en la Provincia de Yauli.

Se realizó un estudio descriptivo de las características, funcionalidades y variables a tener en cuenta para proponer un Plan de Manejo de los Aparatos de Residuos Eléctricos y Electrónicos aplicable al sector municipal, basándonos en conceptos emitidos por el Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos del MINAM y modificatoria.

- Para la determinación del Plan de Gestión se involucraron a un conjunto de agrupación mixta entre gobiernos locales y/o gobiernos regionales para la implementación conjunta del sistema de manejo de RAEE, en el que la formulación, presentación e implementación del sistema es cofinanciada/compartida por los diferentes actores.

- Se eligió un representante o vocero para las gestiones ante las autoridades competentes, y se precisó la responsabilidad asumida por cada una de las partes involucradas.
- Dentro del Plan de Manejo de RAEE se determinó la siguiente información:
 - ✓ El listado de miembros que integran este sistema.
 - ✓ Los lugares de aplicación del sistema.
 - ✓ El nombre de la persona designada como representante ante la autoridad sectorial competente, así como sus datos de contacto.
 - ✓ Las obligaciones que asume cada miembro integrante del sistema en su gestión y financiamiento respectivo en las diversas etapas del sistema de manejo de los RAEE.

3.2.3.3 Determinación de los metales pesados en el suelo.

- Se seleccionaron 86 puntos de muestreo (Tabla 24) en los 10 botaderos de la Provincia de Yauli que abarcan un área total de 10.8 ha, mediante el muestreo sistemático, utilizando el patrón de muestreo con distribución uniforme de rejilla regular. Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 30 – 60 cm (Tabla 25) distribuidos sistemáticamente en los diez (10) botaderos.

Tabla 24

Determinación de puntos de muestreo según el área de cada botadero.

Nombre del Distrito	Área (ha)	Número de Puntos
La Oroya	1.00	9
Santa Rosa de Sacco	5.00	23
Yauli	0.50	6
Suitucancho	0.10	4
Santa Bárbara de Carhuacayán	0.50	6
Paccha	1.00	9
Morococha	2.00	15
Marcapomacocha	0.10	4
Huayhuay	0.50	6
Chacapalpa	0.10	4
Total	10.8	86

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 25*Profundidad del muestreo según el uso del suelo.*

Usos del Suelo	Profundidad del Muestreo (Capas)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm ⁽¹⁾ ; 30 – 60 cm
Suelo Residencial /Parques	0 – 10 cm ⁽²⁾ ; 10 – 30 cm ⁽³⁾
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm ⁽²⁾

Fuente: RM N°085-2014-MINAM, (2014).**Nota:** ⁽¹⁾ Profundidad de aradura. ⁽²⁾ Capa de contacto oral o dermal de contaminantes. ⁽³⁾ Profundidad máxima alcanzable por niños.

Se trabajó con una red de distanciamiento rígido (a lo largo de cada botadero), se procedió a definir (delimitar) la zona de muestreo y a la toma de muestra superficial con el Kit de suelo, realizando primero una limpieza de desechos y escombros superficiales (ramas, piedras, residuos, etc.) excavando así, una profundidad de 30 a 60 cm para la toma de muestra en bolsas plásticas de 1 kg, recolectándolo en un cooler hermético acondicionado a 4°C para su posterior envío a un laboratorio acreditado por ALS Corplab, el cual realizó el análisis de metales pesados (As, Ba, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Se y Zn), indicados en la Tabla 26.

Fotografía 17*Muestreo de calidad del suelo en los botaderos.***Fuente:** Elaboración propia, (2018)

Fotografía 18

Realizando el muestreo de suelos.



Fuente: Elaboración propia, (2018)

Tabla 26

Equipos y métodos empleados para el análisis químico.

Equipo	Marca	Modelo	Parámetro	Métodos
ICP - OES	Vista PRO	IPO803 M163	Metales pesados	EPA Method 3050B Rev.02 December 1996. Acid Digestion of Sediments, Sludges, and soils/ EPA 6010C Rev.03 Inductive Coupling plasma -Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES)
Baño termostático	Jeio Tech	BW- 20G	Hg	EPA Method 7471B Rev.02.2007 Mercury in Solid or Semisolid Waste (Manual Cold Vapor Technique)

Fuente: ALS Corplab, (2017).

Se detalla en las siguientes tablas los puntos de muestreo de calidad del suelo donde se realizó el muestreo para determinar la concentración de metales pesados los cuales fueron determinados de acuerdo al ECA para suelo, CEQG for soil y metales pesados en los RAEE (Ver Mapas A-6 y A-7 del Anexo A).

Tabla 27

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de La Oroya)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-01	406572	8719883	3666
CS-02	406612	8719883	3667
CS-03	406652	8719883	3669
CS-04	406692	8719883	3671
CS-05	406732	8719883	3665
CS-06	406572	8719923	3669
CS-07	406612	8719923	3673
CS-08	406652	8719923	3677
CS-09	406692	8719923	3681

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 28

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Santa Rosa de Sacco)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-10	395044	8718742	3920
CS-11	395094	8718742	3917
CS-12	394994	8718792	3930
CS-13	395044	8718792	3924
CS-14	395094	8718792	3921
CS-15	395144	8718792	3914
CS-16	394994	8718842	3935
CS-17	395044	8718842	3928
CS-18	395094	8718842	3922
CS-19	395144	8718842	3916
CS-20	395044	8718892	3929
CS-21	395094	8718892	3923
CS-22	395144	8718892	3918
CS-23	395044	8718942	3931
CS-24	395094	8718942	3924
CS-25	395144	8718942	3919
CS-26	395044	8718992	3932
CS-27	395094	8718992	3926
CS-28	395144	8718992	3921
CS-29	395094	8719042	3928
CS-30	395144	8719042	3923
CS-31	395094	8719092	3929
CS-32	395144	8719092	3925

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 29

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Yauli)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-33	382683	8710865	4111
CS-34	382663	8710885	4114
CS-35	382703	8710885	4109
CS-36	382643	8710905	4114
CS-37	382683	8710905	4112
CS-38	382663	8710925	4114

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 30

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Suitucancho)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-39	398705	8696937	4279
CS-40	398725	8696937	4279
CS-41	398745	8696937	4279
CS-42	398725	8696957	4285

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 31

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Santa Bárbara de Carhuacayán)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-43	358087	8761669	4146
CS-44	358047	8761689	4146
CS-45	358087	8761689	4147
CS-46	358007	8761709	4148
CS-47	358047	8761709	4151
CS-48	358067	8761709	4152

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 32

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Paccha)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-49	396650	8729983	3764
CS-50	396620	8730013	3765
CS-51	396650	8730013	3760
CS-52	396620	8730043	3761
CS-53	396650	8730043	3757
CS-54	396620	8730073	3758
CS-55	396650	8730073	3753
CS-56	396620	8730103	3753
CS-57	396650	8730103	3750

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 33

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Morococha)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-58	385476	8717659	4224
CS-59	385416	8717689	4228
CS-60	385446	8717689	4226
CS-61	385476	8717689	4223
CS-62	385386	8717719	4227
CS-63	385416	8717719	4225
CS-64	385446	8717719	4223
CS-65	385356	8717749	4228
CS-66	385386	8717749	4225
CS-67	385416	8717749	4222
CS-68	385326	8717779	4233
CS-69	385356	8717779	4227
CS-70	385386	8717779	4225
CS-71	385416	8717779	4223
CS-72	385416	8717809	4224

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 34

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Marcapomacocha)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-73	355112	8738266	4440
CS-74	355097	8738281	4438
CS-75	355112	8738281	4437
CS-76	355127	8738281	4437

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 35

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Huayhuay)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-77	402902	8704665	3932
CS-78	402927	8704665	3928
CS-79	402902	8704690	3938
CS-80	402927	8704690	3934
CS-81	402952	8704690	3932
CS-82	402977	8704690	3930

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

Tabla 36

*Coordenadas y altitud de los puntos de muestreo.
(Botadero de Chacapalpa)*

Estación	Este	Norte	Altitud
CS-83	417076	8703199	3836
CS-84	417061	8703214	3833
CS-85	417076	8703214	3830
CS-86	417046	8703229	3831

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Ubicación.

4.1.1 Área de estudio.

Políticamente, el área de estudio se ubica en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín. Geográficamente, el área del estudio limita por el norte con el Departamento de Pasco y la Provincia de Junín; por el este con la Provincia de Tarma; por el sur con la Provincia de Jauja; y por el oeste con el Departamento de Lima (Ver Mapa A-1 del Anexo A).

La Provincia de Yauli está dividida en diez distritos indicados en la Tabla 37:

Tabla 37
División geopolítica de la Provincia de Yauli.

Nombre del Distrito	Capital del Distrito
La Oroya	La Oroya
Santa Rosa de Sacco	Santa Rosa de Sacco
Yauli	Yauli
Suitucancha	Suitucancha
Santa Bárbara de Carhuacayán	Santa Bárbara de Carhuacayán
Paccha	Paccha
Morococha	Morococha
Marcapomacocha	Marcapomacocha
Huayhuay	Huayhuay
Chacapalpa	Chacapalpa

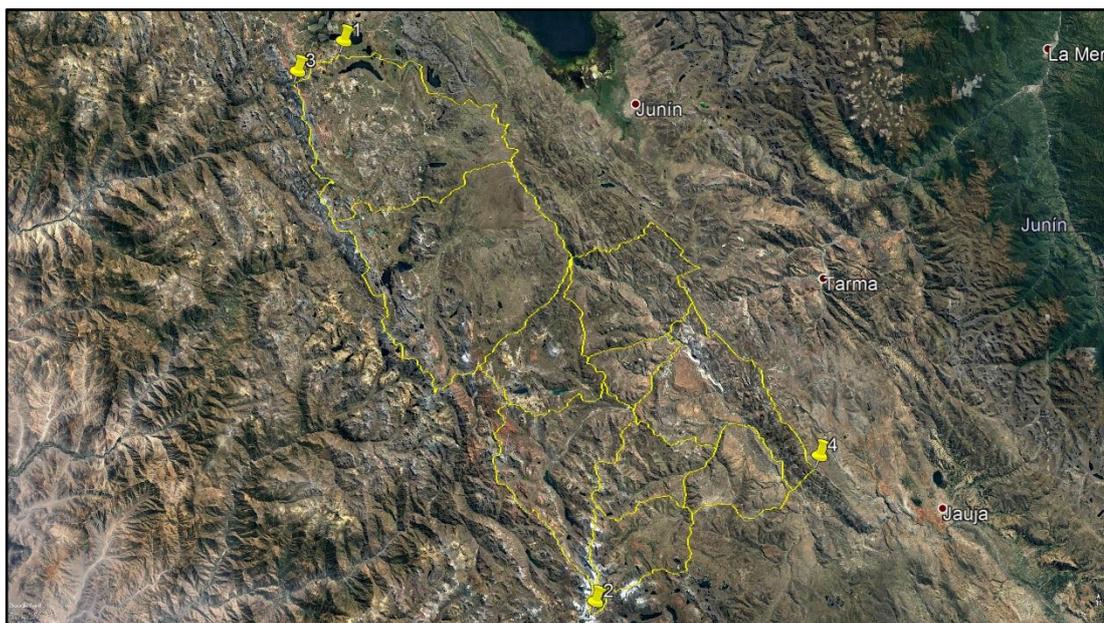
Fuente: Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya, (2018).

4.1.2 Localización geográfica.

Según datos del Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Yauli – Junín (2011), la Provincia de Yauli (Figura 4), se encuentra ubicado en la sierra central del país, topográficamente se encuentra entre los niveles 3745 m.s.n.m. a orillas del río Mantaro en la zona de Chacapalpa y 5730 m.s.n.m. en el nevado de Tucumachay, ubicado en el distrito de Suitucancha, formando el eje de la Cordillera Occidental y divisoria continental de las aguas de las cuencas de los océanos Pacífico y Atlántico. (Ver Tabla 38).

Tabla 38*Coordenadas geográficas del área de estudio.*

Punto	Latitud Sur	Longitud Oeste
1	11°04'12''	76°26'24''
2	11°55'48''	76°03'00''
3	11°07'12''	76°30'36''
4	11°42'36''	75°42'00''

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Figura 4***Ubicación geográfica.***Fuente:** Google Earth Pro, (2018).

4.1.3 Extensión y altitudes.

La Provincia de Yauli, tiene una superficie territorial de 3,617.35 km², que viene a ser el 8,14% del territorio regional (km²) y una distribución altitudinal que se encuentra entre las cotas de 3700 a 5000 m.s.n.m. esta última constituida por un extenso escenario montañoso. El nivel altitudinal más bajo de la provincia se encuentra en Chacapalpa a 3740 m.s.n.m. y la cota más alta a 5730 m.s.n.m. en el nevado Tucumachay (Tunshu) ubicado en el distrito de Suitucancha. Las cotas que sobrepasan los 5,000 metros, encierran áreas bastante reducidas, con escasa vegetación y cubiertas de nevados gran parte del año (PDCPYJ, 2011).

4.2 Aspectos físicos.

4.2.1 Geomorfología.

Según PDCPYJ (2011), la Provincia de Yauli, presenta las siguientes unidades geomorfológicas:

- **Superficie Puna.-** Esta unidad se encuentra en las siguientes altitudes 3800 y 4500 m.s.n.m.
- **Zonas laciadas.-** Estas áreas se encuentran en altitudes de 3400 y 4800 m.s.n.m., en estas zonas se observan diversos procesos glaciales, como son los depósitos morrénicos, depósitos fluvioglaciales y diversas lagunas de origen glacial.
- **Depresiones.-** Se encuentran depósitos cuaternarios, constituidos por materiales rocosos de tamaño heterogéneo y de forma redondeada a subredondeadas, en las colinas de la provincia.
- **Cordillera Oriental.-** Está constituida por una cadena de montañas que tiene altitudes que llegan hasta 5730 m.s.n.m., en esta cadena se encuentra el Nevado de Tunshu.

4.2.2 Topografía.

Según PDCPYJ (2011), la topografía se caracteriza por la ubicación de la cuenca alta del río Mantaro que corre de Norte a Sur por la vertiente oriental del territorio y la presencia de subcuencas que confluyen a él: Carhuacayan, Corpacancha, Huay-Huay y Yauli y 5 microcuencas como las del río Andaychagua que originan la cuenca alta del río Mantaro.

La topografía del terreno es abrupta y variada; es muy accidentada y agreste con fuertes pendientes de 70 – 88 %, el tipo de suelo es con presencia de fragmentos de textura arenosa y otra parte de textura de rocas descompuestas; como también se tiene presencia de piedras calizas, sílice y roca madre. La altura a la que se encuentra fluctúa entre los 3700 m.s.n.m.

La topografía es relativamente accidentada tiene tres pisos ecológicos desde la región suni o jalca, puna o alto andino y janca o cordillera, presenta laderas y quebradas con pendientes pronunciadas en la parte baja y alta; el piso ecológico de la región suni y

puna, es aprovechada en la producción mediante una variedad de cultivos agrícolas, favorable, también para la ganadería como lo presentamos a continuación según los pisos ecológicos:

- **La Región Suni o Jalca.-** La Región Suni o Jalca se encuentra situado entre los 3500 y los 4000 m.s.n.m. significa región alta con relación a la quechua. Tenemos poblaciones rurales agro ganaderas.
- **Región Puna o Alto Andino.-** Se encuentra situado entre los 4000 y los 4800 m.s.n.m. Puna significa soroche o mal de altura. Se ha asentado en esta región la población de los distritos de Marcapomacocha, Suitucancha, Morococha, Paccha y Yauli.
- **Región Janca o Cordillera.-** Es la región geográfica más alta del territorio, se extiende desde los 4800 m.s.n.m. hasta los 5557 m.s.n.m. que viene a ser la cumbre del nevado de Tunsho y nevado de Antarache, a 5730 y 5700 m.s.n.m. (distrito de Suitucancha) el punto más alto de la Provincia de Yauli.

4.2.3 Precipitación.

Según PDCPYJ (2011), las precipitaciones pluviales en promedio anual alcanzan a 700 mm, oscilando entre 550 y 850 mm, siendo bastantes variables los registros anuales de cada estación, especialmente las ubicadas a menor altitud como se indican en la Tabla 39.

Tabla 39

Precipitación promedio referencial por altitud.

Niveles (m.s.n.m)	Precipitación promedio anual (mm)
Por debajo de 3700	550
Entre 3700 y 4100	650
Entre 4100 y 4800	800
Por encima de los 4800	900

Fuente: Plan Vial Yauli – La Oroya, (2008).

En la Provincia de Yauli, se ubican 7 estaciones pluviométricas indicadas en la Tabla 40:

Tabla 40
Precipitación media por estaciones pluviométricas.

Estaciones pluviométricas	Precipitación (mm)
Huari	594
Pachacayo	682
Quiulla	622
La Oroya	590
Mal Paso	817
Curipata	533
Casaracra	719

Fuente: Plan Vial Yauli – La Oroya, (2008).

4.2.4 Clima y temperatura.

Según PDCPYJ (2011), debido a su altitud, el clima en la Provincia de Yauli, es variado, en las zonas bajas como Chacapalpa la temperatura oscila entre los 15 y 25 °C, en épocas de primavera, otoño y verano; en invierno desciende llegando hasta los 10 °C.

Situación diferente es en los distritos de Marcapomacocha y Santa Bárbara de Carhuacayán el clima es muy frío en invierno, presenciándose fenómenos de nevados y haciendo en algunos casos intransitables las rutas; la temperatura desciende hasta por debajo de los 10 °C bajo cero en invierno y manteniéndose a nivel de 0 °C en épocas normales.

En los distritos de Yauli y Morococha, la temperatura se presenta cercana a los cero grados Celsius en épocas normales durante el año. Santa Rosa de Sacco, Paccha y la Oroya tienen temperaturas que oscilan entre 10 y 20 °C y finalmente en los distritos de Huay-Huay y Suitucancho, se hallan temperaturas en los niveles de 10 °C a menos 0 °C.

El clima en la provincia según el nivel de altitud:

- En el nivel de 3700 a 4100 m.s.n.m., corresponde al clima sub-húmedo y frío, se presentan meses secos o deficientes de humedad a partir del mes de mayo hasta setiembre. A medida que se va ascendiendo, hasta llegar a lo que corresponde al clima sub-húmedo y semi-frío, el período deficiente de humedad se va acortando hasta desaparecer en los niveles superiores y mostrar tendencia a húmedo. Los porcentajes de deficiencia en el clima

sub-húmedo y frío son altos, estimándose que podrían resultar nocivos para la actividad agrícola si ocurriera en forma de períodos de días consecutivos muy amplios.

- Sobre los 4100 m.s.n.m., el clima radica más que en sus balances pluviométricos, en la presencia de temperaturas sumamente frías. Este tipo de temperaturas se consideran como un factor verdaderamente limitante para la agricultura, pues los descensos de temperatura causan heladas de fuerte intensidad que abarcan un amplio período de ocurrencias.

4.3 Aspectos socioeconómicos.

4.3.1 División política.

La Provincia de Yauli está constituido por diez distritos, de los cuales según la Tabla 41 y el Gráfico 2 el Distrito de Marcapomacocha es el de mayor superficie y el de menor superficie es el Distrito de Santa Rosa de Sacco (Ver Mapa A-2 del Anexo A).

Tabla 41

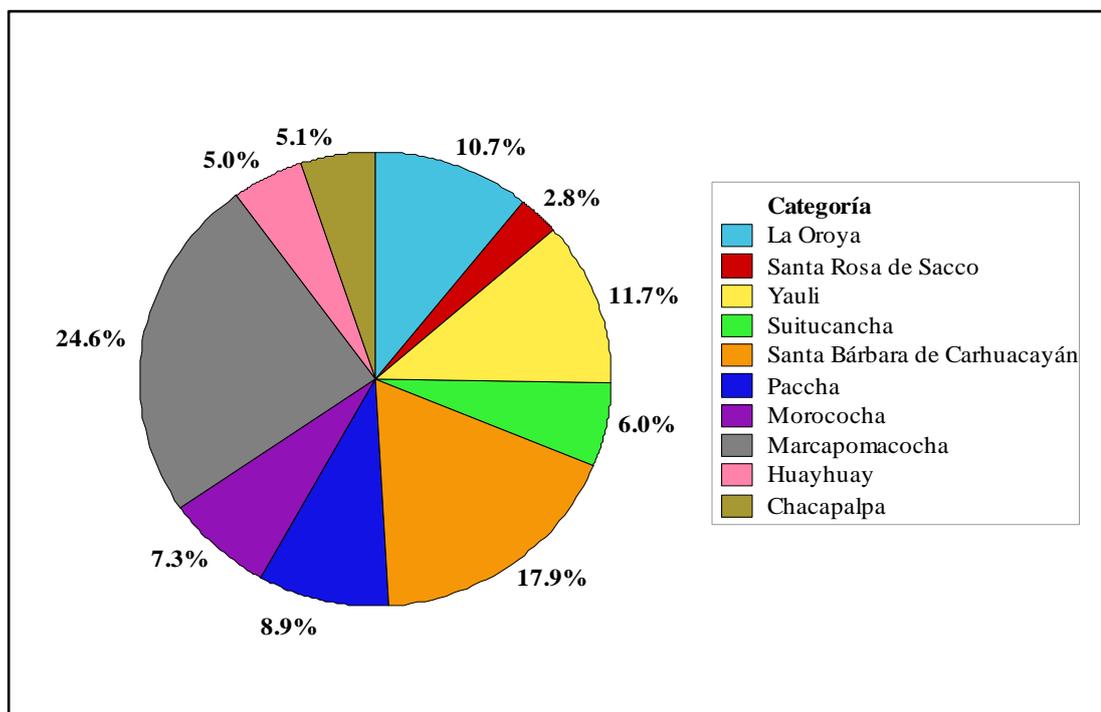
Área y altitud de los distritos de la Provincia de Yauli.

Distrito	Área (km ²)	Altitud (m.s.n.m)
La Oroya	388.42	3745
Santa Rosa de Sacco	101.09	3845
Yauli	424.16	4100
Suitucancho	216.47	4255
Santa Bárbara de Carhuacayán	646.29	4137
Paccha	323.69	3742
Morococha	265.67	4750
Marcapomacocha	888.56	4415
Huayhuay	179.94	3970
Chacapalpa	183.06	3748
Total	3617.35	-

Fuente: INEI, (2011).

Gráfico 2

Análisis gráfico porcentual de las áreas distritales.



Fuente: Elaboración Propia, (2018).

4.3.2 Población.

La Provincia de Yauli, según los Censos Nacionales de población y Vivienda de los años 1981, 1993, 2007 y 2017, cuenta con una población que va en descenso según el comportamiento poblacional en el tiempo, así también se evidencia una disminución de la densidad poblacional de 21.46 hab/km² a 11.83 hab/km² (Ver Tablas 42 y 43).

Tabla 42

Población total de la Provincia de Yauli por área urbana y rural.

Año	Población		Total	Urbana		Total	Rural		Total
	H	M		H	M		H	M	
1981	38051	37884	75935	35587	35550	71137	2464	2334	4798
1993	33005	32224	65229	30174	29357	59531	2831	2867	5698
2007	26433	23405	49838	22954	20864	43818	3479	2541	6020
2017	22673	20126	42799	19031	16526	35557	3642	3600	7242

Fuente: Censos Nacionales de Población 1981,1993, 2007 y 2017. INEL, (2018).

Tabla 43*Variación censal de la población en la Provincia de Yauli.*

Año	Habitantes (hab)	Extensión (km ²)	Densidad (hab/km ²)
1981	75935	3617.35	21.46
1993	65229	3617.35	18.03
2007	49838	3617.35	13.78
2017	42799	3617.35	11.83

Fuente: Censos Nacionales de Población 1981,1993, 2007 y 2017. INEI, (2018).

A continuación, se presenta en la Tabla 44 y los Gráficos 3, 4, 5 y 6 el número de habitantes por cada Distrito en los diferentes Censos Nacionales realizados en los años 1981, 1993, 2007 y 2017.

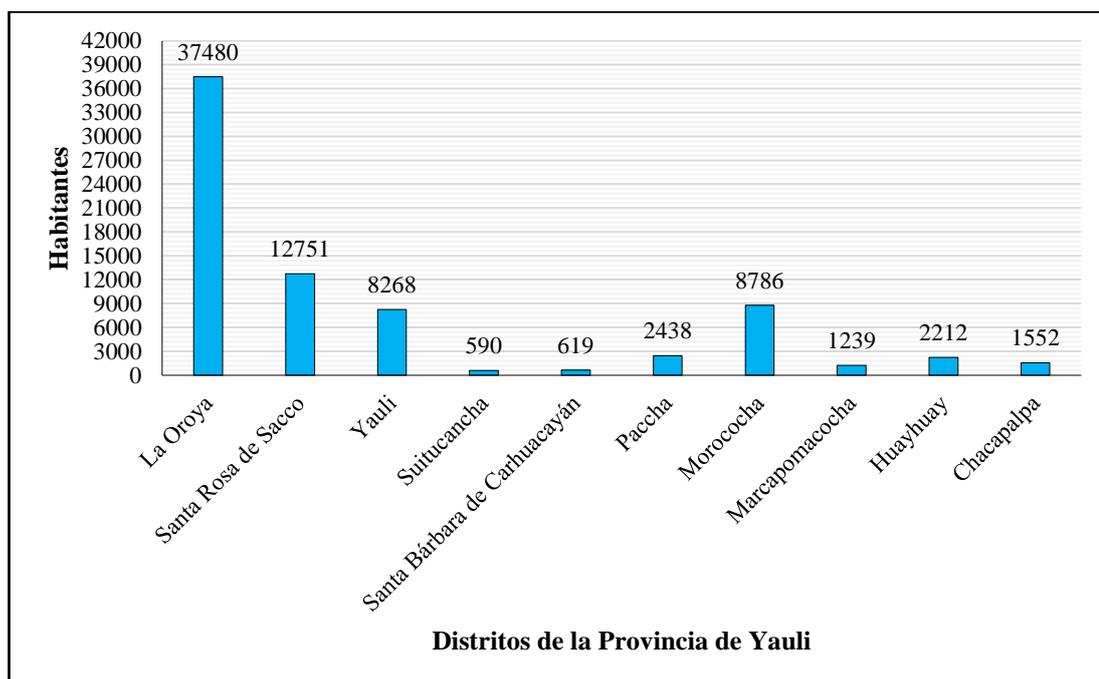
Tabla 44*Número de habitantes por cada Distrito.*

Año	La Oroya	Santa Rosa de Sacco	Yauli	Suitucancha	Santa Bárbara de Carhuacayán	Paccha	Morococha	Marcapomacocha	Huayhuay	Chacapalpa
1981	37480	12751	8268	590	619	2438	8786	1239	2212	1552
1993	29783	12092	7256	745	1301	2192	7347	1253	1975	1285
2007	18606	11297	5953	907	1935	1883	5397	1267	1675	918
2017	13619	10766	5189	1048	2609	1693	4374	1277	1493	731

Fuente: Censos Nacionales de Población 1981,1993, 2007 y 2017. INEI, (2018).

Gráfico 3

Comparación de los habitantes por distrito en 1981.

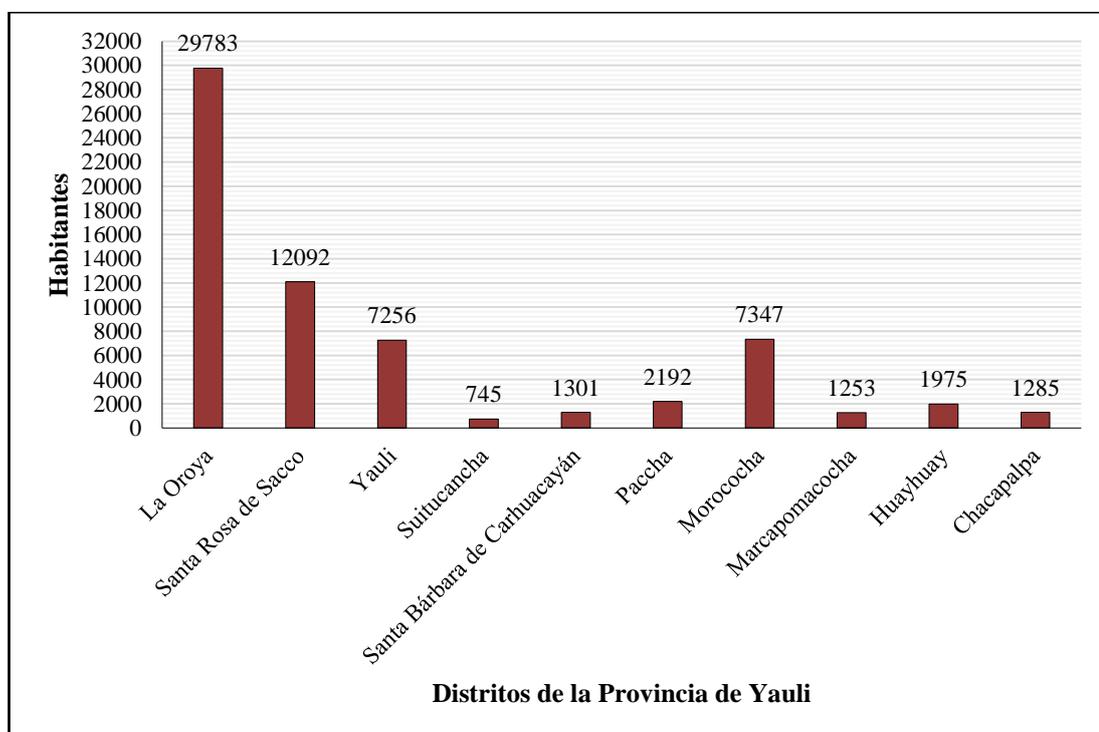


Fuente: Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 1981. INEI, (1981).

Nota: Población total: 75935.

Gráfico 4

Comparación de los habitantes por distrito en 1993.

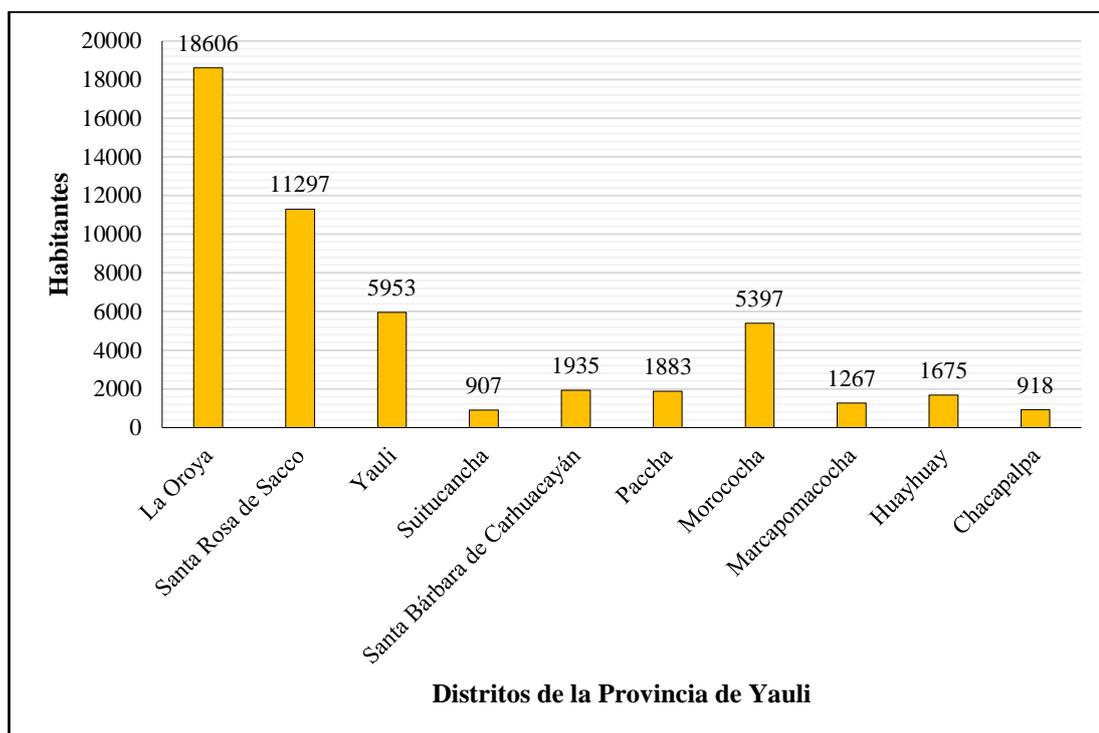


Fuente: Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007. INEI, (2007).

Nota: Población total: 65229.

Gráfico 5

Comparación de los habitantes por distrito en 2007.

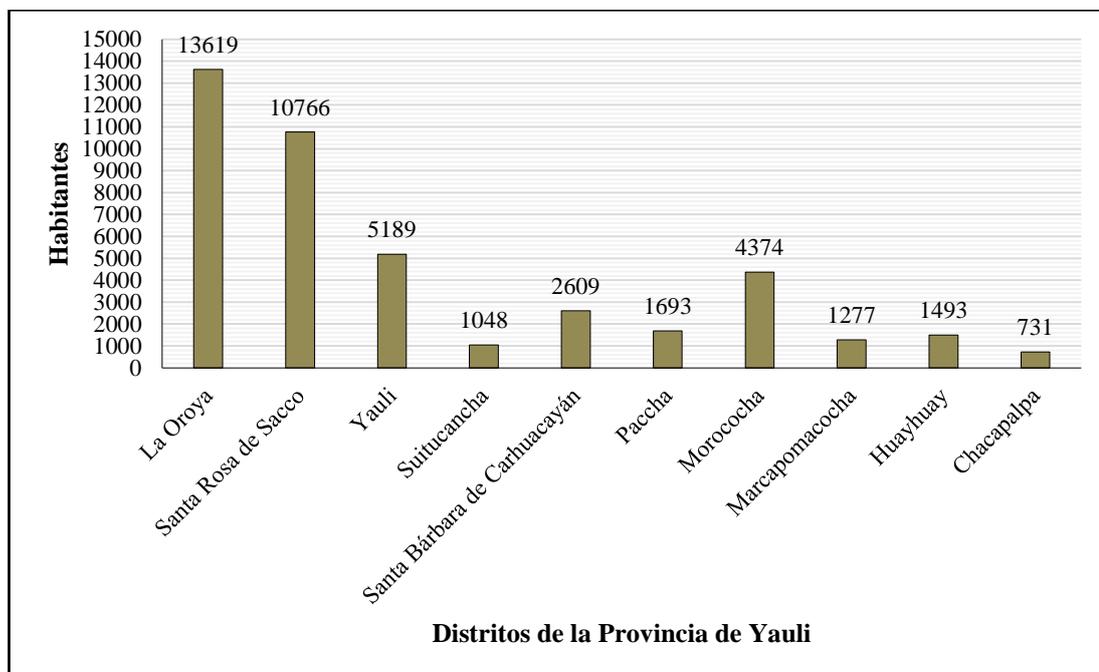


Fuente: Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007. INEI, (2007).

Nota: Población total: 49838.

Gráfico 6

Comparación de los habitantes por distrito en 2017.



Fuente: Proyección del Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2017. INEI, (2017).

Nota: Población total: 42799.

4.3.3 Vivienda.

La Provincia de Yauli, según los Censos Nacionales de población y Vivienda de los años 1981, 1993, 2007 y 2017, cuenta con un número de viviendas que va en descenso según el comportamiento que se registra en el tiempo (Ver Tabla 45).

Tabla 45

Viviendas por área urbana y rural en la Provincia de Yauli.

Año	Total de Viviendas	Área	
		Urbana	Rural
1981	22210	20418	1792
1993	20085	17883	2202
2007	17421	14612	2809
2017	15771	12703	3068

Fuente: Censos Nacionales de Población 1981,1993, 2007. INEI, (2018).

4.4 Aspectos ambientales.

4.4.1 Residuos Sólidos.

Se ha podido detectar que gran parte de la población aún no realiza un manejo adecuado de sus residuos sólidos, la Unidad de Gestión Ambiental de la Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya, prevé la implementación de acciones, a fin de contrarrestar esta deficiencia.

En la Tabla 46 se detalla la generación per cápita (ton/día) de residuos sólidos domiciliarios en la Provincia de Yauli.

Tabla 46
Generación de residuos sólidos en toneladas/día.

Distrito	Población (hab)	Generación per cápita de RR.SS Domiciliarios (kg/hab-día)	Generación RR.SS Domiciliarios (ton/día)
La Oroya	18606	0.606	11.28
Santa Rosa de Sacco	11297	0.329	3.72
Yauli	5953	0.259	1.54
SuitucanCHA	907	0.205	0.19
Santa Bárbara de Carhuacayán	1935	0.420	0.81
Paccha	1883	0.407	0.77
Morococha	5397	0.294	1.59
Marcapomacocha	1267	0.403	0.51
Huayhuay	1675	0.416	0.70
Chacapalpa	918	0.347	0.32
Total	49838	3.686	21.41

Fuente: PIGARS Yauli, (2007).

En la Tabla 47 se detalla la generación per cápita (ton/año) de residuos sólidos domiciliarios en la Provincia de Yauli, del cual se observó que esta provincia genera en total 7708.12 toneladas de RR.SS domiciliarios al año.

Tabla 47
Generación de residuos sólidos en toneladas/año.

Distrito	Generación RR.SS Domiciliarios (ton/día)	Generación RR.SS Domiciliarios (ton/mes)	Generación RR.SS Domiciliarios (ton/año)
La Oroya	11.28	338.26	4059.08
Santa Rosa de Sacco	3.72	111.50	1338.02
Yauli	1.54	46.25	555.06
SuitucanCHA	0.19	5.58	66.94
Santa Bárbara de Carhuacayán	0.81	24.38	292.57
Paccha	0.77	22.99	275.90
Morococha	1.59	47.60	571.22
Marcapomacocha	0.51	15.32	183.82
Huayhuay	0.70	20.90	250.85
Chacapalpa	0.32	9.56	114.68
Total	21.41	642.34	7708.12

Fuente: PIGARS Yauli, (2007).

4.4.2 Botaderos.

La Provincia de Yauli cuenta actualmente con un botadero principal en funcionamiento localizado en la zona denominada Huaripuquio ubicado a 11.6 km de la Ciudad de La Oroya por la carretera central a Huancayo; además existe un botadero (vertedero informal) en cada uno de los nueve distrito restantes (Ver Tabla 48). Estos botaderos producen lixiviados generados por sus propios residuos que son vertidos directamente al suelo en su disposición final (Ver Mapa A-3, A-4 y A-5 del Anexo A).

Tabla 48

Coordenadas y altitud de los botaderos en la Provincia de Yauli.

Botaderos	Este	Norte	Altitud	Área (ha)
La Oroya	406640	8719899	3680	1.00
Santa Rosa de Sacco	395043	8719002	3932	5.00
Yauli	382665	8710909	4113	0.50
Suitucancha	398719	8696957	4285	0.10
Santa Bárbara de Carhuacayán	358058	8761697	4148	0.50
Paccha	396632	8730057	3757	1.00
Morococha	385385	8717754	4225	2.00
Marcapomacocha	355110	8738277	4438	0.10
Huayhuay	402954	8704690	3932	0.50
Chacapalpa	417071	8703212	3832	0.10

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

En la la Figura 5 se observa la imagen del botadero principal del Distrito de La Oroya en el cual se dispone en su totalidad todos los Residuos Sólidos según reportes de la Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya y el Centro de Salud de La Oroya .

Figura 5
Botadero principal del Distrito de La Oroya.



Fuente: Google Earth Pro, (2018).

4.4.3 Almacenes y centro de acopio.

Se determinó la ubicación de los almacenes temporales (Ver Tabla 49) en la Provincia de Yauli, donde se procederá a almacenar los RAEE, para después ser trasladados al centro de acopio principal (Ver Tabla 50) ubicado en la Ciudad de La Oroya.

A continuación se detalla las coordenadas, altitud y área de los almacenes temporales y el centro de acopio principal (Ver Mapa A-8, A-9, A-10 y A-11 del Anexo A).

Tabla 49*Coordenadas y altitud de los almacenes en la Provincia de Yauli.*

Almacenes	Este	Norte	Altitud	Área (ha)
La Oroya	399907	8724994	3798	1.94
Santa Rosa de Sacco	395471	8719840	3836	0.88
Yauli	381337	8709741	4114	0.71
Suitucancha	397811	8696611	4255	0.41
Santa Bárbara de Carhuacayán	359417	8761274	4126	0.75
Paccha	396010	8730476	3750	3.11
Morococho	384875	8718481	4233	1.19
Marcapomacocha	354301	8738546	4437	0.25
Huayhuay	401810	8704447	3957	1.50
Chacapalpa	417575	8703020	3749	0.29

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).**Tabla 50***Coordenadas y altitud del centro de acopio en la provincia de Yauli.*

Zona	Este	Norte	Altitud	Área (ha)
Centro de Acopio	400729	8726201	3722	0.34

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

4.4.4 Relleno sanitario.

Se determinó la ubicación del Relleno Sanitario (Ver Tabla 51) en la Provincia de Yauli, donde se depositará los componentes de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos que no son útiles para el reusó de manera adecuada.

A continuación se detalla las coordenadas, altitud y área del Relleno Sanitario (Ver Mapa A-12 del Anexo A).

Tabla 51*Coordenadas y altitud del relleno sanitario en la provincia de Yauli.*

Zona	Este	Norte	Altitud	Área (ha)
Relleno Sanitario	406417	8719913	3665	1.83

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Datos obtenidos en campo (WGS 84 – 18L).

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Cantidad, composición, generación y recuperación de RAEE.

5.1.1 Cantidad de los AEE y RAEE.

En las Tablas 52 y 53 se presentaron los resultados de las encuestas realizadas a 380 habitantes de la Provincia de Yauli (Ver Anexo D), sobre la cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos en uso y desuso; asimismo se presenta las proyecciones de estas encuestas a 39784 habitantes.

El cálculo del número total de AEE se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Número total de AEE}_{(39784)} = \frac{39784 \text{ hab.} \times \text{Número de AEE}_{(380 \text{ hab})}}{380 \text{ hab.}}$$

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El cálculo del número total de RAEE se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Número total de RAEE}_{(39784)} = \frac{39784 \text{ hab.} \times \text{Número de RAEE}_{(380 \text{ hab})}}{380 \text{ hab.}}$$

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 52 se observó que, los teléfonos móvil, fluorescentes y juguetes electrónicos son los aparatos que más se consume por la población de la Provincia de Yauli según las proyecciones.*
- *De la Tabla 53 se observó que, los teléfonos móvil, equipo de sonido, fluorescentes y juguetes electrónicos son los aparatos que más se desecha por la población de la Provincia de Yauli según las proyecciones.*

Tabla 52*Cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos en uso.*

Distritos	Computadoras (CPU)	Monitor CRT	Monitor LCD	Impresora	Ordenador Portátil	Teléfono Móvil	Televisor CRT	Televisor LCD	Refrigerador	Equipo de Sonido	Lavadoras	Fluorescentes	Horno Microondas	Juguetes Electrónicos
La Oroya	12	12	11	36	39	100	18	31	30	50	9	113	19	118
Santa Rosa de Sacco	15	15	15	9	13	60	13	13	8	30	0	57	0	60
Yauli	18	18	18	13	14	50	18	16	12	27	5	54	13	54
Suitucancha	8	8	8	3	3	18	18	0	0	18	0	36	0	36
Santa Bárbara de Carhuacayán	10	10	10	10	10	62	20	4	0	25	0	50	0	85
Paccha	8	8	8	7	10	41	21	0	0	21	0	62	0	54
Morococha	13	13	13	10	17	41	10	16	15	29	8	28	0	56
Marcapomacocha	7	7	7	8	9	52	24	6	0	12	0	50	0	34
Huayhuay	19	18	18	11	5	70	20	8	0	41	0	72	0	63
Chacapalpa	16	16	16	14	12	83	20	16	1	16	0	79	0	49
Número de AEE (380 hab.)	126	125	124	121	132	577	182	110	66	269	22	601	32	609
Número total de AEE (39784 hab.)	13192	13087	12982	12668	13820	60409	19054	11516	6910	28163	2303	62922	3350	63759

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 53*Cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos en desuso.*

Districtos	Computadoras (CPU)	Monitor CRT	Monitor LCD	Impresora	Ordenador Portátil	Teléfono Móvil	Televisor CRT	Televisor LCD	Refrigerador	Equipo de Sonido	Lavadoras	Fluorescentes	Horno Microondas	Juguetes Electrónicos
La Oroya	20	4	0	11	0	17	9	8	5	17	0	29	7	11
Santa Rosa de Sacco	0	0	0	0	0	16	13	0	2	14	3	12	0	11
Yauli	13	0	0	7	5	17	3	0	4	13	0	27	0	30
Suitucancha	0	0	0	2	0	12	4	0	0	6	0	0	0	4
Santa Bárbara de Carhuacayán	0	0	0	0	0	19	4	0	3	9	0	9	6	13
Paccha	5	4	4	6	4	18	11	3	4	10	0	2	0	9
Morococha	5	3	0	8	2	21	9	0	0	7	2	7	3	9
Marcapomacocha	0	0	0	0	0	20	8	3	0	17	0	4	0	13
Huayhuay	0	0	0	0	0	16	13	11	1	10	0	11	0	9
Chacapalpa	9	6	6	0	0	13	10	5	7	14	4	9	3	16
Número de RAEE (380 hab.)	52	17	10	34	11	169	84	30	26	117	9	110	19	125
Número total de RAEE (39784 hab.)	5444	1780	1047	3560	1152	17693	8794	3141	2722	12249	942	11516	1989	13087

Fuente: Elaboración propia, (2018).

5.1.2 Composición de los AEE y RAEE.

En las Tabla 54 y 55 se presentaron la composición de cada uno de los aparatos eléctricos y electrónicos encontrados; y en la Tabla 56 se presentaron los pesos (kg) de cada Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) en estudio.

Tabla 54

Composición de los aparatos eléctricos y electrónicos.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Metales Pesados									
	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Computadoras (CPU)		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Monitor CRT			✓		✓	✓		✓		✓
Monitor LCD			✓		✓	✓	✓	✓		
Impresora			✓	✓	✓			✓		✓
Ordenador Portátil			✓	✓	✓	✓		✓		
Teléfono Móvil	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Televisor CRT			✓		✓	✓		✓		✓
Televisor LCD			✓	✓	✓	✓		✓		
Refrigerador	✓		✓	✓	✓	✓		✓		
Equipo de Sonido			✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Lavadoras	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Fluorescentes			✓		✓	✓	✓	✓		✓
Horno Microondas			✓		✓			✓		
Juguetes Electrónicos	✓		✓	✓	✓	✓		✓		

Fuente: Greenpeace, (2011).

Tabla 55

Composición de los aparatos eléctricos y electrónicos.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Otros componentes					
	PVC	Al	Acero	Vidrio	TCI	Otros
Computadoras (CPU)	✓	✓	✓		✓	✓
Monitor CRT	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Monitor LCD	✓			✓	✓	✓
Impresora	✓	✓	✓		✓	
Ordenador Portátil	✓	✓	✓		✓	✓
Teléfono Móvil	✓	✓		✓		
Televisor CRT	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Televisor LCD	✓	✓		✓	✓	✓
Refrigerador	✓	✓	✓	✓		✓
Equipo de Sonido	✓		✓		✓	✓
Lavadoras	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Fluorescentes	✓	✓		✓		✓
Horno Microondas		✓	✓	✓	✓	✓
Juguetes Electrónicos	✓		✓			✓

Fuente: Greenpeace, (2011).

Tabla 56*Peso unitario de los aparatos eléctricos y electrónicos.*

Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Pesos (kg)
Computadoras (CPU)	10
Monitor CRT	20
Monitor LCD	5.5
Impresora	10
Ordenador Portátil	3.5
Teléfono Móvil	0.1
Televisor CRT	20
Televisor LCD	5.5
Refrigerador	60
Equipo de Sonido	11
Lavadoras	40
Fluorescentes	1
Horno Microondas	14
Juguetes Electrónicos	1.5

Fuente: Importaciones Hiraoka, (2018).

- *De la Tabla 54 se observó que, existen diez tipos de metales pesados encontrados en los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, entre los cuales tenemos el As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn.*
- *De la Tabla 55 se observó que, existen otros tipos de componentes encontrados en los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, entre los cuales tenemos el Policloruro de Vinilo (PVC), Aluminio, Acero, Vidrio, Tarjetas de Circuito Integrado (TCI) u otros.*
- *De la Tabla 56 se observó que, la refrigeradora (congeladora) es la que tiene el mayor peso y el teléfono móvil el menor, con 60 kg y 0.1 kg respectivamente, según los resultados de la entrevista con los señores de Importaciones Hiraoka.*

A continuación, en las Tablas 57 y 58 se presentaron el peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en uso y desuso en la Provincia de Yauli según las proyecciones.

Tabla 57*Peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en uso.*

Aparatos eléctricos y electrónicos	Peso unitario (Kg)	Cantidad de AEE (Unid)	Peso total (kg)
Computadoras (CPU)	10	13192	131920.0
Monitor CRT	20	13087	261740.0
Monitor LCD	5.5	12982	71401.0
Impresora	10	12668	126680.0
Ordenador Portátil	3.5	13820	48370.0
Teléfono Móvil	0.1	60409	6040.9
Televisor CRT	20	19054	381080.0
Televisor LCD	5.5	11516	63338.0
Refrigerador	60	6910	414600.0
Equipo de Sonido	11	28163	309793.0
Lavadoras	40	2303	92120.0
Fluorescentes	1	62922	62922.0
Horno Microondas	14	3350	46900.0
Juguetes Electrónicos	1.5	63759	95638.5
Total		324135	2112543.4

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Tabla 58***Peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso.*

Aparatos eléctricos y electrónicos	Peso unitario (Kg)	Cantidad de RAEE (Unid)	Peso total (kg)
Computadoras (CPU)	10	5444	54440.0
Monitor CRT	20	1780	35600.0
Monitor LCD	5.5	1047	5758.5
Impresora	10	3560	35600.0
Ordenador Portátil	3.5	1152	4032.0
Teléfono Móvil	0.1	17693	1769.3
Televisor CRT	20	8794	175880.0
Televisor LCD	5.5	3141	17275.5
Refrigerador	60	2722	163320.0
Equipo de Sonido	11	12249	134739.0
Lavadoras	40	942	37680.0
Fluorescentes	1	11516	11516.0
Horno Microondas	14	1989	27846.0
Juguetes Electrónicos	1.5	13087	19630.5
Total		85116	725086.8

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 57 se observó que, el peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en uso es de 2112543.4 kg, de los cuales los aparatos que genera mayor peso son el televisor CRT, refrigerador y el equipo de sonido.*

- *De la Tabla 58 se observó que, el peso total de los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso es de 725086.8 kg, de los cuales los aparatos que genera mayor peso son el televisor CRT, refrigerador y el equipo de sonido.*

5.1.3 Generación de los AEE y RAEE.

En las Tablas 59, 60, 61 y 62 se presentaron la evaluación cuantitativa de los flujos de desechos electrónicos para la Provincia de Yauli, realizado en base al método de consumo y uso según Bureau B&G, (1993), para los años 1981, 1993, 2007 y 2017 ya que en estos años se realizó los Censos Nacionales de Población y Viviendas.

- *De la Tabla 59 se observó que, la generación total de RAEE que se produjo en 1981 fue de 289.64 toneladas.*
- *De la Tabla 60 se observó que, la generación total de RAEE que se produjo en 1993 fue de 315.41 toneladas.*
- *De la Tabla 61 se observó que, la generación total de RAEE que se produjo en 2007 fue de 372.84 toneladas.*
- *De la Tabla 62 se observó que, la generación total de RAEE que se produjo en 2017 fue de 409.94 toneladas.*

Tabla 59*Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (1981).*

Tipo de AEE	Peso medio (kg)	Vida útil media (años)	Tasa de saturación (%)	Número de hogares o viviendas	Generación de RAEE/Año (kg/año)	Generación de RAEE/Año (ton/año)
Computadoras (CPU)	10	12	0.568	22210	10512.73	10.51
Monitor CRT	20	28	0.724	22210	11485.74	11.49
Monitor LCD	5.5	30	0.274	22210	1115.68	1.12
Impresora	10	6	0.962	22210	35610.03	35.61
Ordenador Portátil	3.5	4	0.274	22210	5324.85	5.32
Teléfono Móvil	0.1	6	0.910	22210	336.85	0.34
Televisor CRT	20	28	0.724	22210	11485.74	11.49
Televisor LCD	5.5	30	0.274	22210	1115.68	1.12
Refrigerador	60	12	0.970	22210	107718.50	107.72
Equipo de Sonido	11	12	0.564	22210	11482.57	11.48
Lavadoras	40	12	0.562	22210	41606.73	41.61
Fluorescentes	1	1	0.920	22210	20433.20	20.43
Horno Microondas	14	17	0.564	22210	10315.89	10.32
Juguetes Electrónicos	1.5	1.5	0.950	22210	21099.50	21.10
Total						289.64

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Los datos de vida útil y tasa de saturación se obtuvieron de Cultura (2013).

Tabla 60*Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (1993).*

Tipo de AEE	Peso medio (kg)	Vida útil media (años)	Tasa de saturación (%)	Número de hogares o viviendas	Generación de RAEE/Año (kg/año)	Generación de RAEE/Año (ton/año)
Computadoras (CPU)	10	10	0.568	20085	11408.28	11.41
Monitor CRT	20	24	0.724	20085	12117.95	12.12
Monitor LCD	5.5	28	0.274	20085	1081.00	1.08
Impresora	10	5	0.962	20085	38643.54	38.64
Ordenador Portátil	3.5	3	0.274	20085	6420.51	6.42
Teléfono Móvil	0.1	5	0.910	20085	365.55	0.37
Televisor CRT	20	24	0.724	20085	12117.95	12.12
Televisor LCD	5.5	28	0.274	20085	1081.00	1.08
Refrigerador	60	10	0.970	20085	116894.70	116.89
Equipo de Sonido	11	10	0.564	20085	12460.73	12.46
Lavadoras	40	10	0.562	20085	45151.08	45.15
Fluorescentes	1	1	0.920	20085	18478.20	18.48
Horno Microondas	14	15	0.564	20085	10572.74	10.57
Juguetes Electrónicos	1.5	1	0.950	20085	28621.13	28.62
Total						315.41

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Los datos de vida útil y tasa de saturación se obtuvieron de Cultura (2013).

Tabla 61*Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2007).*

Tipo de AEE	Peso medio (kg)	Vida útil media (años)	Tasa de saturación (%)	Número de hogares o viviendas	Generación de RAEE/Año (kg/año)	Generación de RAEE/Año (ton/año)
Computadoras (CPU)	10	8	0.568	17421	12368.91	12.37
Monitor CRT	20	20	0.724	17421	12612.80	12.61
Monitor LCD	5.5	25	0.274	17421	1050.14	1.05
Impresora	10	4	0.962	17421	41897.51	41.90
Ordenador Portátil	3.5	2	0.274	17421	8353.37	8.35
Teléfono Móvil	0.1	3	0.910	17421	528.44	0.53
Televisor CRT	20	20	0.724	17421	12612.80	12.61
Televisor LCD	5.5	25	0.274	17421	1050.14	1.05
Refrigerador	60	8	0.970	17421	126737.78	126.74
Equipo de Sonido	11	8	0.564	17421	13509.99	13.51
Lavadoras	40	8	0.562	17421	48953.01	48.95
Fluorescentes	1	0.5	0.920	17421	32054.64	32.05
Horno Microondas	14	12	0.564	17421	11463.02	11.46
Juguetes Electrónicos	1.5	0.5	0.950	17421	49649.85	49.65
Total						372.84

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Los datos de vida útil y tasa de saturación se obtuvieron de Cultura (2013).

Tabla 62*Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (2017).*

Tipo de AEE	Peso medio (kg)	Vida útil media (años)	Tasa de saturación (%)	Número de hogares o viviendas	Generación de RAEE/Año (kg/año)	Generación de RAEE/Año (ton/año)
Computadoras (CPU)	10	5	0.568	15771	17915.86	17.92
Monitor CRT	20	20	0.724	15771	11418.20	11.42
Monitor LCD	5.5	15	0.274	15771	1584.46	1.58
Impresora	10	4	0.962	15771	37929.26	37.93
Ordenador Portátil	3.5	2	0.274	15771	7562.19	7.56
Teléfono Móvil	0.1	1	0.910	15771	1435.16	1.44
Televisor CRT	20	20	0.724	15771	11418.20	11.42
Televisor LCD	5.5	15	0.274	15771	1584.46	1.58
Refrigerador	60	8	0.970	15771	114734.03	114.73
Equipo de Sonido	11	5	0.564	15771	19568.66	19.57
Lavadoras	40	7	0.562	15771	50647.44	50.65
Fluorescentes	1	0.75	0.920	15771	19345.76	19.35
Horno Microondas	14	5	0.564	15771	24905.56	24.91
Juguetes Electrónicos	1.5	0.25	0.950	15771	89894.70	89.89
Total						409.94

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Los datos de vida útil y tasa de saturación se obtuvieron de Cultura (2013).

5.1.4 Recuperación de los componentes de los RAEE.

En la Tabla 63 se presentaron los resultados de la cantidad de materiales recuperados por unidad de aparatos eléctricos y electrónicos; y en la Tabla 64 se presenta los resultados de la cantidad de materiales recuperados totales en toda la Provincia de Yauli.

Tabla 63

Recuperación de componentes para su reutilización.

Aparatos eléctricos y electrónicos	Peso unitario (kg)	Metales pesados (kg)	Policloruro de vinilo (kg)	Aluminio (kg)	Acero (kg)	Vidrio (kg)	Tarjetas de circuito integrado (kg)	Otros (*) (kg)
Computadoras (CPU)	10	1.5	0.94	0.38	6.70	0.00	0.40	0.08
Monitor CRT	20	4	4.00	0.33	2.00	7.62	2.00	0.05
Monitor LCD	5.5	1.6	1.79	0.00	0.00	1.27	0.42	0.42
Impresora	10	4.8	3.80	0.50	0.40	0.00	0.50	0.00
Ordenador Portátil	3.5	1	0.49	0.21	1.30	0.00	0.49	0.01
Teléfono Móvil	0.1	0.03	0.04	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Televisor CRT	20	4	4.00	0.33	2.00	7.62	2.00	0.05
Televisor LCD	5.5	1.6	1.79	0.00	0.00	1.27	0.42	0.42
Refrigerador	60	2.1	8.30	2.98	27.97	0.49	0.00	18.60
Equipo de Sonido	11	0.4	0.50	0.00	6.00	0.00	1.00	3.10
Lavadoras	40	1.4	5.00	2.50	25.00	1.00	0.50	4.60
Fluorescentes	1	0.02	0.01	0.02	0.00	0.80	0.00	0.15
Horno Microondas	14	0.5	0.00	2.50	8.50	1.50	0.50	0.50
Juguetes Electrónicos	1.5	0.5	0.80	0.00	0.01	0.00	0.00	0.19
Total		23.45	31.46	9.77	79.88	21.58	8.23	28.17

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: (*) Se encuentran estaño, latón, oro, retardantes de fuego bromados, etc.

Tabla 64

Componentes totales recuperados para su utilización.

	Cantidad de RAEE (Unid)	Policloruro de vinilo	Aluminio	Acero	Vidrio	Tarjeta de Circuito	Otros
Computadoras (CPU)	5444	5117.36	2068.72	36474.80	0.00	2177.60	435.52
Monitor CRT	1780	7120.00	587.40	3560.00	13563.60	3560.00	89.00
Monitor LCD	1047	1874.13	0.00	0.00	1329.69	439.74	439.74
Impresora	3560	13528.00	1780.00	1424.00	0.00	1780.00	0.00
Ordenador Portátil	1152	564.48	241.92	1497.60	0.00	564.48	11.52
Teléfono Móvil	17693	707.72	353.86	0.00	176.93	0.00	0.00
Televisor CRT	8794	35176.00	2902.02	17588.00	67010.28	17588.00	439.70
Televisor LCD	3141	5622.39	0.00	0.00	3989.07	1319.22	1319.22
Refrigerador	2722	22592.60	8111.56	76134.34	1333.78	0.00	50629.20
Equipo de Sonido	12249	6124.50	0.00	73494.00	0.00	12249.00	37971.90
Lavadoras	942	4710.00	2355.00	23550.00	942.00	471.00	4333.20
Fluorescentes	11516	115.16	230.32	0.00	9212.80	0.00	1727.40
Horno Microondas	1989	0.00	4972.50	16906.50	2983.50	994.50	994.50
Juguetes Electrónicos	13087	10469.60	0.00	130.87	0.00	0.00	2486.53
Total (kg)	-	113721.94	23603.30	250760.11	100541.65	41143.54	100877.43
Total (ton)	-	113.72	23.60	250.76	100.54	41.14	100.88

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: El cálculo se realizó multiplicando la cantidad de RAEE con el peso de cada componente reutilizado (Tabla 63).

- *De la Tabla 63 se observó que, lo que más se recupera de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos es el acero con 79.88 kg.*
- *De la Tabla 64 se observó que, el acero es el material con más recuperación que se puede obtener del reciclaje de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli.*

5.2 Concentración de metales pesados en los RAEE.

En la Tabla 65 y el Gráfico 7 se presentaron la concentración de metales pesados contenidos en los Aparatos Eléctricos y Electrónicos y la gráfica de comparación de cada metal por peso respectivamente.

- *De la Tabla 65 se observó que, la mayor y menor concentración de metales pesados se encuentra en la impresora con un valor de 0.48 kg/kg y el fluorescente con un valor de 0.02 kg/k respectivamente.*
- *Del Gráfico 7 se observó que, el cadmio, cromo, cobre, plomo y zinc son los metales pesados que se encuentran en mayor contenido en los diez Aparatos Eléctricos y Electrónicos analizados; además el bario, el mercurio y selenio son los elementos con menor contenido de estos aparatos en su composición*

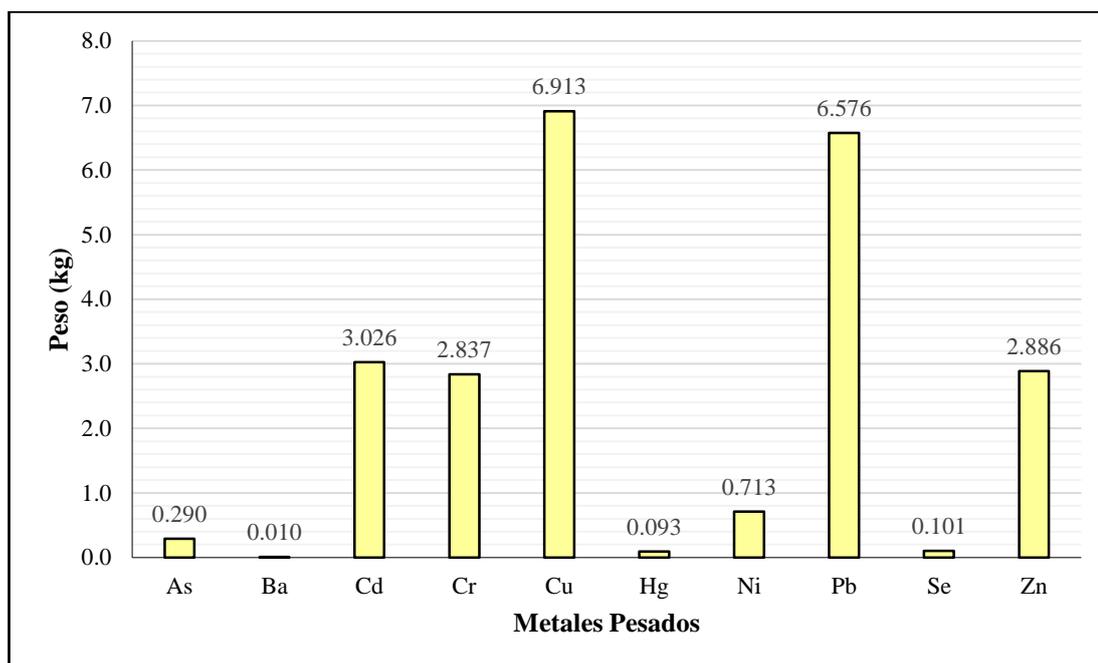
Tabla 65*Sumatoria de metales pesados en los AEE.*

Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Peso de cada equipo (kg)	As (kg)	Ba (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	Suma de metales pesados (kg)	[] (kg/kg)
Computadoras (CPU)	10	-	0.010	0.100	0.100	0.500	0.010	-	0.500	0.100	0.180	1.50	0.15
Monitor CRT	20	-	-	0.490	-	1.000	0.010	-	1.500	-	1.000	4.00	0.20
Monitor LCD	5.5	-	-	0.100	-	0.500	0.010	0.490	0.500	-	-	1.60	0.29
Impresora	10	-	-	0.500	1.300	1.500	-	-	0.800	-	0.700	4.80	0.48
Ordenador Portátil	3.5	-	-	0.100	0.190	0.500	0.010	-	0.200	-	-	1.00	0.29
Teléfono Móvil	0.1	0.005	-	0.003	0.003	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.03	0.30
Televisor CRT	20	-	-	0.490	-	1.000	0.010	-	1.500	-	1.000	4.00	0.20
Televisor LCD	5.5	-	-	0.100	0.490	0.500	0.010	-	0.500	-	-	1.60	0.29
Refrigerador	60	0.090	-	0.500	0.500	0.500	0.010	-	0.500	-	-	2.10	0.04
Equipo de Sonido	11	-	-	0.090	0.040	0.100	0.010	0.070	0.090	-	-	0.40	0.04
Lavadoras	40	0.100	-	0.350	0.110	0.500	0.010	0.150	0.180	-	-	1.40	0.04
Fluorescentes	1	-	-	0.003	-	0.008	0.001	0.002	0.005	-	0.001	0.02	0.02
Horno Microondas	14	-	-	0.100	-	0.200	-	-	0.200	-	-	0.50	0.04
Juguetes Electrónicos	1.5	0.095	-	0.100	0.104	0.100	0.001	-	0.100	-	-	0.50	0.33
Total	202.1	0.290	0.010	3.026	2.837	6.913	0.093	0.713	6.576	0.101	2.886		

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Datos obtenidos de Greenpeace, (2011).

Gráfico 7

Comparación de pesos por cada metal pesado.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Tabla 66 se presentaron el peso de cada uno de los aparatos eléctricos y electrónicos, suma de metales pesados y la concentración de metales pesados en cada aparato.

Tabla 66

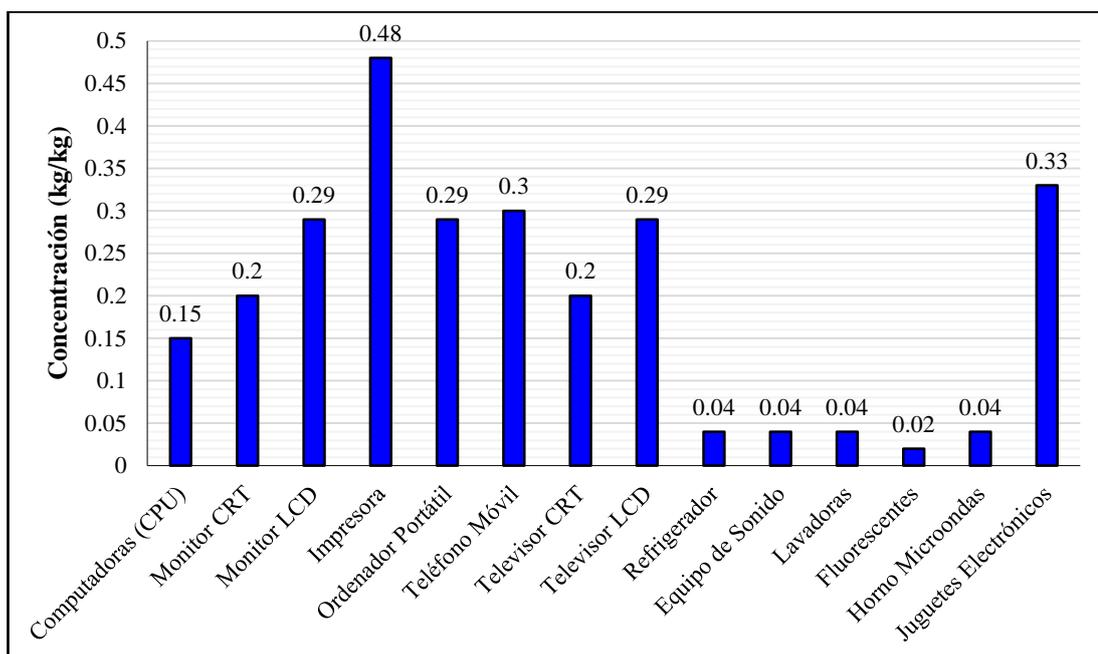
Concentración de metales pesados en los AEE.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Peso de cada equipo (kg)	Suma de metales pesados (kg)	Concentración (kg/kg)
Computadoras (CPU)	10	1.5	0.15
Monitor CRT	20	4	0.20
Monitor LCD	5.5	1.6	0.29
Impresora	10	4.8	0.48
Ordenador Portátil	3.5	1	0.29
Teléfono Móvil	0.1	0.03	0.30
Televisor CRT	20	4	0.20
Televisor LCD	5.5	1.6	0.29
Refrigerador	60	2.1	0.04
Equipo de Sonido	11	0.4	0.04
Lavadoras	40	1.4	0.04
Fluorescentes	1	0.02	0.02
Horno Microondas	14	0.5	0.04
Juguetes Electrónicos	1.5	0.5	0.33

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 8

Concentración de metales pesados en los AEE.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *Del Gráfico 8 se observó que, la impresora es el aparato que más contenido de metales pesados tiene en su composición para su uso.*

En la Tabla 67 se presentaron el peso de cada metal pesado encontrado en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y el total de metales pesados para cada uno, realizándose así una comparación de metales versus peso como se indica en el Gráfico 9.

- *De la Tabla 67 se observó que, el plomo es el metal con mayor contenido en todos los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos encontrados en la Provincia de Yauli.*
- *Del Gráfico 9 se observó que, el cadmio, cromo, cobre, plomo y zinc son los metales pesados que se encuentran en mayor contenido en los diez Aparatos Eléctricos y Electrónicos analizados; además el bario, el mercurio y selenio son los elementos con menor contenido de estos aparatos en su composición*

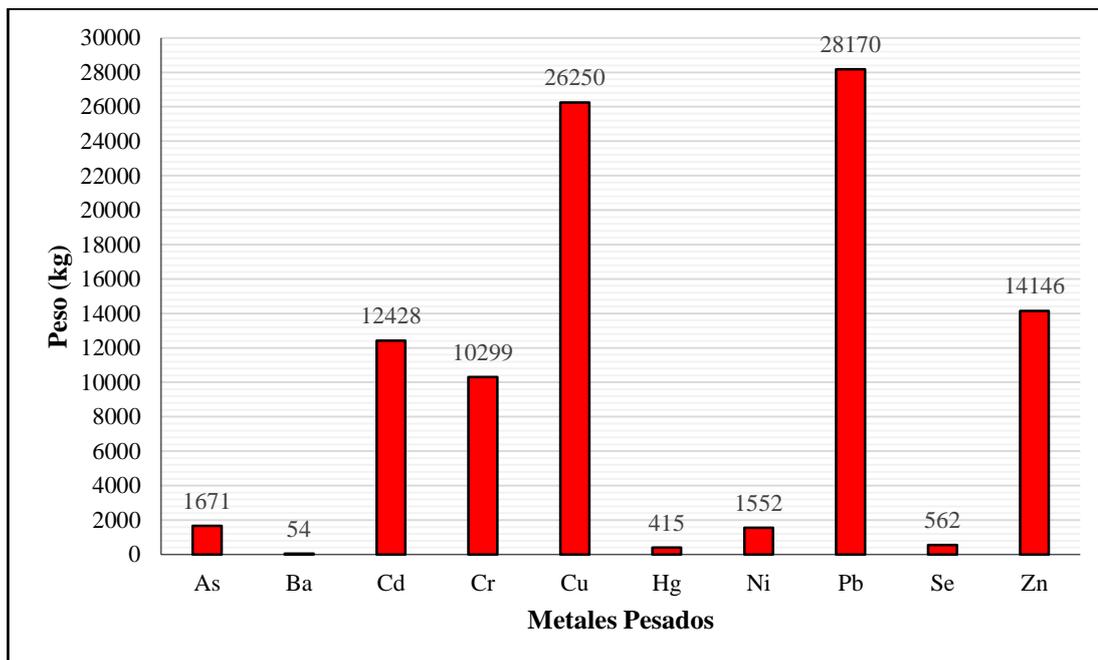
Tabla 67*Metal pesado total por cada AEE.*

Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Cantidad	As (kg)	Ba (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)
Computadoras (CPU)	5444	0.00	54.44	544.40	544.40	2722.00	54.44	0.00	2722.00	544.40	979.92
Monitor CRT	1780	0.00	0.00	872.20	0.00	1780.00	17.80	0.00	2670.00	0.00	1780.00
Monitor LCD	1047	0.00	0.00	104.70	0.00	523.50	10.47	513.03	523.50	0.00	0.00
Impresora	3560	0.00	0.00	1780.00	4628.00	5340.00	0.00	0.00	2848.00	0.00	2492.00
Ordenador Portátil	1152	0.00	0.00	115.20	218.88	576.00	11.52	0.00	230.40	0.00	0.00
Teléfono Móvil	17693	88.47	0.00	53.08	53.08	88.47	17.69	17.69	17.69	17.69	88.47
Televisor CRT	8794	0.00	0.00	4309.06	0.00	8794.00	87.94	0.00	13191.00	0.00	8794.00
Televisor LCD	3141	0.00	0.00	314.10	1539.09	1570.50	31.41	0.00	1570.50	0.00	0.00
Refrigerador	2722	244.98	0.00	1361.00	1361.00	1361.00	27.22	0.00	1361.00	0.00	0.00
Equipo de Sonido	12249	0.00	0.00	1102.41	489.96	1224.90	122.49	857.43	1102.41	0.00	0.00
Lavadoras	942	94.20	0.00	329.70	103.62	471.00	9.42	141.30	169.56	0.00	0.00
Fluorescentes	11516	0.00	0.00	34.55	0.00	92.13	11.52	23.03	57.58	0.00	11.52
Horno Microondas	1989	0.00	0.00	198.90	0.00	397.80	0.00	0.00	397.80	0.00	0.00
Juguetes Electrónicos	13087	1243.27	0.00	1308.70	1361.05	1308.70	13.09	0.00	1308.70	0.00	0.00
Suma total		1671	54	12428	10299	26250	415	1552	28170	562	14146

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** Datos obtenidos de Greenpeace, (2011).

Gráfico 9

Comparación de los pesos para cada metal pesado.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 68*Análisis estadístico descriptivo.*

		As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
N	Válido	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		119.4	3.9	887.7	735.6	1875.0	29.6	110.9	2012.2	40.1	1010.4
Mediana		0.0	0.0	437.1	161.3	1266.8	15.4	0.0	1205.6	0.0	0.0
Moda		0.0	0.0	34.55 ^a	0.0	88.47 ^a	0.00 ^a	0.0	17.69 ^a	0.0	0.0
Desviación estándar		330.9	14.5	1137.4	1256.2	2413.8	35.5	255.3	3371.1	145.2	2376.0
Varianza		109462	212	1293575	1577950	5826390	1261	65157	11364131	21086	5645212
Asimetría		3.5	3.7	2.3	2.6	2.2	1.9	2.5	3.2	3.7	3.1
Curtosis		12.5	14.0	6.4	7.6	5.1	3.0	5.9	11.0	14.0	10.3
Rango		1243.3	54.4	4274.5	4628.0	8705.5	122.5	857.4	13173.3	544.4	8794.0
Mínimo		0.0	0.0	34.6	0.0	88.5	0.0	0.0	17.7	0.0	0.0
Máximo		1243.3	54.4	4309.1	4628.0	8794.0	122.5	857.4	13191.0	544.4	8794.0
Suma		1670.9	54.4	12428.0	10299.1	26250.0	415.0	1552.5	28170.1	562.1	14145.9

Fuente: Elaboración propia, (2018).^a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

5.3 Concentración de metales pesados en el suelo y su nivel de contaminación.

5.3.1 Concentración de metales pesados en el suelo.

En las siguientes tablas se presentaron los resultados del análisis químico realizado a las muestras obtenidas en cada uno de los botaderos (vertederos) de la Provincia de Yauli del 03 al 14 de julio del 2017, donde se analizaron las concentraciones de metales pesados (Ver Anexo C).

Tabla 69*Concentración de metales pesados en el suelo de La Oroya.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-01	149	59	11.7	42	130	2.5	25	1058	1.6	378
CS-02	193	71	11.6	30	169	2.2	23	1101	1.7	388
CS-03	117	48	11.5	30	126	2.4	25	1007	1.2	325
CS-04	175	50	15.7	37	119	2.0	23	1066	1.1	345
CS-05	168	48	19.1	51	106	2.4	22	1605	1.8	322
CS-06	102	52	14.9	55	121	2.6	22	1484	1.3	323
CS-07	185	27	14.4	57	162	2.1	20	1404	1.1	378
CS-08	149	69	16.9	41	106	2.2	23	1130	1.2	343
CS-09	168	78	18.6	43	120	2.5	22	1363	1.6	389
Promedio	156	56	14.9	43	129	2.3	23	1246	1.4	355
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 70*Concentración de metales pesados en el suelo de Sacco.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-10	166	48	21.0	34	118	1.1	21	1560	1.3	490
CS-11	107	23	21.9	43	117	1.2	21	1040	1.4	431
CS-12	196	78	21.5	57	113	1.2	22	1183	1.6	497
CS-13	119	19	23.7	31	191	1.3	20	1851	1.6	499
CS-14	171	69	20.9	41	114	1.2	23	1169	1.8	473
CS-15	124	35	23.4	47	138	1.2	23	1391	1.5	475
CS-16	185	36	22.6	41	113	1.2	24	1151	1.9	413
CS-17	103	50	23.7	30	115	1.1	26	1801	1.9	407
CS-18	107	14	22.4	34	112	1.5	27	1421	1.9	471
CS-19	160	33	20.7	27	118	1.1	23	1346	1.1	463
CS-20	117	45	21.1	45	115	1.2	21	1341	1.0	400
CS-21	106	73	21.6	53	115	1.2	21	1622	1.9	467
CS-22	149	68	22.1	35	120	1.2	22	1431	1.9	425
CS-23	193	56	20.3	56	198	1.1	26	1562	1.0	487
CS-24	143	48	20.5	46	110	1.4	21	1855	1.9	491
CS-25	175	19	28.2	42	155	1.2	28	1661	1.3	403
CS-26	177	51	28.0	57	132	1.1	24	1503	1.0	465
CS-27	193	21	23.5	53	193	1.1	23	1519	1.8	428
CS-28	139	76	22.4	36	113	1.1	22	1266	1.9	487
CS-29	162	38	26.2	43	126	1.1	22	1771	1.9	481
CS-30	168	34	22.1	57	119	1.3	27	1236	1.9	446
CS-31	181	59	20.4	40	154	1.4	26	1081	1.8	408
CS-32	166	48	21.0	34	118	1.1	21	1560	1.3	490
Promedio	152	45	22.6	43	131	1.2	23	1449	1.6	456

ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 71

Concentración de metales pesados en el suelo de Yauli.

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-33	234	43	1.0	27	245	1.1	34	610	0.8	218
CS-34	241	48	1.3	33	235	1.2	32	605	0.7	228
CS-35	208	56	1.2	28	284	1.0	28	674	0.7	269
CS-36	261	58	1.1	36	227	1.0	26	620	0.4	201
CS-37	284	49	1.2	28	250	1.1	31	651	0.2	256
CS-38	203	53	1.0	30	213	1.2	29	684	0.8	228
Promedio	239	51	1.1	30	242	1.1	30	641	0.6	233
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 72*Concentración de metales pesados en el suelo de SuitucanCHA.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-39	11	48	0.9	29	32	0.9	26	56	0.8	90
CS-40	10	49	0.7	26	35	0.9	27	55	0.8	94
CS-41	10	51	0.8	28	39	0.8	23	59	0.5	94
CS-42	10	52	0.8	22	31	0.7	21	56	0.8	98
Promedio	10	50	0.8	26	34	0.8	24	57	0.7	94
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Tabla 73***Concentración de metales pesados en el suelo de Carhuacayán.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-43	8	38	1.1	39	22	0.1	16	53	0.4	50
CS-44	9	39	1.1	36	27	0.2	17	53	0.3	54
CS-45	8	41	1.0	31	21	0.1	13	59	0.5	51
CS-46	7	42	1.2	32	20	0.2	11	53	0.4	57
CS-47	8	48	1.3	39	26	0.2	16	56	0.2	50
CS-48	9	39	1.2	35	25	0.3	11	57	0.2	54
Promedio	8	41	1.2	35	24	0.2	14	55	0.3	53
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 74*Concentración de metales pesados en el suelo de Paccha.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-49	199	69	19.7	42	150	2.0	17	1251	1.4	548
CS-50	193	71	16.6	40	159	2.1	18	1300	1.7	528
CS-51	197	68	18.5	42	146	2.4	15	1208	1.2	575
CS-52	185	60	18.7	47	159	2.2	13	1269	1.1	595
CS-53	188	78	19.1	40	156	2.3	15	1303	1.3	532
CS-54	192	72	19.9	42	141	2.6	12	1484	1.3	593
CS-55	185	77	17.4	43	142	2.1	18	1402	1.1	588
CS-56	199	69	18.9	41	156	2.0	17	1336	1.2	503
CS-57	188	78	18.6	43	140	2.1	12	1361	1.1	579
Promedio	192	71	18.6	42	150	2.2	15	1324	1.3	560
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 75*Concentración de metales pesados en el suelo de Morococha.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-58	224	43	1.0	28	225	0.9	44	514	0.6	320
CS-59	221	48	1.2	33	245	0.8	42	508	0.5	331
CS-60	238	46	1.1	38	234	0.9	41	576	0.5	327
CS-61	241	48	1.1	29	287	0.9	46	521	0.4	341
CS-62	254	49	1.2	32	260	0.8	41	534	0.2	356
CS-63	273	51	1.0	30	223	0.7	40	594	0.8	348
CS-64	294	50	1.0	37	216	0.7	42	514	0.8	340
CS-65	271	48	1.1	33	215	0.9	42	511	0.7	351
CS-66	268	47	1.2	37	285	0.8	45	598	0.4	387
CS-67	241	47	1.2	34	293	0.9	48	521	0.4	391
CS-68	294	51	1.3	34	246	0.7	47	514	0.6	356
CS-69	243	51	1.1	30	281	0.8	44	508	0.7	378
CS-70	231	44	1.1	29	200	0.8	41	556	0.7	390
CS-71	239	49	1.0	28	219	0.9	40	567	0.6	381
CS-72	257	43	1.3	31	239	0.9	45	500	0.7	347
Promedio	253	48	1.1	32	245	0.8	43	536	0.6	356
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 76*Concentración de metales pesados en el suelo de Marcapomacocha.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-73	10	78	1.2	55	35	0.4	28	47	0.8	43
CS-74	11	76	1.1	56	37	0.4	27	49	0.8	44
CS-75	11	75	1.3	54	39	0.3	25	49	0.9	46
CS-76	11	76	1.3	52	30	0.5	23	43	0.8	47
Promedio	11	76	1.2	54	35	0.4	26	47	0.8	45
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Tabla 77***Concentración de metales pesados en el suelo de Huayhuay.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-77	11	58	0.5	35	42	0.2	22	56	0.8	86
CS-78	12	59	0.7	36	45	0.6	25	55	0.3	84
CS-79	12	51	0.4	38	43	0.2	23	53	0.5	82
CS-80	10	52	0.8	30	41	0.7	21	52	0.8	88
CS-81	10	57	0.7	32	47	0.3	26	51	0.9	87
CS-82	10	55	0.9	38	49	0.5	28	58	0.5	84
Promedio	11	55	0.7	35	45	0.4	24	54	0.6	85
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 78*Concentración de metales pesados en el suelo de Chacapalpa.*

Estación	Arsénico (mg/kg)	Bario (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Cobre (mg/kg)	Mercurio (mg/kg)	Níquel (mg/kg)	Plomo (mg/kg)	Selenio (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
CS-83	9	63	1.1	59	57	1.1	36	63	0.2	105
CS-84	8	69	1.4	46	55	1.3	34	65	0.6	104
CS-85	7	60	1.2	48	59	1.2	33	62	0.5	102
CS-86	8	65	1.3	44	57	1.1	35	60	0.3	100
Promedio	8	64	1.3	49	57	1.2	35	63	0.4	103
ECA suelo	50	750	1.4	-	-	6.6	-	70	-	-
CEQG soil	12	750	1.4	64	63	6.6	45	70	1.0	200

Fuente: Elaboración propia, (2018).

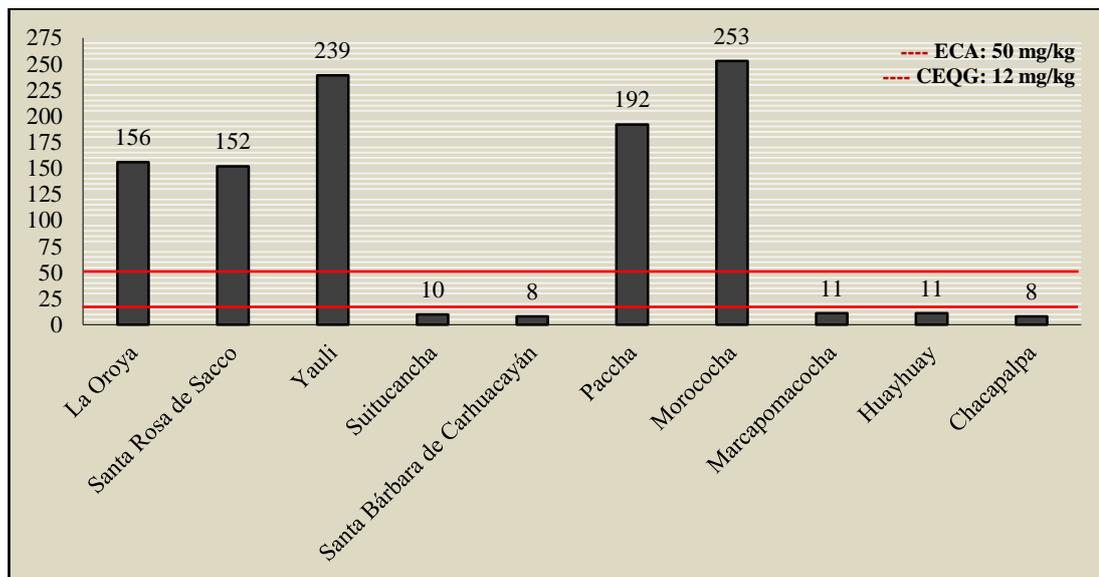
Tabla 79*Análisis estadístico descriptivo.*

		As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
N	Válido	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		140.6	52.9	10.1	39.0	134.4	1.2	26.4	809.9	1.0	317.1
Mediana		168.0	51.0	1.3	37.5	120.5	1.1	23.5	662.5	0.9	353.5
Moda		10.0	48.0	1.1 ^a	30.0	113.0 ^a	1.1	23.0	53.0 ^a	0.8	378.0
Desviación estándar		92.6	15.1	9.9	9.2	78.0	0.7	9.4	596.4	0.5	172.5
Varianza		8565.8	227.3	97.7	83.7	6087.3	0.4	87.8	355724.7	0.3	29753.8
Asimetría		-0.3	-0.2	0.3	0.6	0.3	0.6	0.7	0.0	0.3	-0.3
Curtosis		-1.2	-0.1	-1.7	-0.6	-0.9	-0.3	-0.2	-1.4	-1.1	-1.2
Rango		287.0	64.0	27.8	37.0	273.0	2.5	37.0	1812.0	1.7	552.0
Mínimo		7.0	14.0	0.4	22.0	20.0	0.1	11.0	43.0	0.2	43.0
Máximo		294.0	78.0	28.2	59.0	293.0	2.6	48.0	1855.0	1.9	595.0
Suma		12089.0	4548.0	868.7	3353.0	11561.0	100.5	2271.0	69653.0	86.4	27267.0

Fuente: Elaboración propia, (2018).^a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Gráfico 10

Comparación de la [] del Arsénico para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 11

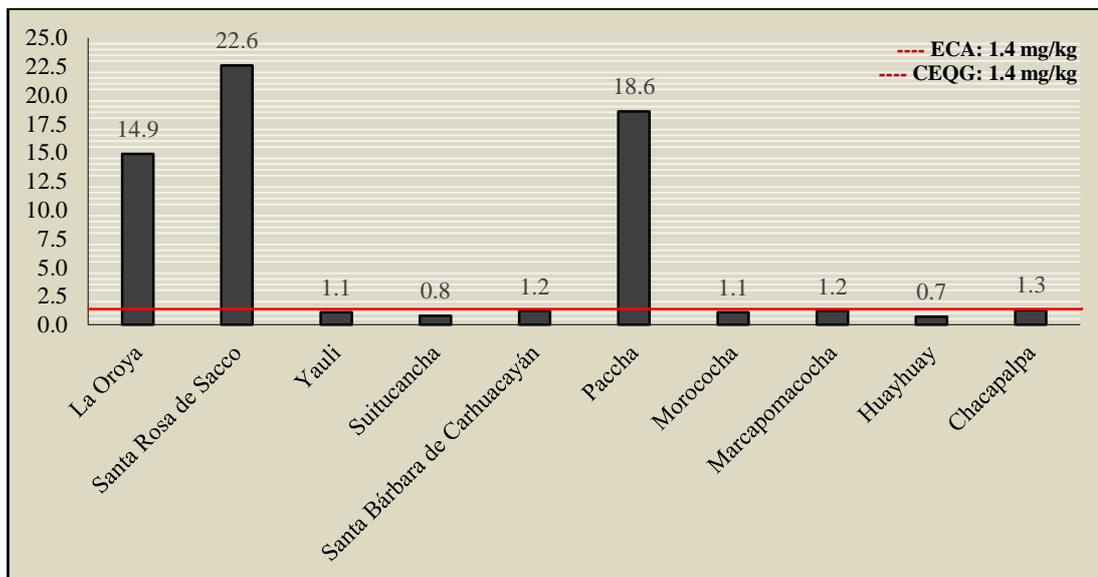
Comparación de la [] del Bario para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 12

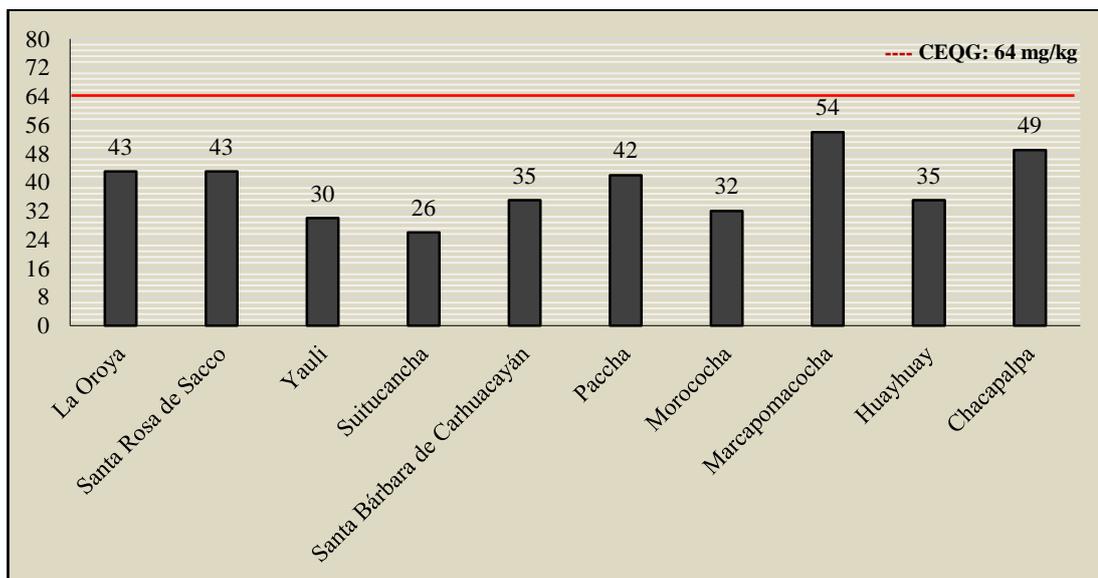
Comparación de la [] del Cadmio para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 13

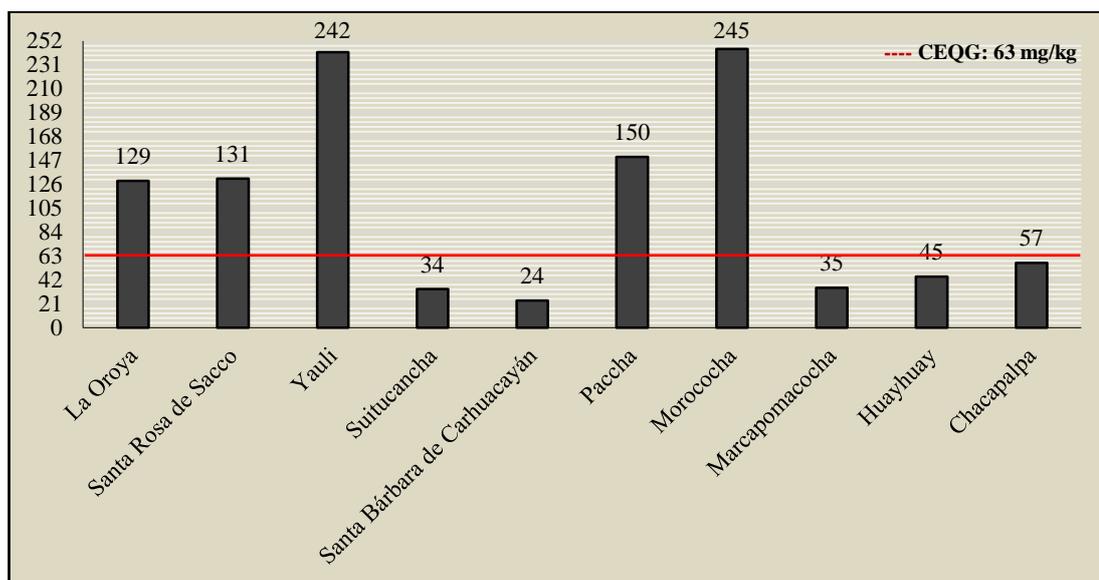
Comparación de la [] del Cromo para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 14

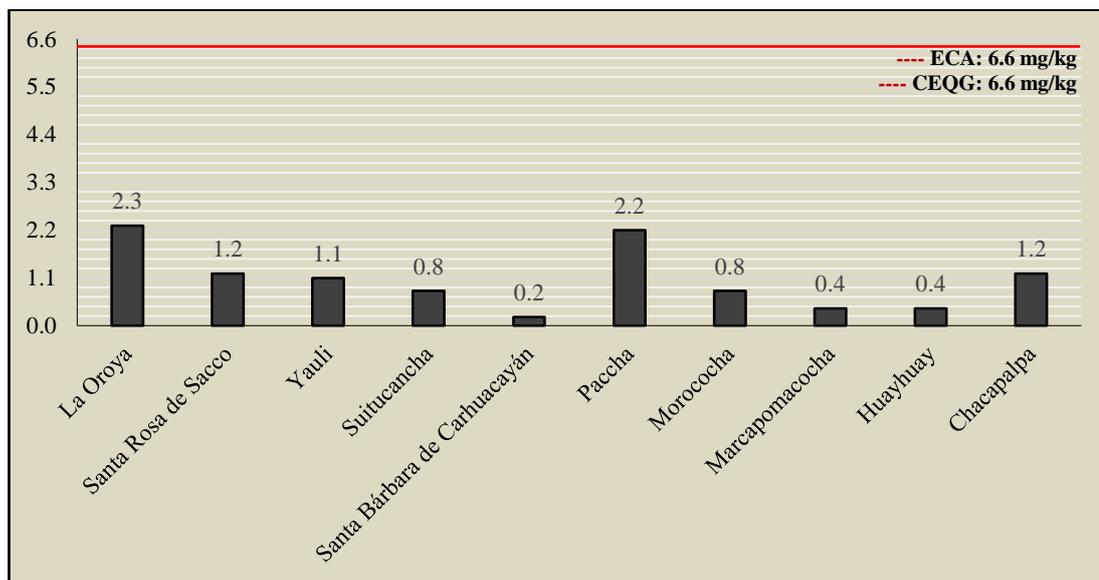
Comparación de la [] del Cobre para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 15

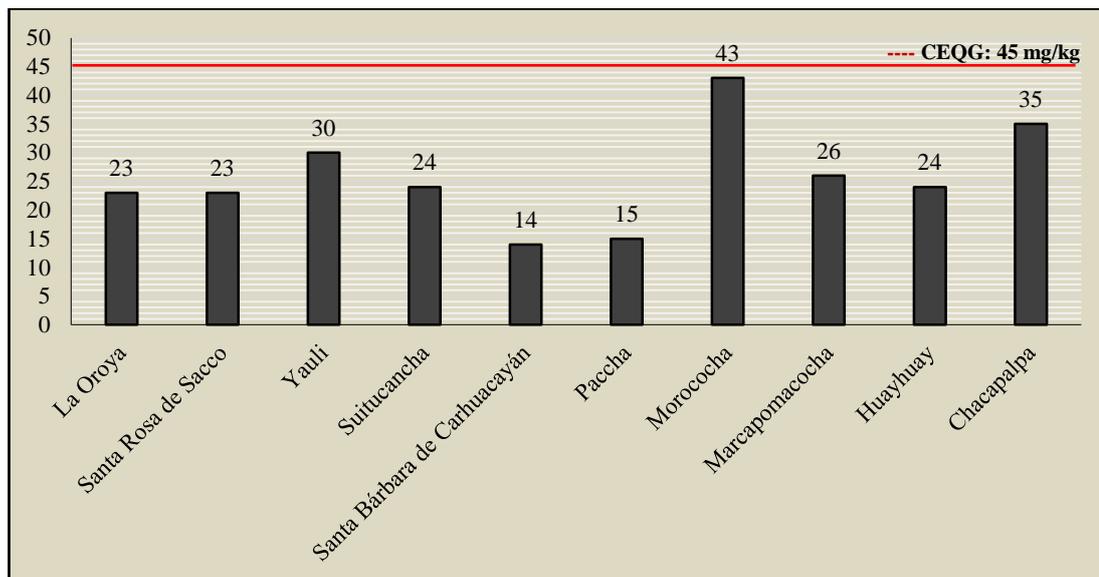
Comparación de la [] del Mercurio para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 16

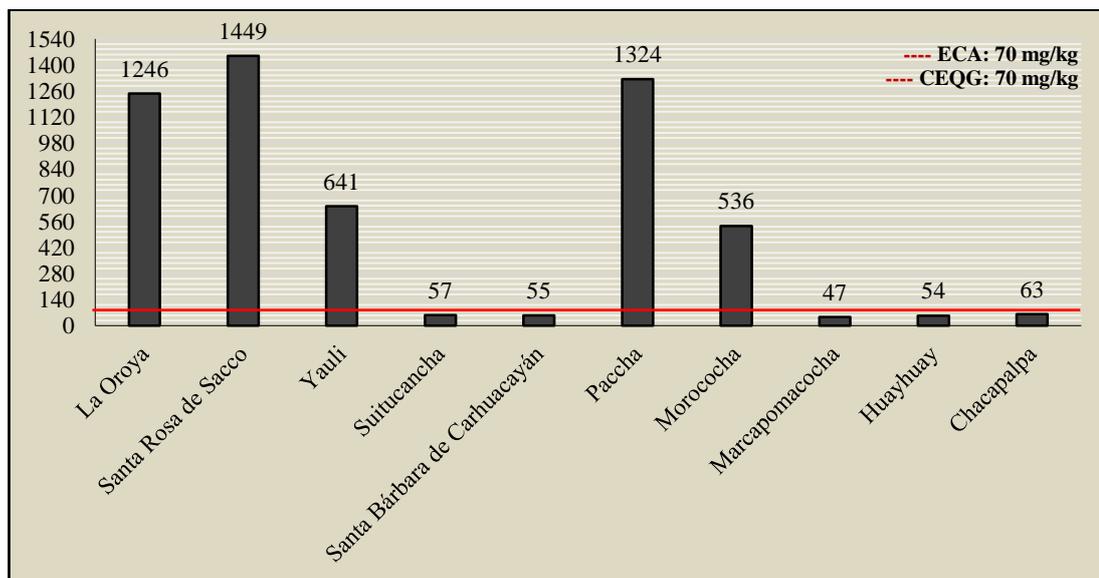
Comparación de la [] del Níquel para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 17

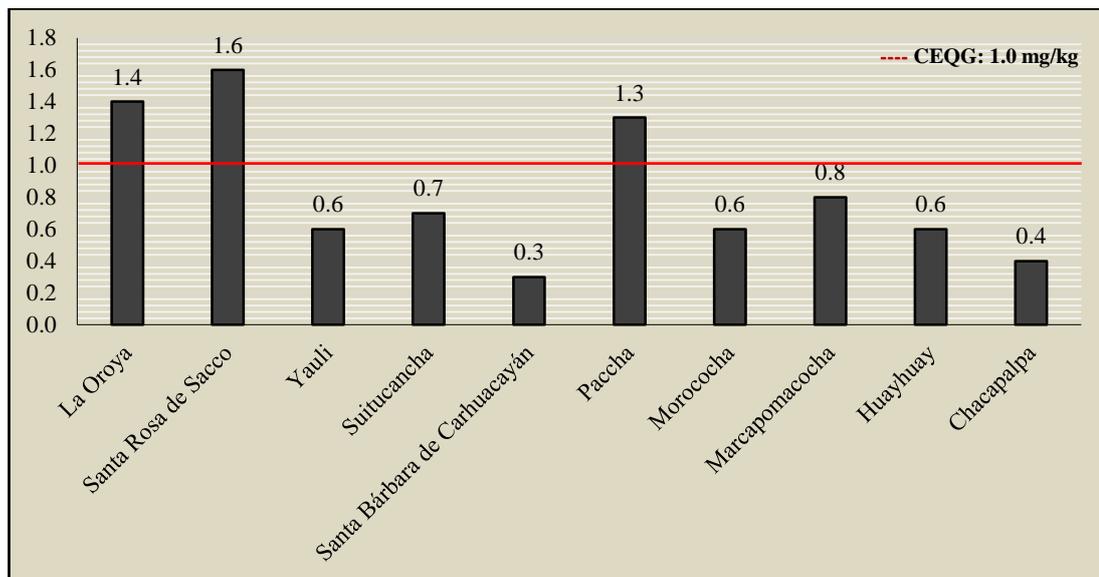
Comparación de la [] del Plomo para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 18

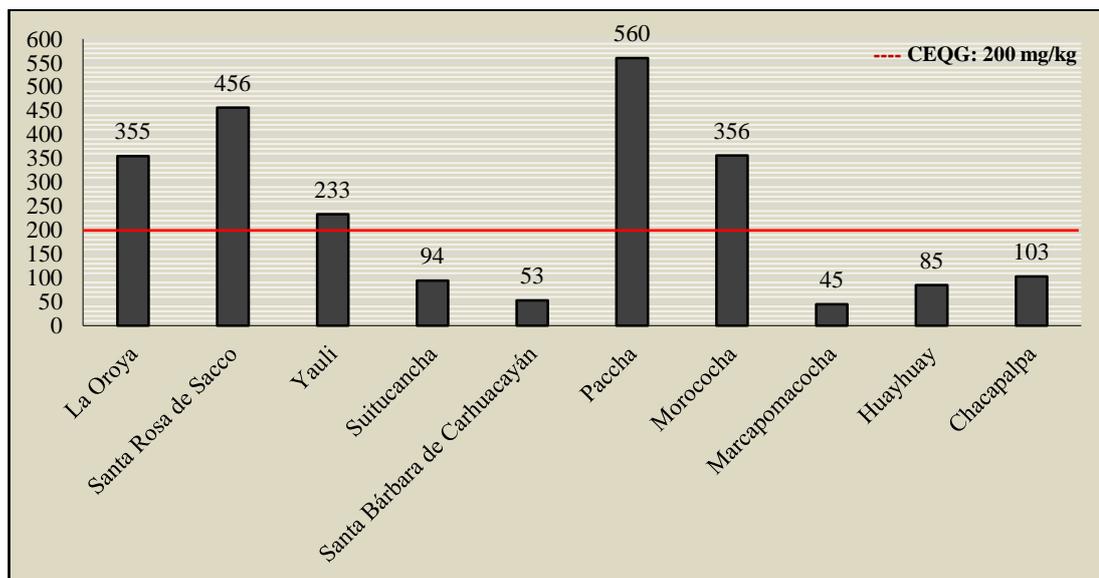
Comparación de la [] del Selenio para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Gráfico 19

Comparación de la [] del Zinc para cada botadero.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

5.3.2 Niveles de contaminación en el suelo.

En la Tabla 80 se presentaron los resultados del cálculo del Factor de Contaminación a los 10 botaderos de la Provincia de Yauli para determinar su nivel de contaminación por cada metal pesado.

Tabla 80

Resultados del cálculo del factor de contaminación.

Distritos	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
La Oroya	21.7	0.1	42.6	0.8	5.2	25.6	1.2	65.6	3.6	5.9
Santa Rosa de Sacco	21.1	0.1	64.6	0.8	5.2	13.3	1.2	76.3	4.1	7.6
Yauli	33.2	0.1	3.1	0.6	9.7	12.2	1.6	33.7	1.5	3.9
Suitucancha	1.4	0.1	2.3	0.5	1.4	8.9	1.3	3.0	1.8	1.6
Santa Bárbara de Carhuacayán	1.1	0.1	3.4	0.6	1.0	2.2	0.7	2.9	0.8	0.9
Paccha	26.7	0.1	53.1	0.8	6.0	24.4	0.8	69.7	3.3	9.3
Morococha	35.1	0.1	3.1	0.6	9.8	8.9	2.3	28.2	1.5	5.9
Marcapomacocha	1.5	0.1	3.4	1.0	1.4	4.4	1.4	2.5	2.1	0.8
Huayhuay	1.5	0.1	2.0	0.6	1.8	4.4	1.3	2.8	1.5	1.4
Chacapalpa	1.1	0.1	3.7	0.9	2.3	13.3	1.8	3.3	1.0	1.7

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 80 se observó que, el arsénico, cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc son los parámetros que se encuentran con un Factor de Contaminación muy alto en los 10 botaderos de la Provincia de Yauli.*

En la Tabla 81 se presentaron los resultados del cálculo del Índice de Carga de Contaminación a los 10 botaderos de la Provincia de Yauli para determinar su carga de contaminación (Ver Anexo B).

Tabla 81

Resultados del cálculo del índice de carga de contaminación.

Distritos	PLI
La Oroya	5.3
Santa Rosa de Sacco	5.4
Yauli	3.4
Suitucancha	1.4
Santa Bárbara de Carhuacayán	1.0
Paccha	5.6
Morococha	3.6
Marcapomacocha	1.3
Huayhuay	1.3
Chacapalpa	1.6

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 81 se observó que, La Oroya, Santa Rosa de Sacco y Paccha tiene un índice de carga muy altamente contaminado.*

En la Tabla 82 se presentaron los resultados del cálculo del Grado de Contaminación a los 10 botaderos de la Provincia de Yauli para determinar su grado de contaminación (Ver Anexo B).

Tabla 82

Resultados del cálculo del grado de contaminación.

Distritos	Gcont
La Oroya	17.23
Santa Rosa de Sacco	19.43
Yauli	9.96
Suitucancha	2.23
Santa Bárbara de Carhuacayán	1.37
Paccha	19.42
Morococha	9.55
Marcapomacocha	1.86
Huayhuay	1.74
Chacapalpa	2.92

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 82 se observó que, La Oroya, Santa Rosa de Sacco y Paccha tiene un grado de contaminación extremadamente alto.*

5.4 Impacto Ambiental.

5.4.1 Matriz de Leopold.

En la Tabla 83 se presentaron los resultados de la evaluación del impacto ambiental según la Matriz de Leopold, generados por la actividad de la producción, uso y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el medio ambiente (Ver Anexo B).

Tabla 83

Identificación de impactos - Matriz de Leopold.

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Acciones del Proyecto			Impacto Total	
		Producción de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Uso de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Magnitud e Importancia	Ponderado
Tierra	Calidad del Suelo	-3 2	-3 4	-7 8	-13 -	-74
	Disminución de la fertilidad	-3 1	-1 1	-5 7	-9 -	-39
Flora	Reducción de Microflora	-1 1	-1 1	-6 5	-8 -	-32
Fauna	Reducción de Microfauna	-1 1	-1 1	-8 6	-10 -	-50
Agua	Calidad del agua (subterránea)	-1 1	-3 1	-5 7	-9 -	-39
Aire	Calidad del aire (gases y partículas)	-4 5	-4 3	-3 5	-11 -	-47
Estéticos	Degradación del paisaje	-5 4	-1 1	-5 6	-11 -	-51
	Calidad visual			-3 2	-3 -	-6
Flora	Perdida de flora	-1 1	-1 1	-6 5	-8 -	-32
Fauna	Perdida de fauna	-1 1	-1 1	-8 6	-10 -	-50
Nivel Cultural	Salud y seguridad	-4 5	-3 5	-5 6	-12 -	-65
	Desarrollo económico	3 5	5 4	-3 2	5 -	29
	Nivel de ingresos	3 4	1 3	-3 4	1 -	3
	Calidad de vida	3 5	5 5	-3 4	5 -	28
	Empleo	5 5	1 2	-3 4	3 -	15
Impacto Total	Magnitud e Importancia	-10 -	-7 -	-73 -	-	-
	Ponderado	-7	2	-405	-	-410

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 83 se observó que, la acción “Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” es la que presenta un grado de magnitud de los impactos totales más desfavorables (-73). El factor ambiental más afectado por esta actividad, en cuanto a la magnitud del impacto, es el de la “Calidad del suelo” (-13), y el componente ambiental “Tierra”. En cualquier caso, estos datos son pocos representativos. Al ponderar las magnitudes, los resultados se encontrarán más próximos a la realidad. Así, llegamos a la conclusión de que el factor más afectado por las acciones de esta actividad es el de la “Calidad del Suelo” (-74), y el más favorecido “Desarrollo económico” (+29).*

5.4.2 Matriz de Conesa.

En la Tabla 84 se presentaron los resultados de la evaluación del impacto ambiental según la Matriz de Vicente Conesa, generados por la actividad de la producción, uso y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el medio ambiente (Ver Anexo B).

Tabla 84

Diagnóstico de la importancia del impacto - Matriz de Vicente Conesa.

Factores ambientales afectados		±	i	Ex	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Calificación
Tierra	Calidad del Suelo	-	8	1	4	4	2	2	4	4	2	4	-52	Severo
	Disminución de la fertilidad	-	8	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-53	Severo
Flora	Reducción de Microflora	-	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Fauna	Reducción de Microfauna	-	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Agua	Calidad del agua (subterránea)	-	1	4	4	4	2	2	4	4	2	4	-37	Moderado
Aire	Calidad del aire (gases y partículas)	-	1	4	4	4	2	2	4	4	2	4	-37	Moderado
Estéticos	Degradación del paisaje	-	4	1	1	4	4	1	1	4	4	8	-41	Moderado
	Calidad visual	-	4	1	4	2	1	1	1	1	4	1	-29	Moderado
Flora	Perdida de flora	-	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Fauna	Perdida de fauna	-	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Nivel Cultural	Salud y seguridad	-	1	1	4	4	4	4	4	1	2	8	-36	Moderado
	Desarrollo económico	+	8	2	2	4	2	4	1	4	1	2	48	Nulo
	Nivel de ingresos	+	4	1	2	4	2	2	1	4	4	2	35	Nulo
	Calidad de vida	+	4	1	2	4	2	2	1	4	4	2	35	Nulo
	Empleo	+	4	1	2	4	2	2	1	4	4	2	35	Nulo

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- *De la Tabla 84 se observó que, el factor ambiental más afectado según su importancia es el de la “Calidad del Suelo” y la “Disminución de la fertilidad”, ya que la afectación es estos, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prologando.*

CAPÍTULO VI PLAN DE GESTIÓN

6.1 Plan de gestión de los RAEE.

A continuación se presenta el Plan de Gestión de los Residuos Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) para la Provincia de Yauli (Ver Mapa A-13 del Anexo A).

El Plan de Manejo de RAEE Comprende:

6.1.1 Productor.

Empresa Clean Technology S.A.C.

6.1.2 Sistema de manejo.

Sistema colectivo.

- **Productores:** Empresas nacionales y transnacionales (Sony, hp, Toshiba, LG Electronics, Samsung, etc.).
- **Generadores:** Hogares, instituciones públicas y empresas privadas.
- **Autoridades competentes:** Gobierno locales como la Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya y las 10 Municipalidades Distritales como son: la Municipalidad de La Oroya, Santa Rosa de Sacco, Yauli, Suitucancha, Santa Bárbara de Carhuacayán, Paccha, Morococha, Marcapomacocha, Huayhuay y Chacapalpa; asimismo el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Transporte, Ministerio de la Producción y la Superintendencia Nacional de Bienes Estatales, también están relacionadas como autoridades competentes para esta actividad.
- **Operadores:** Empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) y Empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) entre las cuales tenemos a Compañía Química Industrial del Pacífico S.A, Comimtel Recycling, etc.

6.1.3 Nombre del representante.

Yurico Maricruz Meza Velásquez.

6.1.4 Nombres de marcas y comercializadoras.

6.1.4.1 Marcas de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

- Sony, Samsung, LG Electronics, Epson, Hewlett-Packard, Xerox, Panasonic, Oster, Bosch, Mabe, Indurama, Electrolux, Whirlpool, Brother, Nokia, Motorola, Siemens, International Business Machines, Telefónica, Claro, Nextel, Imaco, Totus, Hiraoka, Plaza Vea, Kurazao, Electra, Deltron, GMD, Intcomex, Cescorp, Trazzo, NDC, Sistec, Cubixlat, KPS, entre otras).

6.1.4.2 Comercializadoras de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

- ***Tiendas mayoristas como:*** El Gallo, Tienda Efe, Tienda Curacao, Tienda Elektra, Open Plaza (Mall plaza Huancayo) y Real Plaza – Huancayo.
- ***Tiendas minoristas como:*** C.C. Arenales, C.C. Atahualpa, C.C. Santa Lucía, Cooperativa Servicoop, Cooperativa Centrocoop, Mercado Túpac Amaru, Malvinas Wanka, Tienda Paris y Tienda Gamarrita.
- ***Tiendas informales como:*** La Tacorita, La Cachina I y La Cachina II.

6.1.5 Descripción de las etapas.

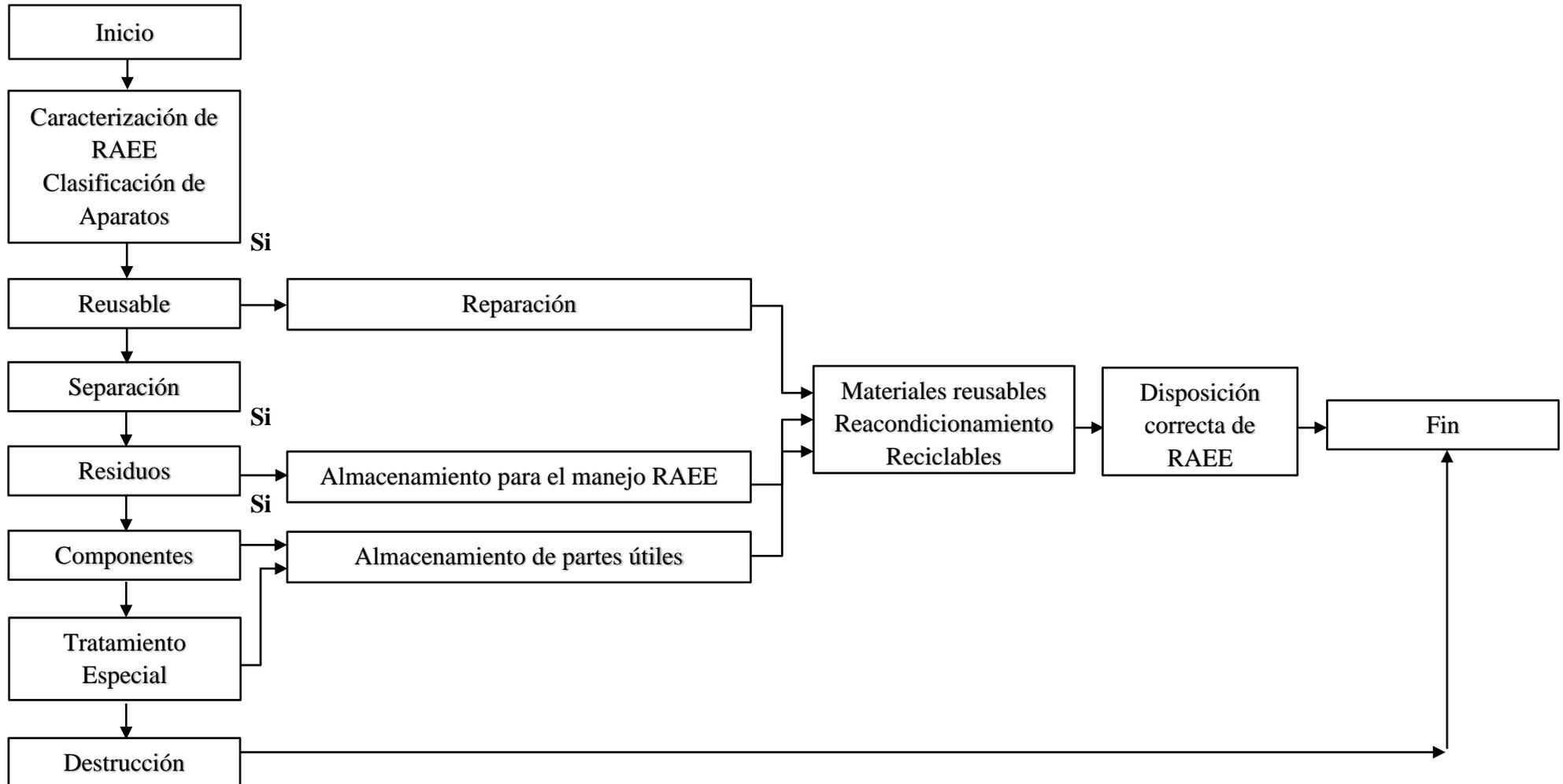
A continuación en la Tabla 85 se indica las etapas y descripciones que se realizará para el correcto manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Provincia de Yauli.

Tabla 85*Descripción de las etapas en el manejo de los RAEE.*

Etapas	Descripción
Generación	Los generadores son las personas naturales o jurídicas de la Provincia de Yauli que en total son 39784 habitantes.
Recolección interna	La recolección será de forma diferenciada de otros flujos de residuos, para facilitar su manejo por los operadores, es decir la primera segregación será in situ.
Clasificación	Los RAEE se clasifican de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.
Almacenamiento	La acumulación de los RAEE será en condiciones ambientalmente adecuadas y seguras en almacenes temporales en cada distrito de la Provincia de Yauli (Ver Tabla 48 y Mapa A-8, A-9 y A-10 del Anexo A).
Recolección selectiva	La recolección de estos residuos será mediante un medio de locomoción apropiado (camión compactador) para luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada en un centro de acopio. (Ver Tabla 49 y Mapa A-11 de Anexo A).
Transporte	El transporte será desde el almacenamiento temporal a las instalaciones del operador o centro de acopio que tratará estos residuos.
Recepción	La descarga será en las instalaciones del operador o centro de acopio ubicado en el Distrito de La Oroya.
Segregación / Clasificación	La segregación se realizara en el centro de acopio de La Oroya, donde se agrupará y separará los diferentes componentes físicos de los RAEE.
Tratamiento	Se realizará la descontaminación, desensamblaje, reacondicionamiento, trituración, recuperación o preparación para la disposición final.
Reaprovechamiento	Se verificará cual será o no el beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye los RAEE recolectados.
Disposición final	Se dispondrá en un relleno sanitario como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. (Ver Tabla 50 y Mapa A-12 del Anexo A).

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la etapa reparación, previa a un diagnóstico que determine que el aparato puede volver a ser utilizado, los que no cumplen esta característica pasan a la etapa de separación de sus partes por una persona capacitada, con el fin de determinar cuáles de estas sirven como piezas de repuesto para reparar, también surgen aquellas que no requieren de tratamiento especial como vidrio, plástico o metales y pueden ser recicladas; las demás necesitan por su peligrosidad un tratamiento avanzado fuera del Hospital como los circuitos integrados, componentes con gases o elementos peligrosos, de alta complejidad en su fabricación. (Ver Diagrama 3).

Diagrama 3*Etapas del plan de gestión.*

6.1.6 Meta anual.

Según la Tabla 61 existe 409.94 ton de RAEE en la Provincia de Yauli, el cual será manejado de la siguiente manera:

$$\text{Número de viajes} = \frac{409.94 \text{ ton}}{27 \text{ ton.}} = 15.18 \approx 15 \text{ viajes}$$

Fuente: Elaboración propia

Nota: Carga Máxima de un colector de basura (27 ton).

Se ha determinado del siguiente cálculo, que se necesitará 15 viajes para el recojo de los RAEE desde los almacenes temporales ubicados en cada distrito hacia el centro de acopio principal en La Oroya, por lo que el recojo de estos RAEE será realizado una vez al mes.

6.1.7 Forma de financiamiento.

Se determinó los costos por unidad de cada uno de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos nuevos y usados para la gestión de estos residuos en la Tabla 86.

Tabla 86

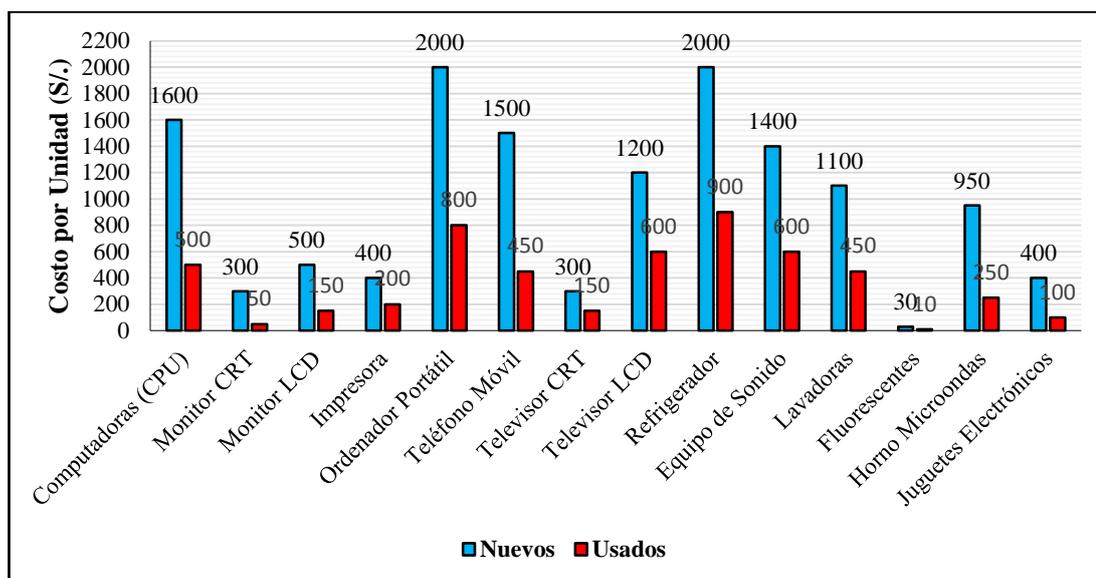
Costos unitarios de los AEE.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	Costo por unidad (S/.)	Costo por unidad (S/.)
	AEE nuevos	AEE usados
Computadoras (CPU)	1600	500
Monitor CRT	300	50
Monitor LCD	500	150
Impresora	400	200
Ordenador Portátil	2000	800
Teléfono Móvil	1500	450
Televisor CRT	300	150
Televisor LCD	1200	600
Refrigerador	2000	900
Equipo de Sonido	1400	600
Lavadoras	1100	450
Fluorescentes	30	10
Horno Microondas	950	250
Juguetes Electrónicos	400	100
Total	13680	5210

Fuente: Hiraoka, (2018).

Gráfico 20

Comparación de costos unitarios de los AEE.



Fuente: Elaboración propia, (2018).

Asimismo se determinó en las Tablas 87 y 88 los costos totales por todos los Aparatos Eléctricos y Electrónicos nuevos y usados encontrados en la Provincia de Yauli.

Tabla 87

Costos totales de los aparatos eléctricos y electrónicos nuevos.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	Costo por unidad (S/.)	Cantidad de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	Costo total (S/.)
Computadoras (CPU)	1600	13192	21107200
Monitor CRT	300	13087	3926100
Monitor LCD	500	12982	6491000
Impresora	400	12668	5067200
Ordenador Portátil	2000	13820	27640000
Teléfono Móvil	1500	60409	90613500
Televisor CRT	300	19054	5716200
Televisor LCD	1200	11516	13819200
Refrigerador	2000	6910	13820000
Equipo de Sonido	1400	28163	39428200
Lavadoras	1100	2303	2533300
Fluorescentes	30	62922	1887660
Horno Microondas	950	3350	3182500
Juguetes Electrónicos	400	63759	25503600
Total			260735660

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 88*Costos totales de los aparatos eléctricos y electrónicos usados.*

Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	Costo por unidad (S/.)	Cantidad de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	Costo total (S/.)
Computadoras (CPU)	500	5444	2722000
Monitor CRT	50	1780	89000
Monitor LCD	150	1047	157050
Impresora	200	3560	712000
Ordenador Portátil	800	1152	921600
Teléfono Móvil	450	17693	7961850
Televisor CRT	150	8794	1319100
Televisor LCD	600	3141	1884600
Refrigerador	900	2722	2449800
Equipo de Sonido	600	12249	7349400
Lavadoras	450	942	423900
Fluorescentes	10	11516	115160
Horno Microondas	250	1989	497250
Juguetes Electrónicos	100	13087	1308700
Total			27911410

Fuente: Elaboración propia, (2018).

En la Tabla 89 se presentaron el financiamiento, donde se indica los costos iniciales y los costos operacionales de todas las etapas del Plan de Gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli.

Tabla 89*Financiamiento del plan de gestión de RAEE.*

Etapas	Costo Inicial (S/.)	Costo Operacional (S/.)	Costo Total (S/.)
Campaña publicitaria	600	2500	3100
Generación	0	0	0
Recolección interna	240000	38000	278000
Clasificación	14000	0	14000
Almacenamiento	10000	0	10000
Recolección selectiva	2000	50000	52000
Transporte	400	8000	8400
Recepción	2000	50000	52000
Segregación	2000	50000	52000
Tratamiento	4000	100000	104000
Reaprovechamiento	70000	15000	85000
Disposición final	1000	5000	6000
Costo Total	346000	318500	664500

Fuente: Municipalidad de Yauli – La Oroya, (2018).

6.1.8 Destino de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

El destino de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos se detalla a continuación en la Tabla 90.

Tabla 90

Destinos de los RAEE.

Destino	Descripción
Almacenes temporales	A 1590.89 m al suroeste de la Municipalidad Distrital de La Oroya. A 604.42 m al noroeste de la Municipalidad Distrital de Santa Rosa de Sacco. A 332.80 m al suroeste de la Municipalidad Distrital de Yauli. A 234.22 m al suroeste de la Municipalidad Distrital de Suitucancha. A 272.12 m al noroeste de la Municipalidad Distrital de Santa Bárbara de Carhuacayán. A 1301.05 m al sureste de la Municipalidad Distrital de Paccha. A 856.10 m al sureste de la Municipalidad Distrital de Morococha. A 175.05 m al sureste de la Municipalidad Distrital de Marcapomacocha. A 670.22 m al noreste de la Municipalidad Distrital de Huayhuay. A 154.41 m al noroeste de la Municipalidad Distrital de Chacapalpa (Ver Mapa A-8, A-9 y A-10 del Anexo A).
Centro de acopio	A unos 270 m al oeste de la Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya, en un área acondicionada de unos 3399.98 m ² (Ver Mapa A-11 del Anexo A).
Beneficiarios	Habitantes de la Provincia de Yauli, Municipalidades Provinciales y Distritales.
Centro de tratamiento	A unos 270 m al oeste de la Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya en el mismo centro de acopio. (Ver Mapa A-11 del Anexo A)
Disposición final	A unos 8.28 km al sureste de la Municipalidad Provincial de Yauli – La Oroya, en un área acondicionada de unos 18275.69 m ² se ubicara el relleno sanitario. (Ver Mapa A-12 del Anexo A)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

6.1.9 Descripción de la estrategia de comunicación y sensibilización.

La estrategia de comunicación y sensibilización sobre los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos se desarrolló tomando el enfoque de trabajos previos realizados en campo acerca del diagnóstico y el manejo de estos residuos en la Provincia de Yauli y se determinó en 3 etapas:

- La primera referida a la elaboración de materiales de difusión y los contenidos de los cursos de capacitación.
- La segunda a la inclusión en su totalidad de todos los elementos del programa tanto de difusión como de capacitación,
- Y la tercera a la impartición de cursos de capacitación.

A continuación se indica los pasos a seguir para esta estrategia:

- Planificar y organizar la impartición de los talleres.
- Realizar labores de gestión para invitar a los participantes de los grupos de interés tales como: Representantes de los niveles de Gobierno, empresas de manufactura, Organizaciones No Gubernamentales y Empresas recicladoras.
- Integración de los materiales de difusión sobre planes de manejo de residuos eléctricos y electrónicos como:
 - ✓ Elaboración de una guía de plan de manejo.
 - ✓ Elaboración de folletos de difusión.
 - ✓ Elaboración de carteles.
- Elaboración de los contenidos de los cursos de capacitación, que deberá incluir secciones teóricas y prácticas sobre los siguientes temas:
 - ✓ Conceptos básicos sobre los RAEE y su impacto en el ambiente y potencial de reciclaje.
 - ✓ Legislación de los residuos RAEE.
 - ✓ Tecnologías de manejo de residuos electrónicos.
- Organización e impartición de cursos de capacitación en cada distrito sobre la elaboración de planes de manejo de RAEE para representantes de gobiernos de estados y municipios, generadores, distribuidores, comercializadores y recicladores.

CAPÍTULO VII

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal fue elaborar un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) con la finalidad de minimizar el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín.

Los resultados se determinaron mediante: el cálculo de la cantidad, composición, generación y recuperación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; concentración de metales pesados contenidos en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos; análisis químico de la concentración de metales pesados en el suelo y su impacto ambiental en los 10 botaderos de la Provincia de Yauli.

Los resultados encontrados en esta tesis indicaron que un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) minimizará el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, departamento de Junín; ya que estos resultados guarda relación con lo que sostienen Cardozo et al. (2016) y Quintero (2014); donde indicaron que la creciente cantidad de desechos electrónicos es un problema social debido al riesgo inminente de contaminación del ecosistema de sustancias nocivas presentes en estos productos y que el desconocimiento general de la población frente a los riesgos ambientales, trae el inadecuado manejo de los RAEE, además de desconocer sus obligaciones respecto al buen uso, recolección y gestión establecida.

La alta generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) determinado por la cantidad, composición, generación y recuperación de estos, manifestó que existe 17693, 12249, 11516 y 13087 de telefonos moviles, equipos de sonidos, fluorescentes y juguetes electrónicos respectivamente en desuso, en los 10 distritos de la Provincia de Yauli; guarda relación con lo que sostiene Cultura et al. (2013); donde indica que el incremento de residuos electrónicos se debe a una constante innovación tecnológica que supone un aumento del consumo de este tipo de aparatos y un mal tratamiento de los componentes de los aparatos una vez que dejan de utilizarse.

La existencia de altas concentraciones de metales pesados como As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn con concentraciones máximas de 1243.3 kg, 54.4 kg, 4309.1 kg, 4628.0 kg, 8794.0 kg, 122.5 kg, 857.4 kg, 13191 kg, 544.4 kg y 8794.0 kg respectivamente, contenidos en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) generados por la Provincia de Yauli, guarda relación con lo que sostiene Oguchi et al. (2011); donde indica que la composición de cada uno de estos aparatos es influenciada por el avance tecnológico que persiste en el tiempo, y que la proporción de cada uno de estos materiales dependerá del tipo de AEE en cuestión; además, las sustancias contenidas en la gran variedad de AEE respectivamente RAEE son numerosas y varían mucho entre los diferentes aparatos; y que dentro de todos estos componentes los más problemáticos, desde el punto de vista medioambiental, son aquellos que contienen metales pesados tales como mercurio, plomo, cadmio, cromo, sustancias halogenadas como CFCs, PCBs, PVCs, algún retardador de llama o también amianto y arsénico.

La existencia de altas concentraciones de metales pesados como As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn con concentraciones máximas de 294 mg/kg, 78 mg/kg, 28.2 mg/kg, 59 mg/kg, 293 mg/kg, 2.6 mg/kg, 48 mg/kg, 1855 mg/kg, 1.9 mg/kg y 595 mg/kg respectivamente, contenidos en el suelo y con niveles de contaminación por As, Cd, Cu, Hg, Pb y Zn con un factor de contaminación muy alto en el suelo de los 10 botaderos de La Oroya, guarda relación con lo que sostienen: Rashmi & Sirajuddin (2018), Weihua et al. (2017), Seelawut et al. (2016), Surya (2016), Amfo-Otu et al. (2013) y Sampson et al. (2012), donde indicaron que existen concentraciones excesivas de Cd, Cu, Zn y Pb en el suelo; además, determinaron que el nivel de contaminación es extrema en todos los sitios donde se evaluaron estos metales contenidos en el suelo en especial por As, Cd, Hg, Pb, y Zn.

La existencia de un impacto ambiental negativo por la acción “Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” es la que presenta un grado de magnitud de los impactos totales más desfavorables (-73). El factor ambiental más afectado por esta actividad, en cuanto a la magnitud del impacto, es el de la “Calidad del suelo” (-13), y el componente ambiental “Tierra”. En cualquier caso, estos datos son pocos representativos. Al ponderar las magnitudes, los resultados se encontraran más próximos a la realidad. Así, llegamos a la conclusión de que el factor más

afectado por las acciones de esta actividad es el de la “Calidad del Suelo” (-74), y el más favorecido “Desarrollo económico” (+29) generado por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli, guarda relación con lo que sostienen: Cayumil et al. (2016) y Chanove (2016); donde indicaron que al no gestionar técnicamente su eliminación total, existirá un gran peligro que constituye la contaminación del suelo, del aire y del agua con sustancias tóxicas para la salud humana; además, la presencia de muchas personas en los vertederos, gestionando de manera anti técnica este tipo de residuos, con el propósito de obtener de ellos plástico, metales, vidrio y otros materiales, corren un grave riesgo de resultar afectados por las sustancias tóxicas propias de estos aparatos o de las que se producen como resultado de la interacción con el medio ambiente.

Se determinó la relación que existe entre la concentración de metales pesados en los RAEE y la concentración de metales pesados en el suelo de los 10 botaderos de la Provincia de Yauli. En la Tabla 91 se detalla las variables que serán analizadas para verificar el tipo de correlación.

Tabla 91
Variables de correlación.

Parámetros	1 ^{ra} Variable	2 ^{da} Variable
	RAEE (kg/kg)	SUELO (mg/kg)
Arsénico	1670.9	12089.0
Bario	54.4	4548.0
Cadmio	12428.0	868.7
Cromo	10299.1	3353.0
Cobre	26250.0	11561.0
Mercurio	415.0	100.5
Níquel	1552.5	2271.0
Plomo	28170.1	69653.0
Selenio	562.1	86.4
Zinc	14145.9	27267.0

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Nota: Datos obtenidos de las Tablas 66 y 78.

Tabla 92*Resultados de la prueba de normalidad.*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estad.	gl	Sig.	Estad.	gl	Sig.
1 ^{ra} Variable	0.269	10	0.039	0.824	10	0.029
2 ^{da} Variable	0.320	10	0.004	0.659	10	0.000

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** ^a. Corrección de significación de Lilliefors.

- De la **prueba de normalidad** se determinó que la 1^{ra} variable tiene una distribución normal ($p > 0.05$) y la 2^{da} variable una distribución anormal ($p < 0.05$), por lo que para determinar la correlación de esta dos variables se utilizó Spearman.

Tabla 93*Resultados de la correlación de spearman.*

			1 ^{ra}	2 ^{da}
			Variable	Variable
Rho de Spearman	1 ^{ra}	Coeficiente de correlación	1	0.636*
	Variable	Sig. (bilateral)		0.048
		N	10	10
2 ^{da}	Variable	Coeficiente de correlación	0.636*	1
		Sig. (bilateral)	0.048	
		N	10	10

Fuente: Elaboración propia, (2018).**Nota:** *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

- De la **Correlación de Spearman** se determinó que existe una relación lineal positiva fuerte entre las dos variables según el valor del coeficiente de correlación y la significancia ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

En esta tesis se determinó que un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos minimizará el Impacto Ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín, ya que:

- Se calculó que existe 324135 y 85116 de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en toda la Provincia de Yauli respectivamente; además se calculó que la estimación de RAEE generado por año es de 409.94 ton.
- Se determinó las máximas concentraciones de metales pesados contenidos en los RAEE para As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn con valores de 1243.3 kg, 54.4 kg, 4309.1 kg, 4628.0 kg, 8794.0 kg, 122.5 kg, 857.4 kg, 13191 kg, 544.4 kg y 8794.0 kg respectivamente.
- Se determinó las máximas concentraciones de metales pesados contenidos en el suelo para As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se y Zn con valores de 294 mg/kg, 78 mg/kg, 28.2 mg/kg, 59 mg/kg, 293 mg/kg, 2.6 mg/kg, 48 mg/kg, 1855 mg/kg, 1.9 mg/kg y 595 mg/kg respectivamente.
- Se identificó que el impacto ambiental generado por los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la Provincia de Yauli es severo; siendo el factor más afectado la “Calidad del Suelo” (-74), y el más favorecido el “Desarrollo económico” (+29).
- De la prueba estadística se determinó que existe una relación lineal positiva moderada entre las concentraciones de metales pesados contenidos en los RAEE vs las concentraciones de metales pesados contenidos en los SUELOS con un valor de coeficiente de correlación lineal $\rho=0.636$.

Se acepta la Hipótesis General; concluyendo que la ejecución de un Plan de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) minimizará el impacto ambiental generado en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín; ya que los resultados indicaron que la mala administración de estos aparatos causó un impacto ambiental negativo y significativo en la calidad del suelo, ya que el principal problema es el derivado de la movilización de los metales pesados en los botaderos.

RECOMENDACIONES

Del desarrollo de esta tesis se recomienda:

- Realizar un estudio de la calidad del suelo en las áreas (botaderos) restantes de los 9 distritos de la Provincia de Yauli.
- Realizar un estudio de la calidad del agua subterránea en las áreas (botaderos).
- Realizar estudios sobre los impactos y afectación que tiene en la Provincia de Yauli la gestión informal de RAEE, especialmente sobre el suelo, afluentes de agua y en la contaminación del aire, así como sobre la salud de las personas involucradas laboralmente en esta gestión de reciclaje y disposición final.
- Realizar un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) en los sitios donde se están generando impacto ambiental negativo por la actividad de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Realizar un estudio detallado de la gestión en la cadena de generación, recolección, procesamiento y disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Realizar una evaluación ambiental de cada etapa dentro del Plan de Gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Determinar el número de importaciones de aparatos eléctricos y electrónicos a la fecha en la provincia de Yauli.
- Se requiere actualizar las cifras de generación y manejo de RAEE, especificando los porcentajes de material gestionado tanto por el sector formal como el informal, incluyendo la disposición final en los botaderos.
- Las políticas de gestión, normatividad y lineamientos relacionados con el manejo integral de RAEE no deben ser impuestas ni copiadas de otros países sino que deben ser concertadas y desarrolladas junto con los actores nacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Isaac, Blanno de la Vega Ana, Gonzales Juan, Hernández Anahid & Lara Janet, (2010). “Impacto Ambiental de los Residuos Electrónicos. Oficina de Gestión Ambiental y Protección Civil de la UAM Azcapotzalco”.
- Abraham GMS & Parker RJ (2008). “Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand”. *Environ Monit Assess* 136:227–238.
- Abhishek Kumar Awasthi & Jinhui, (2016). “Management of electrical and electronic waste: A comparative evaluation of China and India”. *ScienceDirect*, 434-447.
- Arnal, Justo; Del Rincón, Delio y Latorre, Antonio, (1994). *Investigación educativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona, España: Editorial Labor, SA.
- Breckle S., (1991). “Growth under stress: heavy metals”. En: Waisel, Y., Eshel, A., Kafkaffi, V., (eds.), “Plant roots: the hidden half”, pp. 351-373. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Bureau B&G. 1993. *Analysedocument Projekt Wit – en Bruingoesd (Achtergrond – document)*. Rotterdam.
- Bautista Z. Francisco. (1999). “Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados.” México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán.
- Brantley, S.L.; Goldhaber, M.B. & Ragnarsdottir, K.V. (2007): *Crossing Disciplines and scales to understand the critical zone*. *Elements*, 3, 307-314.
- Castells Xavier Elías & Jurado de Gracia Lorena. (2012). “Los plásticos residuales y sus posibilidades de valoración: Reciclaje de residuos industriales”. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Chanove M. Andrea M., (2016). “Identificación y valoración de impacto de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Arequipa y propuesta de un sistema de gestión de residuos”. Universidad Nacional de San Agustín. *Ingeniería Ambiental*.
- Cayumil R., Khanna, R. Rajarao R., Ikram-ul-Haq M., Mukherjee P.S. and Sahajwalla V., (2016). “Environmental Impact of Processing Electronic Waste –Key Issues and Challenges”. *ePDH online.com*. Chapter 2.
- CCME. (2007). “Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health”. Canadá.

- Chang A.C., Page A.L., Asano, T., (1993). "Developing Human Health-related chemical guidelines for reclaimed wastewater and sewage sludge application in agriculture". World Health Organization (WHO), Geneva.
- Chen, M.; Lena, Q.M. & Harris, W.G. (1999). "Baseline concentrations of 15 trace elements in Florida surface soils". *Journal of Environmental Quality*, 28: 1173-1181.
- Cardoso Geraldo, Cardoso Auro de Jesús & Michelotti Adriano, (2016). "Economic and environmental assessment of recycling and reuse of electronic waste: Multiple case studies in Brazil and Switzerland". *ScienceDirect*, 42-55.
- Cucchiella F, D' Adamo I, Lenny Koh SC, y Col., (2015). "Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 51: 263-272.
- Cultura Maricel V., Aranico Edgardo C., Vedra Sonnie A. & Amparado Jr. Rubén F., (2013). "Utilization and management of electronic goods by different households in Cagayan de Oro City, Philippines". *AES BIOFLUX* 316-327.
- Directiva Europea 2002/96/CE del parlamento europeo y del consejo (2003). "Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)".
- DIGESA, (2004). "Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos". CEPIS/OPS.
- DS N° 001-2012-MINAM, (2012). "Aprueban el Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos". Anexo1 – Definiciones.
- Espinoza Oscar, Villar Libio, Postigo Talía, Villaverde Humberto y Martínez Carlos. (2011). "Diagnóstico del Manejo de los Residuos Electrónicos en el Perú". 2010: IPES – Promoción del Desarrollo Sostenible.
- EMPA – Suiza, (2012). "e-Waste Assessment Methodology Training & Reference Manual". Waste.
- Espinoza Oscar, Villar Libio, Postigo Talía, Villaverde Humberto & Martínez Carlos, (2010). "Diagnóstico del Manejo de los Residuos Electrónicos en el Perú". Waste-IPES.
- Fernández F. Santiago, Cordero S. José María, Córdoba Alejandro, Cordero José M. & Córdoba L. Alejandro, (2002). "Estadística descriptiva". ESIC Editorial.

- Galán H. Emilio & Romero B. Antonio. (2008). “Contaminación de Suelos por Metales Pesados”. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química.
- Greenpeace, (2011). “Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”.
- Gallego José C., (2014). “FP Básica - Montaje y mantenimiento de sistemas y componentes informáticos”. Editex.
- Gobierno de la Rioja, (2016). “Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”. Medio Ambiente.
- Hakanson L. (1980). “An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach”. *Water Res*; 14:975 – 1001.
- Hernández S. Roberto, Fernández C. Carlos, Baptista L. María del Pilar, (2010). “Metodología de la Investigación – 5ta Edición”. The McGraw-Hill.
- INEI, (2015). <https://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>. “Población 2000 al 2015”.
- Kabata-Pendias, A.; Dudka, S.; Chlopecka, A. & Gawinowska, T. (1984). “Background levels and environmental influences on trace metals in soils of the temperate humid zone of Europe”. In: *Biogeochemistry of trace metals* (Adriano, D.C., ed.), Lewis Publishers, Boca Raton, 61-84.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. (1992). “Trace elements in soils and plants”. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida, 365 pp.
- Ley N°27314, (2000). “Ley General de Residuos Sólidos”. Artículo 15 – Clasificación.
- Lundgren Karin, (2012). “The global impact of e-waste: Addressing the challenge”. Safe Work and Sector International Labour Organization.
- Llagas C. Wilmer, (2017). “Análisis de las opciones para la gestión ambientalmente racional de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el Perú”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ley N°303 de información ambiental, (2008). “Informe anual ambiental 2008 – Ciudad de Buenos Aires”. Gob Ciudad de Buenos Aires. Decreto N°1325/06.
- Li XZ, (2012). “Problem and solution in recycling of electronic waste in China”. *Recycle Resource and Circuit Economy* 5: 31–33.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. (1971). “A procedure for evaluating environmental impact”. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

- Lombardi S. Juan & Yuri P. Antonio. (1994). “La Revista Chilena de Cirugía”. Chile: ETHICON.
- Mmereki D., Li B. & Liao W. (2015). Waste electrical and electronic equipment management in Botswana: Prospects and challenges. Faculty of Urban Construction and Environmental Engineering J Air Waste Manag Assoc. 11-26
- Mas Alberto & Azcue José M., (1993). “Metales en sistemas biológicos”. Promociones Publicaciones Universitarias.
- Medio Ambiente, (2006). “Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos”. Editorial Vértice. España.
- MINAM, (2016). “Manejo de RAEE”. Ministerio del Ambiente – Perú.
- MINAM, (2014). “Gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”. Ministerio del Medio Ambiente. 2da Edición.
- MINAM, (2014). “Guía para el Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos”. Viceministerio de Gestión Ambiental. Dirección General de Calidad Ambiental. 1ra Edición.
- Mavropoulos Antonis, Newman David, Agrawal Vivek, Velis Costas, Mavropoulou Niki y Rigas Nikos, (2015). “El caso trágico de los basurales: una amenaza para la salud”. ISWA STC.
- Ministerio del Medio Ambiente – Chile, (2011). “Aprueba Metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos abandonados con presencia de contaminantes”. Resolución Exenta N°1690.
- National Research Council (2001): Basic Research Opportunities in Earth Science. National Academic Press, Washington, D.C.
- Nriagu J.O., (1984). “Changing Metal Cycles and Human Health (Dahlem Konferenzen)”. Springer-Verlag, Berlín.
- Nriagu J.O., (1990). “Global metal pollution. Poisoning the biosphere”. Environment, 32: 7-33.
- NTP-900.064, (2012). “Gestión Ambiental. Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Generalidades”. INDECOPI.
- NTP-900.065, (2012). “Gestión Ambiental. Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Generación, recolección interna, clasificación y almacenamiento. Centros de acopio”. INDECOPI.

- Ochoa M. Marlybell, (2016). “Gestión integral de residuos: Análisis normativo y herramientas para su implementación”. Editorial Universidad del Rosario.
- Oguchi Masahiro, Sakanakura Hirofumi, Terazono Atsushi and Takigami Hidetaka, (2011). “Fate of metals contained in waste electrical and electronic equipment in a municipal waste treatment Process”. ScienceDirect. 96-103.
- Ortiz Uribe Frida. (2003). “Diccionario de Metodología de la Investigación científica”. México: Limusa.
- Pardo B. Mercedes. (2002). La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI: teorías, procesos, metodología. España: Editorial Fundamentos.
- Pookkasorn Sirada & Sharp Alice, (2016). “The Management of Waste from Electrical and Electronic Equipment (WEEE) in Bangkok, Thailand”. International Conference on Biological, Chemical & Environmental Sciences.
- Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Yauli – Junín 2012 – 2021 (2011). Consultor: Mg. Papias Taquiri Carhuancho.
- Plan Vial Yauli – La Oroya, (2008).
- PIGARS Yauli, (2007). “Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos”. <http://es.calameo.com/books/002625941f4f1ce1c8c11>.
- Paredes C. Edith C., (2016). “Propuesta de un plan de gestión para el manejo de residuos informáticos en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna”. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Quintero B. Sandra, (2014). “Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá – Colombia”. Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramón Frías Teresa. (2006). “XVI Verano de la Investigación Científica 2006”. México: Univ. J. Autónoma de Tabasco.
- Ramón R. Luz. (2017). “Gestión de proyectos de instalaciones de telecomunicaciones”. España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Rashmi Makkar Panwar & Sirajuddin Ahmed, (2018). “Assessment of contamination of soil and groundwater due to e-waste handling”. Research Articles. Department of Civil Engineering.

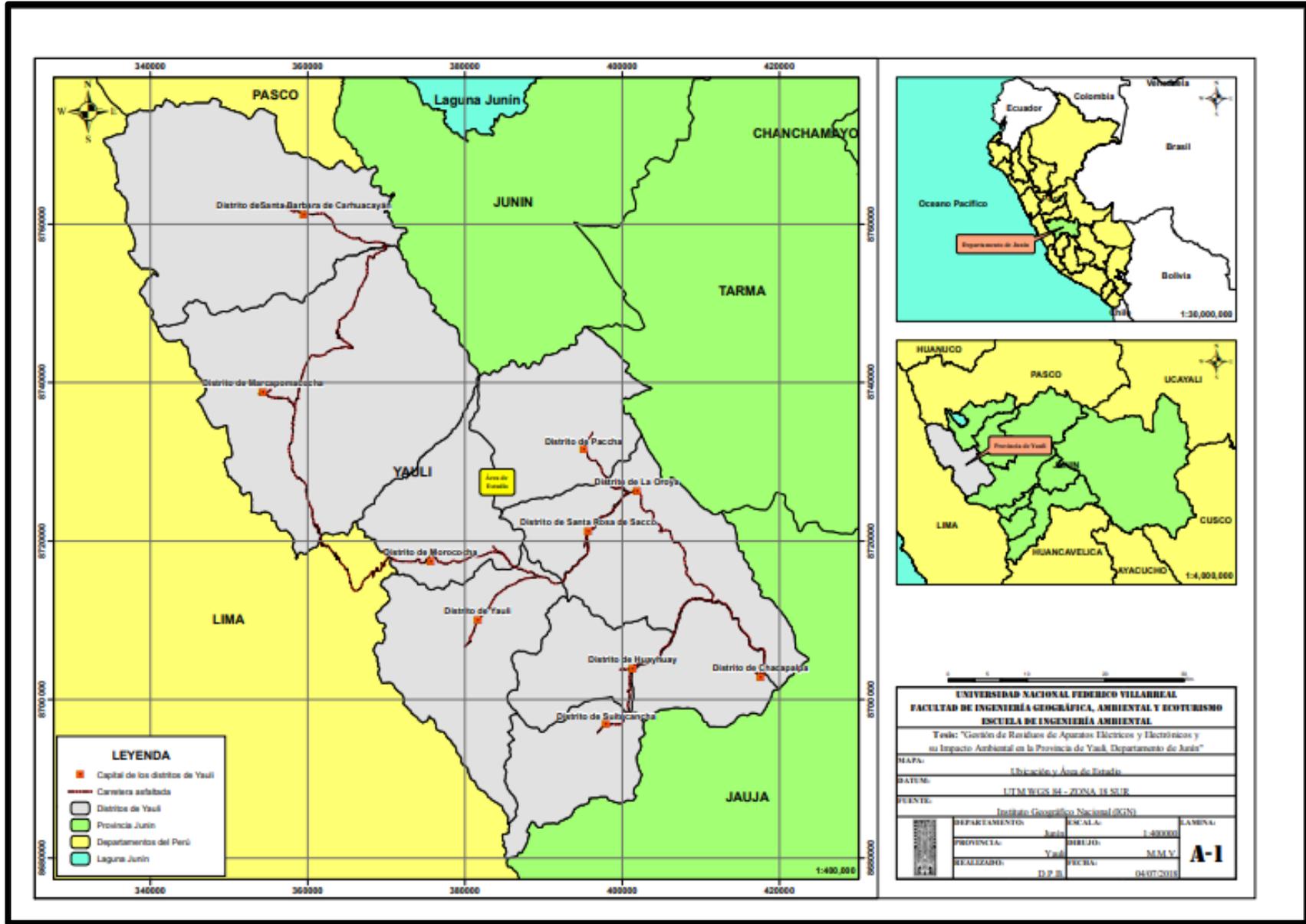
- Richard Amfo-Otu, John Kwesi Bentum & Stephen Omari, (2013). "Assessment of Soil Contamination through E-Waste Recycling Activities in Tema Community One". *Environment and Pollution*. Vol. 2, No. 2; 2013.
- Rodríguez L., Gonzáles N., Reyes, L. & Torres, A., (2013). "Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas". *Revista S&T*, 11(24), 39-53.
- Real Decreto 110/2015, (2015). "Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos". *Boletín Oficial del Estado*. España.
- Real Decreto 208/2005, (2005). "Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos". *Boletín Oficial del Estado*. España.
- Ruiz Morales Álvaro & Morillo Zárate Luis Enrique. (2004). "Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada". Colombia: Editorial medica panamericana.
- Ryan J.A. & Chaney R.L., (1997). "Issues of risk assessment and its utility in development of soil standards: the 503 methodology an example". En: Prost R. (ed.), "Contaminated soils". INRA 85. INRA, Paris.
- Surya Prakash Dwivedi, (2016). "Appraising the Heavy Metal Contamination of Surface Dust from Waste Electrical and Electronic Equipment (E-Waste) Recycling Sites in Moradabad, India". *ResearchGate*.
- Seelawut Damrongsiri, Sujitra Vassanadumrongdee and Puntita Tanwattana. (2016). "Heavy metal contamination characteristic of soil in WEEE (waste electrical and electronic equipment) dismantling community: a case study of Bangkok, Thailand". *Research Article. Environ Sci Pollut Res*.
- Sahand Jorfi, Rohangiz Maleki, Neemat Jaafarzadeh and Mehdi Ahmadi. (2017). "Pollution load index for heavy metals in Mian-Ab plain soil, Khuzestan, Iran". *ScienceDirect*. 584–590.
- Salminen, R. & Tarvainen, T. (1997). "The problem of defining geochemical baselines. A case study of selected elements and geological materials in Finland". *Journal of Geochemical Exploration*, 60: 91-98.
- Sampson M. Atiemo, Francis G. Oforu, I.J. Kwame Aboh & H. Kuranchie-Mensah, (2012). "Assessing the Heavy Metals Contamination of Surface Dust from Waste Electrical and Electronic Equipment (E-waste) Recycling Site in Accra, Ghana". *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 605-611.

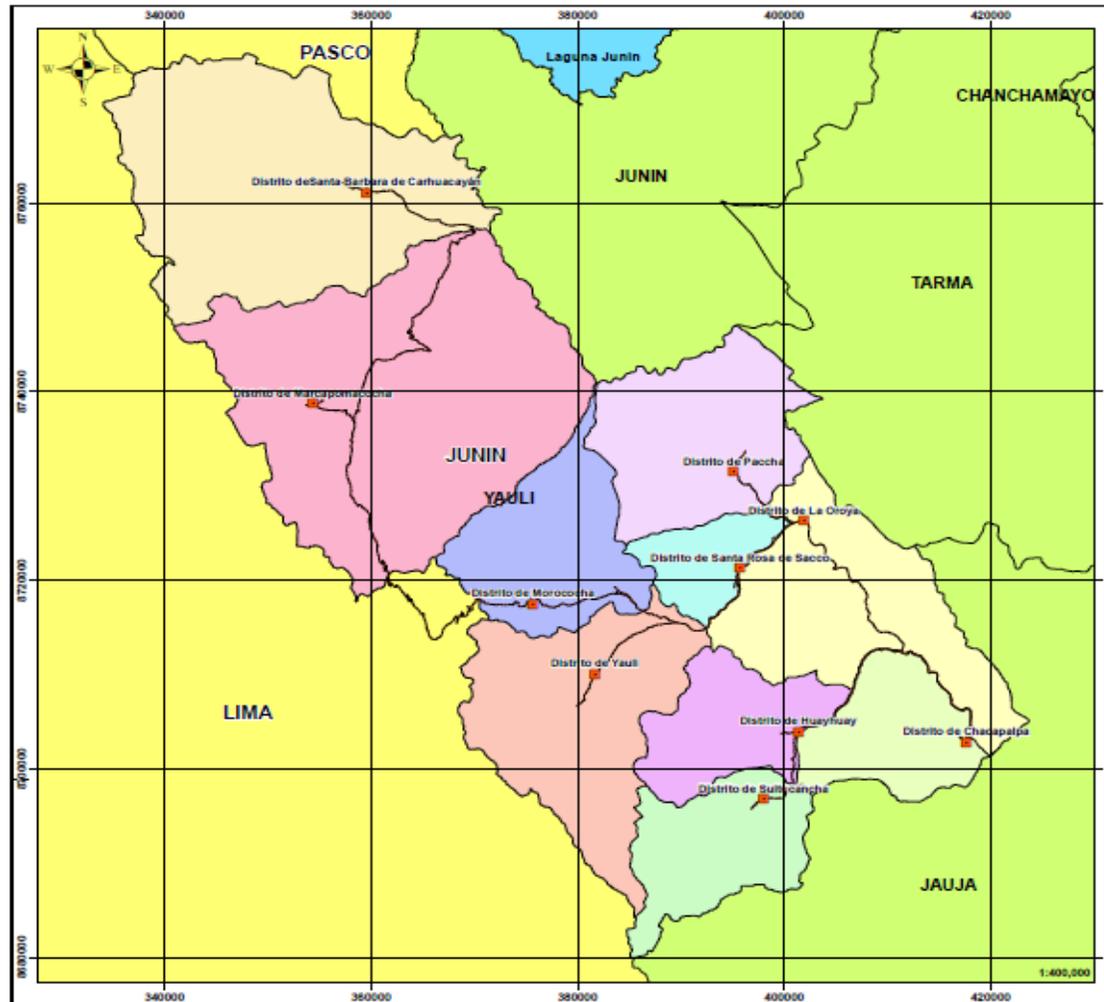
- Seelawut Damrongsiril, Sujitra Vassanadumrongdee and Puntita Tanwattana, (2016). "Heavy metal contamination characteristic of soil in WEEE (waste electrical and electronic equipment) dismantling community: a case study of Bangkok, Thailand". *Environ Sci Pollut Res*. SpringerLink.
- Sposito Von G. (1989). *The Chemistry of Soils*. UK: Oxford University Press.
- Torretta V., Ragazzi M., Istrate IA, Rada EC. (2013). "Management of waste electrical and electronic equipment in two EU countries: a comparison". *Department of Science and High Technology Waste Manag.* 117-22
- Tiller K.G., (1989). "Heavy metals in soils and their environmental significance". *Advances in soil Science*, 9: 113-141.
- Tomlinson, D.L., J.G. Wilson, CR. Harris and D.W. Jeffrey, (1980). "Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index". *Helgol. Meeresunters.*, 33: 566-575.
- Vivanco Manuel, (2005). "Muestreo Estadístico. Diseño y Aplicaciones". Editorial Universitaria.
- Wilson Denise, (2016). "How does e-waste contaminate soil". *WEEE: Waste Electrical and Electronic Equipment*. University of Washington.
- Weihua Gu, Jianfeng Bai¹, Haiyan Yao, Jing Zhao, Xuning Zhuang, Qing Huang, Chenglong Zhang and JingWei Wang, (2017). "Heavy metals in soil at a waste electrical and electronic equipment Processing area in China". *Waste Management & Research*, 1-9.

ANEXOS

Anexo A

“MAPAS”





Districtos	Área (km ²)	Altitud (m.s.n.m)
La Oroya	388.42	3745
Santa Rosa de Sacco	101.09	3845
Yauli	424.16	4100
Suñacancha	216.47	4255
Santa Bárbara de Carhuacayan	646.29	4137
Paccha	323.69	3742
Morococha	265.67	4750
Marcapomacocha	888.56	4415
Huayhuay	179.94	3970
Chacapalpa	183.06	3748

Legenda

- Capital de los distritos de Yauli
- Carretera asfaltada

Districtos de la Provincia de Yauli

- Chacapalpa
- Huayhuay
- La Oroya
- Marcapomacocha
- Morococha
- Paccha
- Santa Bárbara de Carhuacayan
- Santa Rosa de Sacco
- Suñacancha
- Yauli

0 5 10 20 30 Km

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

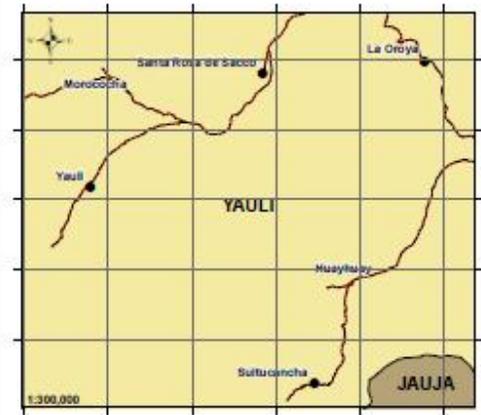
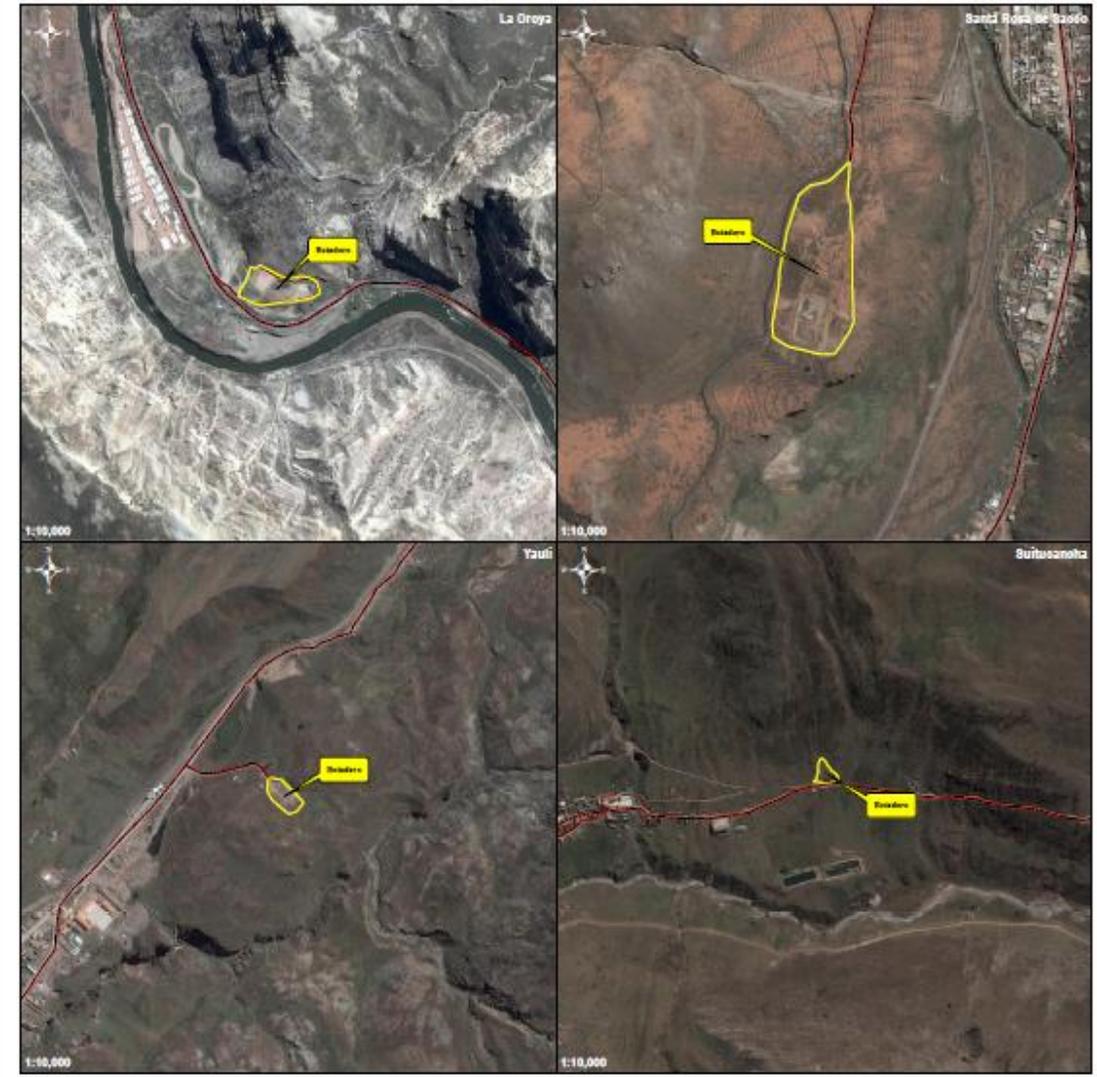
Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

MAPA: Districtos de la Provincia de Yauli

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

DEPARTAMENTO:	Junín	ESCALA:	1:400,000	LAMINA:	A-2
PROVINCIA:	Yauli	DIRECCIÓN:	M.M.V.		
REALIZADO:	D.P.R.	FECHA:	04/07/2018		



Botaderos	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m)	Area (ha)
La Oroya	406640	8719899	5680	1.00
Santa Rosa de Sacco	395043	8719002	3932	5.00
Yauli	382665	8710909	4113	0.50
Sullucancha	398719	8696957	4285	0.10

Leyenda

Botaderos

- La Oroya
- Santa Rosa de Sacco
- Sullucancha
- Yauli
- Carretera asfaltada
- Área



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

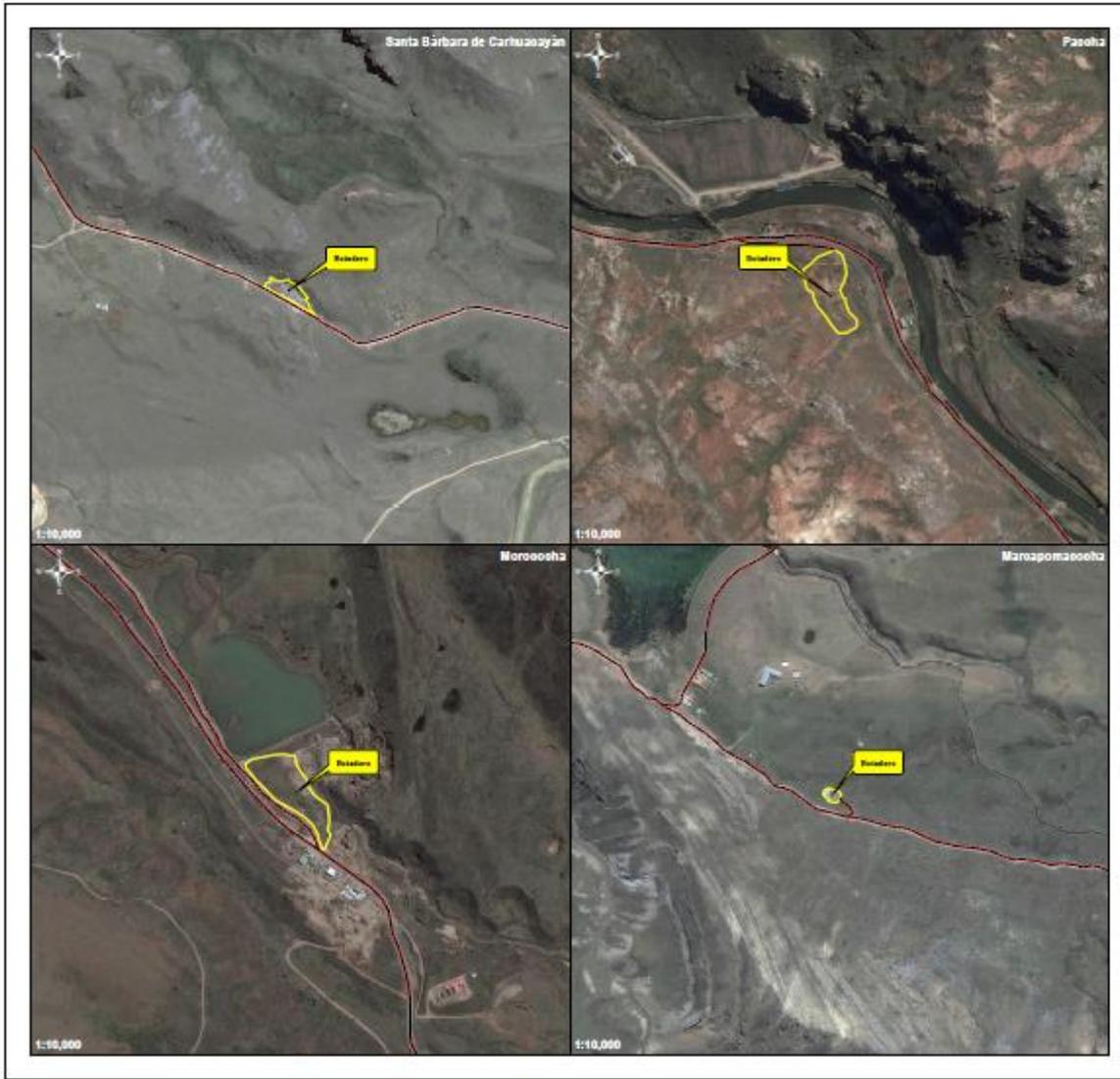
Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

IMAGEN: Botaderos I

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO: Junín	ESCALA: 1:30000	LAMINA: A-3
PROVINCIA: Yauli	DIBUJO: M.M.V	
REALIZADO: D.P.B	FECHA: 04/07/2018	



Botaderos	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m)	Área (ha)
Santa Bárbara de Carhuacayán	358058	8761697	4148	0.50
Paccha	396632	8730057	3757	1.00
Morococha	385385	8717754	4225	2.00
Marcapomacocha	355110	8738277	4438	0.10

Leyenda

Botaderos

- Marcapomacocha
- Morococha
- Paccha
- Santa Bárbara de Carhuacayán
- Carretera asfaltada
- Área

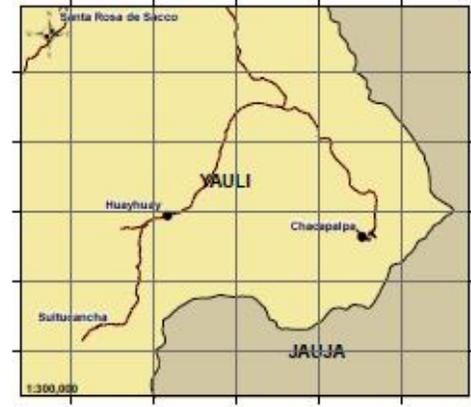


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

IMAGEN: Botaderos II
 DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR
 FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO:	Junín	ESCALA:	1:30000	LÁMINA: A-4
PROVINCIA:	Yauli	DIBUJO:	M.M.V.	
REALIZADO:	D.F.R.	FECHA:	04/07/2018	



Botaderos	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m)	Area (ha)
Huayhuay	402954	8704690	3932	0.50
Chacapalpa	417071	8703212	3832	0.10

Leyenda

Botaderos

- Chacapalpa
- Huayhuay
- Carretera asfaltada
- Área

0 50 100 150 200 250

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

IMAGEN: Botaderos III

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO:	Junín	ESCALA:	1:5000	LÁMINA:	A-5
PROVINCIA:	Yauli	DIRECCIÓN:	MMUV.		
REALIZADO:	D.P.R.	FECHA:	04/07/2018		

archivos desde cualquier dispositivo.



Distritos	Área (ha)	Número de Puntos
La Oroya	1.0	9
Santa Rosa de Sacco	5.0	23
Yauli	0.5	6
Suñacancha	0.1	4
Santa Bárbara de Carhuacayán	0.5	6

0 40 80 120 160 200

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

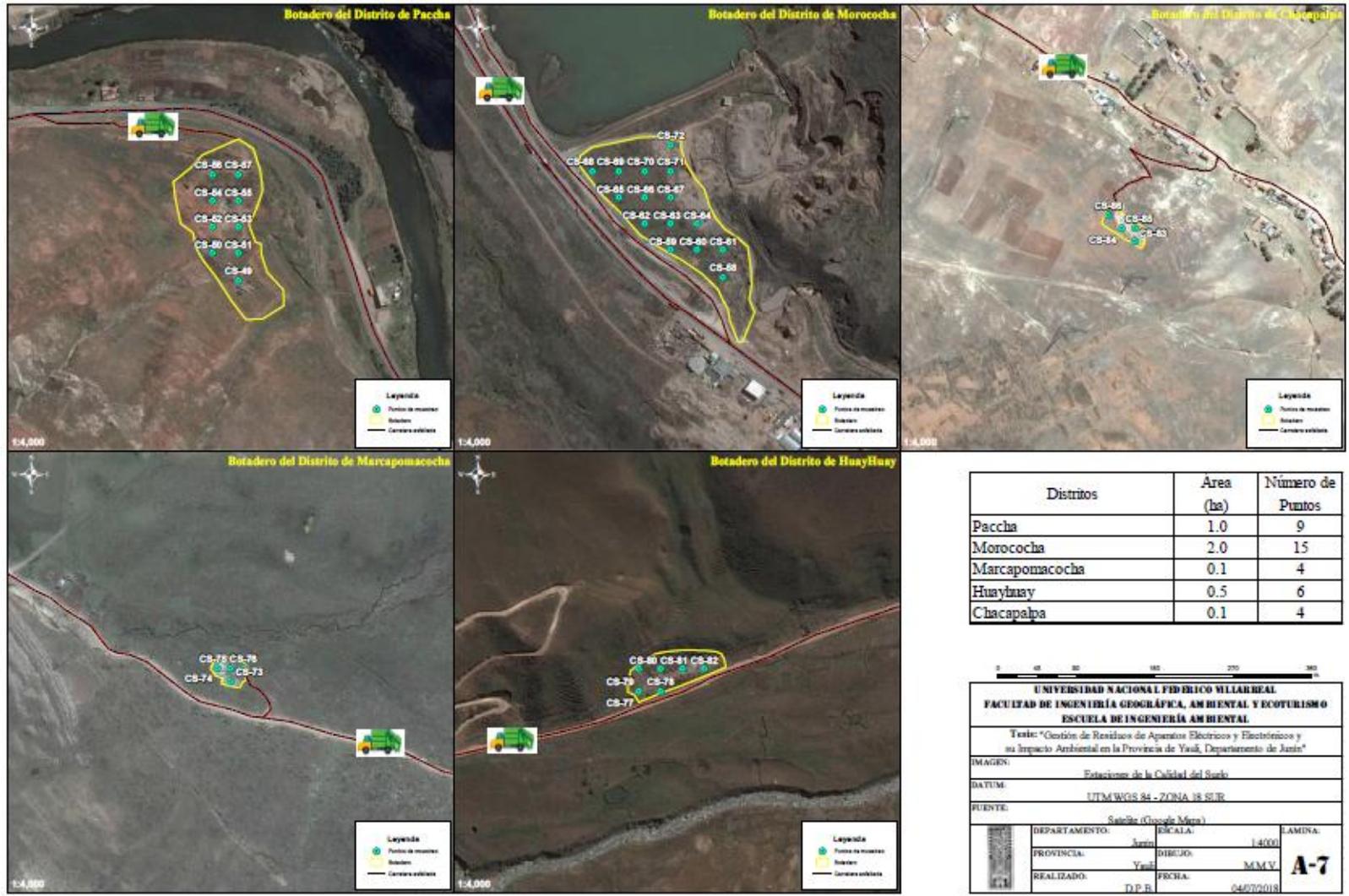
Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

IMAGEN: Estaciones de la Calidad del Suelo

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 S U.T.R.

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO: Junín	ESCALA: 1:4000	LAMINA: A-6
PROVINCIA: Yauli	DIRECCIÓN: M.M.V.	
REALIZADO: D.P.R.	FECHA: 04/07/2018	



Districtos	Area (ha)	Número de Puntos
Paccha	1.0	9
Morococha	2.0	15
Marcapomacocha	0.1	4
Huayhuay	0.5	6
Chacapalpa	0.1	4

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
 ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

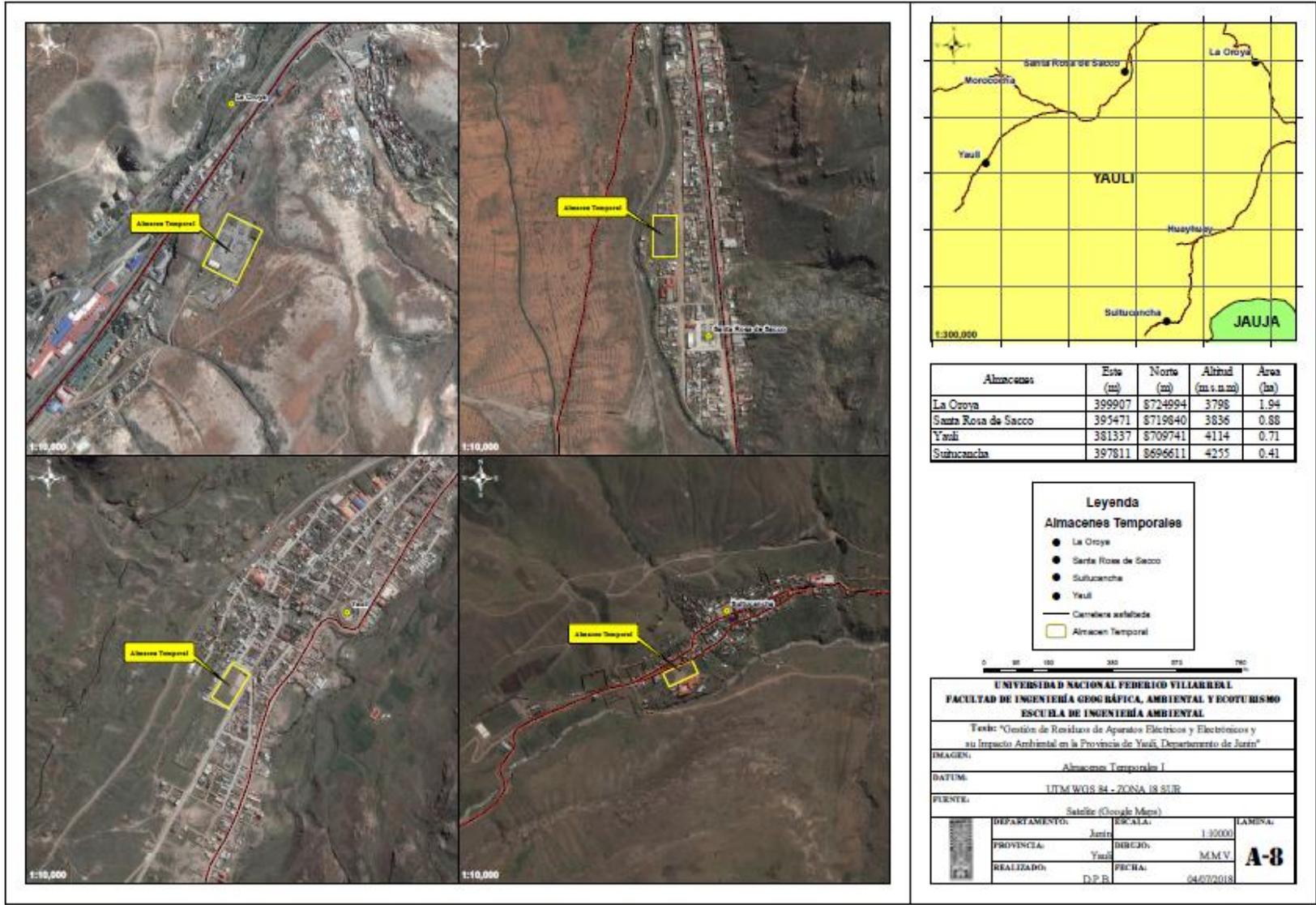
Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauk, Departamento de Junín"

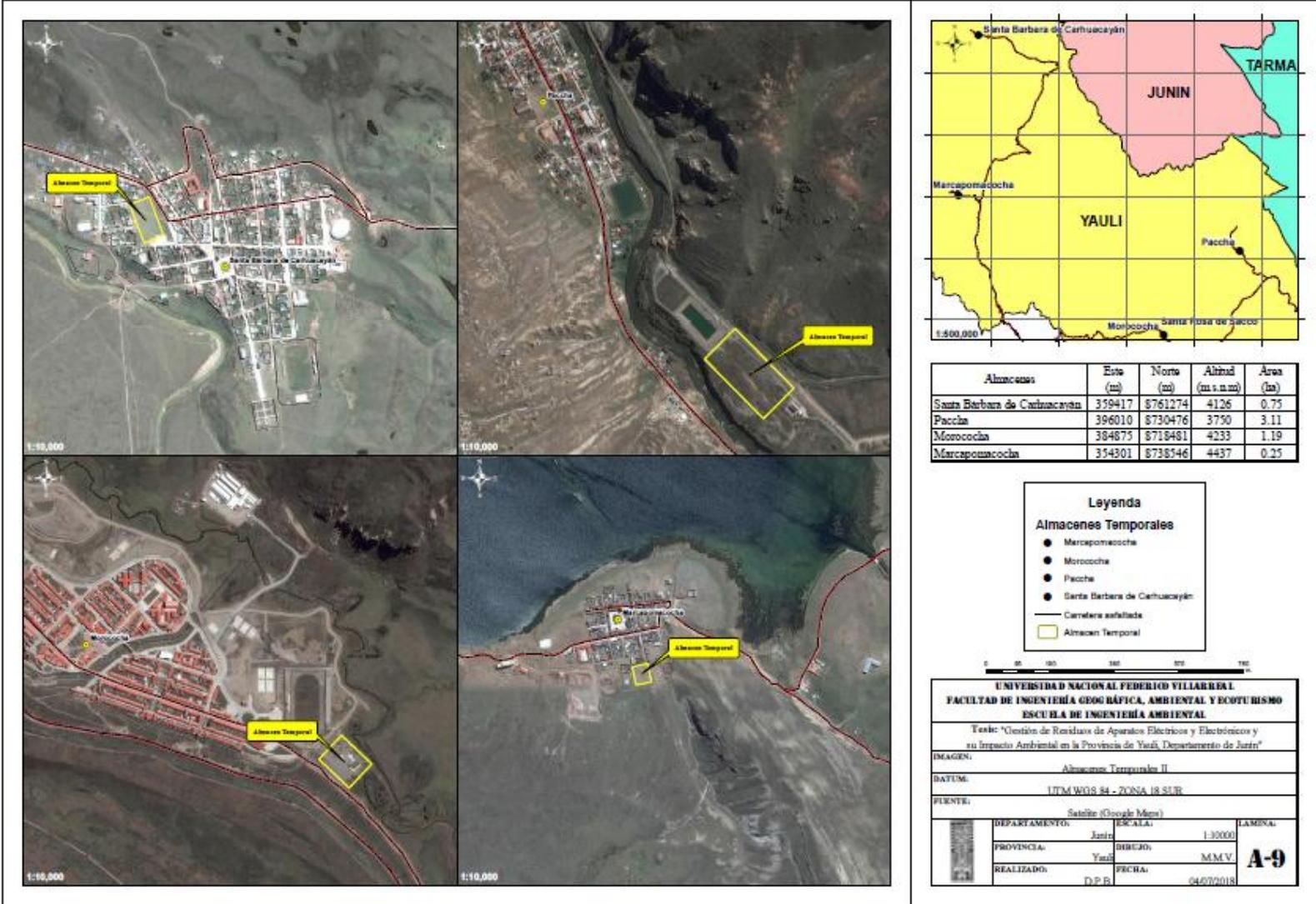
IMAGEN: Estaciones de la Calidad del Suelo

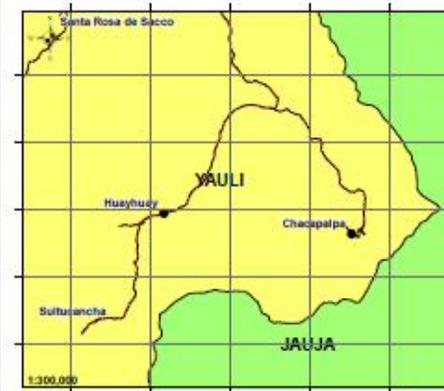
DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO:	Junín	ESCALA:	1:4000	LAMINA:	A-7
PROVINCIA:	Yauk	DIBUJO:	MMV		
REALIZADO:	D.P.R.	FECHA:	04/07/2018		







Almacenes	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m s.n.m)	Área (ha)
Huayhuay	401810	8704447	3957	1.30
Chacapalpa	417575	8703020	3749	0.29

Leyenda

Botaderos

- Chacapalpa
- Huayhuay
- Trocha
- Almacén Temporal



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Jaena"

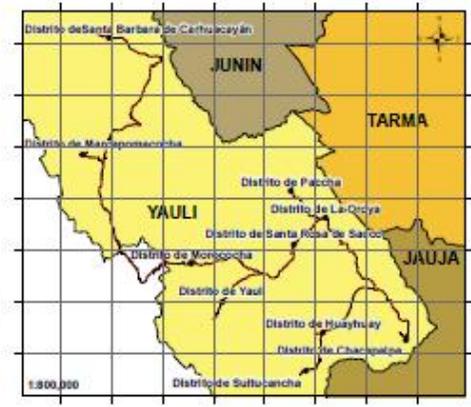
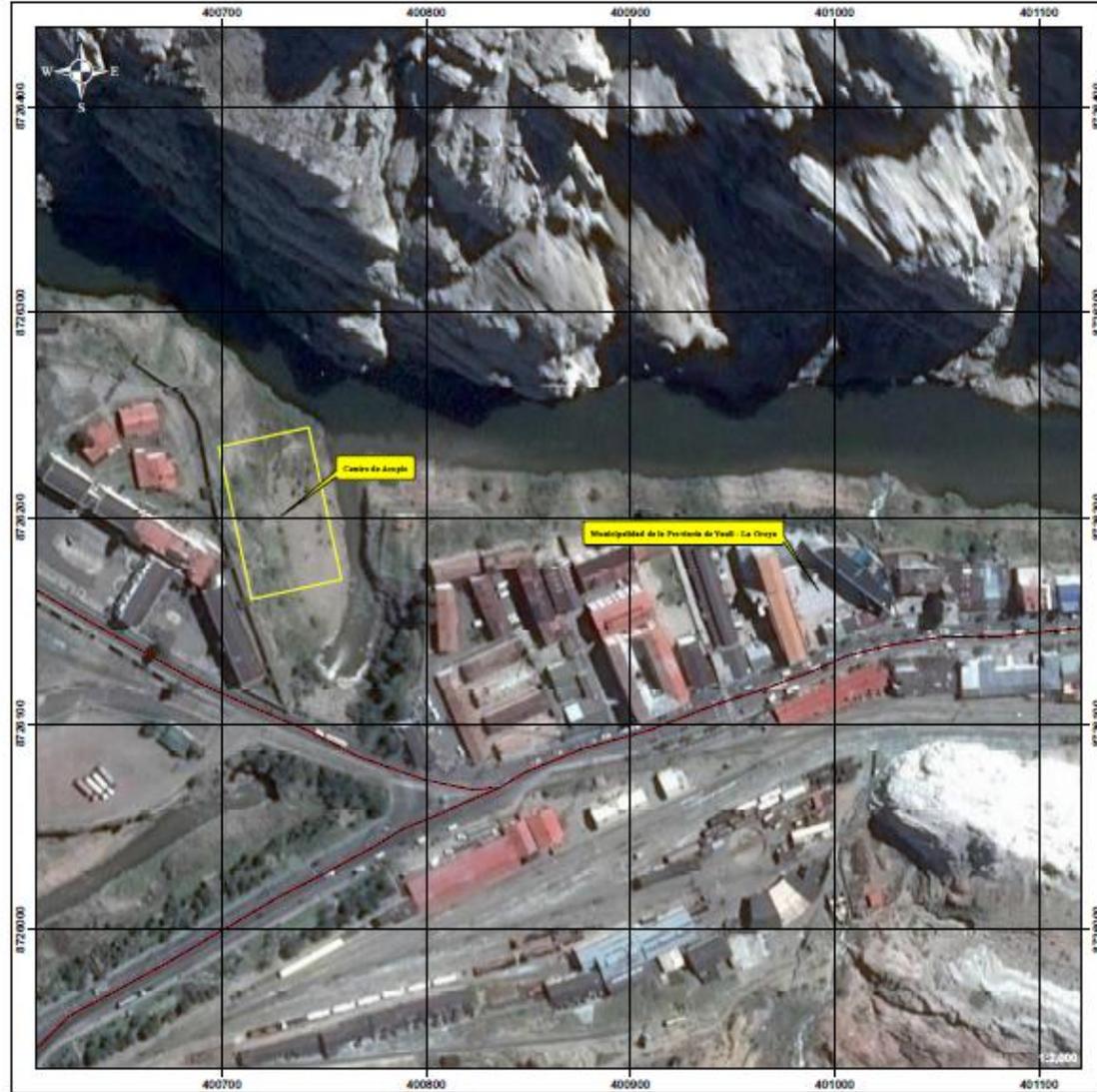
IMAGEN: Almacenes Temporales III

DATUM: UTM WGS 84 - ZONAS 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO:	Jaena	ESCALA:	1:30000
PROVINCIA:	Yauli	DIRECCIÓN:	M.M.V.
REALIZADO:	D.P.E.	FECHA:	04/07/2018

A-10



Zona	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m)	Área (ha)
Centro de Acopio	400729	8726201	3722	0.34

Leyenda

- Capital de los distritos de Yauli
- Carretera asfaltada
- Punto de Acopio

0 25 50 100 150

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

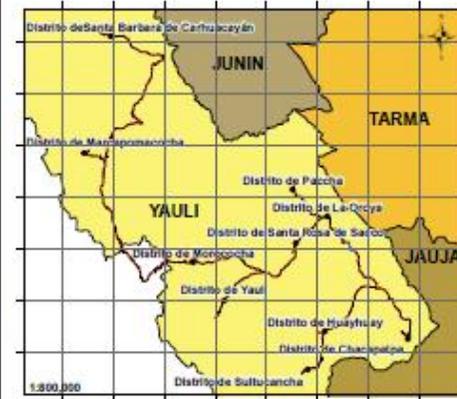
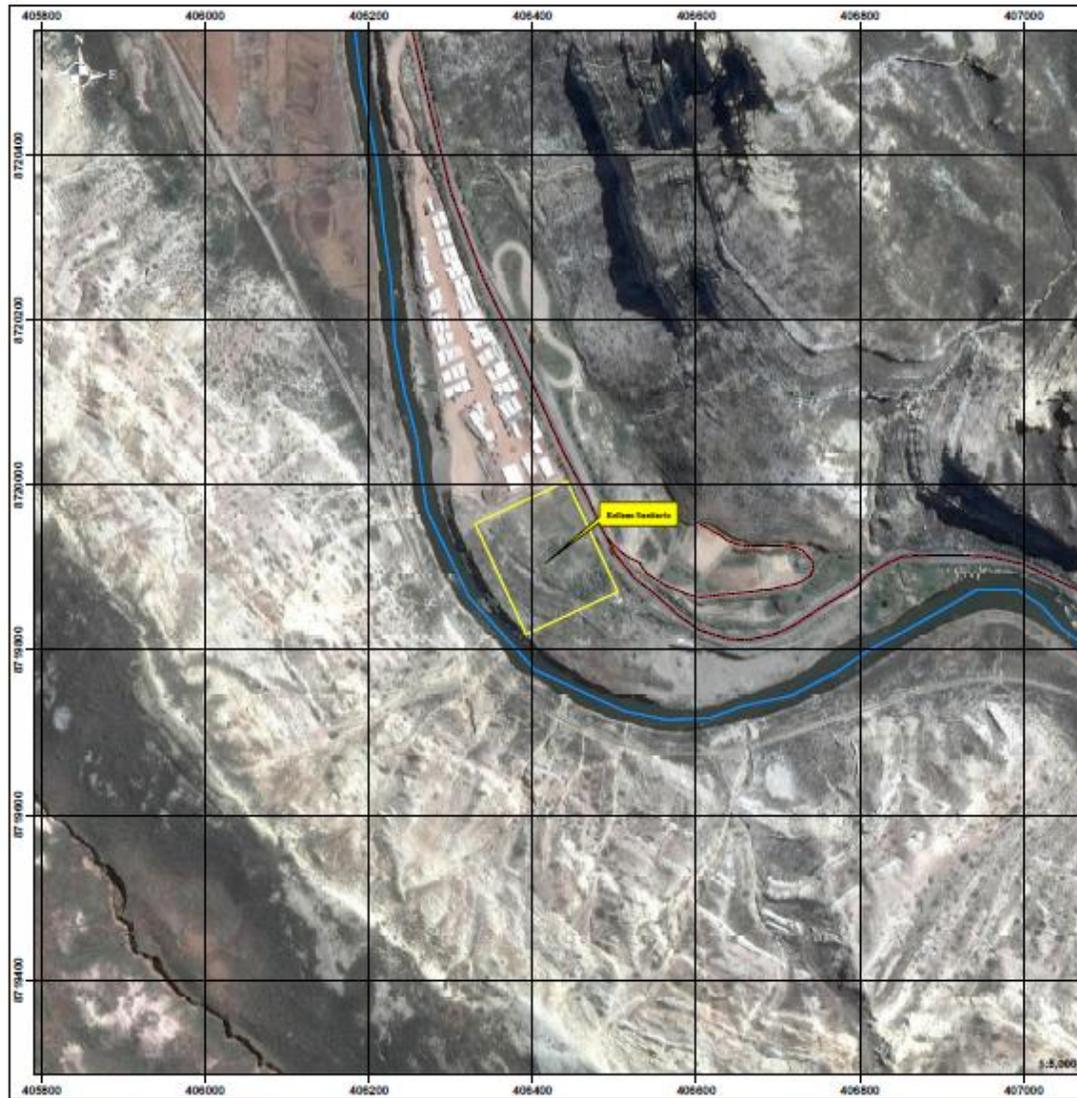
Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

MAPA: Centro de Acopio

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO:	Junín	ESCALA:	1:2000	LAMINA:	A-11
PROVINCIA:	Yauli	DISEÑO:	M.M.V.		
REALIZADO:	D.P.R.	FECHA:	04/07/2018		



Zona	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m sn.m)	Área (ha)
Releno Sanitario	406417	8719913	3665	1.83

Legenda

- Río
- Carretera asfaltada
- Releno Sanitario

0 50 100 200 300

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

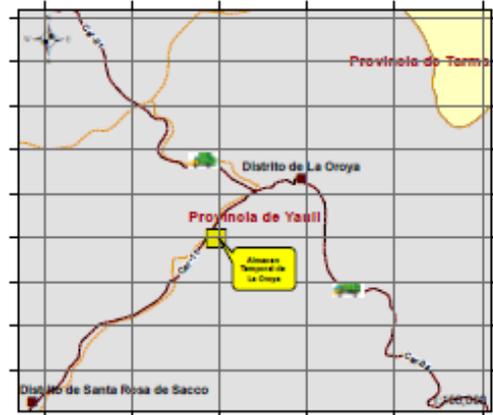
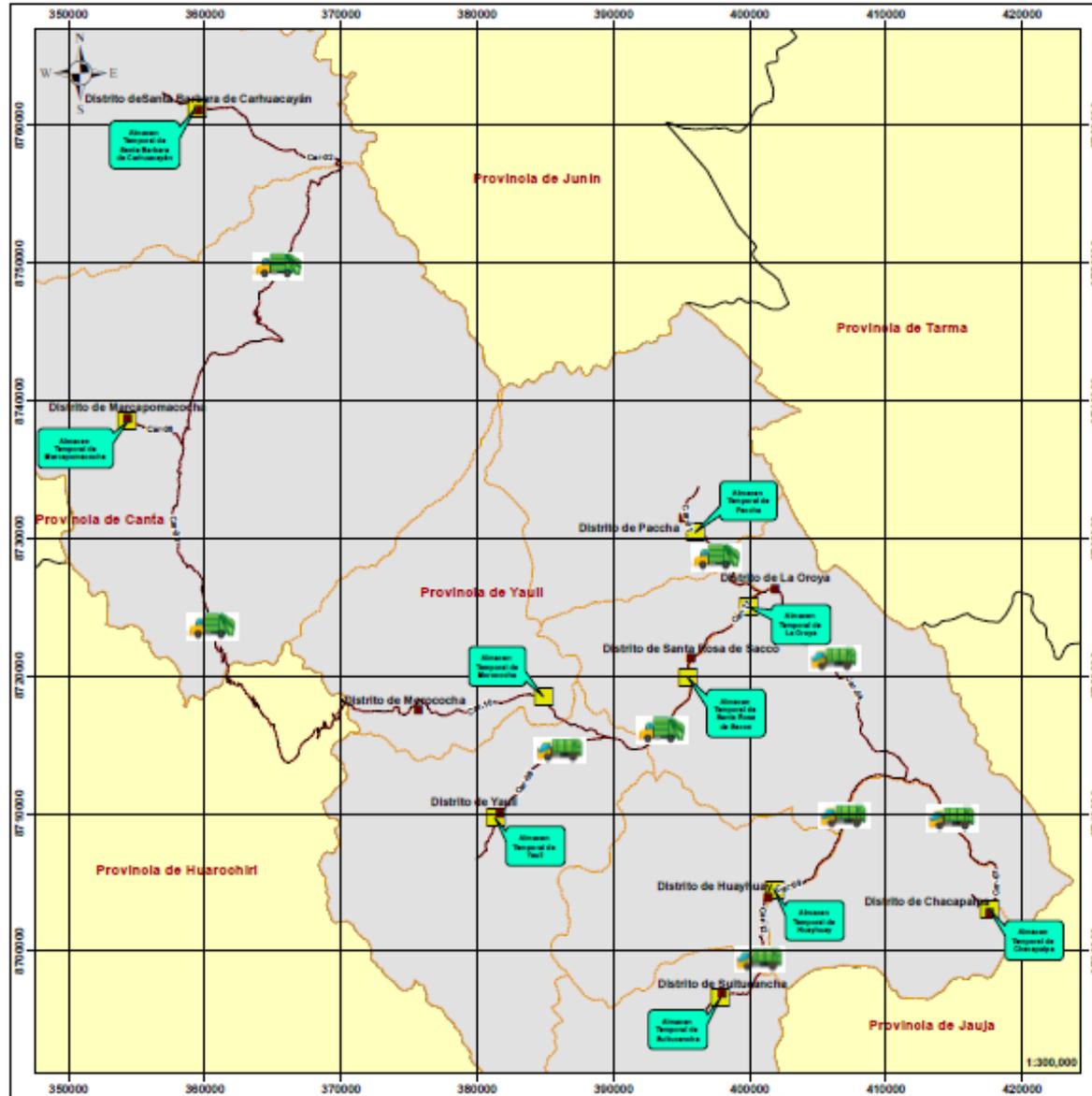
Título: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

MAPA: Releno Sanitario

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO: Junín	ESCALA: 1:5000	A-12
PROVINCIA: Yauli	DIRECCIÓN: M.M.V.	
REALIZADO: D.P.R.	FECHA: 04/07/2018	



Descripción	Carrteras	Distancia (Km)
Santa Bárbara de Carhuacayán - La Oroya	Car-02 + Car-03 + Car-10 + Car-11	138.79
Marcapomacocha - La Oroya	Car-06 + Car-03 + Car-10 + Car-11	94.96
Maracocha - La Oroya	Car-10 + Car-11	35.41
Yauli - La Oroya	Car-08 + Car-11	33.18
Santa Rosa de Sacco - La Oroya	Car-11	7.34
Paocha - La Oroya	Car-01	11.6
Sullacuáncha - La Oroya	Car-12 + Car-09 + Car-04	49.5
Chacapalpa - La Oroya	Car-09 + Car-04	39.99
Huayhuasi - La Oroya	Car-07 + Car-04	37.43

Leyenda

- Capital de los distritos de Yauli
- Almacenes temporales
- Carretera central
- Distritos de Yauli
- Provincias



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis: "Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y su Impacto Ambiental en la Provincia de Yauli, Departamento de Junín"

MAPA: Estructura del Plan de Gestión

DATUM: UTM WGS 84 - ZONA 18 SUR

FUENTE: Satélite (Google Maps)

DEPARTAMENTO:	Junín	ESCALA:	1:300000	LÁMINA:	A-13
PROVINCIA:	Yauli	DIRECCIÓN:	M.M.V.		
REALIZADO:	D.P.B.	FECHA:	04/07/2018		

Anexo B

“CÁLCULOS”

CONCENTRACIONES MEDIAS DE METALES PESADOS EN LOS BOTADEROS DE LOS 10 DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE YAULI

Distritos	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo	Cobre	Mercurio	Niquel	Plomo	Selenio	Zinc
La Oroya	156	56	14.9	43	129	2.3	23	1246	1.4	355
Santa Rosa de Sacco	152	45	22.6	43	131	1.2	23	1449	1.6	456
Yauli	239	51	1.1	30	242	1.1	30	641	0.6	233
Suitucancha	10	50	0.8	26	34	0.8	24	57	0.7	94
Carhuacayan	8	41	1.2	35	24	0.2	14	55	0.3	53
Paccha	192	71	18.6	42	150	2.2	15	1324	1.3	560
Morococha	253	48	1.1	32	245	0.8	43	536	0.6	356
Marcapomacocha	11	76	1.2	54	35	0.4	26	47	0.8	45
Huayhuay	11	55	0.7	35	45	0.4	24	54	0.6	85
Chacapalpa	8	64	1.3	49	57	1.2	35	63	0.4	103
Nivel de Fondo	7.2	580	0.35	54	25	0.09	19	19	0.39	60

FACTOR DE CONTAMINACIÓN

Distritos	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo	Cobre	Mercurio	Niquel	Plomo	Selenio	Zinc
La Oroya	21.7	0.1	42.6	0.8	5.2	25.6	1.2	65.6	3.6	5.9
Santa Rosa de Sacco	21.1	0.1	64.6	0.8	5.2	13.3	1.2	76.3	4.1	7.6
Yauli	33.2	0.1	3.1	0.6	9.7	12.2	1.6	33.7	1.5	3.9
Suitucancha	1.4	0.1	2.3	0.5	1.4	8.9	1.3	3.0	1.8	1.6
Carhuacayan	1.1	0.1	3.4	0.6	1.0	2.2	0.7	2.9	0.8	0.9
Paccha	26.7	0.1	53.1	0.8	6.0	24.4	0.8	69.7	3.3	9.3
Morococha	35.1	0.1	3.1	0.6	9.8	8.9	2.3	28.2	1.5	5.9
Marcapomacocha	1.5	0.1	3.4	1.0	1.4	4.4	1.4	2.5	2.1	0.8
Huayhuay	1.5	0.1	2.0	0.6	1.8	4.4	1.3	2.8	1.5	1.4
Chacapalpa	1.1	0.1	3.7	0.9	2.3	13.3	1.8	3.3	1.0	1.7

MATRIZ DE LEOPOLD

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Acciones del Proyecto			Impacto Total	
		Producción de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Uso de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Magnitud e Importancia	Ponderado
Tierra	Calidad del Suelo	-3 2	-3 4	-7 8	-13 -	-74 -
	Disminución de la fertilidad	-3 1	-1 1	-5 7	-9 -	-39 -
Flora	Reducción de Microflora	-1 1	-1 1	-6 5	-8 -	-32 -
Fauna	Reducción de Microfauna	-1 1	-1 1	-8 6	-10 -	-50 -
Agua	Calidad del agua (subterránea)	-1 1	-3 1	-5 7	-9 -	-39 -
Aire	Calidad del aire (gases y partículas)	-4 5	-4 3	-3 5	-11 -	-47 -
Estéticos	Degradación del paisaje	-5 4	-1 1	-5 6	-11 -	-51 -
	Calidad visual			-3 2	-3 -	-6 -
Flora	Perdida de flora	-1 1	-1 1	-6 5	-8 -	-32 -
Fauna	Perdida de fauna	-1 1	-1 1	-8 6	-10 -	-50 -
Nivel Cultural	Salud y seguridad	-4 5	-3 5	-5 6	-12 -	-65 -
	Desarrollo económico	3 5	5 4	-3 2	5 -	29 -
	Nivel de ingresos	3 4	1 3	-3 4	1 -	3 -
	Calidad de vida	3 5	5 5	-3 4	5 -	28 -
	Empleo	5 5	1 2	-3 4	3 -	15 -
Impacto Total	Magnitud e Importancia	-10 -	-7 -	-73 -	- -	- -
	Ponderado	-7	2	-405	-	-410

MATRIZ DE CONESA

Factores ambientales afectados		±	i	Ex	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Calificación
Tierra	Calidad del Suelo	-1	8	1	4	4	2	2	4	4	2	4	-52	Severo
	Disminucion de la fertilidad	-1	8	1	4	4	2	1	4	4	4	4	-53	Severo
Flora	Reduccion de Microflora	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Fauna	Reduccion de Microfauna	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Agua	Calidad del agua (subterranea)	-1	1	4	4	4	2	2	4	4	2	4	-37	Moderado
Aire	Calidad del aire (gases y particulas)	-1	1	4	4	4	2	2	4	4	2	4	-37	Moderado
Esteticos	Degradacion del paisaje	-1	4	1	1	4	4	1	1	4	4	8	-41	Moderado
	Calidad visual	-1	4	1	4	2	1	1	1	1	4	1	-29	Moderado
Flora	Perdida de flora	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Fauna	Perdida de fauna	-1	4	1	4	4	1	1	1	4	4	2	-35	Moderado
Nivel Cultural	Salud y seguridad	-1	1	1	4	4	4	4	4	1	2	8	-36	Moderado
	Desarrollo economico	1	8	2	2	4	2	4	1	4	1	2	48	Nulo
	Nivel de ingresos	1	4	1	2	4	2	2	1	4	4	2	35	Nulo
	Calidad de vida	1	4	1	2	4	2	2	1	4	4	2	35	Nulo
	Empleo	1	4	1	2	4	2	2	1	4	4	2	35	Nulo

INDICE DE CARGA DE CONTAMINACIÓN & GRADO DE CONTAMINACIÓN

Distritos	Arsénico	Bario	Cadmio	Cromo	Cobre	Mercurio	Níquel	Plomo	Selenio	Zinc	Producto	PLI	Suma	G _{cont}
La Oroya	21.7	0.1	42.6	0.8	5.2	25.6	1.2	65.6	3.6	5.9	16460469.82	5.3	172.3	17.23
Santa Rosa de Sacco	21.1	0.1	64.6	0.8	5.2	13.3	1.2	76.3	4.1	7.6	21516081.36	5.4	194.3	19.43
Yauli	33.2	0.1	3.1	0.6	9.7	12.2	1.6	33.7	1.5	3.9	230509.24	3.4	99.6	9.96
Suitucancha	1.4	0.1	2.3	0.5	1.4	8.9	1.3	3.0	1.8	1.6	22.53	1.4	22.3	2.23
Carhuacayan	1.1	0.1	3.4	0.6	1.0	2.2	0.7	2.9	0.8	0.9	0.72	1.0	13.7	1.37
Paccha	26.7	0.1	53.1	0.8	6.0	24.4	0.8	69.7	3.3	9.3	28415578.34	5.6	194.2	19.42
Morococha	35.1	0.1	3.1	0.6	9.8	8.9	2.3	28.2	1.5	5.9	326855.92	3.6	95.5	9.55
Marcapomacocha	1.5	0.1	3.4	1.0	1.4	4.4	1.4	2.5	2.1	0.8	18.47	1.3	18.6	1.86
Huayhuay	1.5	0.1	2.0	0.6	1.8	4.4	1.3	2.8	1.5	1.4	10.90	1.3	17.4	1.74
Chacapalpa	1.1	0.1	3.7	0.9	2.3	13.3	1.8	3.3	1.0	1.7	113.15	1.6	29.2	2.92

Anexo C

“INFORMES DE ENSAYO”

Anexo D

“ENCUESTAS”

Encuesta N° 1

Nombre del entrevistado: _____

Teléfono: _____

Dirección: _____

Lugar de la entrevista: _____

I. INTRODUCCION

N	Preguntas	Respuesta/Asistida
1	Cuántas personas viven en su hogar	
2	Con que servicios básicos cuenta en su hogar	(Luz, agua, desagüe, internet, cable) N:
3	Sabe usted que son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Si () No ()
4	Sabe usted que es reciclar	Si () No ()

APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS

P.- 1: Para comenzar me gustaría que me dijera ¿cuál o cuáles de los siguientes aparatos usted tiene en su hogar en uso o en desuso?

Cuántos _____ tiene en uso o malogrado en su hogar?

P.- 2: En su hogar que hacen con el _____ cuándo ya no es útil para ustedes?

P.- 3: En su hogar por cuantos años guardan el _____

P.- 4: Si los vende o le da a un reciclador _____ cuanto Lo vende _____ y en qué lugar lo hace _____

P.- 5: Si los dona A quien lo hace _____ y sabe que hacen con el AEE. _____

P.- 6: De los _____ que tiene en su hogar cuantos son nuevos y de segunda.

P.- 7: De (P6. Nuevos) donde adquirió _____

P.- 8: De (P6. usados) donde adquirió _____

P.- 9: Cada cuantos años reemplaza su _____

II. INFORMACIÓN DETALLADA DEL MANEJO POR TIPO DE RAEE QUE TIENE EN SU HOGAR

Tipo de RAEE	P1. De los RAEE que le voy a mencionar ¿cuáles tiene usted actualmente en su hogar? ¿Cuántos?			P2. En su Hogar ¿qué hacen con el RAEE cuando ya no es útil para ustedes? 01. Lo guarda 02. Lo vende 03. Lo dona 04. Lo botó a la basura 05. Lo da a un reciclador	P3. En su hogar ¿hasta cuánto tiempo máximo (años) han guardado el RAEE? (P2. 01.)	P4. Si su opción de manejo de AEE es venderlo o darle a un reciclador, ¿A cuánto lo vende (en soles) y en qué lugar lo hace (P2. 02 / 05)	P5. Si su opción de manejo de RAEE es donarlo, ¿A quién lo hace y saben que hacen con el AEE (P2. 03)	P6. De los AEE (P1. Cantidad) que tiene en su Hogar actualmente ¿cuántos adquirió nuevos y cuántos adquirió de segunda	P7. Si el equipo que adquirió es nuevo en su hogar, ¿Dónde lo adquirió? (lo más preciso posible) 01. Importación Directa 02. Grandes Supermercados 03. A través de tiendas minoristas 04. Otro. ¿Cuál?	P8. Si el AEE lo adquirió de segunda en su hogar, ¿Dónde lo adquirió? 01. Subastas / remates 02. Importaciones 03. Donaciones 04. Compra a personas naturales 05. Otro. ¿Cuál?	P9. ¿Cada cuánto año reemplaza su AEE de su Hogar?
	Cantidad	En Uso (en función)	Malogrado								
Computadoras (CPU)								1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Monitor TRC					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Monitor LCD					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Impresora					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Laptop					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Teléfonos celulares					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Televisores TRC					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Televisores LCD					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Refrigeradores					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Equipos de Sonido					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Lavadoras					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Fluorescentes					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Hornos de microondas					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			
Juguetes Electrónicos					____ Años			1. Nuevos (P7.) 2. Usados (P8.)			