



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**PLAN DE MANEJO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE
SENSORES METEOROLÓGICOS EN EL ECUADOR**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR:

HÉCTOR SEBASTIÁN TRUJILLO VALLEJO

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**PLAN DE MANEJO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE
SENSORES METEOROLÓGICOS EN EL ECUADOR**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: HÉCTOR SEBASTIÁN TRUJILLO VALLEJO

DIRECTOR: DR. ARQUÍMEDES XAVIER HARO VELASTEGUI

Riobamba – Ecuador

2023

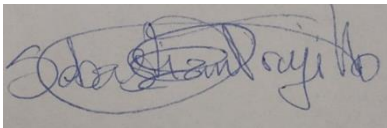
© 2023, Héctor Sebastián Trujillo Vallejo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Héctor Sebastián Trujillo Vallejo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de junio del 2023.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read 'Héctor Sebastián Trujillo Vallejo'.

Héctor Sebastián Trujillo Vallejo

C.I: 0602958191

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOTECNOLÓGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **PLAN DE MANEJO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE SENSORES METEOROLÓGICOS EN EL ECUADOR**, realizado por el señor: **HÉCTOR SEBASTIÁN TRUJILLO VALLEJO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Fausto Manolo Yaulema Garcés PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-06-08
Dr. Arquímedes Xavier Haro Velastegui DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-08
Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-06-08

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza para afrontar cada obstáculo de la manera más satisfactoria hasta el día de hoy. A mis padres Héctor y Lilia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A mi esposa María Daniela e hijas Barbarita, Alejita y Anita Paula por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Héctor

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. A cada uno de los docentes que integran la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por su contribución clave en mi formación profesional. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Arquímedes Haro, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

Héctor

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.3. Justificación.....	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	7
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	7

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes de investigación.....	8
2.2. Referencias teóricas.....	9
2.2.1. <i>Estación meteorológica</i>	9
2.2.1.1. <i>Funcionamiento de una estación meteorológica.</i>	10
2.2.1.2. <i>Sensores meteorológicos que componen una estación.</i>	10
2.2.1.3. <i>Variables ambientales.</i>	11
2.2.1.4. <i>Clasificación de las estaciones meteorológicas.</i>	12
2.2.1.5. <i>Aplicaciones.</i>	14
2.2.2. <i>Normativa ambiental ecuatoriana</i>	14
2.2.3. <i>Gestión de desechos peligrosos y/o especiales</i>	16
2.2.3.1. <i>Gestores ambientales de desechos peligrosos y/o especiales</i>	17
2.2.3.2. <i>Transporte, tratamiento y disposición final.</i>	17
2.2.4. <i>Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)</i>	18
2.2.4.1. <i>Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).</i>	19

2.2.4.2.	<i>Estrategias para la gestión de los RAEE</i>	19
----------	--	----

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	21
3.1.	Localización de la zona de estudio	21
3.2.	Población de estudio	21
3.3.	Tamaño de la muestra	22
3.4.	Tipo de investigación	23
3.5.	Diseño de la investigación	24
3.6.	Técnica de recolección de datos	24
3.6.1.	<i>Observación directa</i>	24
3.6.2.	<i>Entrevistas</i>	25
3.6.3.	<i>Revisión de literatura</i>	25
3.6.4.	<i>Encuesta</i>	26

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
4.1.	Visita a las estaciones meteorológicas automáticas	28
4.2.	Inventario de sensores meteorológicos y elección del tipo de sensores con los que se trabaja	31
4.2.1.	<i>Clasificación de los materiales reciclables de cada sensor</i>	32
4.3.	Métodos de tratamiento y disposición de los materiales reciclables de los sensores que componen una estación meteorológica automática.	34
4.3.1.	<i>Propuestas de mecanismos de gestión para el aprovechamiento y disposición final de los RAEE</i>	35
4.3.2.	<i>China</i>	35
4.3.3.	<i>Brasil</i>	36
4.3.4.	<i>Moscú</i>	36
4.4.	Establecimiento de las estrategias de gestión y disposición de los principales sensores meteorológicos que componen una estación.	37
4.4.1.	Implementación del área de reacondicionamiento y reparación	37
4.4.2.	Donación de los sensores meteorológicos	38
4.4.3.	Promover el reciclaje	39
4.4.4.	Disposición final adecuada	39
4.4.5.	Aplicar prácticas de consumo responsable	40

4.4.6.	Elección de proveedores adecuados	40
4.4.7.	Marco legal e instrumentos para la gestión de los RAEE en los Gobiernos Autónomos Descentralizados	41
4.4.8.	Normativa para la gestión de RAEE.....	41

CONCLUSIONES.....	42
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	43
-----------------------------	-----------

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Requisitos de exactitud para una estación automática.....	11
Tabla 2-2: Normas ambientales relacionada con la gestión de desechos especiales.....	15
Tabla 2-3: Anexo C Listado Nacional De Desechos Especiales.....	17
Tabla 3-1: Descripción de las estaciones meteorológicas automáticas objeto de estudio.....	23
Tabla 3-2: Matriz metodológica.....	27
Tabla 4-1: Inventario de los sensores meteorológicos.	31
Tabla 4-2: Clasificación de los sensores según su marca y modelo.....	32
Tabla 4-3: Clasificación de materiales reciclables.....	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1: Pirámide de Kelsen de la normativa ambiental ecuatoriana.	14
Ilustración 2-2: Categorías AEE.....	18
Ilustración 3-1: Mapa de la zona de estudio.....	21
Ilustración 3-2: Estaciones meteorológicas propiedad del INAMHI	22
Ilustración 4-1: Piranómetro RD	28
Ilustración 4-2: Piranómetro RG	28
Ilustración 4-3: Pluviómetro.....	29
Ilustración 4-4: Sensor de temperatura y humedad	29
Ilustración 4-5: Sensor de temperatura de suelo.....	30
Ilustración 4-6: Barómetro	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: GUÍA DE ENTREVISTA

ANEXO B: ENCUESTA PARA EXPERTOS EN DESECHOS ESPECIALES

RESUMEN

El país no cuenta con guía enfocada al aprovechamiento y disposición final de los sensores meteorológicos, que resulte de gran utilidad para dar respuesta a los problemas ambientales, económicos y de salud, por lo tanto, en la presente investigación se planteó como objetivo proponer un plan de manejo y disposición adecuada de los sensores meteorológicos en el Ecuador. Para dar cumplimiento al objetivo planteado, se empleó la investigación cualitativa y diseño no experimental usando diversas técnicas como: como la observación directa, la entrevista y la encuesta. A través de la metodología se logró determinar que existen 2 lineamientos para impulsar la economía circular siendo estos, el Libro Blanco de la Economía Circular y la Ley Orgánica de Economía Circular, sin embargo, no se ejecutan a cabalidad, también se comprobó que los residuos provenientes de las estaciones meteorológicas son altamente reciclables con un porcentaje superior al 90%, existiendo materiales como el aluminio, el termoplástico y el acero inoxidable, siendo estos desechados y eliminados sin ningún tipo de gestión. En este aspecto se concluye que la ejecución de la ley en los diferentes niveles de los gobiernos provinciales y parroquiales, a través del desarrollo de instrumentos que además se integren con las acciones del Plan Nacional de Gestión Integral de RAEE, con el fin de garantizar su mayor durabilidad, la prolongación del ciclo de vida útil de los RAEE, fomentar el reacondicionamiento de los aparatos, el aprovechamiento y el consumo responsable, es imprescindible para reducir el impacto negativo al ambiente, para lo cual las estrategias elaboradas se plantearon desde una visión de carácter técnico, administrativo y social y se enfocaron al cumplimiento de 2 propósitos: proponer el marco legal y promover la gestión de los sensores que conforman las estaciones meteorológicas automáticas.

Palabras clave: <PLAN DE MANEJO>, <ESTACIONES METEORÓLOGICAS AUTOMATICA>, <SENSORES METEORÓLOGICOS >, <APARATOE ELECTRONICOS>, <RESIDUOS ELECTRONICOS>.

1323-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The country needs a guide focused on the use and final disposal of meteorological sensors, which helps respond to environmental, economic and health problems. This research aimed to propose a management plan and proper disposal of meteorological sensors in Ecuador. In order to fulfil the stated objective, qualitative research and non-experimental design were used using various techniques such as direct observation, interview and survey. Through the methodology, it was possible to determine that there are two guidelines to promote the circular economy: the white paper on the circular economy and the organic law on the circular economy. However, they are not fully executed; it was also verified today that the waste Coming from the meteorological stations is highly recyclable with a percentage higher than 90%, existing materials such as aluminium, thermoplastic and stainless steel, these being HP discarded and eliminated without any management. In this regard, it is concluded that the execution of the law at the different levels of the provincial and parish governments, through the development of instruments that are also integrated with the actions of the national plan for the comprehensive management of WEEE, promotes the reconditioning of the devices, the use and responsible consumption, is unpredictable to reduce the negative impact on the environment. The elaborated strategies were raised from a technical, administrative and social vision and focused on fulfilling two purposes: proposing the legal framework and promoting the management of the sensors that make up the automatic weather stations.

Key word: <MANAGEMENT PLAN>, <AUTOMATIC WEATHER STATIONS>, <METEOROLOGICALSENSORS>, <ELECTRONIC DEVICES>. <ELECTRONIC WASTE>.



Ing. Paul Obregón.
Mgs0601927122

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de información meteorológica fiable y representativa sobre el territorio contribuye a una buena planificación urbanística, ingeniería o planificación del uso del suelo, también se utiliza para pronósticos, avisos de condiciones meteorológicas extremas, operaciones locales dependientes del tiempo, entre otros. Las variables o elementos climáticos que se miden en la estación meteorológica son: temperatura, humedad, viento, radiación solar y precipitación (Arteaga, et al., 2018, p.91). Para la obtención de información meteorológica tradicionalmente se han utilizado las estaciones convencionales. Actualmente las estaciones meteorológicas han sido automatizadas y permiten consultar la información en tiempo real, de manera remota y desde cualquier lugar del mundo (Barona & Paredes, 2022, p.3). Estos beneficios han dado lugar a que muchos países alrededor del mundo dispongan de estos sistemas, siendo evidente el incremento de este tipo de estaciones.

Según las estadísticas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), hay más de 10 000 estaciones meteorológicas de superficie, 1 000 estaciones de gran altitud, 7 000 en barcos, 100 en boyas amarradas y 1 000 en boyas a la deriva, cientos de radares meteorológicos y 3 000 aeronaves comerciales equipadas, midiendo a diario datos claves de la atmósfera y la superficie (Barona & Paredes, 2022, p.7). En Ecuador existe un total de 1969 estaciones meteorológicas entre automáticas y convencionales, pertenecientes al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de las cuales 118 son automáticas (Lema, 2018, p.54).

Una estación meteorológica automática es un dispositivo de recopilación de datos en el que el instrumento genera, almacena y transmite automáticamente observaciones sin presencia humana. Contiene una serie de sensores electrónicos meteorológicos, los mismos que al no ser gestionados integralmente desencadenarían efectos nocivos, pues en su interior se encuentran diversos materiales contaminantes, que muchas veces acababan en los lugares más insospechados. Por lo general en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos encontramos sustancias tan peligrosas como los metales pesados: mercurio, plomo, cadmio, plomo, cromo, arsénico o antimonio, que pueden causar diversos daños a la salud y al medio ambiente (ONU, 2019, p.13).

Según un informe de Naciones Unidas, el mundo generó un total de 48 millones de toneladas de desechos electrónicos en 2018, lo que equivale al peso de un avión sin construir o 4 5000 Torres Eiffel. Con base en esto, solo el 20% de los desechos se recicla, pero según datos de la ONU, si continúa así, se estima que para 2050 podría haber hasta 130 millones de toneladas de desechos electrónicos (BBC, 2019, p.4). Por lo antes mencionado es necesario proponer un plan de manejo y

disposición adecuada de los sensores meteorológicos en el Ecuador con el fin de brindar una alternativa de solución a largo plazo de forma sostenible y amigable con el medio ambiente.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

Una estación meteorológica automática es un sistema computarizado que integra una serie de sensores destinados a la monitorización meteorológica. Los servicios meteorológicos han utilizado tradicionalmente las estaciones convencionales, pero el uso de estaciones meteorológicas automatizadas se ha incrementado en los últimos años (Arteaga, et al., 2018, p.95).

En 1980 se instaló la primera estación meteorológica en Ecuador y se constituyó en la cuna del nacimiento de los estudios meteorológicos, donde actualmente se encuentra el Observatorio Astronómico de la ciudad de Quito (EPN, 2020, p.15). A partir de ello se incursionó en la adquisición de equipos para obtener datos meteorológicos de precipitación, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento. Con el paso de los años se implementaron equipos automáticos que receptan información con un alto grado de exactitud. En ese contexto, la renovación de los equipos para adaptarse a los nuevos procesos de producción de información podría constituirse en un problema ambiental grave a futuro, sino se establece desde ya las alternativas adecuadas para gestionarlos. Por otro lado, en el mercado encontramos una amplia gama de sensores meteorológicos a precios asequibles, muchos de estos con una vida útil relativamente corta. Según Salazar y Vargas (2018, p.97), indica que cuando un sensor presenta fallas es económicamente más rentable cambiarlo por otra unidad nueva, situación que agrava la problemática respecto a la generación de desechos peligrosos y/o especiales.

Los desechos especiales y/o tecnológicos provenientes de procesos productivos o de servicios, si no se gestionan o eliminan adecuadamente pueden tener graves consecuencias al estar compuestos por cientos de materiales diferentes, tanto valiosos (oro, plata, paladio, cobre, etc.), son también potencialmente peligrosos (plomo, cadmio, mercurio y arsénico). Cuando los productos químicos entran en contacto con la superficie de la corteza, se producen una serie de interacciones químicas y biológicas que desencadenan la degradación de la materia orgánica, la producción de gases y la adición de contaminantes, afectando directa e indirectamente los recursos hídricos, el suelo y el aire (Pontón & Salazar, 2017, p.35).

Actualmente, la producción de desechos especiales y en el caso particular de los aparatos eléctricos y electrónicos, es la sección de mayor crecimiento del sector manufacturero en cada país. Al mismo tiempo, la innovación tecnológica y la globalización de los mercados han contribuido a una vertiginosa variedad de procesos de sustitución y/o disposición de estos

productos, lo que se reflejó en la generación de 41 800 000 toneladas de desechos electrónicos a nivel mundial en 2014 (López A. , 2019, p.98).

Los equipos que ya no son utilizados o los desechos electrónicos con un tratamiento correcto se pueden reutilizar o reciclar. A nivel global se han realizado recomendaciones e iniciativas para abordar los asuntos, problemas y desafíos que plantea la gestión de equipos obsoletos o desechos electrónicos, incluyendo países, organizaciones, empresas y consumidores para trabajar en el logro de metas, políticas y regulaciones.

En la Unión Europea y algunos países asiáticos, los fabricantes de equipos eléctricos y electrónicos deben cumplir con la legislación de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas), esta legislación europea tiene como objetivo reducir el porcentaje de producción y peligrosidad de los RAEE y promover la reutilización de los equipos, alargando su vida útil.

Una importante iniciativa puesta en marcha por la Fundación Española ECOTIC es una entidad sin ánimo de lucro para la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, cuyo compromiso con la sociedad se centra en financiar y promover todas aquellas acciones que contribuyan a una mejor gestión. Reutilización y reciclaje de los RAEE, asegurando el uso y racionalización de los materiales reciclados, convirtiéndolos en recursos (ECOTIC, 2022, p.89).

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible promulgó una política nacional para la gestión integral de Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos, que incluye principios, objetivos, componentes y acciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia, 2017, p.14).

Otra iniciativa es el “Manual de Gestión Integral de RAEE”, una herramienta útil para capacitar a diferentes actores del mundo del trabajo, gestores de residuos, organizaciones sociales que trabajan en temas ambientales y laborales, y otros stakeholders para comprender los desafíos y oportunidades que se plantean desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación Argentina (2020, p. 45) para gestionar los RAEE como fuente de trabajo digno.

En Ecuador la gestión de desechos peligrosos y especiales se realiza en función de los lineamientos establecidos en el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales emitido por la Autoridad Ambiental Nacional, no obstante, existe desconocimiento por parte de fabricantes, proveedores, y consumidores.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente, la creciente preocupación por el aumento de la cantidad de desechos generados a nivel mundial exige nuevas propuestas de reciclaje, reutilización y reducción de residuos.

El objetivo principal de la generación de desechos es reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente por la gran cantidad generada y en gran medida por la mala disposición final.

Países de todo el mundo se han fijado objetivos para reducir drásticamente la generación de desechos para 2030. Pero Ecuador aún no tiene avances ni se ha planteado metas específicas. Situación que se refleja en la falta de conocimiento sobre la gestión de los desechos especiales y específicamente, cómo realizar la disposición final y el respectivo tratamiento que se debe llevar a cabo para los sensores meteorológicos una vez que han cumplido su vida útil.

De acuerdo a Lema (2018, p.60) en el país existen un total de 1969 estaciones meteorológicas de las cuales 118 son automáticas. Las mismas que resultan de gran importancia ya que son una solución tecnológica que nos permite monitorear y realizar acciones preventivas en cuanto a las variaciones de factores como la temperatura, la lluvia, la velocidad del viento entre otras, los cuales son medidos por sensores electrónicos. Dichos sensores poseen cientos de materiales, algunos de ellos potencialmente peligrosos y al no ser gestionados adecuadamente, son causantes de problemas ambientales y afecciones en la salud de la población ecuatoriana, por lo que es necesario realizar una adecuada separación de los elementos que lo componen, posibilitando la identificación y reciclaje de aquellos residuos aprovechables.

En este sentido resulta pertinente proponer una guía enfocada al aprovechamiento y disposición final de los sensores meteorológicos, que resulte de gran utilidad para dar respuesta a los problemas ambientales, económicos y de salud en nuestro país.

1.3. Justificación

En nuestro país la gestión de desechos peligroso y/o especiales se realiza en función de las leyes, acuerdos ministeriales, reglamentos y normas ambientales primordiales evaluados en el marco de la Constitución de la República, sin embargo, el manejo de este tipo de desechos no es el más idóneo.

Este tipo de desechos tiene un crecimiento exponencial y constante y además de producir un gravísimo impacto ambiental, causa pérdidas económicas ocasionadas a partir de su no reutilización y reciclado, esencialmente porque están agregados por materias primas importantes.

Las estaciones meteorológicas aportan de forma científica a los sectores económicos, pues nos permiten monitorear y realizar acciones preventivas en cuanto a las variaciones climáticas, sin embargo, el aumento e implementación de sensores va creciendo y dará lugar a una mayor cantidad de basura electrónica. En la actualidad no se han establecido ninguna medida para el manejo y disposición final de este tipo de sensores, situación que se refleja en nuestro país, por ello el presente estudio se plantea dar una solución a largo plazo de forma sostenible y amigable, evitando daños y alteraciones en los ecosistemas naturales. Incluye el reciclaje de materiales, que en caso de no ser tratados adecuadamente podrían convertirse en desechos potencialmente peligroso. Además, se constituirá en una guía para fabricantes, proveedores y consumidores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, además, entidades gubernamentales, con el fin de disminuir el riesgo de impactos adversos al ambiente y permita obtener resultados sustentables y viables económicamente, inspirado en las mejores prácticas de gestión ambientales existentes a nivel mundial.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Proponer un plan de manejo y disposición adecuada de los sensores meteorológicos en el Ecuador

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes que se pueden reciclar de una estación meteorológica automática.
- Determinar métodos de tratamiento y disposición de los materiales reciclables de los sensores que componen una estación meteorológica automática.
- Establecer las estrategias de gestión y disposición de los principales sensores meteorológicos que componen una estación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

En el trabajo “Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos informáticos: análisis y optimización” realizado por Rodríguez, E. & et al. (2018, p.78), encaminado a la elaboración de propuestas de acción para la puesta en marcha de un Sistema Integral de Gestión de RAEE de línea informática para la región Metropolitana de Rosario. Para los cual se realizó las siguientes fases: 1) conocer la situación actual del RAEE en la región, 2) analizar soluciones al problema del RAEE a nivel mundial aplicables a la situación de la región, 3) desarrollar una propuesta de Gestión Integral de los RAEE y 4) llevar a cabo el análisis y las mejoras del sistema propuesto.

Según López (2019, p. 103) en su “Estudio para la presentación de una propuesta para el manejo integral de los RAEE en México”, se planteó como objetivo elaborar una propuesta para el manejo integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos que se ajuste a las características actuales del país. A través de la recopilación bibliográfica sobre los principales efectos nocivos que generan los RAEE al medio ambiente y a la salud. Además, utilizó una matriz o cuadro comparativo se revisó detalladamente las carencias y similitudes de la normatividad mexicana versus las internacionales, con el fin de detectar áreas de oportunidad para fortalecer el manejo de los RAEE en territorio nacional. El resultado fue la obtención de un plan de manejo integral que consta de 5 acciones para los RAEE en México, no solo beneficia el cuidado del medio ambiente y a la salud humana, otros beneficios que conlleva el adecuado manejo y reciclaje, es la generación de empleo, educación, nuevas empresas y aumento en la economía circular.

De acuerdo a Morales (2020, p.45) en su investigación titulada “Propuesta para el manejo integral de desechos peligrosos y/o especiales generados por la estación cabecera televisiva de red tele sistema RTS”, cuyo objetivo fue establecer procedimientos de gestión, transporte y disposición final de desechos peligrosos y especiales generados de las actividades de la estación cabecera televisiva de RED TELESISTEMA RT, partiendo de la identificación y caracterización, instauración de un centro de acopio temporal, de gestión de los desechos, mediante gestores ambientales autorizados. Como resultado se obtuvo porcentajes de generación de tipos de desechos anual indicando con 64,20% desechos peligrosos contra un 35,80% de desechos especiales además del área de trabajo con mayor volumen de generación anual con respecto a las

demás áreas de la empresa con un 49,18% del departamento de ingeniería. Datos que sirvieron para la elaboración de la propuesta de medidas para la minimización y gestión integral.

Según Guato (2022, p. 15) en su investigación “Propuesta de un programa de gestión de desechos peligrosos y especiales generados por actividades mineras en San Antonio Zamora Chinchipe”, cuyo objetivo fue proponer un programa de gestión de desechos peligrosos y especiales según el Acuerdo ministerial No. 061 y sus reglamentos para el control de la contaminación ambiental en el proyecto minero Fruta del Norte, para la cual se llevó a cabo un diagnóstico, el resultado fue la elaboración del programa de minimización, para reducir en todo lo posible los desechos que sean aptos de minimizar, e implementar alternativas que incentiven al ahorro y reciclaje de los insumos empleados durante las actividades diarias de la empresa.

En la investigación de Delgado y Ochoa (2019, p.86), titulada “plan de gestión y minimización de residuos peligrosos para los talleres Tomebamba de la empresa Toyocuenca S.A.”, tuvo como objetivo elaborar un Plan de Minimización de desechos peligrosos que genera la empresa hacia el medio ambiente. El trabajo partió con un diagnóstico de la empresa y posteriormente se determinó y valoró los desechos considerados más peligrosos (aceites usados, envases contaminados con hidrocarburos, baterías usadas, waipes contaminados, etc.). finalmente se hizo el plan, el cual permite tomar acciones dentro del taller para el manejo racional y oportuno de los desechos.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Estación meteorológica

Es el lugar donde se realizan mediciones y observaciones puntuales de los diferentes parámetros meteorológicos utilizando los instrumentos adecuados para así poder establecer el comportamiento atmosférico (PCE, 2021, p. 87).

Sin embargo, según a la Organización Meteorológica Mundial (1996, p.13) define que una estación automática es aquella en la que los instrumentos efectúan y transmiten o registran automáticamente las observaciones, realizando en caso necesario la conversión directamente de la señal eléctrica que cada sensor envía al microprocesador o bien realizándose esa conversión en una estación transcriptor.

2.2.1.1. *Funcionamiento de una estación meteorológica.*

Una estación meteorológica es una herramienta que obtiene datos de las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, pluviometría, etc.) medidos por sensores electrónicos. Las lecturas son acondicionadas y la información luego es procesada por un microcontrolador o microprocesador para su transmisión a través del sistema de comunicación (radio, satélites, teléfono, etc.) de forma automática. En algunos casos, las estaciones meteorológicas funcionan de forma autónoma, ya que en estos sistemas se implementan sistemas eléctricos a través de energía solar o eólica (Ferrer, 2018, p.73).

2.2.1.2. *Sensores meteorológicos que componen una estación.*

- **Sensor de humedad:** mide la humedad, de acuerdo a la concentración de agua en el ambiente. Hay varias formas de referirse a esta variable: humedad absoluta, humedad específica, etc.; pero una de las medidas más comunes es la humedad relativa. Su seguimiento se realiza con un higrómetro o (Zúñiga & Crespo, 2021, p. 15).
- **Sensor de temperatura:** mide la temperatura ambiente, mayoritariamente, en grados centígrados, evalúa las máximas y mínimas en un determinado tiempo. Los sensores más comunes son los termopares, termistores y RTD (Zúñiga & Crespo, 2021, p.17).
- **Sensor medidor de precipitación:** mide la cantidad de agua lluvia que desciende en un determinado tiempo. El instrumento de medida utilizado es un pluviómetro, que básicamente consiste en un embudo que recoge el agua y la canaliza hacia un recipiente graduado del que se obtiene la cantidad de precipitación que cae en un lugar y momento determinados (Zúñiga & Crespo, 2021, p.18).
- **Sensor de radiación:** mide la radiación ionizante emitida por el sol y sus efectos en el medio ambiente. En sus cálculos se utiliza un aparato llamado piranómetro, también conocido como heliómetro o fotómetro, que mide la radiación solar en kilovatios por metro cuadrado en un rango de 180 grados (2). Sin embargo, la radiación solar también se puede estimar con un heliostato, un instrumento encargado de medir la duración de la luz solar (Zúñiga & Crespo, 2021, p.16).
- **Sensor de velocidad del viento y dirección:** miden la velocidad del viento y la dirección en la que este sopla. El aparato meteorológico encargado de la medición es el anemómetro (Zúñiga & Crespo, 2021, p. 17).
- **Sensor de presión barométrica:** mide el valor de presión atmosférica que se toma en un punto determinado sobre el nivel del mar. Se suele medir con un barómetro y en su cálculo se conjugan variables tales como: la altitud, la temperatura o la humedad (Zúñiga & Crespo, 2021, p.15).

Un sensor meteorológico, atendiendo a la definición de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud meteorológica y transformarla en otra, en muchos casos eléctrica, que se pueda cuantificar y procesar para facilitar su comprensión (AEMET, 2020, p. 7).

Por lo tanto, un sensor es un elemento vital para medición de variables climatológicas, tales como la radiación, humedad, velocidad del viento y temperatura (Solé, 2018, p. 76).

La calidad de un sensor para un dispositivo automático se puede definir considerando dos tipos de características: funcionales como precisión de medición, estabilidad de las características de calibración, tiempo de respuesta y durabilidad; y de acoplamiento al dispositivo automático tales como digital o analógico, salidas, algoritmo de interpretación de la señal, requisitos de mantenimiento y requisitos de energía. Los requisitos de exactitud para una estación automática sinóptica (Ureña, 2018, p.60) se muestran en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Requisitos de exactitud para una estación automática

Elemento	Requisito de exactitud establecido
Presión atmosférica	± 0.1 hPa sobre tierra
	± 0.1 hPa sobre tierra
Dirección del viento	±20°
Rapidez del viento	±2 m/s por debajo de 20 m/s
	±10 % por arriba de 20 m/s
Temperatura del aire	±0.2 °C
Precipitación	±0.5 mm por debajo de 5mm
	±10% por arriba de 5mm

Fuente: Ureña, 2018, p.64.

2.2.1.3. Variables ambientales.

Al instalar una estación meteorológica se deben activar sensores para medir algunas variables ambientales, tales como:

- **Temperatura:** Es una medida del contenido de calor del cuerpo o del medio ambiente. La mayoría de las estaciones miden la temperatura en grados Celsius. (°C). Esta medición permite determinar su influencia en la velocidad en que se desarrollan los cultivos e insectos,

y predecir la aparición de etapas fenológicas de cultivos y estadios biológicos de insectos (Medina, et al., 2018, p.81).

- **Precipitación pluvial:** es el producto líquido o sólido que resulta de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes. Por lo tanto, la precipitación comprende la lluvia, llovizna, el granizo, el rocío y la precipitación de la neblina (Medina, et al., 2018, p.85).
- **Humedad ambiental:** es una medida de la cantidad de vapor de agua en el aire, se expresa como porcentaje o grado de humedad. La medición de esta variable es importante, pues permite la predicción de posibles heladas y el pronóstico de posibles enfermedades de los cultivos (Medina et al., 2018, p.85).
- **Radiación solar:** es el flujo de energía que se recibe del sol en forma de ondas electromagnéticas de distintas frecuencias. Su medición permite estimar la acumulación de materia seca por el cultivo (Medina et al., 2018, p.86).
- **Velocidad del viento:** Se considera dos características: velocidad y dirección. Sus mediciones pueden determinar la evapotranspiración de los cultivos y también es importante por su efecto en el proceso de erosión del suelo y el daño a los cultivos (Medina, et al., 2018, p.89).
- **Dirección del viento:** Su medición permite conocer la renovación del aire que favorece la transpiración de las plantas, la dirección de transporte del polen y fecundación de flores (Medina et al., 2018, p.87).

A partir de las variables atmosféricas obtenidas por la estación meteorológica, es posible calcular otros parámetros muy importantes para la agricultura, por ejemplo: la probabilidad de precipitación, la duración y ubicación de las temperaturas extremas, la valoración de la tasa de fotosíntesis, la determinación del riesgo climático para la ocurrencia de enfermedades en los sembríos, establecimiento final de plantas y daño a frutos y flores (Medina et al., 2018, p.90).

2.2.1.4. Clasificación de las estaciones meteorológicas.

La clasificación de las estaciones meteorológicas automáticas se puede enfrentar desde varios puntos de vista. Según la finalidad de la salida de información, tradicionalmente se dividen en dos categorías (Ureña, 2018, p.63):

- Estaciones climatológicas (generan datos históricos)
- Estaciones sinópticas (Con fines de pronóstico, generan datos en tiempo real).

Las dos categorías de estaciones meteorológicas definidas anteriormente se pueden dividir aún más según su ubicación (Ureña, 2018, p.65):

- Terrestre (territorio urbano, desiertos, Montañas)
- Oceánicas (en buques, boyas flotantes, boyas fondeadas)

También se pueden clasificar por el uso de la información: En aviación, comunicado de condiciones meteorológicas poco favorables, medición del grado de contaminación, micro climatología, etc.

Según la Organización Meteorológica Mundial (2017, p.97) nos afirma que las estaciones se clasifican de dos maneras, por su número de instrumentos que llegan a poseer o por la función que cumplen.

Por su número de instrumentos

- **Tipo A:** También conocidas como completas, en la cual se mide la nubosidad, viento, humedad, evaporación, temperatura, presión atmosférica, etc.
- **Tipo B:** También llamadas termo pluviométricas (Tp) miden solamente la precipitación y la temperatura.
- **Tipo C:** Conocidas también como pluviométricas y pluviográficas, estos equipos miden solo la precipitación.

Por la función que cumplen

- **Estaciones climatológicas:** Se centran en el estudio del clima y se realizan de 3 a 4 veces al día.
- **Estaciones aeronáuticas:** Están instaladas en aeropuertos en diferentes puntos ya sea nacional o internacional, también puede realizar observaciones de climatológicas o sinópticas.
- **Estaciones sinópticas:** Este tipo de estación ayudan a realizar mapas meteorológicos ya que también realizan observación de superficie y atmósfera libre.
- **Estaciones aerológicas:** Estas estaciones pueden medir la temperatura, humedad, la dirección y velocidad del viento ya que es una observación de la atmósfera libre.
- **Estaciones especiales:** Se utiliza gran variedad de este tipo de estaciones para medir o registrar variables meteorológicas de especial interés.

2.2.1.5. Aplicaciones.

- Utilizando los datos recopilados y analizados por las estaciones meteorológicas, podemos encontrar diversas aplicaciones en beneficio de la sociedad y diversas industrias. Algunas de estas aplicaciones aparecen en los siguientes campos de la climatología, meteorología, agricultura y silvicultura, investigación científica, construcción, seguridad de tránsito y desarrollo urbanístico e hidrología urbana (SensorGo, 2020, p.65).

2.2.2. Normativa ambiental ecuatoriana

Basada principalmente en leyes, acuerdos ministeriales, reglamentos y normas ambientales primordiales evaluados en el marco de la Constitución de la República del Ecuador. En la figura 2-1, representa jerárquicamente las normas jurídicas nacionales que permiten distinguir la superioridad de unas disposiciones legales sobre otras. Además, la Tabla 2-2 se detalla las normas ambientales referentes al objeto de estudio.

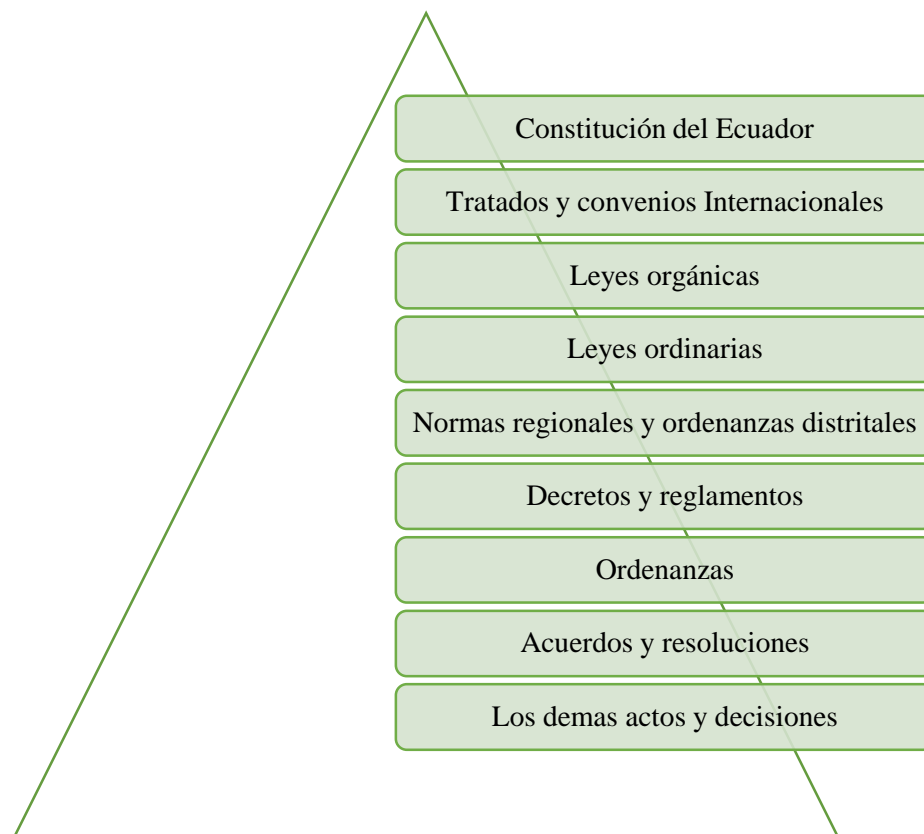


Ilustración 2-1: Pirámide de Kelsen de la normativa ambiental ecuatoriana.

Fuente: Delgado & Ochoa, 2019, p. 86.

Tabla 2-2: Normas ambientales relacionada con la gestión de desechos especiales.

Orden de jerarquía	Norma Jurídica	Descripción
1	Constitución de la República del Ecuador Registro oficial: N° 449 del 20 de octubre 2008.	Sección II AMBIENTE SANO Art. 14.- Las personas tienen derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak kawsay
2	Tratados y Convenios Internacionales	
	Convenio de Basilea del 5 de mayo de 1992.	Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.
3	Leyes orgánicas	
	Ley 0 Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017.	Código Orgánico del Ambiente
4	Leyes ordinarias	
	Codificación 19 Registro Oficial Suplemento 418 de 10-sep-2004.	Ley de Gestión Ambiental.
5	Normas regionales y ordenanzas distritales	
	NTE INEN 2266 del 25 enero del 2017, Tercera edición.	Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos
	NTE INEN 284 Registro Oficial No. 214 de 2014-03-28	Gestión ambiental. Estandarización de colores para Recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Requisitos
6	Decretos y reglamentos	
	Decreto Ejecutivo: 3516 Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003	T.U.L.S.M.A.
7	Ordenanzas Provinciales y municipales	
	*No existe una ordenanza provincial ni municipal referente al manejo de desechos peligrosos y/o especiales.	
8	Los acuerdos y resoluciones	
	Acuerdo Ministerial 061 Registro Oficial (Edición especial) No. 316 del 04/05/2015	Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria
	Acuerdo Ministerial 142 Registro Oficial No. 856 del 21/12/2012	Listado de Sustancias Químicas Peligrosas, Desechos Peligrosos y Especiales
	Acuerdo Ministerial 190 Registro Oficial No. 881 del 29/01/2013	Política Nacional de Post consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso
	Acuerdo Ministerial N° 109 del 2 de octubre del 2018.	Establece las Normas sobre Regularización Ambiental

Fuente: Delgado & Ochoa, 2019, p.88.

2.2.3. Gestión de desechos peligrosos y/o especiales

Según la Norma Ambiental en el Acuerdo Ministerial No. 061 (2015) determina:

Art. 79 Desechos peligrosos:

- a) Desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos surgidos durante la producción, extracción, transformación, reciclado, uso o consumo, que contengan sustancia característica de residuos corrosivos, reactivos, tóxicos, inflamables, biológicamente infecciosos y/o radiactivos, que figure un riesgo para la salud de la humanidad y el medio ambiente según las disposiciones legales aplicables (Ministerio del Ambiente, 2015, p.45)
- b) Según lo identificado en el listado nacional de desechos peligrosos (Ministerio del Ambiente, 2015, p.75).

Art. 80 Desechos especiales:

- a) Desechos que no son inherentemente peligrosos, pero pueden tener un impacto en el medio ambiente o la salud debido a su gran volumen y/o resistencia a la degradación, para los cuales se deben implementar sistemas de recuperación, reutilización y/o reciclaje, con el fin de reducir la cantidad de los desechos generados y evitando su mala gestión y disposición, y la sobresaturación de los rellenos sanitarios a nivel municipal (Ministerio del Ambiente, 2015)
- b) Aquello cuyo contenido de sustancia tenga propiedades corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológicamente infecciosas y/o radiactivas, que no superen los límites de concentración establecidos por la normativa ambiental nacional o la normativa internacional aplicable (Ministerio del Ambiente, 2015, p. 46).
- c) Según lo identificado en el listado nacional de desechos especiales (Ministerio del Ambiente, 2015, p.40).

En la tabla 2-3, se detalla el listado nacional de desechos especiales que rigen en nuestro país.

Tabla 2-3: Anexo C Listado Nacional De Desechos Especiales.

Detalle	Código
Envases vacíos de agroquímicos con triple lavado	ES-01
Envases/contenedores vacíos de químicos tóxicos luego del tratamiento	ES-02
Plástico de invernadero	ES-03
Neumáticos usados o partes de los mismos	ES-04
Fundas biflex, corbatines y protectores usados	ES-05
Equipos eléctricos y electrónicos en desuso que no han sido desensamblados, separados sus componentes o elementos constitutivos.	ES-06
Aceites vegetales usados generados en procesos de frituras de alimentos	ES-07
Escorias de acerías cuyos componentes tóxicos se encuentren bajo los valores establecidos en las normas técnicas correspondientes.	ES-08

Fuente: Suplemento, Registro Oficial N° 856, 2012, p.8.

2.2.3.1. Gestores ambientales de desechos peligrosos y/o especiales

Las normas ambientales vigentes en muchos de los países, responsabiliza a los generadores de desechos peligrosos y especiales como los encargados de la gestión adecuada de los mismos.

Los gestores ambientales son empresas especializadas en la prestación de servicios de gestión de desechos peligrosos y especiales, para la realización de esta actividad deben contar con una licencia aplicable en cada territorio. En el caso de Ecuador, un gestor ambiental debe contar con una licencia ambiental para el transporte, tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos y especiales, este permiso ambiental es emitido por el Ministerio del Medio Ambiente (Izquierdo, 2021, p.40).

2.2.3.2. Transporte, tratamiento y disposición final.

Como se mencionó anteriormente, los gestores ambientales autorizados deben contar con una licencia ambiental. Según Izquierdo (2021, p.60), el transporte de desechos peligrosos y especiales están regidas por la norma INEN 2266. Tanto el vehículo de transporte como el conductor y ayudante, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en la normativa ambiental. El transporte de desechos peligrosos y especiales abarca la recolección/carga en el punto de generación y su movilización hasta el lugar de tratamiento y disposición final.

El tratamiento consiste en un proceso de transformación, con el fin reducir el volumen y el peligro. Cada proceso de tratamiento generará residuos, emisiones atmosféricas, aguas residuales y residuos sólidos, esto requerirá un manejo especial de acuerdo a sus características, por lo que, en el momento que se requiera un sistema de tratamiento de residuos, éste deberá evaluar el impacto ambiental porque en muchos casos se generan nuevos residuos o emisiones que pueden representar un riesgo para la salud o el ambiente. En cuanto a la fase de eliminación y disposición final, las modalidades más frecuentes son: incineración a altas temperaturas, disposición en celdas de seguridad y estabilización (Izquierdo, 2021, p.85).

2.2.4. *Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)*

Todos los aparatos que requieran corrientes eléctricas o campos electromagnéticos para su correcto funcionamiento y los aparatos necesarios para la generación, transmisión y medida de dichas corrientes y campos electromagnéticos (Ministerio del Ambiente Uruguay, 2021, p.60).

- **Categorías de AEE**



Ilustración 2-2: Categorías AEE

Fuente: Fundación ECOLEC, 2022, p.1.

- Categorías de AEE según la Unión Europea

1. Grandes electrodomésticos
2. Pequeños electrodomésticos
3. Equipos de informática y telecomunicaciones
4. Electrónica para el hogar y paneles solares.
5. Aparatos de alumbrado
6. Instrumentos eléctricos y electrónicos (excepto grandes instrumentos industriales estacionarios)
7. Dispositivos médicos (excluyendo todos los productos implantados e infectados)
8. Instrumentos de vigilancia y control
9. Máquinas expendedoras
10. Juguetes o equipos para deportes y recreativos

2.2.4.1. *Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).*

Son todos los aparatos eléctricos y electrónicos que se convierten en residuos (Larioja, 2018, p.45). Este término incluye todos los componentes, conjuntos y consumibles que forman parte del equipo cuando se desecha. Esta definición cubre los residuos de la vivienda particular y uso profesional (Larioja.org, 2018, p.80).

2.2.4.2. *Estrategias para la gestión de los RAEE.*

Según el Acuerdo Ministerial 190 (Ministerio del Ambiente, 2014, p.67), promulga la jerarquización de las estrategias de gestión:

- Prevención y Minimización de la generación de RAEE
- Aprovechamiento de desechos, incluye reutilización, reparación/reconversión y reciclaje.
- Tratamiento, cuyo objetivo es neutralizarlos, recuperar energía o materiales, disminución o eliminación de su peligrosidad. Es un proceso destinado a modificar las características físicas y/o químicas de los desechos especiales.
- Disposición final considerada como aplicable únicamente en caso de que no exista tecnología para el aprovechamiento y valorización o tratamiento nacional e internacionales.

Por ende, es necesario desarrollar e implementar un sistema de gestión ambientalmente racional, que incluya un conjunto de medidas preventivas encaminadas a reducir la generación y utilizar prácticas de aprovechamiento ambientalmente racionales:

Reutilización. –Uso de equipos en un proceso similar a su función diseñada originalmente, que puede ser después de una remodelación, reparación, conversión o mejora, o directamente después de procesos simples de restauración y limpieza de superficies (Ministerio del Ambiente, 2014, p.55).

Reparación/reconversión. - Es el proceso de creación de equipos reacondicionados o renovados, incluidas actividades como la limpieza, el saneamiento de datos y las actualizaciones de software o hardware, para llevarlos a su condición de funcionamiento funcional prevista originalmente (Ministerio del Ambiente, 2014, p.75).

Reciclaje. – Es el proceso de transformación de desechos peligrosos y/o especiales o de los materiales presentes en los mismos (en su forma original o en una forma previamente preparada) en la obtención de materiales y/o energía que pueda ser utilizada para la fabricación de nuevos productos. Las grandes operaciones que traten con dichos desechos se establecerán mediante acuerdos ministeriales de Autoridad Ambiental Nacional (Ministerio del Ambiente, 2014, p.74).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODÓLOGICO

3.1. Localización de la zona de estudio

Ecuador está ubicado en la costa noroccidental de América del Sur, limita al sur y al este con Perú, al norte con Colombia y al oeste con el Océano Pacífico, tiene una superficie de 256.370 kilómetros cuadrados.



Ilustración 3-1: Mapa de la zona de estudio

Fuente: Mapsofworld, 2021, p.1.

3.2. Población de estudio

Ecuador cuenta con 118 estaciones meteorológicas automáticas distribuidas por todo el territorio nacional, las mismas que se encuentran en funcionamiento desde el año 2013 (Lema, 2018, p.55).

En la figura 3-2 se muestra las estaciones meteorológicas automáticas pertenecientes al INAMHI.

$$n = \frac{(118)(1.96)^2(0.05)(0.95)}{0.10^2(118-1)+1.96^2(0.05)(0.95)}$$

$$n = 15.69 = 16$$

La presente investigación trabajó con 16 estaciones meteorológicas automáticas, a continuación, se detallan el nombre y sus coordenadas (ver Tabla 3-1).

Tabla 3-1: Descripción de las estaciones meteorológicas automáticas objeto de estudio

N°	Nombre de la Estación	Coordenadas		Región	m.s.n.m.
		X	Y		
1	ESPOCH	9806688	0764073	Sierra	2754
2	Alao	9793162	0773487	Sierra	3064
3	Cumandá	9755559	0706070	Sierra	331
4	Multitud	9764908	0725686	Sierra	1483
5	Pishilli Yacupungo	9761332	0749103	Sierra	3546
6	Quimiag	9816411	0770083	Sierra	2709
7	San Juan	9818908	0746636	Sierra	3232
8	Tunshi	9806678	0764087	Sierra	2840
9	Urbina	9835359	0754581	Sierra	3642
10	Cameronera songa	-2,287008	-79,858189	Costa	3
11	Puyo	-1,5075	-77,943889	Amazonía	960
12	Papallacta	-0,380556	-78,141389	Sierra	3150
13	Sayausi	-2,876806	-79,070167	Sierra	2711
14	Guamaní Antisana	-0,503778	-78,259417	Sierra	4148
15	Pichilingue	-1,074361	-79,492944	Costa	81
16	Inguincho	0,258333	-78,400833	Sierra	3140

Realizado por: Trujillo H., 2023.

3.4. Tipo de investigación

La investigación desarrollada es cualitativa porque se centra en un proceso lógico e inductivo (exploración y descripción), que luego arroja una perspectiva teórica. Va de lo específico a lo general (Hernández, et al., 2014, p.65). Por lo tanto, se busca proponer un plan de manejo adecuado en la disposición final de sensores meteorológicos en el Ecuador, en base a las características de los sensores e investigaciones previas con similar circunstancia. De acuerdo con el nivel de profundización en el objeto de estudio tiene un enfoque exploratorio, por los escasos de información y baja difusión sobre el tema.

La investigación exploratoria tiene como objetivo acercarse a nuevos fenómenos y obtener información que nos permita comprender mejor, aunque luego no sea concluyente (Rus, 2020, p.60).

Según el objetivo de estudio se constituye como teórica, pues genera un modelo de disposición final de los sensores meteorológicos. En cuanto a la manipulación de las variables se centra en el diseño no experimental, no existe manipulación de las variables. El tipo de inferencia es deductivo, pues va desde lo específico hacia lo general, mientras que, en el periodo temporal se genera como transversal.

3.5. Diseño de la investigación

El presente estudio se enmarca en el diseño de investigación cualitativo, ya que no se considera parámetros estadísticos ni numéricamente medibles, busca establecer las características de los sensores meteorológicos y en base a ellas proponer una correcta disposición al momento de que terminan su vida útil. No presenta manipulación de variables por lo que se presenta como un diseño no experimental.

El diseño no experimental se ejecuta sin manipulación deliberada de variables. Se basa principalmente en la observación de fenómenos que ocurren en un contexto natural y luego en el análisis de los mismos (Dzul, 2019, p.15).

3.6. Técnica de recolección de datos

Las técnicas que se utilizan para la recolección de los datos se detallan a continuación:

- Observación directa
- Entrevistas
- Revisión de literatura
- Encuestas

3.6.1. Observación directa

La observación directa es una técnica de recopilación de datos sobre un individuo, fenómeno o situación específica. Presenta investigadores en el lugar del incidente sin intervención ni cambios en el entorno, de lo contrario, los datos obtenidos no serían válidos (Cajal, 2020, p.80).

Se realizó visitas a algunas estaciones meteorológicas cercanas y se realizó un registro fotográfico, con el fin de identificar los sensores que se utilizan para el monitoreo permanente de las variables, como:

- Temperatura
- Presión atmosférica
- Dirección y velocidad del viento
- Radiación solar
- Grado de humedad
- Precipitación

3.6.2. Entrevistas

La entrevista es una técnica muy útil para la recolección de datos en la investigación cualitativa; se define como una conversación que tiene un propósito específico en lugar de solo los hechos de la conversación (Día, et al., 2019, p.65).

Se eligió esta técnica porque permite obtener la información de forma más completa y da la posibilidad de aclarar dudas que surgen durante el proceso, asegurando obtener la información requerida. Para lo cual se aplicó la entrevista a representantes de las estaciones meteorológica objeto de estudio, como actividad previa se elaboró una guía (ver ANEXO) para el desarrollo de esta técnica.

3.6.3. Revisión de literatura

Incluye la revisión y reconstrucción del trabajo que ha sido realizado por otros con el propósito de detectar, obtener y consultar materiales bibliográficos y de otro tipo que puedan ser útiles a los objetivos de estudio, así como extraer y compilar la información necesaria pertinente y relevante para la investigación en desarrollo (Galán, 2009, p.45).

Mediante la revisión de literatura se recopila información sobre la gestión para este tipo de residuos, así como también, las alternativas y estrategias de aprovechamiento y disposición final.

3.6.4. Encuesta

La encuesta es una técnica que utiliza un conjunto estandarizado de procedimientos de investigación mediante los cuales se recopila y analiza un conjunto de datos de una muestra representativa de casos de una población o universo más amplio, con el objetivo de explorar, describir, predecir y/o interpretar las características de un conjunto de datos (Casas & Repullo, 2018, p.35).

El instrumento principal de la investigación por encuesta es un cuestionario, que podemos definir como un formulario que contiene preguntas para los encuestados objetos de estudio.

Se realiza una consulta a expertos en desechos peligrosos y/o especiales mediante la aplicación de un cuestionario (ver

ANEXO) que contiene 10 preguntas abiertas, con el fin de conocer el procedimiento para gestionar los sensores, varias alternativas de aprovechamiento, mecanismos idóneos para la disposición final y el marco legal nacional e internacional; datos necesarios para establecer las estrategias de gestión y disposición de los principales sensores meteorológicos que componen una estación.

En la Tabla 3-2, se detallan las actividades, técnicas e instrumentos que se realizaron en la presente investigación para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados:

Tabla 3-2: Matriz metodológica

Matriz metodológica				
Objetivos		Actividad	Metodología	
General	Específico		Técnica	Instrumento
	Identificar los componentes que se pueden reciclar de una estación meteorológica automática.	Visita a las estaciones meteorológicas. Inventario de sensores meteorológicos. Elección del tipo de sensores con los que se trabaja.	Observación directa Entrevistas	Registro fotográfico Guía de entrevista

<p>Proponer un plan de manejo y disposición adecuada de los sensores meteorológicos en el Ecuador</p>	<p>Clasificación de los materiales que son reciclables de cada sensor.</p>	<p>Recopilación de información internacional con base a entidades públicas y/o privadas sobre propuestas de mecanismos de gestión para el aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>Revisión de literatura</p>	<p>Análisis textual de libros, revistas científicas, ponencias, tesis, etc.</p>
<p>Determinar métodos de tratamiento y disposición de los materiales reciclables de los sensores que componen una estación meteorológica automática.</p>	<p>Identificar y determinar las estrategias adecuadas para los RAEE Identificación y propuesta de mecanismos normativos de apoyo al aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>Encuestas a expertos</p>	<p>Cuestionarios con preguntas abiertas</p>	

Realizado por: Trujillo H., 2023.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Visita a las estaciones meteorológicas automáticas

Se realizaron visitas a ciertas estaciones meteorológicas cercanas para el reconocimiento de los sensores meteorológicos, su ubicación e instalación, como se puede apreciar en la ilustración 4-1 a la ilustración 4-6.



Ilustración 4-1: Piranómetro RD

Realizado por: Trujillo H., 2023.



Ilustración 4-2: Piranómetro RG

Realizado por: Trujillo H., 2023.



Ilustración 4-3: Pluviómetro

Realizado por: Trujillo H., 2023.



Ilustración 4-4: Sensor de temperatura y humedad

Realizado por: Trujillo H., 2023.



Ilustración 4-5: Sensor de temperatura de suelo

Realizado por: Trujillo H., 2023.



Ilustración 4-6: Barómetro

Realizado por: Trujillo H., 2023.

4.2. Inventario de sensores meteorológicos y elección del tipo de sensores con los que se trabaja

Se realizó la entrevista a los representantes de las 16 estaciones meteorológicas automáticas objeto de estudio, a través de video conferencia en los lugares que representaron una distancia considerable y en otros casos se realizaron entrevistas personales. Se obtuvo la información detallada respecto al tipo de sensores para las variables de temperatura, radiación, precipitación, presión, humedad y dirección y velocidad del viento; el total de equipos, como se puede apreciar en la **Figura 4-1**.

Tabla 4-1: Inventario de los sensores meteorológicos.

Variable	Sensor	Estación Meteorológicas Automáticas																
		Alao	Cumandá	Multitud	Urbina	Quimiag	San Juan	Tunshi	Pishilli	ESPOCH	Camaronera	Puyo	Papallacta	Sayausi	Guamaní	Pichilingue	Inguincho	Total
Radiación Global	Piranómetro RG	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Radiación Difusa	Piranómetro RD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
Radiación Reflejada	Piranómetro RR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7
Precipitación	Pluviómetro electrónico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Presión	Barómetro	1	1	1	1	1	1	1	1	0								8
Dirección y velocidad del viento	Anemómetro mecánico	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Anemómetro ultrasónico	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Temperatura suelo	Sensor temp. suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9
Temperatura aire y Humedad aire	Sensor Temp. y Humedad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Total		6	7	7	7	7	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	97

Realizado por: Trujillo H., 2023.

Esta información determinante nos permitió la selección de los sensores con los cuales se trabajó para establecer las estrategias de gestión y disposición final, los mismos que se detallan a continuación:

- Piranómetro RG
- Piranómetro RD
- Piranómetro RR

- Pluviómetro electrónico
- Barómetro
- Anemómetro ultrasónico
- Sensor temperatura suelo
- Sensor Temperatura y humedad

Únicamente se descartó el anemómetro mecánico presente en la estación meteorológica ESPOCH, pues presentó menor incidencia y porque no cumplía la característica común, tener un sistema electrónico.

4.2.1. Clasificación de los materiales reciclables de cada sensor

Previo a la clasificación de los materiales que son reciclables en cada uno de los sensores, se agruparon en función de las marcas y el modelo, pues a pesar de realizar las mismas funciones, cada sensor meteorológico se compone de diferentes materiales lo que hace que varíe su naturaleza como residuo y a la vez su forma de gestionarlos (ver tabla 4-2).

Tabla 4-2: Clasificación de los sensores según su marca y modelo

Nombre de la estación	Variable	Nombre del sensor	Marca	Modelo
Alao	Radiación	Piranómetros radiación global	VAISALA	-----
		Piranómetros radiación difusa		
Cumandá				
Multitud				
Pishilli	Precipitación	Pluviómetros	TEXAS	TR-525M
Yacupungo			ELECTRONIC	
Quimiag	Presión	Barómetro	VAISALA	Barocap Baro-1
San Juan			BAROCAP	
Tunshi	Dirección	y Anemómetro		Young 85000
Urbina	velocidad del viento	del ultrasónico		
	Temperatura y humedad del aire	Sensor temperatura	VAISALA	HMP 155
	Temperatura suelo	Sonda sensor de temperatura suelo	VAISALA	QMT107
	Radiación	Piranómetro electrónico	HUKSEFLUX	SR20-D2

ESPOCH	Precipitación	Pluviómetro electrónico	SUTRON	5600-0525-2
	Presión	Barómetro	VAISALA	Barocap Baro-1
	Dirección y velocidad del viento	Anemómetro mecánico	SUTRON	-----
	Camaronera Songa Puyo	Radiación	Piranómetro	HUKSEFLUX KIPP & ZONEN
Papallacta	Presión	Sensor de presión	VAISALA	PTB 110
Sayausi	Dirección y velocidad del viento	Anemómetro	VAISALA	WMT 702
Guamaní Antisana				
Pichilingue	Temperatura y humedad de aire	Sensor de temperatura	VAISALA	HMP 155
Inguincho				

Realizado por: Trujillo H., 2023.

Posteriormente, se procedió a analizar cada uno de los componentes básicos de los sensores seleccionados mediante la información disponible en los catálogos de cada uno de los equipos meteorológicos y finalmente se clasificaron los materiales reciclables, como se puede observar en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Clasificación de materiales reciclables.

Nombre del sensor	Marca	Modelo	Componentes	% aproximado	Material
Pluviómetros	TEXAS ELECTRONIC	TR-525M	Carcasa (aluminio)	85	Reciclables
			Imán	1	
			Cables	7	
			Tornillos	2	
Barómetro	VAISALA BAROCAP	Barocap Baro-1	Placa	90	Reciclables
			Cables	5	
Anemómetro ultrasónico	YOUNG	85000	Carcasa (termoplástico, acero inoxidable y aluminio anodizado)	90	Reciclables
			Cables	5	
Sensor temperatura	VAISALA	HMP 155	Carcasa (polímeros)	92	Reciclables
			sensores de resistencia (platino)	1	
			Cables	3	
Sonda sensor de temperatura suelo	VAISALA	QMT107	Carcasa (plástico)	95	Reciclables
			Cables	3	

Piranómetro electrónico	HUKSEFLUX	SR20-D2	Carcasa (aluminio anodizado)	90	Reciclables
			Cables	3	
Pluviómetro electrónico	SUTRON	5600-0525-2	Carcasa (Acero Inoxidable)	95	Reciclables
Piranómetro	HUKSEFLUX KIPP & ZONEN	SR15 CMP3	Carcasa (aluminio anodizado)	95	Reciclables
			Cables	3	
Sensor de presión	VAISALA	PTB 110	Microcontrolador	95	Reciclables
Anemómetro	VAISALA	WMT 702	Carcasa (acero inoxidable)	90	Reciclables
			Microcontrolador	4	
			Pernos y tuercas	2	
			Cables	3	

Realizado por: Trujillo H., 2023.

Análisis y discusión: Tras la clasificación se pudo visibilizar que los sensores meteorológicos son altamente aprovechables ya que se componen de materiales que son reciclables con un estimado del 95% y apenas el 5% restante, estaría compuesto de otro tipo de componentes, y muchos de estos se constituyen en desechos peligrosos. Entre los materiales aprovechables que componen los sensores meteorológicos se encuentran principalmente: el aluminio, el termoplástico, el acero inoxidable, etc.

Del teléfono móvil, el 90% de los materiales son aprovechables entre ellos: el 65% de plásticos, 25% de metales comunes y 8 PPM (Partes Por Millón) de metales preciosos. Estos materiales son utilizados en la fabricación de nuevos productos luego de ser sometidos a varios procesos de tratamiento en plantas autorizadas (Europapress, 2022, p.28). Este quiere decir que, los sensores meteorológicos contienen mayor cantidad de materiales reciclables que los teléfonos móviles, sin embargo, no son aprovechados y son eliminados sin ningún tipo de gestión.

4.3. Métodos de tratamiento y disposición de los materiales reciclables de los sensores que componen una estación meteorológica automática.

Para la determinación de los métodos para el tratamiento y la disposición de los materiales reciclables de los sensores meteorológicos se analizó información sobre los mecanismos de gestión para el aprovechamiento y disposición final de los RAEE, en entidades públicas y/o privadas, en el contexto internacional. Las mismas que sirvieron de guía y de las cuales se pudo

personalizar estrategias y políticas de gestión más adaptables y adecuadas a las presentes necesidades o su vez corregir ciertas falencias que se detectan en el proceso.

4.3.1. Propuestas de mecanismos de gestión para el aprovechamiento y disposición final de los RAEE

Varios estudios señalan que gran parte de los tratamientos que se le da a los RAEE, entre ellos la incineración y la eliminación en vertederos, han degradado el medio ambiente, principalmente en los países en desarrollo (Yuan Chen, et al., 2019, p.36). Estos procesos contaminan el agua, el aire y el suelo, causan efectos nocivos para la salud humana debido a que los metales pesados y contaminantes permanecen en nuestro entorno. Además, solo una pequeña parte de los RAEE se recoge y procesa a través de operaciones comerciales a gran escala.

4.3.2. China

En un estudio de caso demostraron que, en la ciudad de Dalian, China, los desechos electrónicos son vendidos como productos de segunda mano o sometidos a procesos que degradan el medio ambiente, como la quema al aire libre, para recuperar valiosos materiales como el oro y la plata. Además de degradar el medio ambiente y contaminar el aire, el agua y el suelo, los procesos que incineran de manera inadecuada los desechos electrónicos para recuperar materiales preciosos exponen a los trabajadores a toxinas y metales pesados (Orlins & Guan, 2018, p. 89).

En cuanto a las barreras para la recolección de desechos electrónicos domésticos en ese país por parte de las empresas autorizadas, son las preferencias de los recicladores autorizados, que se enfocan en la recuperación de metales raros. Cabe resaltar que China es el segundo mayor productor de desechos electrónicos en el mundo, y ha producido seis millones toneladas de desechos electrónicos en 2014, este país trata gran parte de sus desechos electrónicos, compuestos de metales pesados de manera poco científica, dejando gran parte de ellos inadecuadamente en contacto con el medio ambiente (Zeng, et al., 2018, p.48).

En cuanto a las propuestas para mejorar la gestión del tratamiento de desechos electrónicos. Zeng y otros autores (2018, p.27), proponen el uso de una planta de reciclaje móvil para el tratamiento de residuos en países o regiones cuyo territorio es pequeño. También, proponen un método para evaluar el potencial de reciclaje de los desechos electrónicos, clasificando sus componentes y sus aplicaciones.

Para la gestión de fondos para el reciclaje post uso en Taiwán, Shih (2018, p.86) propone un modelo matemático denominado modelo multi período para mejorar la gestión de fondos y optimizar el tratamiento de residuos. Sin embargo, ninguno de estos estudios ha presentado una forma de eliminar por completo los efectos nocivos de los desechos electrónicos. Claramente se necesita más investigación e inversión en este tema.

4.3.3. Brasil

La gestión adecuada de los desechos electrónicos sigue siendo un desafío en muchas partes del mundo y es más desafiante en países en desarrollo como Brasil, donde la tasa estimada de recolección de desechos electrónicos es solo del 2 % (Azevedo y otros, 2018, p.56).

Como medida de tratamiento este país promueve acciones para la recolección, separación y exporta sus desechos electrónicos. En su mayor parte, los desechos electrónicos terminan siendo exportados por empresas como SINCTRONICS Ltd.

Se promulgó una ley para el destino de los residuos post consumo y fue reglamentada el 23 de diciembre de 2010 (Azevedo, et al., 2018, p. 65). De acuerdo con esta ley, todos los consumidores (población e instituciones) son responsables de sus desechos electrónicos por separado en los puntos de entrega apropiados que figuran en los Planes Municipales de Residuos Sólidos (De Souza, et al., 2018, p.90). Sin embargo, Brasil todavía necesita mejorar mucho su investigación en el campo del tratamiento y eliminación de desechos electrónicos, porque tal como está, la gran mayoría de los desechos electrónicos se ha tratado de manera inadecuada y continúa dañando el medio ambiente.

4.3.4. Moscú

En Moscú se ha implementado un sistema de identificación de residuos basado en redes neuronales convolucionales que clasifica los materiales con una precisión casi perfecta. Un solo brazo robótico puede manejar cuatro fracciones diferentes de residuos de construcción y demolición con una pureza del 99 %. El despliegue robótico podría reducir el volumen de residuos no reciclados en un 20 %. Esto podría replicarse en todo el mundo para resistir la presión del consumo de recursos y generar beneficios ambientales y socioeconómicos, ya que la transición hacia la digitalización del reciclaje de residuos a través de sectores informales de residuos ha creado 5.000 nuevos puestos de trabajo reduciendo la tasa de desempleo. Esto maximiza el tiempo de recolección y mejora la eficiencia con un menor costo operativo que el camión hasta en un 75 % (Kumar & Dixit, 2019, p.45).

4.4. Establecimiento de las estrategias de gestión y disposición de los principales sensores meteorológicos que componen una estación.

Para el desarrollo de las estrategias se involucró las experiencias analizadas tras la aplicación del cuestionario a los expertos en desechos peligrosos y/o especiales, de igual manera se tomó en cuenta la información anteriormente desarrollada y la naturaleza de los residuos disponibles de los sensores tras la clasificación realizada. En ese contexto, las estrategias elaboradas se plantean desde una visión de carácter técnico, administrativo y social y se enfocan al cumplimiento de 2 propósitos:

- a) Promover la gestión de los sensores que conforman las estaciones meteorológicas automáticas.
- b) Proponer un marco legal para la gestión de los sensores que conforman las estaciones meteorológicas automáticas.

4.4.1. Implementación del área de reacondicionamiento y reparación

El objetivo de esta área será extender la vida de los sensores meteorológicos, disminuyendo así la cantidad de desechos.

Durante el reacondicionamiento y reparación, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los equipos de reacondicionamiento y reparación proporcionan equipos eléctricos y electrónicos que son equivalentes a equipos nuevos en términos de características de procesamiento.
- La reparación y el mantenimiento de los RAEE generalmente se limitan al desmontaje y la limpieza del equipo, la sustitución de componentes y piezas, la reparación básica de piezas individuales y el montaje del equipo reparado o reacondicionado.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se recomiendan las siguientes pautas para reacondicionar y reparar (Ministerio de Ambiente, 2017, p.34):

Protección contra la intemperie: el almacenaje se debe realizar a temperatura ambiente y debe estar protegido de la intemperie para evitar que los agentes contaminantes provoquen lixiviado al medio ambiente y para poder llevar a cabo el procedimiento de forma adecuada.

Pisos: Se debe evitar infiltraciones y contaminación de los suelos, por lo que se recomienda pisos impermeables.

Capacidad: adecuada para la disposición de todo el inventario existente

Evitar el acceso no autorizado: los desechos electrónicos deben almacenarse de manera que impidan que personas no autorizadas ingresen a las instalaciones para evitar la adición o eliminación desatendida de equipos o componentes obsoletos.

Registros: mantenga un inventario que incluya todos los equipos obsoletos y las piezas recicladas.

Procedimientos: se debe registrar todos los procedimientos que se han realizado en el sitio de almacenamiento.

Personal: capacitado para dar cumplimiento con los procedimientos del almacenamiento.

Almacenamiento y embalaje: generalmente, los RAEE deben almacenarse en palés o en cajas hechas de postes o madera para facilitar el almacenamiento, la carga y el transporte a los procesos posteriores.

Otro aspecto importante es garantizar que los distintos componentes electrónicos y repuestos que se recuperan o generan como residuos durante este proceso se eliminan de forma respetuosa con el medio ambiente.

4.4.2. Donación de los sensores meteorológicos

En varios casos estos equipos son retirados en buenas condiciones debido al cumplimiento de los objetivos estratégicos como la renovación tecnológica, en tal virtud resulta viable la donación a otras estaciones meteorológicas o instituciones educativas, de esta forma se reintegran a la funcionalidad y no se ubican en categoría de desechos. En este caso se estaría dando un reúso directo de aparatos completos sin realizarle ninguna adecuación. Aunque también se podría donar ciertos componentes funcionales. Para este fin los equipos deben ser desensamblados con el mayor cuidado para evitar el daño de los componentes a ser reutilizados, por ejemplo, las carcasas.

4.4.3. Promover el reciclaje

El reciclaje se refiere a todo proceso industrial cuyo objeto sea la transformación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos, o del valor energético (poder calorífico) de los materiales que componen los RAEE (Ministerio de Ambiente, 2017, p.55).

Después de haber realizado las actividades de descontaminación, parte de los residuos se puede utilizar en el proceso de reciclaje, que produce tres grandes categorías de materiales: vidrio, plástico y metal. En general, el uso y procesamiento de componentes, materiales y subproductos provenientes del reciclaje de los RAEE puede incluir la fundición, el refinado, la recuperación química y la incineración controlada:

Fundición: Se refiere a la fusión y procesamiento general de metales ferrosos.

Refinación termoquímica: se refiere a la recuperación de metales preciosos y no ferrosos en placas de circuito impreso y otros desechos eléctricos y electrónicos mediante procesos térmicos o químicos.

Incineración: Los residuos sin valor, inútiles o que contienen componentes peligrosos son incinerados de acuerdo con altos estándares técnicos, lo que permite recuperar el valor energético en forma de electricidad y evita la contaminación ambiental por emisiones atmosféricas a través de sistemas de control y tratamiento de emisiones.

4.4.4. Disposición final adecuada

Generalmente siempre queda una pequeña fracción que no se puede aprovechar resultante de las etapas previas.

- **Relleno sanitario:** Los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos en su mayoría contribuyen a la generación de efectos negativos al medio ambiente en los rellenos sanitarios “comunes”, por la presencia de metales pesados y sustancias halogenadas que lixivian y se evaporan. Sumada la variedad de sustancias contenidas en los RAEE ejercerá recíprocamente para la producción de efectos sinérgicos, incrementando potencialmente y ampliando sus efectos negativos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia, 2017, p.12). En tal razón, no se debe realizar la disposición final de los RAEE en rellenos sanitarios porque no es adecuada, ya que no solo provocará impactos negativos, sino que también conducirá a la pérdida de valiosos recursos secundarios. Los materiales no aprovechables encontrados en las

primeras etapas de la gestión de RAEE, como el polvo acumulado en los equipos, pegatinas y papeles adheridos a los mismos, materiales de embalaje, gomas y gomas, pueden ser enviados a las empresas de limpieza de las inmediaciones para su disposición final en un relleno sanitario común.

- **Relleno de seguridad:** Si es necesario eliminar los residuos del proceso de reciclaje e incineración, esto debe hacerse en un relleno sanitario seguro, así como los componentes que contengan sustancias peligrosas, pero no que tengan un proceso de aprovechamiento adecuado, si cumplen con los requisitos técnicos necesarios son dispuestos en este tipo de relleno. Los termoplásticos triturados o granulados también se pueden depositar en rellenos de seguridad, ya que no se incineran ni se reciclan. Si se espera incinerar algunas partes, se debe considerar la disposición final de las cenizas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombia, 2017, p.34).

Las fases de gestión de aprovechamiento y disposición final son realizadas por gestores que deben tener licencia ambiental para determinados procesos.

4.4.5. Aplicar prácticas de consumo responsable.

Las buenas prácticas de consumo responsable conllevan a una reducción y minimización del impacto ambiental provocado por la generación de los RAEE, por lo tanto, los consumidores son el eje principal para aplicar estas medidas. A continuación, algunas recomendaciones:

- Comprar productos de fabricantes que cumplan y respeten los estándares de sostenibilidad ambiental en su producción.
- Comprar equipos que puedan ser desarmados, reparados y actualizados, teniendo en cuenta certificación internacional o nacional con punto verde.

4.4.6. Elección de proveedores adecuados

La gestión de RAEE también puede estar a cargo de los proveedores confiables. Esto permitirá garantizar el cumplimiento de normativas competente, ayudará a mantener la responsabilidad social corporativa (RSC), compensará los costos de eliminación y fomentará a la aplicación de la economía circular.

Muchos proveedores de servicios promueven programas de concientización a través de materiales informativos que mencionan mecanismos de reciclaje y devolución de desechos a puntos de

recolección designados; estos puntos pueden ser identificados por el fabricante o importador a través de su propia etiqueta o directamente por la empresa gestora.

4.4.7. Marco legal e instrumentos para la gestión de los RAEE en los Gobiernos Autónomos Descentralizados

El país cuenta con dos lineamientos para impulsar la economía circular: “Libro Blanco de la Economía Circular” y “Ley Orgánica de Economía Circular”.

La Ley de Economía Circular Inclusiva tiene como objetivo implementar los principios de diseño ecológico, producción y consumo sostenible, reducir la generación de residuos y promover la gestión integral e inclusiva de los residuos (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2020, pp.35-40).

En este caso el desafío planteado, será asegurar la ejecución de dicha ley en los diferentes niveles de los gobiernos provinciales y parroquiales, a través del desarrollo de instrumentos que además se integren con las acciones del Plan Nacional de Gestión Integral de RAEE, con el fin de garantizar su mayor durabilidad, la prolongación del ciclo de vida útil de los RAEE, fomentar el reacondicionamiento de los aparatos, el aprovechamiento y el consumo responsable.

4.4.8. Normativa para la gestión de RAEE

Pese a que existe una regulación respecto a la Responsabilidad Extendida del Productor en cuanto a los residuos, no existe normativa específica que consagre este principio y más en el caso concreto de los RAEE, es por esto que actualmente no hay garantía para una gestión adecuada para este tipo de residuos. La normativa es escasa y poco específica, por este motivo es vital la implementación de una legislación que regule el tema de forma detallada. A continuación, se propone algunas especificaciones y requisito que se debería incluir para una gestión integral, basadas en países desarrollados.

- Especificaciones técnicas de control de la contaminación para el procesamiento de los RAEE.
- Especificaciones técnicas para el tratamiento de los RAEE, que incluya catálogo.
- Especificaciones técnicas generales de reciclaje de los RAEE.
- Requisitos técnicos para el desmantelamiento de sensores meteorológicos.

CONCLUSIONES

- Mediante el análisis de la información obtenida a través de las entrevistas a los representantes de las estaciones, se pudo realizar un inventario de los sensores meteorológicos, posteriormente se llevó a cabo una valoración de cada una de las estructuras que lo conforman, de esta manera se pudo identificar que existen una amplia gama de materiales que se pueden reciclar en una estación meteorológica y que actualmente no se han aprovechado estos recursos.
- Para la determinación de los métodos para el tratamiento y la disposición de los materiales reciclables de los sensores meteorológicos se realizó un análisis minucioso de la información sobre los mecanismos de gestión para el aprovechamiento y disposición final de los RAEE, en entidades públicas y/o privadas, en el contexto internacional, tales como: China, Brasil y Moscú, modelos de gestión que sirvieron de guía en cuanto a las estrategias y políticas aplicables en nuestro contexto.
- Mediante las experiencias por parte de los expertos en desechos peligrosos y/o especiales, obtenida tras la aplicación de las encuestas, la información del análisis textual sobre los modelos de gestión de los RAEE a nivel internacional y la naturaleza de los residuos, se estableció las estrategias de gestión y disposición de los sensores meteorológicos. Las estrategias elaboradas se plantearon desde una visión de carácter técnico, administrativo y social y se enfocaron al cumplimiento de 2 propósitos: proponer el marco legal y promover la gestión de los sensores que conforman las estaciones meteorológicas automáticas.

RECOMENDACIONES

- Es trascendental el desarrollo de políticas públicas para la gestión de los RAEE en términos específicos ya que al momento es demasiado general y deja muchos vacíos. Una ley que promueva la producción limpia, así como también el consumo responsable y estas a su vez estén articuladas a nivel local y nacional.
- Las estaciones meteorológicas deberían mejorar su forma de gestionar sus residuos provenientes de los sensores, mediante la aplicación de las presentes estrategias propuestas, con el fin de contribuir a la solución del problema, puesto que se debe actuar desde ya para evitar problemas futuros.

GLOSARIO

Microprocesador: Un microprocesador (también conocido como CPU) es un circuito integrado que consta de millones de transistores cuya función es procesar datos, controlar el funcionamiento de un ordenador y realizar operaciones lógico-matemáticas (Rodríguez, 2007, p. 76).

Microcontrolador: Un microcontrolador es un circuito integrado programable capaz de ejecutar comandos almacenados en su memoria. Se compone de varios bloques funcionales que realizan tareas específicas (López & Santiago, 2018, p.100).

Termopares: Los termopares son sensores que miden la temperatura. Consiste en dos metales diferentes unidos por un extremo. Cuando una unión de dos metales se calienta o se enfría, se genera un voltaje dependiente de la temperatura. Las aleaciones de termopar generalmente se suministran en forma de alambre (Rossi y otros, 2019).

Termistores: Es un tipo de resistor en la que el flujo de corriente eléctrica cambia rápidamente con pequeños cambios de temperatura (Rossi y otros, 2019).

BIBLIOGRAFÍA

AEMET. *Sensor meteorológico* [blog]. 2022. [Consulta: 6 marzo 2023]. Disponible en: https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/518_sensor-meteorologico

ARTEAGA, R., CERVANTES, R., VÁZQUEZ, M., & BUSTAMANTE, W. "Estación meteorológica convencional versus automática sus diferencias evaluadas con índices estadísticos Chapingo, México". *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], 2018, (México), 8(6), pp. 90-98. [Consulta: 3 enero 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000601301.

AZEVEDO, L., SILVA, F., FERREIRA, C., SOARES, J., & ROMANO, D. Gestión de residuos electrónicos y sostenibilidad: un estudio de caso en Brasil. *Springer*, 24(1), 25221–25232. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-017-0099-7>

BARONA, H., & PAREDES, G. "Estación meteorológica automática y medición de variables atmosféricas". *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura* [en línea], 2022 (Ecuador), 5(9), pp. 2-8. [Consulta: 14 diciembre 2022]. ISSN 2737-645. Disponible en: <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/finibus/article/download/420/694>

BARRIGA, M., VISCAÍNO, J., & RECALDE, C. "Implementacion de una Red de Estaciones Metereologicas Utilizando Transmision GPRS En La Region Centro Andina Del Ecuatorial". *Journal ESPE*. [en línea], 2015, 10(1), pp. 35-42. [Consulta: 4 enero 2023]. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/49>

BBC. La basura electrónica en 4 gráficos: cómo el mundo desperdicia US\$62.500 millones cada año. *News Mundo*, 2019. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47032919>

CAJAL, A. *Observación directa: características, tipos y ejemplo* [blog]. Lifeder: 2020. [Consulta: 14 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/observacion-directa/>

CASAS, J., & REPULLO, J. "La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)". *Science Direct* [en línea], 2018, pp.27-53. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656703707288>

DE SOUZA, R., CLÍMACO, J., & SANT'ANNA, A. "Evaluación de sostenibilidad y priorización de opciones de gestión de residuos electrónicos en Brasil". ScienceDirect, [en línea], 2018, 57(1), 46-56. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.034>

DELGADO, J., & OCHOA, A. Plan de gestión y minimización de residuos peligrosos para los talleres tomebamba de la empresa Toyocuenca S.A. [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, Cuenca-Ecuador. 2019, p. 85-92. [Consulta: 6 marzo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17801/1/UPS-CT008424.pdf>

DÍA, L., TORRUCO, U., MARTÍNEZ, M., & VARELA, M. "La entrevista, recurso flexible y dinámico". Scielo [en línea], 2019, 2(7), pp. 62-16. [Consulta: 4 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf>

DZUL, M. *Diseño no experimental*. [en línea]. México: Sistema virtual de la Universidad de Autónomo del Estado de Hidalgo. [Consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf

ECOTIC. *Gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos* [blog]. RAEE, 2022. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://www.ecotic.es/es/246568/Fundacion.htm>

ENVIRA. *Qué son y para qué sirven los sensores meteorológicos*. [blog]. Enviraio, 2019. [Consulta: 5 marzo 2023]. Disponible en: <https://enviraio.es/que-son-sensores-meteorologicos/>

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA NACIONAL. *Observatorio Astronómico de Quito. Sala Andrómeda*. [blog]. Sala Andrómeda, 2020. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <https://oaq.epn.edu.ec/museo/index.php/sala-andromeda#:~:text=El%201%20de%20diciembre%20de,los%20jardines%20de%20este%20instituto>

FERRER, R. Desarrollo de una estación meteorológica de bajo costo [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Santo Tomás Bucaramanga, División de Ingenierías y Arquitectura, Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones, Colombia. 2018, pp. 66-80. [Consulta: 4 marzo 2023]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10439/RafaelFerrer-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FUNDACIÓN ECOLEC. *Categorías de AEE.* [blog]. Ecolec: 2022. [Consulta: 4 febrero 2023]. Disponible en: <https://ecolec.es/productores/categorias-de-ae/>

GALÁN, M. *Metodología de la investigación. ¿que es una revisión de literatura en un proyecto de investigación* [blog]. Aprengeom, 2009. [Consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: <https://www.uv.es/aprengcom/archivos2/homenaje/10GutierrezA.PDF>

GUATO, E. Propuesta de un programa de gestión de propuesta de un programa de gestión de por actividades mineras en San Antonio Zamora Chinchipe. REPOSITORIO DE la Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Ambiental, Ecuador. 2022, pp. 9-18. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUATO%20V%C3%89LEZ%20STEPHANIE%20DE%20JES%C3%9AS.pdf>

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, M. *Metodología de la Investigación.* Mexico: Mc Graw Hill, 2014, pp. 45-68.

INAMHI. *INAMHI 52 AÑOS. Publicacion Conmemorativa* [blog]. Issuu, 2013. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: https://issuu.com/inamhi/docs/inamhi_revista_institucional_2013

INAMHI. *Red de estaciones automáticas hidrometeorológicas. Condiciones actuales del tiempo para las últimas 24 horas* [blog]. 2022. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>

IZQUIERDO, M. Análisis de la gestión de los desechos peligrosos y especiales domiciliarios en el Distrito Metropolitano de Quito [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Maestría en cambio climático y negociación ambiental, Quito, Pichincha, Ecuador. 2021, pp. 45-67. [Consulta: 2023-01-17]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8177/1/T3562-MCCNA-Izquierdo-Analisis.pdf>

KUMAR, A., & DIXIT, G. Un nuevo marco híbrido de MCDM para la evaluación de socios de reciclaje de RAEE sobre la base de competencias ecológicas. ScienceDirect, [en línea], 2019, 241(1), 1-17. [Consulta: 23 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/118017>

LARIOJA. *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.* [blog.] Medio Ambiente: 2018. [Consulta: 4 abril 2023]. Disponible en: <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/residuos/residuos-gestion-especial/raees/residuos-aparatos-electricos-electronicos>

LEMA, L. Análisis geoespacial para la determinación de vapor de agua troposférico con datos de GPS en Ecuador [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Carrera de Ingeniería Ambiental, Ecuador. 2018, p. 54-60. [Consulta: 2023-01-15]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16069/1/UPS%20-%20ST003734.pdf>

LÓPEZ, A. Estudio para la presentación de una propuesta para el manejo integral de los raee en México [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería, química e industrias extractivas, México. 2019, p. 98-115. [Consulta: 2023-01-7]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/27945/1/ESTUDIO%20PARA%20LA%20PRESENTACION%20DE%20UNA%20PROPUESTA%20PARA%20EL%20MANEJO%20INTEGRAL%20DE%20LOS%20RAEE%20EN%20MEXICO%20%28PRO%29.pdf>

LÓPEZ, G., & SANTIAGO, M. *Introducción al funcionamiento básico de microcontroladores PIC.* [blog]. 2018. [Consulta: 20 abril 2023]. Montevideo, Uruguay. Disponible en: <https://www.unioviado.es/ate/alberto/manualPic.pdf>

MAPSOFWORLD. *Mapa de Ubicación de Ecuador.* [blog]. Mapsofworld, 2021. [Consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: <https://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/ecuador/mapa-de-ubicacion-de-ecuador.html>

MEDINA, G., GRAGEDA, J., RUIZ, J., & BÁEZ, A. *Uso de Estaciones Meteorológicas en la Agricultura* [blog]. INIFAP, 2018. [Consulta: 23 enero 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/13303312-Uso-de-estaciones-meteorologicas-en-la-agricultura.html>

MERINO, D. Gestión de desechos electrónicos de mayor generación en la ciudad de Loja. [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones, Ecuador. 2010, pp. 65-80. [Consulta: 2023-04-12]. Disponible en: <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13025/1/Merino%20Bermeo%20Diana%20Lucia.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE COLOMBIA. *Residuos de Aparato Eléctricos y Electrónicos* [blog]. Colombia: RAEE Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbano, 2017. [Consulta: 16 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/#>

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA NACIÓN. (2020). *Manual Gestión integral de RAEE* [blog]. Argentina, 2020. [Consulta: 2 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/manual-raee>

MINISTERIO DE AMBIENTE, V. *Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. Bogotá, Colombia, 2017. [Consulta: 3 abril 2023]. Disponible en: https://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN, COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA. *Gobierno del Ecuador. Ecuador camina firme en la ruta de la economía circular* [blog]. 2020. [Consulta: 3 abril 2023]. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/ecuador-camina-firme-en-la-ruta-de-la-economia-circular/#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20motiva%20la,vida%20%C3%BAtil%20de%20los%20mismos>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Política Nacional de Post-consumo de Equipos Eléctricos y Electrónicos en Desuso* [blog]. Quito, Pichincha, Ecuador, 2014. [Consulta: 3 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Acuerdo-190-2013-Post-Consumo-Equipos-Elctricos.pdf>

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Acuerdo N 061 Reforma del Libro Vi del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. [blog]. Quito, Pichincha, Ecuador, 2015. [Consulta: 3 abril 2023]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_acuerdo-ministerial-061.pdf

MINISTERIO DEL AMBIENTE URUGUAY. *¿Qué son los AEE y RAEE?* [blog]. Uruguay: Política y gestión, 2017. [Consulta: 5 abril 2023]. Disponible en: [https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/son-ae-ae-#:~:text=y%20sus%20residuos.-,Aparatos%20El%C3%A9ctricos%20y%20Electr%C3%B3nicos%20\(AEE\),medir%20tales%20corrientes%20y%20campos](https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/son-ae-ae-#:~:text=y%20sus%20residuos.-,Aparatos%20El%C3%A9ctricos%20y%20Electr%C3%B3nicos%20(AEE),medir%20tales%20corrientes%20y%20campos)

MINISTERIO DEL AMBIENTE, AGUA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA. *Sistema de gestión de sustancias químicas y desechos peligrosos y especiales.* [blog]. Ecuador: Programas y servicios, 2019. [Consulta: 5 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-de-gestion-de-desechos-peligrosos-y-especiales/>

MORALES, J. (Octubre de 2020). Propuesta Para El Manejo Integral De Desechos Peligrosos Y/O Especiales Generados Por La Estación Cabecera Televisiva De Red Telesistema Rts [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales, Carrera de Ingeniería Ambiental, Guayaquil-Ecuador. 2020, p.45. [Consulta: 6 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49933>

ONU. *Los desechos electrónicos, una oportunidad de oro para el trabajo decente* [blog]. Naciones Unidas, 2019. [Consulta: 23 enero 2023]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1455621>

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. *Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológicos (OMM N° 8)* [blog]. Ginebra, Suiza: Secretaría de la organización meteorológica mundial, 1996. [Consulta: 14 marzo 2023]. Disponible en: https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=5280

ORGANIZACION METEREOLÓGICA MUNDIAL. *Guía del Sistema Mundial de Observación* [blog] Ginebra: Organización Meteorológica Mundial, 2017. [Consulta: 4 abril 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/13303312-Uso-de-estaciones-meteorologicas-en-la-agricultura.html>

ORLINS, S., & GUAN, D. "El reciclaje informal de desechos electrónicos tóxicos de China: enfoques locales para un problema ambiental global". *Journal of Cleaner Production*, [en línea], 2018, 114(1), pp. 71–80. [Consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016>

PALLÁS, R. *Sensores y acondicionadores de señal.* Cataluña, España, 2004, pp. 76-89.

PCE. *¿Qué es una estación metereológica?* [blog]. Estación meteorológica: 2021. [Consulta: 3 abril 2023]. Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/que-estacion-meteorologica.htm>

PONTÓN, C., & SALAZAR, J. Propuesta Plan de Manejo Integral de Residuos para Empresas de Aditivos Alimenticios [en línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Escuela Superior

Politécnica del Litoral, Ecuador. 2017, p. 35-42. [Consulta: 2023-02-13]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/39370/1/D-CD102625.pdf>

RODRIGUEZ, E., & et., a. (2018). "Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos informáticos: análisis y optimización". Pontificia Universidad Católica de Argentina [en línea], 2018, 15(5), p. 78. [Consulta: 4 marzo 2023]. ISSN 1668-1622. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/5874/1/propuesta-sistema-gestion-integral.pdf>

RODRÍGUEZ, L. D. (2007). *El Gran Libro del PC Interno*. Marcombo, 2007. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: [https://doi.org/ ISBN 978-84-267-1425-1](https://doi.org/ISBN%20978-84-267-1425-1)

ROSSI, I., ZENKO, R., DE SOUZA, M., & GONÇALVES, M. "Equipamento Automatizado de Soldagem Capacitiva para Termopares". *Soldagem & Inspeção* [en línea], 2019 24(1), 1-13. [Consulta: 6 marzo 2023]. Disponible en: [https://doi.org/ https://doi.org/10.1590/0104-9224/SI24.17](https://doi.org/10.1590/0104-9224/SI24.17)

RUS, E. *Investigación exploratoria*. Economipedia.com, 2020. [Consulta: 6 marzo 2023]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-exploratoria.html>

SALAZAR, A., & VARGAS, J. L. (2018). "Algunos aspectos técnicos sobre la Estación Meteorológica Automática de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes". *Revista Pensamiento Actual* [en línea], 2018, 17(1), pp. 97-103. [Consulta: 3 febrero 2023]. ISSN 2215-3586. Disponible en: <https://kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/78937/document%20%284%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SENSORGO. *Estaciones Meteorológicas. ¿Qué Son Y Cómo Funcionan?* [blog]. SensorGO, 2020 (Consulta: 5 marzo 2023). Disponible en: <https://sensorgo.mx/estaciones-meteorologicas/>

SHIH, H. "Fondos de reciclaje para desechos electrónicos en Taiwán bajo incertidumbre". *ScienceDirect*, [en línea], 2018, 143(1), pp. 345-355. [Consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: [https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.103](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.103)

SOLÉ, A. C. (2018). *Instrumentación industrial*. [en línea]. 8ª edición. Marcombo: Tecnología,

CIENCIA Y FORMACIÓN. *Instrumentación industrial*. [blog]. 2018. [Consulta: 4 abril 2023]. Disponible en: <https://www.marcombo.com/instrumentacion-industrial-8a-ed-9788426716682/>

REGISTRO OFICIAL N° 856. (2012). SUPLEMENTO, QUITO, PICHINCHA, ECUADOR.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVA LEÓN. *Residuos de manejo especial (RME)* [en línea]. Ciudad Universitaria, Monterrey, Mexico, 2020. [Consulta: 22 abril 2023]. Disponible en: <https://desarrollourbano.coatzacoalcos.gob.mx/medio-ambiente/residuos/residuos-de-manejo-especial/#:~:text=Los%20Residuos%20de%20Manejo%20Especial,Electrodom%C3%A9sticos>

UREÑA, F. "Utilización de estaciones meteorológicas automáticas como nueva alternativa para el registro y transmisión de datos". *Revista Posgrado y Sociedad* [en línea]. Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, 11(1), pp. 33-49. [Consulta: 5 enero 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6091100>

YUAN CHEN, M. L., QUANYIN TAN, J. L., & MIAO, Y. "Estudio del esquema de recogida y reciclaje de raee en países típicos de asia-pacífico" *Revista de ingeniería y gestión ambiental* [en línea], 2019, 18(7), pp. 35-60. [Consulta: 13 marzo 2023]. ISSN1487-1498. Disponible en: https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2021/03/GEM_2020_Spanish_final_pages-1.pdf

ZENG, X. W., LI, J., & GONG, R. Un método simplificado para evaluar el potencial de reciclaje de los desechos electrónicos. *Revista de producción más limpia* [en línea], 2018, 168(1), PP. 45-56. [Consulta: 2 mayo 2023]. ISSN 1518–1524. Disponible en: <https://doi.org/10.1016>

ZÚÑIGA, I., & CRESPO, E. *Meteorología y Climatología*. España: UNED, 2021, pp. 15-24.

ANEXOS

ANEXO A: GUÍA DE ENTREVISTA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL
PLAN DE MANEJO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE
SENSORES METEOROLÓGICOS EN EL ECUADOR.

DATOS INFORMATIVOS

Nombre de la estación:

Coordenadas: longitud latitud

CARACTERÍSTICAS SENSORES METEREOLÓGICOS

Variable	Nombre del sensor	Marca	Modelo	Vida útil	observaciones
Temperatura					
presión atmosférica					
Dirección y velocidad del viento					
Precipitación					
Grado de humedad					
Radiación solar					

Una vez finalizada la vida útil de estos sensores, el procedimiento para desecharlos es:

Almacenamiento y entrega al sistema de recolección municipal

Almacenamiento y entrega a la empresa proveedora

Especifique el nombre de la empresa proveedora.....

Almacenamiento y entrega a los gestores ambientales

Especifique el nombre del gestor ambiental.....

otros

Especifique.....

...

ANEXO B: ENCUESTA PARA EXPERTOS EN DESECHOS ESPECIALES



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA EN BIOTECNLOGÍA AMBIENTAL PLAN DE MANEJO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE SENSORES METEOROLÓGICOS EN EL ECUADOR.

La presente investigación se plantea proponer un plan de manejo y disposición adecuada de los sensores de las estaciones meteorológicas automáticas en Ecuador, mediante el establecimiento de las alternativas de aprovechamiento, mecanismos para la disposición final y el marco legal vigente.

Para el desarrollo de la investigación, le extendemos una cordial invitación para participar completando este cuestionario y de antemano agradecemos su valioso tiempo y disposición para compartir su experiencia y conocimiento.

Datos de identificación

Empresa o institución a la que pertenece:

Fecha:

1. ¿Una vez finalizada la vida útil de los sensores meteorológicos, cual es el procedimiento que se realiza previo a la disposición final?
2. ¿Se realiza alguna práctica para el aprovechamiento (Reutilización, Reparación/reconversión o Reciclaje) de algunos materiales que conforman estos sensores?
3. ¿Qué materiales provenientes de los sensores meteorológicos se pueden reciclar?
4. Considerando que el tratamiento es un proceso destinado a modificar las características físicas y/o químicas de los desechos especiales. ¿Qué tipo de tratamientos recomendaría usted para una adecuada gestión de los sensores meteorológicos?
5. ¿Qué mecanismo considera usted que es el más idóneo para la disposición final de los sensores que componen una estación meteorológica automática?
6. ¿Cuáles cree usted que son los materiales potencialmente peligrosos tanto para el ambiente como para la sociedad?
7. ¿Puede usted mencionar la normativa vigente para el manejo de desechos especiales?

8. ¿Nos podría indicar usted la normativa internacional para el manejo de desechos especiales?
9. ¿Considera usted que resulta viable el reciclaje de materiales valiosos que conforman los sensores meteorológicos?
10. ¿Conoce usted algún caso exitoso sobre investigaciones previas con similar circunstancia?



epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 18 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Héctor Sebastián Trujillo Vallejo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniero en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

1323-DBRA-UPT-2023