

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



TESIS

**“ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE
VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL PARA LOS RESIDUOS
DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE),
DISTRITO DE TACNA, 2025”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. ROSALY MARINA PAUCARA CRUZ

Bach. KENYI DAVID TURPO HUAMANI

TACNA – PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TESIS

**“ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE
VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL PARA LOS RESIDUOS
DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE),
DISTRITO DE TACNA, 2025”**

Tesis sustentada y aprobada el 30 de diciembre de 2025; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

SECRETARIO : Mtro. DIEGO YGOR CHOCANO ROSSI

VOCAL : Mtro. RICARDO WILLIAM NAVARRO AYALA

ASESOR : Dr. GERMAN MAMANI AGUILAR

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Rosalý Marina Paucara Cruz y Kenyi David Turpo Huamani, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 70209648 y 79052762 respectivamente, así como German Mamani Aguilar con DNI 00419709; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulada: "Estudio de viabilidad ambiental de una planta de valorización y disposición final para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025", la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Ambiental*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 02 de diciembre de 2025



Rosalý Marina Paucara Cruz
DNI:70209648



German Mamani Aguilar
DNI: 00419709



Kenyi David Turpo Huamani
DNI:79052762

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre, quien siempre ha estado a mi lado en mis mejores y peores momentos, sosteniéndome con su amor y fortaleza incondicional. A mis hermanos, por ser un ejemplo constante de profesionalismo y ética. A mi familia materna, por su apoyo, cariño y confianza permanente, siendo parte fundamental de mi motivación para seguir adelante y alcanzar mis metas. Y a mí misma, por no dejarme caer, por no rendirme ante las dificultades y por mantenerme perseverante hasta cumplir cada meta.

Rosalý Marina Paucara Cruz

Dedico y agradezco esta tesis a Dios por permitirme llegar hasta aquí, a mi familia, quienes me brindaron su apoyo sin restricciones ni cuestiones y consejo en momentos de incertidumbre, gracias por ser ejemplo de fortaleza y resiliencia frente a las adversidades, esto es por ustedes y para ustedes, agracias a quienes estuvieron en este camino, amigos, compañeros, y de más personas que sumaron a este sueño, y por ultimo agradecerme a mí por no procrastinar, y siempre estar presto a aprender y escuchar, y por tratar de ser mejor cada día, Gracias Totales.

Kenyi David Turpo

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, en primer lugar, a Dios, por iluminarnos, fortalecernos y darnos la sabiduría necesaria para culminar este trabajo.

A nuestras familias, por su amor, paciencia y apoyo constante en cada etapa del proceso; su confianza fue nuestra mayor motivación.

A nuestros docentes y a nuestro asesor German Mamani Aguilar por compartir su conocimiento y guiarnos con dedicación.

A nuestros compañeros y amigos, quienes con sus palabras de ánimo y compañía hicieron más llevadero este camino.

A todos los que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de esta tesis, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento.

Rosalý Marina Paucara Cruz
Kenyi David Turpo Huamani

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación e Importancia.....	4
1.3.1. Justificación ambiental.....	4
1.3.2. Importancia ambiental	4
1.3.3. Importancia económica.....	5
1.3.4. Importancia social.....	5
1.3.5. Importancia académica.....	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Hipótesis.....	6
1.5.1. Hipótesis General	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
2.1.3. Antecedentes locales.....	10
2.2. Bases Teóricas.....	12
2.2.1. Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	12
2.2.2. Estructura de los Aparatos eléctricos y electrónicos	12
2.2.3. Ciclo de vida de los AEE.....	14
2.2.4. Categoría de los AEE	15
2.2.5. Actores involucrados, consumidores y usuarios	20

2.2.6. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	20
2.2.7. Características de los RAEE.....	21
2.2.8. Composición de los RAEE	21
2.2.9. Componentes metálicos en los RAEE	21
2.2.10. Ciclo del Producto.....	22
2.2.11. Gestión y manejo de los RAEE.....	23
2.2.12. Principales procedimientos en gestión de RAEE	23
2.2.13. Identificación y Caracterización de Impactos Ambientales.....	24
2.2.14. Matriz Conesa	25
2.2.15. Valorización material	27
2.2.16. Plan de manejo de RAEE	27
2.2.17. Enfoques de políticas ambientales para el manejo de los RAEE	27
2.2.18. Plan de Desarrollo Urbano.....	28
2.2.19. Marco legal.....	29
2.3. Definición de términos	29
2.3.1. Acondicionamiento de RAEE	29
2.3.2. Almacenamiento de RAEE	30
2.3.3. Bienes Priorizados.....	30
2.3.4. Componentes Peligrosos.....	30
2.3.5. Desmantelamiento/Desensamblaje	30
2.3.6. Empresas Operadoras de Residuos Sólidos.....	30
2.3.7. Minimización.....	31
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	32
3.1. Diseño de la investigación	32
3.2. Acciones y actividades.....	32
3.2.1. Análisis del marco normativo vigente en relación con la gestión de los RAEE en el distrito de Tacna.....	32
3.2.2. Evaluación de las condiciones técnicas y ambientales necesarias para la implementación de una planta de valorización de RAEE en el distrito de Tacna	36
3.2.3. Identificación y valoración de los impactos ambientales generados por la implementación y operación de la planta de valorización de RAEE.....	41
3.3. Materiales y/o instrumentos	47
3.3.1. Materiales de gabinete y de oficina.....	47
3.4. Población y/o muestra de estudio	48
3.5. Operacionalización de variables	48
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	51

4.1.	Resultados del análisis del marco normativo sobre la gestión de RAEE	51
4.1.1.	Normativa nacional aplicable a la gestión de RAEE.....	51
4.1.2.	Normativa regional y local aplicable en el distrito de Tacna	54
4.1.3.	Matriz de análisis normativo y competencias de los actores	60
4.2.	Resultados de la evaluación de las condiciones técnicas y ambientales para la implementación de la planta de valorización de RAEE	63
4.2.1.	Determinación de criterios técnicos y locación óptima del terreno	63
4.2.2.	Determinación de condiciones técnicas y formulación de diseño técnico de la planta de valorización.....	66
4.2.3.	Construcción de una matriz resumen de evaluación de condiciones técnicas y ambientales basadas en la FTA	82
4.3.	Resultados de la identificación y valoración de impactos ambientales de la planta de valorización de RAEE	84
4.3.1.	Delimitación del área de influencia y línea base ambiental	85
4.3.2.	Línea base ambiental	86
4.3.3.	Listado de actividades del proyecto por etapa	90
4.3.4.	Factores ambientales involucrados.....	91
4.3.5.	Matriz de identificación de impactos ambientales	91
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	96
5.1.	Análisis del marco normativo vigente en relación con la gestión de los RAEE 96	
5.2.	Evaluación de las condiciones técnicas y ambientales para la implementación de la planta de valorización	96
5.3.	Identificación y valoración de los impactos ambientales generados en la gestión de los RAEE	97
	CONCLUSIONES	98
	RECOMENDACIONES	100
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales elementos metálicos en RAEE	22
Tabla 2. Parámetros de evaluación según CONESA.....	25
Tabla 3. Operacionalización de variables de investigación.....	48
Tabla 4. Principales normas legales nacionales aplicables a la gestión de residuos sólidos y RAEE (2025).....	52
Tabla 5. Matriz de análisis del marco normativo vigente para la gestión de RAEE en el distrito de Tacna y su relación con la planta de valorización propuesta.....	55
Tabla 6. Matriz de obligaciones y competencias de los actores involucrados en la gestión de RAEE	61
Tabla 7. Matriz de cumplimiento de criterios y requisitos exigibles	64
Tabla 8. Data de Declaración Anual de Operado(DAO) reportada en SIGERSOL	67
Tabla 9. Entradas, salidas y condiciones ambientales de los procesos.....	80
Tabla 10. Matriz de evaluación de condiciones técnicas y ambientales basadas en la FTA.....	83
Tabla 11. Listado de actividades	90
Tabla 12. Matriz de factores involucrados	91
Tabla 13. Clasificación y categoría de significancia de impacto	92
Tabla 14. Parámetros de calificación de importancia o significancia	93
Tabla 15. Identificación de los factores ambientales.....	93
Tabla 16. Matriz simplificada de valoración y caracterización de Impactos Ambientales.....	94

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	104
Anexo 2. Plano de Zonificación	106
Anexo 3. Ficha Técnica Ambiental de menor de complejidad.....	108
Anexo 4. Plano de Ubicación Zofra Tacna	114
Anexo 5. Plano de Ubicación Parque Industrial.....	116
Anexo 6. Plano General – Zofra Tacna	118
Anexo 7. Plano de Distribución de Componentes.....	120
Anexo 8. Plano de Influencia Directa e Indirecta	122

RESUMEN

El título de la presente tesis es Estudio de viabilidad ambiental para la implementación de una planta de valorización y disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el distrito de Tacna al año 2025. El objetivo de esta investigación fue evaluar la viabilidad ambiental para la implementación de una planta de valorización y disposición final de RAEE en el distrito de Tacna. En el marco metodológico, se empleó un diseño no experimental. Los resultados obtenidos incluyeron el análisis del marco normativo nacional, sectorial y local aplicable a la gestión de RAEE, así como la evaluación de alternativas de localización de la planta. Se analizaron dos alternativas de emplazamiento: el Parque Industrial y ZOFRATACNA, determinándose que esta última presenta mejores condiciones de accesibilidad, seguridad y control operativo, cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa vigente. Asimismo, se realizó el dimensionamiento técnico de la planta considerando la generación estimada de RAEE para la provincia de Tacna, proponiéndose una capacidad de procesamiento acorde a la demanda proyectada. La identificación y valoración de impactos ambientales se efectuó mediante la metodología de Conesa, identificándose impactos negativos de magnitud moderada asociados principalmente a la generación de ruido y al riesgo de contaminación de suelo y agua, así como impactos de baja magnitud relacionados con emisiones de material particulado y afectación mínima a la fauna, los cuales son controlables mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación ambiental. Se concluye que la implementación de una planta de valorización y disposición final de RAEE en el distrito de Tacna es ambientalmente viable, siempre que se cumpla el marco normativo vigente, se seleccione adecuadamente el emplazamiento y se apliquen medidas de gestión ambiental durante su operación, contribuyendo a una gestión sostenible de los RAEE y al fortalecimiento de la gestión integral de residuos especiales en el distrito de Tacna.

Palabras clave: Evaluación de impactos ambientales; Gestión ambiental; Metodología de Conesa; Planta de valorización de RAEE; Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; Viabilidad ambiental.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the environmental feasibility for the implementation of a recovery and final disposal plant for WEEE in the district of Tacna. A non-experimental design was employed. The results included the analysis of the national, sectoral, and local regulatory framework applicable to WEEE management, as well as the evaluation of alternative plant locations. Two location alternatives were analyzed: the Industrial Park and ZOFRATACNA, with the latter presenting better conditions in terms of accessibility, safety, and operational control, complying with the requirements established in the current regulations. Additionally, the technical sizing of the plant was carried out considering the estimated WEEE generation for the province of Tacna, proposing a processing capacity aligned with the projected demand. The identification and assessment of environmental impacts were conducted using the Conesa methodology, identifying moderate negative impacts mainly associated with noise generation and the risk of soil and water contamination, as well as low-magnitude impacts related to particulate matter emissions and minimal effects on fauna, which are manageable through the application of preventive and mitigation measures. It is concluded that the implementation of a WEEE recovery and final disposal plant in the district of Tacna is environmentally feasible, provided that the regulatory framework is complied with, the location is properly selected, and environmental management measures are applied during its operation, contributing to sustainable WEEE management and strengthening the integrated management of special waste in the district of Tacna.

Keywords: Environmental impact assessment; Environmental management; Conesa methodology; WEEE recovery plant; Waste Electrical and Electronic Equipment; Environmental feasibility.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) representan una problemática ambiental en constante crecimiento y aún con un control limitado. En los últimos años, el país ha experimentado una acelerada transformación tecnológica, evidenciada en el incremento del consumo de tecnologías de la información y comunicación (TIC), así como en la alta demanda de equipos como laptops y monitores LCD. Sin embargo, este proceso de modernización ha traído consigo un incremento en la generación de residuos electrónicos (RE), cuya acumulación continúa en aumento y genera una presión significativa sobre el ambiente y la salud pública. El manejo adecuado, tratamiento y valorización de estos residuos constituyen un reto importante para la gestión ambiental del país. Si bien se han dado avances en materia normativa e institucional, aún persisten limitaciones relacionadas con la falta de infraestructura, educación ambiental y formalización de los actores involucrados en la gestión de los RAEE (Espinoza y Martínez, 2010). En muchos casos, los aparatos eléctricos y electrónicos son desechados junto con la basura común o vendidos a recicladores informales, lo que impide su reciclaje o tratamiento seguro y favorece la liberación de sustancias tóxicas al medio ambiente

En los últimos años, el Estado peruano ha promovido normas para la gestión adecuada de los RAEE, como el Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM, que aprobó el Reglamento Nacional para la Gestión y el Manejo de los RAEE. Esta normativa establece responsabilidades compartidas entre productores, operadores, municipalidades y consumidores, promoviendo la formalización y el manejo responsable. No obstante, su aplicación enfrenta desafíos derivados de la informalidad, la limitada fiscalización y la débil articulación entre los sectores público y privado (MINAM, 2022). La ciudad de Tacna no es ajena a esta problemática. Su población urbana muestra una limitada conciencia ambiental respecto al manejo de los RAEE, los cuales suelen ser trasladados al botadero municipal o comercializados en mercados informales, incrementando los riesgos ambientales y de salud. Esta situación evidencia la necesidad de contar con soluciones técnicas y ambientalmente sostenibles que permitan un manejo adecuado de estos residuos. En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad evaluar la viabilidad ambiental de implementar una planta de valorización y disposición final de RAEE en la ciudad de Tacna.

La estructura de esta investigación se organiza en cinco capítulos, los cuales se describen a continuación. El Capítulo I aborda el problema de investigación, incluyendo su descripción, formulación, objetivos e hipótesis. En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico, presentando antecedentes internacionales, nacionales y locales, la base teórica y el marco legal respectivo. El Capítulo III describe la metodología empleada, detallando el diseño de investigación, población y muestra, operacionalización de variables, acciones y actividades realizadas, así como los materiales e instrumentos utilizados. En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos, incluyendo el análisis del marco normativo, la evaluación de las condiciones técnicas y ambientales para la planta de valorización de RAEE, y la identificación y valoración de los impactos ambientales. Finalmente, el Capítulo V desarrolla la discusión de los resultados, comparándolos con investigaciones previas, y se concluye con las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el Perú, y específicamente en el distrito de Tacna, enfrenta importantes desafíos debido al incremento de la acumulación de estos residuos y la falta de infraestructura adecuada para su manejo. Los RAEE contienen sustancias altamente tóxicas como mercurio, plomo y cadmio, lo que representa un riesgo significativo para la salud humana y el medio ambiente si no son gestionados de manera adecuada. Aunque existen normativas nacionales para la gestión de estos residuos, como el Decreto Supremo N° 001-2012-MINAM, su implementación en Tacna es limitada debido a la informalidad, la falta de fiscalización y la insuficiencia de infraestructuras de reciclaje y valorización.

El creciente uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el desecho inadecuado de los RAEE en el botadero municipal o su comercialización en mercados informales pone en peligro el medio ambiente, contribuyendo a la contaminación de suelos y aguas. La falta de educación y concienciación ambiental agrava la situación, haciendo urgente la implementación de un sistema de gestión formal de RAEE que permita reducir su impacto y promover la reutilización de materiales valiosos. Este estudio busca abordar estas cuestiones a través de la evaluación de la viabilidad ambiental de implementar una planta de valorización de RAEE en Tacna, para mitigar los impactos negativos y fomentar una economía circular en la región.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué tan viable es ambientalmente la implementación de una planta de valorización y disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la situación actual respecto a los aspectos normativos relacionados con la gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025?

- b. ¿Cómo se puede mejorar la gestión y disposición final de los RAEE, distrito de Tacna, 2025 desde un enfoque ambientalmente viable?
- c. ¿Cómo se puede evaluar los impactos ambientales generado por la inadecuada gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025?

1.3. Justificación e Importancia

1.3.1. Justificación ambiental

Desde una perspectiva ambiental, esta investigación busca generar un impacto positivo mediante la evaluación de la viabilidad ambiental para la implementación de una planta destinada a la valorización y disposición final de RAEE, una necesidad urgente en la región de Tacna. Los residuos electrónicos contienen materiales peligrosos que, si no son gestionados adecuadamente, pueden provocar efectos devastadores sobre los ecosistemas y la salud humana. Por ejemplo, la quema informal de placas electrónicas libera dioxinas y furanos, compuestos altamente tóxicos y cancerígenos.

El estudio se orienta a determinar si es ambientalmente viable llevar a cabo este tipo de proyecto en la región, considerando su potencial para reducir el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de RAEE, prevenir la contaminación del aire, suelo y agua, y fortalecer el enfoque de gestión ambientalmente responsable a nivel local.

1.3.2. Importancia ambiental

La gestión adecuada de los RAEE contribuye significativamente al objetivo de lograr un ambiente sostenible y a la preservación de los ecosistemas en el distrito de Tacna. Evaluar la viabilidad ambiental de una planta para su valorización y disposición final permite identificar estrategias que promueven la economía circular, reduciendo así la demanda de nuevos recursos mediante la reutilización de componentes.

Asimismo, esta evaluación puede prevenir prácticas informales como el desmantelamiento al aire libre sin medidas de seguridad, actividad que expone a riesgos la salud de quienes manipulan estos residuos y libera sustancias peligrosas al entorno. Dado que los RAEE contienen piezas con desechos tóxicos, su mal manejo genera un impacto ambiental negativo. Por tanto, este estudio tiene una importancia ambiental clave, al buscar soluciones sostenibles para minimizar dichos riesgos en la región.

1.3.3. Importancia económica

La adecuada gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), a través de procesos de valorización, permite recuperar materiales con valor económico como metales, plásticos y componentes electrónicos. Esta recuperación contribuye al fomento de una economía circular, al reincorporar dichos materiales como materia prima en nuevos procesos productivos, reduciendo así la necesidad de extraer recursos naturales y disminuyendo la cantidad de residuos destinados a rellenos sanitarios.

Evaluar la viabilidad ambiental de una planta de valorización en Tacna tiene también un impacto económico significativo, ya que permitiría identificar oportunidades para el aprovechamiento eficiente de los RAEE, promoviendo la generación de empleos formales en actividades como la segregación, el desmantelamiento técnico y el reciclaje.

Además, el fortalecimiento de alianzas estratégicas entre Entidades Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) y plantas de valorización contribuiría a consolidar un mercado local de materiales reciclables, generando beneficios tanto ambientales como económicos para la región.

1.3.4. Importancia social

Los aportes del estudio facilitarían al distrito de Tacna en la gestión de sus RAEE, proporcionando el conocimiento necesario de la manipulación adecuada y el reciclaje del desperdicio de unidades eléctricas y electrónicas, lo que evita el riesgo y el peligro de exposición que conduce a un comportamiento inadecuado de los RAEE. El distrito de Tacna también mejorará su sistema de recolección y control REE.

1.3.5. Importancia académica

El aumento de los residuos provenientes de dispositivos eléctricos y electrónicos en el Perú constituye un reto importante para la sostenibilidad del medio ambiente y la salud pública. En la actualidad, gran parte de estos residuos no recibe una disposición adecuada, lo que genera la emisión de compuestos tóxicos, entre ellos plomo, mercurio, cadmio y retardantes de llama con bromo, que contaminan el suelo, el aire y los cuerpos de agua. Esta situación se agrava por la falta de una infraestructura especializada y eficiente que permita su correcta valorización y disposición final.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad ambiental de implementar una planta de valorización y disposición final de

RAEE en el distrito de Tacna, en respuesta a la creciente necesidad de una gestión integral y ambientalmente responsable de estos residuos. Esta planta consideraría procesos clave como la recolección, clasificación, reciclaje y disposición segura, con el propósito de mitigar los impactos negativos al medio ambiente, y a su vez, recuperar materiales valiosos como metales, contribuyendo a una economía circular.

El estudio analizará criterios técnicos, ambientales, económicos y normativos que permitan determinar si el proyecto es viable ambientalmente. De esta manera, se busca proporcionar a las autoridades, empresas y ciudadanía una alternativa fundamentada para enfrentar el problema de los RAEE de forma sostenible y alineada con la normativa ambiental vigente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la viabilidad ambiental de implementar una planta de valorización y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Analizar el marco normativo vigente en relación con la gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025
- b. Evaluar las condiciones técnicas y ambientales necesarias para la implementación de una planta de valorización y disposición final de RAEE, distrito de Tacna, 2025
- c. Identificar y valorar los impactos ambientales generados en la gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La implementación de una planta de valorización y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025 es ambientalmente viable, y contribuirá a mejorar la gestión de estos residuos bajo criterios de sostenibilidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Flogino (2022), presento su tesis titulada: “Diseño integral para la gestión y valorización de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos” en Argentina, el objetivo del estudio fue proponer un plan de gestión integral y valorización a través de una planta de tratamiento de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (heladeras, computadoras, y accesorios informáticos desechados). Como objetivo específico se realizó un previo diagnóstico de la situación, y una caracterización de los RAEE generados en la provincia de Buenos aires, el tipo de investigación fue no experimental – correlacional, tomando como muestra de estudio específicamente en 40 municipalidades de la provincia de Buenos Aires, para obtención de información y data, se diseñó el plan de gestión de RAEE y valorización de las heladeras, computadoras, y accesorios informáticos desechados, lo cual condujo también al diseño de una planta de valorización para RAEE.

Llego a concluir que a experiencia desarrollada en la región de Buenos Aires evidencia que es posible implementar una gestión integral y progresiva de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), enfocada inicialmente en dos tipos de RAEE: grandes electrodomésticos e informática. Este estudio da muestra que, con una adecuada planificación, participación de los actores involucrados y el aprovechamiento de infraestructuras existentes, es posible transitar hacia un modelo de economía circular que no solo reduzca el impacto ambiental, sino que también genere beneficios económicos y sociales significativos. El enfoque integral adoptado, sustentado en el Principio de Progresividad y en la jerarquía de gestión de residuos, convierte este caso en una referencia sólida para replicar en otras regiones urbanas de América Latina, incluyendo el contexto peruano.

Guerra (2020), presento su tesis titulada: “Planta de minería urbana & reciclaje de residuos Eléctrico y Electrónicos”, donde planteo el diseño y evaluación de viabilidad técnica, ambiental y económica de una planta de reciclaje y valorización para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con el enfoque de minería urbana, este tipo de investigación no experimental – correlacional, tomo como muestra la información del ministerio de medio ambiente en Chile, existe una generación de treientos dieciocho mil (318 000) toneladas anuales de RAEE, de los cuales solo se recicla un seis por

ciento (6%), se obtuvo como resultado que el proyecto de diseño de planta tendría la capacidad de procesar 530 toneladas anuales de RAEE, la distribución de la planta contemplaría una zona de operaciones, oficinas administrativas, plataformas digitales, así mismo aplicando un sistema de trazabilidad y certificación ambiental para garantizar el cumplimiento normativo, esta planta busca tratar los RAEE adecuadamente, evitando su exposición informal e inadecuada, también promueve la reducción de impactos ambientales mediante la recuperación de materiales valiosos, contribuyendo a la economía circular y la minería urbana sostenible, así mismo generación de impactos positivos al evitar la informalidad, el manejo precario e inseguro de los RAEE y mejorar las condiciones de salud pública.

Se pudo concluir que el proyecto de Planta de minería urbana & reciclaje de residuos Eléctricos y Electrónicos es viable y rentable, demostrando así que una adecuada gestión de los RAEE va a generar impactos positivos ambientales, sociales, y económicos

Maldonado (2022) , presento en su tesis titulada: “Diseño de un modelo de distribución de planta para un centro de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, caso de estudio Cantón Cuenca – Ecuador”, esta investigación tuvo como objetivo diseñar la distribución mediante simulación de eventos discretos, de las diferentes áreas para una planta de reciclaje y reacondicionamiento de RAEE, fomentando una adecuada gestión de este tipo de residuos, en la localidad de Cuenca – Ecuador, este tipo de investigación no experimental con uso de simulación (Flexo), genero simulación de tres escenarios de layout considerando las celdas de trabajo y una línea de desensamblaje con 2;3; y 4 operarios con un procesamiento de 10 Tn, y 20 Tn mensuales, evaluando la productividad, distancias de recorrido, obtuvo como resultado que con dos (02) operarios en demanda baja, las áreas de trabajo son más optimas, y con cuatro (04) operarios en demanda alta se determina que en la línea de desensamblaje se muestra mayor productividad, la simulación permitió reducir distancias y aumento la eficiencia de las operaciones, así mismo de implemento procedimientos para desensamblar adecuadamente los componentes peligrosos como tarjetas electrónicas, baterías, CRT, etc., lo que minimizaría el impacto ambiental y asegura el cumplimiento normativo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Liendo (2022) , presento en su tesis titulada: “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”,

en la que planto el diseño, evaluación técnica, ambiental, social y económica de la instalación de una planta para el reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Perú, a fin recuperar materiales de valor, fomentar una economía circular, y mitigar los impactos ambientales, este tipo de investigación no experimental – correlacional, tomo como muestra información de fuentes nacionales como el Ministerio del Ambiente, tesis de investigación, artículos especializados, y casos internaciones de plantas de valorización en China y Alemania.

Se obtuvo como resultado la alta demanda del proyecto, producto de la escasa infraestructura para la gestión de los RAEE, se determinó componentes de la planta para los diferentes procesos a llevarse a cabo para el adecuado desensamblaje y/o refacción de los aparatos eléctricos y electrónicos, se identificó la tecnología adecuada para el desensamblare y recuperación de los materiales así también como medidas de control y a fin de mitigar posibles impactos ambientales, se establecido un sistema de alianzas estratégicas con distribuidores, importadores y compradores de chatarra electrónica con el propósito de fomentar una economía circular, finalmente se pudo concluir que su implementación es viable, técnica, ambiental, económica, y socialmente contribuyendo a reducir nuestro impacto ambiental negativo.

Luna y Quinto (2020) , presentaron en su tesis titulada: “Estudio de Viabilidad Ambiental de la instalación de una Planta de Valorización de los Residuos de Aparatos Eléctricos y electrónicos (RAEE) en el distrito de Hunter – Arequipa 2020”, el objetivo de estudio fue evaluar las viabilidad ambiental para la instalación de una planta de valorización de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el distrito de J. Hunter – Arequipa, este de estudio fue descriptivo – correlacional, evaluativo. Esta propuesta se contempla dentro del cementerio de San Hilarión con un área aproximada de 750 metros cuadrados, la evaluación fue basada en la normativa nacional vigente en ese año (Decreto Legislativo N.º 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos), se contempló las variables para la evaluación mediante la matriz RIAM.

Se obtuvo como resultados la determinación del área seleccionada y cumplimiento de las condiciones mínimas de acuerdo a la normativa vigente del año, se determinó también la distribución de las principales áreas como recepción, clasificación, desmantelamiento, descontaminación, almacenamiento, y despacho. En la identificación de impactos ambientales se obtuvo que, como impacto mayor negativo fue la compactación y remoción de tierras en la etapa de construcción, durante las operaciones se identificó la contaminación del suelo por material toxico, y en el cierre se identificó, los escombro, entre los mayores impactos positivos en todas las etapas fue la generación de empleo.

Finalmente se concluyó que el área seleccionada es viable técnica y ambientalmente puesto que se ajusta a la normativa vigente del MINAM, el distribución y diseño permite hacer una adecuada gestión de los RAEE y que una adecuada implementación traería beneficios ambientales, económicos y sociales.

Chayña y Gamarra (2024), presentaron en su tesis titulada: “Proyecto de Inversión para la Puesta en Marcha de Planta Recicladora de Residuos Eléctricos y Electrónicos “RECITEC” en la Región Arequipa”, esta tesis tiene como objetivo evaluar la viabilidad de implementar una planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) denominada “RECITEC” en la provincia de Arequipa, toma en consideración aspectos técnicos, ambientales, organizaciones, y financiero. El tipo de investigación fue no experimental – correlacional, tomando como muestra la población económicamente activa de los estratos económicos A y B de la provincia de Arequipa, empresas extranjeras especializadas en la compra de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos valorizados, informes sobre la gestión local de los RAEE, selección de posibles áreas industriales para el desvaloro de la infraestructura.

Se obtuvo como resultado la estimación de 3600.87 toneladas de RAEE generados en la ciudad de Arequipa, también se identificó que en gran mayoría se donan los RAEE a empresas recolectores de otras regiones como Lima perdiendo así su valor económico, respecto al área del terreno se determinó que se necesitaría, 460.189 m² de terreno para la distribuciones de los componentes de la planta así como maquinaria para las operaciones en planta, se planteó una estructura de operación de 8 personales para trabajos administrativos y desensamblaje, por último se identificó posibles impactos ambientales principalmente en los procesos operaciones y cierre de planta (ruido, derramen es, vibraciones) así como un plan de manejo ambiental y planes de contingencia.

Se concluyó que la provincia de Arequipa ofrece la condiciones necesarias y propicias para la implementación de la planta de valorización RECITEC, con ubicación de la planta en el distrito de Cerro Colorado, siendo que el proyecto sería técnicamente viable, ambientalmente controlable y económicamente rentable.

2.1.3. Antecedentes locales

Berrios (2024), en su tesis titulada: “Estudio de Reinversión para la Instalación de una Planta de Reciclaje de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en la ciudad de Tacna 2024”, el objetivo de esta tesis fue evaluar y analizar la viabilidad de

instalación de una planta de valorización para residuos de aparatos de eléctricos y electrónicos en la provincia de Tacna, se tomó en consideración aspectos técnicos, legales, económicos y organizacionales del proyecto. Este tipo fue no experimental – correlacional, se tomó como muestra la información de fuentes nacionales e internacionales, el análisis del mercado de los RAEE en la ciudad de Tacna, las posibles ubicaciones para las instalaciones de la planta de valorización destacando la Zona Franca de Tacna (ZOFRATACNA).

Se obtuvo como resultados para la selección de área ZOFRATACNA, esto por los beneficios logísticos, aduaneros, y tributarios que otorga, el diseño de la planta en función a las variables plantea una capacidad de procesamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de 2066.33 toneladas al año con una estructura organizacional de 36 trabajadores (directos e indirectos).

Finalmente se concluyó que la instalación de la planta para la valorización de RAEE es viable y rentable siendo ZOFRATACNA la alternativa con mayores beneficios para el desarrollo de las operaciones, fomentando así una economía circular y la reducción de los impactos ambientales.

O'Higgins (2024), presento en la tesis titulada: “Plan de Minimización y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos para la Empresa Estación de Energías “El Centenario”, este estudio plantea la propuesta de la elaboración de un plan de minimización y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) para la empresa de estación de Energías El Centenario S.A.C., basado en el decreto supremo N°009-2019-MINAM. En un diagnóstico previo de identifico que la empresa no cumple con las operaciones requeridas, esto debido a una falta de un sistema adecuado de gestión de los RAEE, partiendo de esta evaluación inicial se desarrolló un procedimiento basado en la NTP 900.065:2012, que detalla la recolección interna, clasificación por categoría, y almacenamiento temporal de los RAEE generados, Esta propuesta de plan no solo plantea la prevención y minimización de la generación de los RAEE, desde su generación hasta su entrega a una EO-RS, estableciendo lineamientos técnicos para el almacenamiento temporal que segaren las condiciones adecuadas.

Ramírez y Montoya (2023), en su tesis titulada: “Gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, 2023”, el presente estudio plantea proponer un plan de gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE en la facultad de ingeniería de la Universidad Privada de Tacna tomando en consideración el Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM. Se seguirán diferentes etapas como la recolección

interna, clasificación, almacenamiento, recolección selectivas y transporte, tomándose en cuenta la seguridad, sensibilización y estrategias de difusión.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)

Aparatos o equipos que para su funcionamiento requieran una fuente de energía eléctrica o campos electromagnéticos. Equipos que se usen para la transmisión, medición y generación de energía eléctrica (MINAM,2012), de uso industrial o doméstico. El MINAM establece que los Aparatos Eléctricos y Electrónico son: “Aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los dispositivos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos” (MINAM,2012). Gran parte de los AEE por lo general conllevan en sus componentes sustancias o materiales peligrosos para su normal funcionamiento, así mismo siendo necesario implementar un protocolo para mitigar los impactos ambientales negativos.

2.2.2. Estructura de los Aparatos eléctricos y electrónicos

Los Equipos o Aparatos eléctricos y electrónicos tiene una estructura conformada por muchos componentes, lo cual permite clasificarlos para identificarlos o reconocer sus componentes de la siguiente manera

a. Carcazas

Una estructura de partes que recubren, protege los componentes de la parte interna, dando así también soporte estructural a los componentes internos, los cuales cuales pueden estar conformados de diferentes elementos o aleaciones de metales, elementos que al ser desechados aún conservan un valor económico para un posterior proceso (Castro, 2019).

b. Tarjetas de circuito impreso.

También llamadas placas de circuitos impresas, estas placas se encuentran en muchos aparatos eléctricos y electrónicos puesto que cumplen una función de conexión y ubicación con todos los componentes eléctricos.

c. Circuitos integrados

Según de la Rosa (2021) son también conocido como chip o microchip, es una estructura de pequeñas dimensiones de material semiconductor, normalmente silicio, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante fotolitografía y que está protegido dentro de un encapsulado de plástico o de cerámica. Estos son posibles de ser extraídos y acopiarlos para su recuperación.

d. Fuente de alimentación externa

El cableado está formado por materiales y sustancias que, al ser recuperados, poseen un valor económico o pueden ser reutilizados como materia prima en distintos procesos productivos.

e. Unidades de disco.

Estos equipos contienen TCI y elementos como la carcasa, el motor, el lector de datos digitales y discos de platino, un material altamente reflectante que puede ser recuperado y reutilizado mediante procesos de reciclaje.

f. Pantallas

Se contemplan 3 tipos de pantallas, esto de acuerdo a su funcionamiento y composición de sus materiales:

- CRT

Son monitores compuesto por tubos de rayos catódicos, de materiales como vidrio, plomo, fósforo, etc.

- LCD

Compuesto por cristal líquido, entre sus componentes presenta mercurio en la iluminación de las lámparas.

- LED

Pantallas compuestas por diodos emisores de luz, dentro de la composición de sus materiales, no poseen mercurio (MINAM, 2024).

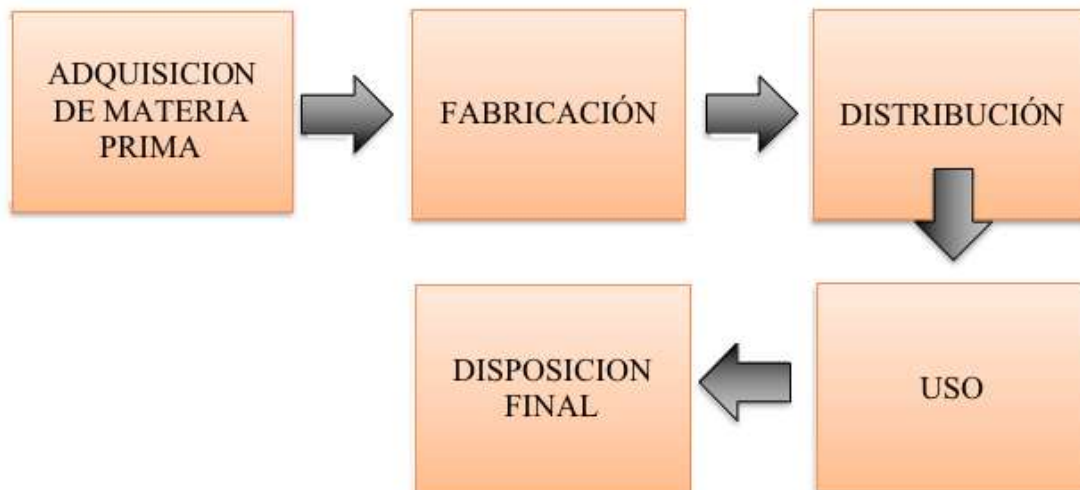
2.2.3. Ciclo de vida de los AEE

Según Lozoya (2013) un aparato eléctrico o electrónico es también generador de impactos ambientales (producen alteraciones en el medio ambiente) durante las diferentes etapas de su ciclo de vida. Dichas etapas incluyen fases como la producción, vida útil del producto y su posterior transformación en residuo una vez el aparato haya perdido su utilidad (ya sea por deterioro o por haber quedado obsoleto). Las fases del ciclo de vida de un AEE abarcan desde la obtención de materias primas o componentes, o su importación al país, hasta su fabricación o ensamblaje, seguido por su distribución, venta, uso y la etapa posterior al consumo, que incluye la recolección y transporte, así como los procesos de valorización y disposición final.

En este contexto, la Figura 1 muestra las principales etapas del ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), iniciando con la adquisición de materia prima, seguida de la fabricación, distribución y uso del equipo, hasta llegar a su disposición final una vez que el producto culmina su vida útil.

Figura 1

Diagrama de etapas de vida de los AEE desde su manufactura hasta disposición final



Nota. Adaptado del Decreto Supremo N°00-2019-MINAM, Régimen Especial para los RAEE.

De igual forma en el Decreto Supremo N°009-2019-MINAM (2019), en la misma normativa establece que los principales actores que participan en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, de acuerdo a las disposiciones del MINAM identifica

a. Municipalidades

Asumen el deber de incentivar “los principios de responsabilidad externa del productor” en el ciclo de uso y vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, incentivando la implementación de los Planes de Manejo de RAEE e implementar acciones de fomento de recolección selectiva y segregación en la fuente de RAEE, conjuntamente con los sistemas de manejo.

b. Productor

Enfoque por el cual el productor de AEE, tiene la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de éste, incluyendo las fases posindustrial y posconsumo, considerando las etapas de recolección de sus residuos, transporte, valorización y disposición final, de forma ambientalmente adecuada

c. Generador (persona o entidad que use el AEE):

Asume una responsabilidad extendida del productor, debiendo entregar sus RAEE a distribuidores a través de un operador RAEE para la gestión de los mismos.

2.2.4. Categoría de los AEE

Según el MINAM (2012) en su Reglamento Nacional para la gestión y manejo de los Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos, divide a los AEE:

a. Grandes electrodomésticos:

- Grandes equipos

Electrodomésticos de gran tamaño como refrigeradoras, congeladoras y otros equipos destinados a la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos; así como lavadoras, secadoras, lavavajillas, deshumidificadores, cocinas, hornos eléctricos y microondas, campanas extractoras y otros aparatos empleados en la cocción y procesamiento de alimentos.

- Equipos de intercambio de temperatura

Según Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM (2019) son el Aire acondicionado, aparatos de calefacción eléctricos, aparatos de aireación, ventiladores eléctricos, radiadores eléctricos, otros aparatos de aire acondicionado y calefacción.

b. Pequeños electrodomésticos*- Pequeños equipos*

Tostadoras, freidoras, cafeteras, hervidores, cuchillos eléctricos, licuadoras, sangucheras, batidoras, procesadores de alimentos, ollas de cocción, aparatos utilizados para cocinar, extractores de jugo, planchas, vaporizadores, aspiradoras, lustradoras y otros aparatos de limpieza y mantenimiento doméstico (Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM, 2019).

c. Aparatos de cuidado personal

Dispositivos destinados al cuidado personal, como cortadoras de cabello, secadores, cepillos de dientes eléctricos, afeitadoras, aparatos de masaje y otros equipos para la higiene y el bienestar corporal.

d. Otros pequeños aparatos

Equipos empleados en labores de costura, tejido, confección y otros procesos relacionados con el tratamiento de textiles, así como relojes y dispositivos diseñados para medir, indicar o registrar el tiempo, además de balanzas.

e. Equipos de informática y telecomunicaciones*- Equipos informática*

Grandes computadoras, mini computadoras, computadoras personales (incluye CPU, mouse, monitor y teclado) computadoras portátiles (notebook, Notepad, laptop), tabletas, disco duro externo, dispositivo electrónico para lectura de libros digitales, agendas digitales, calculadoras de mesa o de bolsillo. Otros aparatos para el almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica (Flores, 2024).

- Equipos de impresión

Dispositivos de oficina como impresoras, fotocopadoras, escáneres, equipos multifuncionales, máquinas de escribir eléctricas o electrónicas y plotters, incluyendo sus consumibles, tales como cartuchos de tinta, tóner y otros similares.

- *Equipos de telecomunicaciones*

Equipos y sistemas de comunicación, tales como terminales de usuario, terminales de fax y télex, teléfonos fijos (tanto alámbricos como inalámbricos), teléfonos móviles (celulares), relojes inteligentes (smartwatches), contestadores automáticos, módems, enrutadores, dispositivos móviles de navegación satelital, así como equipos eléctricos y electrónicos utilizados en radares, antenas y sistemas de transmisión de datos. También se incluyen sus accesorios y periféricos, así como otros aparatos destinados a la transmisión de sonido, imágenes u otro tipo de información mediante telecomunicaciones.

f. Aparatos electrónicos que son de consumo

Radios, televisores, videocámaras, vídeos, cadenas de alta fidelidad, amplificadores de sonido, instrumentos musicales, otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación (Flores , 2024).

g. Aparatos de alumbrado

- Lámparas

Según Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM (2019) son lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos, lámparas de sodio de baja presión, lámparas fluorescentes rectas, lámparas fluorescentes compactas, lámparas LED (Light Emitting Diode). Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.

- Luminarias

Luminarias de lámparas para interior, para proyección, para viario y decorativo urbano. Luminarias LED integrada y no integrada.

h. Herramientas eléctricas y electrónicas

Se incluyen herramientas eléctricas y electrónicas portátiles utilizadas en actividades como taladrado, corte, costura, torneado, molienda, lijado, pulido, aserrado, cizallado,

perforación, punzonado, doblado, curvado y en general, para trabajar materiales como madera, metal u otros. También forman parte de esta categoría los equipos empleados para tareas de remachado, clavado, atornillado o la extracción de elementos de fijación como clavos, tornillos y remaches. Igualmente, se consideran herramientas diseñadas para procesos de soldadura (con o sin uso de aleaciones), y aquellas destinadas a aplicar tratamientos con líquidos o gases mediante técnicas como pulverización o rociado. Además, se incluyen dispositivos usados en jardinería, como cortadoras de césped y equipos similares. Quedan excluidas las herramientas industriales de gran tamaño que requieren instalación fija por parte de profesionales.

i. Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre

- Juguetes

Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica, consolas de videojuegos, otros juguetes eléctricos o electrónicos.

- Equipos deportivos y de tiempo libre

Máquinas tragamonedas, máquinas de juego en general, ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, remar, otros similares; artículos deportivos con componentes eléctricos o electrónicos, vehículos eléctricos de dos o tres ruedas (bicicletas eléctricas, scooter), dispositivos personales de monitoreo de ejercicio y/o seguimiento de actividad física, otros equipos deportivos y de tiempo libre (MINAM, 2019).

j. Aparatos médicos y equipos de laboratorio clínico

- Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados)

Aparatos de radioterapia, aparatos de cardiología, aparatos de diálisis, ventiladores pulmonares, aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro, analizadores, congeladores utilizados en laboratorios o instalaciones médicas, pruebas de fertilización, aparatos médicos de venta al público (termómetro, medidor de presión).

Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades (Flores, 2024).

- Equipos de laboratorio clínico

Equipos de medición, pesaje o reglaje de laboratorio, otros aparatos de laboratorio clínico.

k. Instrumentos de vigilancia

Dispositivos utilizados para la detección, regulación y control, tales como detectores de humo, termostatos, reguladores de calefacción y equipos de medición, pesaje o ajuste empleados en entornos domésticos.

También se incluyen instrumentos de uso en laboratorios de ensayo y calibración, así como equipos de monitoreo y control utilizados en instalaciones industriales, como paneles de control, analizadores eléctricos o electrónicos de gases y humo, entre otros dispositivos similares.

l. Máquinas expendedoras

- Máquinas expendedoras con gases refrigerantes

Máquinas expendedoras automáticas de bebidas calientes. Máquinas expendedoras automáticas de botellas o latas, frías o calientes.

- Otras máquinas expendedoras

Equipos automáticos diseñados para la entrega de productos sin necesidad de refrigeración, como máquinas expendedoras de alimentos o bienes sólidos, así como cajeros automáticos para la dispensación de dinero. Se incluye en esta categoría todo tipo de aparatos destinados al suministro automatizado de diversos productos

m. Paneles fotovoltaicos

Según el Decreto Supremo N°009-2019-MINAM (2019), son los Paneles fotovoltaicos con silicio, paneles fotovoltaicos con telurio de cadmio.

En este sentido, la Figura 2 muestra las principales categorías de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), entre las que se incluyen grandes y pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos electrónicos de consumo, equipos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes y equipos deportivos, aparatos médicos, instrumentos de vigilancia y control, máquinas expendedoras y paneles fotovoltaicos (referido a la Figura

Figura 2

Categorías de los RAEE



Nota. Adaptado de (ASORAE, 2019) del sitio web

<https://asoraee.org/Raee.html>

2.2.5. Actores involucrados, consumidores y usuarios

Es fundamental identificar a los actores involucrados en la fabricación, uso y desecho de los AEE, para que asuman la responsabilidad de gestionar los RAEE desde la etapa de diseño, antes de que estos se conviertan en residuos.

Es por ello, que se establece como principales responsables de la generación de RAEE, a los fabricantes, productores, proveedores de aparatos o equipos eléctricos y electrónicos, no obstante, por medio del principio de responsabilidad, esta responsabilidad se extiende hacia los consumidores, generadores, distribuidores siendo parte involucrada. Asumiendo responsabilidad en la gestión de los RAEE

2.2.6. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son los aparatos eléctricos y electrónicos que han alcanzado el fin de su vida útil por uso u obsolescencia, que son descartados o desechados por el usuario. Comprende también a sus componentes, accesorios y consumibles (MINAM,2024).

2.2.7. Características de los RAEE

- La densidad representa la relación entre la masa de un cuerpo y el espacio que ocupa, y se mide en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3).
- La humedad hace referencia a la proporción de agua presente en un material, ya sea en forma líquida o como vapor, y generalmente se expresa en porcentaje.
- Las dimensiones físicas del objeto son un factor relevante, ya que influyen directamente en los procesos de transporte y valorización de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- La permeabilidad se refiere a la propiedad de un material que determina su capacidad para concentrar el campo magnético en su interior. Esta característica se expresa como la relación entre la inducción magnética y la intensidad del campo aplicado

2.2.8. Composición de los RAEE

(Priyan et al 2024) indican que los residuos electrónicos son una combinación compleja de artículos valiosos y potencialmente peligrosos. Su compleja composición incluye diversos compuestos clasificados como "peligrosos" o "no peligrosos", que pueden tener un impacto negativo considerable en el medio ambiente si no se tratan. Los componentes de los residuos electrónicos incluyen metales y contaminantes, tubos de rayos catódicos (TRC), monitores de cristal líquido (LCD) y placas de circuito impreso (PCB), cables, compuestos de metal y plástico, y plásticos. La composición de los residuos electrónicos puede clasificarse según las características del dispositivo electrónico, el modelo, el fabricante, el año de fabricación y la antigüedad del material. Los residuos electrónicos contienen diversos compuestos peligrosos, como clorofluorocarbonos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, éteres de difenilo polibromados, componentes similares a las dioxinas, resinas epóxicas, bifenilos policlorados, plásticos termoestables, fibra de vidrio y cloruros de polivinilo.

2.2.9. Componentes metálicos en los RAEE

a. Metales Básicos

Agrupar al cobre de 20 al 50%; hierro de 8% a 20%, estaño de un 4% a un 5%, níquel y aluminio de 2% a un 5%, zinc del 1% al 3% y plomo de un 2% como aproximado.

b. Metales preciosos

Presentes en pequeñas proporciones, generalmente menores al 1%; el oro es el de concentración más elevada de 170g a 850g, con un 0.1%, plata de 198g a 1698g con un 0.2%, y paladio de 3g a 17g, con 0.005% (Luna y Quinto Ochoa, 2020).

La Tabla 1 presenta los principales elementos metálicos presentes en los RAEE, mostrando su proporción en diferentes tipos de equipos como grandes electrodomésticos, pequeños electrodomésticos, equipos de tecnologías de la información y comunicación (TIC) y electrónica de consumo, así como lámparas.

Tabla 1

Principales elementos metálicos en RAEE

<i>Material</i>	<i>Grandes electrodomésticos</i>	<i>Pequeños electrodomésticos</i>	<i>TIC y electrónica de consumo</i>	<i>Lámparas</i>
Metal Ferroso	43	29	36	-
Aluminio	14	9,3	5	14
Cobre	12	17	4	0,22
Plomo	1,6	0,57	0,29	-
Cadmio	0,0014	0,0068	0,018	-
Mercurio	0,000038	0,000018	0,00007	0,02
Oro	0,00000067	0,00000061	0,00024	-

Nota. Adaptado de (MINAMAMBIENTE, s.f.)

2.2.10. Ciclo del Producto

- Generación de RAEE

Es la transformación de los AEE a RAEE, es aquí donde se define su clasificación (informático, línea blanca, telecomunicaciones, etc).

- Recolección y traslado de RAEE

Esta etapa se da en centros de acopio, campañas municipales para su posterior traslado a la planta de valorización de RAEE

- Valorización RAEE

En esta etapa se hace un proceso de valorización de recuperación de materiales valiosos, a través de desmantelamiento, clasificación, y separación de materiales

- Disposición final

Es aquí que los residuos no valorizables se disponen en rellenos de seguridad o sanitarios, dependiendo de su peligrosidad

2.2.11. Gestión y manejo de los RAEE

Según la Normativa Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM (2019) establece que la gestión y manejo de los RAEE acopiado en campañas municipales, fábricas de manufactura, distribuidores y demás generadores, se harán a través de EO RS, que se encargarán del recojo y transporte a planta de valorización.

Los generadores deberán contemplar los horarios y frecuencias del servicio, así como las EO RS deberán identificar las rutas de traslado a la planta de valorización, para su posterior proceso de reaprovechamiento y disposición para un fin útil.

2.2.12. Principales procedimientos en gestión de RAEE

Según MINAM (2022) indica que:

a. Recepción y pesado

Los RAEE son recepcionados por Operadores RAEE, con la logística del generador o por medio de una EO RS, con la responsabilidad de transportarlo y entregarlos de forma segura

b. Clasificación y Almacenamiento Temporal

El operador RAEE clasificará los residuos ya sea por lote o tipo de material a trabajar.

c. Valorización

Es aquí donde se harán procedimientos como, la reparación de RAEE que aun conserven su funcionalidad, desensamble de los RAEE, separación de materiales valiosos.

d. Almacenamiento de materiales aprovechables

Esta etapa está destinada al resguardo de materiales valiosos o con valor económico.

e. Almacenamiento de materiales y residuos peligrosos

Esta etapa está destinada para los materiales peligrosos que tengan alguna de estas características, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, patogenicidad producto del proceso de valorización.

f. Almacenamiento de materiales no peligrosos, no aprovechables

Esta etapa se almacenan residuos sólidos no peligrosos que no pudieron ser reciclados o reutilizados.

2.2.13. Identificación y Caracterización de Impactos Ambientales

De acuerdo a lo establecido en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), establecen dos procesos, identificación y caracterización, estos se encuentran directamente relacionados a los estudios ambientales. Para la identificación, la Guía del SEIA indica métodos como: listas de verificación, matrices superposición de mapas, matrices causa-efecto, panel de expertos y diagramas de flujo modelos de simulación. La caracterización de impactos ambientales establece tres aspectos, la evaluación de los impactos, su valorización y la clasificación de estos impactos. SEIA establece modelos de predicción para el análisis de calidad de aire y agua, vibraciones, monitoreo de ruido y otros.

2.2.14. Matriz Conesa

Para la evaluación de los impactos, se toma como base la metodología propuesta por Conesa (2011) el cual determina el valor del impacto ambiental que tiene posibilidad de ocurrir. Se identificará y caracterizará los antecedentes del lugar según el medio que van ser impactos: bióticos (seres vivos), abiótico (inertes) y socioeconómico. Para esto tomaremos en cuentas los componentes impactos (aire, suelo, fauna, flora, económico y población) y los factores ambientales (ruido y vibraciones, material particulado, gases, calidad del aire, suelo y agua, riqueza específica, transpirabilidad, ingresos, actividades comerciales) por las actividades que se van a realizar en el proyecto.

En este contexto, la Tabla 2 presenta los parámetros de evaluación establecidos en la metodología de Conesa, los cuales incluyen criterios como naturaleza, extensión, efecto, intensidad, persistencia, momento, reversibilidad, recuperabilidad y periodicidad, junto con sus respectivas calificaciones y valores asignados para la valoración de los impactos ambientales (referido a la Tabla 2).

Tabla 2

Parámetros de evaluación según CONESA

Criterio	Calificación	Valor
Naturaleza	Positivo	(+)
	Negativo	(-)
	Puntual	1
	Parcial	2
Extensión	Amplio o extenso	4
	Total	8
Efecto	Indirecto	1
	Directo	4
Intensidad	Baja	1
	Media	2
	Alta	4
	Muy Alta	8

(continua)

Tabla 2 (continuación)

Criterio	Calificación	Valor
	Fugaz o momentáneo	1
	Temporal	2
	Pertinaz o persistente	3
	Permanente y constante	4
Persistencia	Simple	1
	Acumulativo	4
	Sin sinergismo	1
	Sinergismo Moderado	2
	Muy sinérgico	4
	Largo Plazo	1
	Mediano Plazo	2
Momento	Corto Plazo	3
	Inmediato	4
	Critico	+4
	Corto Plazo	1
Reversibilidad	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
	Irreversible	4
	Recuperable inmediata	1
Recuperabilidad	Recuperable Corto plazo	2
	Recuperable medio plazo	3
	Recuperable largo plazo	4
	Irrecuperable	8
Periodicidad	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	4

Nota. Obtenido de (CONESA.2010).

2.2.15. Valorización material

Según el Decreto Supremo N°009-2019-MINAM (2019) establecen que cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea aprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.

2.2.16. Plan de manejo de RAEE

Según el Decreto Supremo N°009-2019-MINAM (2019), en su Artículo 15 señala que es un instrumento para la gestión y manejo de los RAEE presentado por el productor o una agrupación de productores de AEE ante el MINAM, a través de un sistema individual o colectivo, el cual contiene las actividades a desarrollar en cada una de las etapas de manejo del RAEE.

2.2.17. Enfoques de políticas ambientales para el manejo de los RAEE

a. Responsabilidad compartida sobre RAEE

Según esta concepción de política ambiental, cada persona que genera o maneja AEE tiene responsabilidad sobre los residuos que pueda ocasionar (Luna y Quinto, 2020).

b. Responsabilidad extendida del productor de AEE

Bajo este enfoque, la responsabilidad del fabricante o productor de AEE se prolonga más allá de la etapa de comercialización, abarcando también la gestión de los aparatos una vez finalizada su vida útil.

c. Sistema de manejo de RAEE

Este sistema está conformado por un conjunto de actores y entidades que intervienen en las distintas etapas del manejo de los RAEE, asegurando su control y una gestión ambientalmente adecuada. Se denomina sistema individual cuando un único productor implementa y administra su propio esquema de gestión; mientras que es considerado colectivo cuando varios productores asumen dicha responsabilidad de manera conjunta.

Además, agrega los pasos a tener en cuenta para el diseño del Plan de Manejo de RAEE

- Tener como referencia el Reglamento RAEE
- Evaluación del negocio
- Estimar de volumen de RAEE
- Establecer posibles métodos de acopio
- Auto identificación de meta/gradualidad
- Reconocimiento de operador RAEE
- Comunicación, difusión y sensibilización
- Costos y recursos financieros
- Redacción del Plan de manejo
- Otros aspectos como seguimiento, reportes de gestión, control y auditoría, planeamiento, etc. (Martínez C., 2013).

El desarrollo de un plan para la gestión de RAEE tiene como finalidad asegurar el tratamiento adecuado de estos residuos, así como garantizar la viabilidad social y económica de la organización encargada del sistema.

2.2.18. Plan de Desarrollo Urbano

El Plan de Desarrollo Urbano (PDU) es el instrumento técnico y normativo que orienta la organización física y funcional de la ciudad, definiendo la manera en que deben ocupar y transformarse los espacios urbanos. Este plan establece la zonificación, los patrones de crecimiento, las áreas destinadas a actividades residenciales, industriales, comerciales y de equipamiento, así como los lineamientos para la protección de áreas ecológicas y zonas de riesgo. Su finalidad es lograr un desarrollo urbano ordenado, eficiente y sostenible, articulando aspectos económicos, sociales y ambientales con las necesidades presentes y futuras del territorio.

En Tacna, el PDU constituye la guía que regula el uso del suelo a nivel provincial y distrital, señalando qué actividades son compatibles en cada zona del territorio. El documento determina dónde pueden ubicarse infraestructuras estratégicas, áreas logísticas, servicios urbanos e instalaciones industriales, evitando conflictos territoriales, saturación de servicios y afectaciones al ambiente. De esta manera, el PDU no solo delimita espacios urbanizables, sino que establece restricciones para impedir la localización de actividades en áreas vulnerables a riesgos geológicos, hídricos y sísmicos, característicos del territorio tacneño.

El plan también considera el sistema vial y de transporte urbano como un eje fundamental para el crecimiento ordenado de la ciudad. A través de la jerarquización

vial, se identifican rutas para el tránsito de carga pesada, corredores logísticos y vías de acceso a zonas industriales, lo cual es determinante para proyectos que requieren movilidad de materiales y residuos. Una infraestructura vial adecuada permite disminuir impactos ambientales, como la congestión vehicular, el ruido y las emisiones atmosféricas, favoreciendo la inserción responsable de actividades industriales en el territorio.

En ese marco, la implementación de una planta de valorización y disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) debe alinearse con los lineamientos del PDU de Tacna (Ver Anexo 2). Esto implica verificar que el proyecto se ubique en una zona compatible con usos industriales y de gestión de residuos, cuente con accesos apropiados para el transporte especializado y no se superponga con áreas residenciales o de protección ambiental. El cumplimiento de estas disposiciones garantiza la viabilidad territorial del proyecto, minimiza conflictos de uso de suelo y contribuye a la sostenibilidad urbana, elementos indispensables para una adecuada gestión ambiental en el distrito de Tacna.

2.2.19. Marco legal

2.2.19.1. Normas nacionales directamente relacionadas a la investigación

- a. Constitución Política del Perú 1993.
- b. Decreto Legislativo N° 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- c. Decreto Supremo N° 014-2021-MINAM- Reglamento de la Ley N°1278
- d. Decreto Supremo N°009-2019-MINAM – Reglamento para la gestión y manejo de los Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
- e. Resolución de Consejo Directivo N° 00007-2021-OEFA/CDNTP 900.064:2012 – Generalidades del manejo de RAEE.
- f. Ordenanza Municipal N.º 019-2015-MPT - Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Tacna

2.3. Definición de términos

2.3.1. Acondicionamiento de RAEE

Consiste en realizar actividades de segregación, almacenamiento, limpieza, trituración o molido, compactación física, empaque o embalaje, procesos o métodos de tratamiento, entre otros que establezca el MINAM, necesarios para el

aprovechamiento o la disposición final de los RAEE, los que se realizan en una planta de valorización.

2.3.2. Almacenamiento de RAEE

Según MINAM (2019) es la operación de acumulación de RAEE en condiciones ambientalmente adecuadas y seguras en áreas diseñadas y construidas para tal fin en las instalaciones del productor o del operador de RAEE.

2.3.3. Bienes Priorizados

Se trata de aquellos productos que, al convertirse en residuos, necesitan un manejo especializado debido a su potencial para ser valorizados o por requerir un tratamiento particular en su disposición final. A estos bienes se les aplica el Principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que asigna al fabricante la responsabilidad sobre el producto durante todo su ciclo de vida.

2.3.4. Componentes Peligrosos

Se refiere a las partes integradas en los AEE que contienen materiales, sustancias o mezclas clasificadas como peligrosas según la normativa vigente. Entre estos se encuentran, por ejemplo, pilas, baterías o acumuladores; componentes con bifenilos policlorados (PCB); aquellos que contienen mercurio; piezas con hidrocarburos volátiles halogenados o no halogenados; tubos de rayos catódicos; y otros elementos que incluyen sustancias peligrosas

2.3.5. Desmantelamiento/Desensamblaje

Operación que consiste en extraer y separar los diferentes componentes del RAEE para el aprovechamiento de los diferentes materiales (Decreto Supremo N°009-2019-MINAM, 2019).

2.3.6. Empresas Operadoras de Residuos Sólidos

Según el Decreto Supremo N°009-2019-MINAM (2019) es toda persona jurídica que presta los servicios de limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte,

transferencia o disposición final de residuos. Asimismo, puede realizar las actividades de comercialización y valorización.

2.3.7. Minimización

Se entiende por esta acción el conjunto de medidas y estrategias que buscan minimizar la generación de residuos sólidos desde su origen. Esto se logra mediante la implementación de prácticas preventivas, procedimientos, métodos o técnicas aplicadas directamente por el generador de RAEE, con el fin de reducir al máximo posible la cantidad de residuos producidos, promoviendo así una gestión ambiental más sostenible y eficiente.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación es no experimental, ya que no implica la manipulación de variables, sino la observación y análisis de los fenómenos en su contexto real. Este enfoque permite evaluar la viabilidad ambiental de la implementación de una planta de valorización y disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el distrito de Tacna, considerando aspectos técnicos, normativos, logísticos y ambientales que influyen en su operación y gestión integral.

3.2. Acciones y actividades

La investigación, en su fase inicial, requerirá la identificación precisa del problema, lo cual demanda la realización de un diagnóstico o línea base sobre la situación actual de la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el distrito de Tacna. Este análisis recopilara, sistematizara y evaluara información relevante sobre la generación, manejo, valorización y disposición final de los RAEE, tanto en el ámbito normativo como en el técnico- operativo.

3.2.1. Análisis del marco normativo vigente en relación con la gestión de los RAEE en el distrito de Tacna

Para el cumplimiento del objetivo específico uno, la investigación desarrollara una metodología de análisis jurídico documental orientado a identificar, sistematizar y evaluar el marco normativo vigente aplicable a la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el distrito de Tacna, articulando normas de ámbito nacional, sectorial y local.

Este análisis no se limitará a describir leyes y reglamentos, sino que buscara establecer qué obligaciones, competencias y responsabilidades emergen para los actores involucrados en el territorio de estudio (Municipalidad Provincial de Tacna, municipalidades distritales, productores de AEE, operadores de RAEE, entidades públicas y privadas generadoras, etc.), y cómo dicho marco condicionara la viabilidad jurídica de la planta de valorización de RAEE propuesta.

Metodológicamente, el trabajo se desarrolla en estos pasos principales:

3.2.1.1. Delimitación del ámbito normativo y selección de fuentes

En primer lugar, se delimitará el universo de normas a analizar, considerando tres niveles:

a. Normativa nacional general de residuos sólidos

- Decreto Legislativo N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que establece principios, jerarquía de manejo, competencias y responsabilidades para la gestión integral de residuos, incluyendo los residuos de bienes priorizados.
- Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, aprobado por el D.S. 014-2017-MINAM y sus modificaciones (por ejemplo, D.S. 001-2022-MINAM), que desarrolla las disposiciones de la ley, define las infraestructuras de residuos sólidos y regula condiciones mínimas para plantas de valorización y disposición final.
- Ley N.º 32212 (2024), que modifica el Decreto Legislativo N.º 1278 para fortalecer la gestión y manejo de residuos sólidos, y exige la adecuación del reglamento y normas complementarias.

b. Normativa específica para RAEE y para la certificación ambiental de infraestructuras de residuos

- Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM, que aprueba el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE, estableciendo obligaciones para productores, distribuidores, comercializadores, operadores y gestores de RAEE en todas las etapas (segregación, almacenamiento, recolección, transporte, valorización y disposición final).
- Decreto Supremo N.º 035-2021-MINAM, que aprueba disposiciones complementarias al D.S. 009-2019-MINAM, precisando aspectos operativos del régimen RAEE.
- Resolución Ministerial N.º 00023-2025-MINAM, que aprueba las Fichas Técnicas Ambientales (FTA) para proyectos de inversión de residuos sólidos no sujetos al SEIA, incluyendo la FTA para proyectos de residuos sólidos de menor complejidad, aplicable a la planta de valorización de RAEE propuesta.

c. Normativa regional y local aplicable al distrito de Tacna

- Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la provincia de Tacna y su actualización a través del Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales 2022–2026, aprobado mediante ordenanza municipal y disposiciones complementarias de la Municipalidad Provincial de Tacna.
- Dispositivos municipales específicos relacionados con el manejo de RAEE, tales como decretos de alcaldía y reglamentos internos que regulan la baja, donación y gestión de bienes muebles calificados como RAEE en el ámbito de la Municipalidad Provincial de Tacna.

3.2.1.2. Clasificación y jerarquización normativa

En segundo lugar, se procederá a la clasificación y jerarquización de las normas identificadas, elaborando una matriz de orden normativo que diferencia:

- Jerarquía legal: leyes, decretos legislativos, decretos supremos, resoluciones ministeriales, ordenanzas y decretos de alcaldía.
- Ámbito de aplicación: nacional, sectorial (RAEE), regional, provincial, distrital.
- Temporalidad: normas vigentes, modificadas, derogadas o de carácter transitorio (por ejemplo, el antiguo Reglamento Nacional de RAEE D.S. 001-2012-MINAM, hoy reemplazado por el D.S. 009-2019-MINAM, se considera solo como antecedente histórico).

Esta matriz permitirá asegurar que el análisis se realice sobre el marco normativo actual y, a la vez, comprenderá la evolución de la regulación de RAEE en el país, lo cual es relevante para contextualizar el proyecto.

3.2.1.3. Análisis de contenido normativo por ejes temáticos de la gestión de RAEE

En tercer lugar, se realizará un análisis de contenido normativo organizado por ejes temáticos vinculados al ciclo de vida de los RAEE:

a. Competencias y responsabilidades institucionales

- Identificación de las funciones del MINAM, OEFA, gobiernos regionales y gobiernos locales en la gestión de residuos sólidos y RAEE según el D.L. 1278 y su Reglamento.
- Delimitación de las competencias de la Municipalidad Provincial de Tacna y municipalidades distritales respecto a la gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables, así como su rol frente a los sistemas de manejo de RAEE y los convenios o alianzas con operadores autorizados.

b. Extendida del productor y sistemas de manejo de RAEE

- Revisión de las obligaciones de los productores de AEE (individuales o colectivos) para diseñar e implementar sistemas de manejo de RAEE, metas de recolección, planes de manejo y declaraciones anuales, de acuerdo con el Régimen Especial RAEE.
- Análisis de cómo estas obligaciones se materializan en el distrito de Tacna (por ejemplo, donaciones de RAEE a sistemas de manejo autorizados, campañas de acopio, convenios con la municipalidad, etc.).

c. Infraestructuras de valorización y disposición final de residuos sólidos

- Revisión de la definición y condiciones mínimas de las plantas de valorización de residuos sólidos establecidas en el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278 (artículo 103 y 104), incluyendo aspectos de ubicación, diseño, operación y medidas ambientales.
- Identificación de las disposiciones que vinculan estas infraestructuras con la Ficha Técnica Ambiental (FTA) como instrumento de gestión ambiental preventivo para proyectos de menor complejidad.

3.2.1.4. Elaboración de una matriz de análisis normativo aplicada al distrito de Tacna

En cuarto lugar, toda la información procesada se integrará en una matriz de análisis normativo, diseñada específicamente para el distrito de Tacna. Cada fila de la matriz

corresponde a una disposición normativa relevante, y las columnas incluyen, de manera general:

- Norma y artículo
- Tema o eje (competencias, RAEE, infraestructura de valorización, responsabilidad del productor, planificación local, etc.). Actor responsable (MINAM, OEFA, GORE Tacna, Municipalidad Provincial de Tacna, municipalidades distritales, productores, operadores RAEE, generadores institucionales, etc.).
- Obligación / criterio normativo (qué debe hacer cada actor).
- Implicancias para el distrito de Tacna (cómo se aplica en la realidad local, qué exige o habilita para la implementación de la planta de valorización de RAEE).
- Relevancia para el proyecto (alta, media, baja).

Esta matriz permitirá pasar de un análisis jurídico a un análisis aplicado, en el que se evidencia qué aspectos normativos son críticos para:

- La gestión de RAEE en el distrito de Tacna (por ejemplo, rol de la Municipalidad en campañas, disposición de RAEE institucionales, convenios con sistemas de manejo autorizados).
- Oportunidades normativas para la implementación de la planta de valorización de RAEE, tales como, la posibilidad de utilizar la FTA de menor complejidad como vía de certificación ambiental preventiva para este tipo de infraestructura.

3.2.2. Evaluación de las condiciones técnicas y ambientales necesarias para la implementación de una planta de valorización de RAEE en el distrito de Tacna

3.2.2.1. Datos sobre Generación de RAEE en Distrito de Tacna.

Para la determinación de la generación anual de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el distrito de Tacna, se solicitará al Ministerio del Ambiente (MINAM), mediante el Portal de Transparencia, el reporte del SIGERSOL No Municipal correspondiente a la generación de RAEE declarada por las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) para los años 2023, 2024 y 2025. El MINAM proporcionará

la información disponible y, de acuerdo con el funcionamiento actual del sistema y la normativa vigente se generarán los datos de RAEE anual en el distrito de Tacna.

La información obtenida a partir del procesamiento de los datos declarados en el SIGERSOL será fundamental para estimar la capacidad operativa requerida por la planta de valorización y disposición final de RAEE propuesta para el distrito de Tacna. Al contar con la generación anual de RAEE identificada y depurada para el ámbito geográfico de estudio, se podrá calcular la demanda real que deberá atender la infraestructura proyectada. Estos datos constituirán un insumo clave para el análisis de viabilidad técnica, económica y ambiental de la planta, permitiendo justificar su dimensionamiento y asegurar que responda adecuadamente a las necesidades actuales y futuras del distrito.

3.2.2.2. Aplicación de la Ficha Técnica Ambiental (FTA)

Así mismo para continuar con el cumplimiento del segundo objetivo específico, la metodología se estructurará tomando como eje articulador la Ficha Técnica Ambiental (FTA) para proyectos de residuos sólidos no sujetos al SEIA de menor complejidad, aprobada mediante la Resolución Ministerial N.º 00023-2025-MINAM, la cual establece el formato y contenido del instrumento de gestión ambiental preventivo aplicable a proyectos de infraestructura de residuos sólidos de menor complejidad (Ver Anexo 3)

En consecuencia, la evaluación de las condiciones técnicas y ambientales necesarias para la implementación de la planta de valorización de RAEE en el distrito de Tacna se realizará sección por sección de la FTA, contrastando la información disponible del proyecto con:

- Los requisitos mínimos de las plantas de valorización de residuos sólidos establecidos en el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, específicamente en los artículos 103 y 104 (definición y condiciones mínimas de las plantas de valorización).
- Las exigencias específicas para la gestión de RAEE contenidas en el Régimen Especial de RAEE (D.S. 009-2019-MINAM y modificatorias).

De este modo, el procedimiento metodológico para el objetivo dos se desarrollará en los siguientes pasos:

3.2.2.3. Identificación de criterios técnicos y ambientales a partir del marco normativo y de la FTA

Se realizará una revisión analítica de la normativa

- a. El Decreto Legislativo N.º 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que prioriza la valorización material y energética de los residuos sobre la disposición final.
- b. Su Reglamento, aprobado por el D.S. 014-2017-MINAM y modificatorias, con énfasis en el Artículo 103 en donde se definen de plantas de valorización de residuos sólidos y Artículo 104 en donde se da las condiciones mínimas de las plantas de valorización (no ubicarse en zonas residenciales, no obstaculizar el tránsito, contar con sistema de lavado/limpieza/fumigación, canales de evacuación de aguas de lluvia, etc.).
- c. La Resolución Ministerial N.º 00023-2025-MINAM, que aprueba la Ficha Técnica Ambiental para proyectos de residuos sólidos no sujetos al SEIA, distinguiendo entre FTA de mayor y menor complejidad, y establece la obligatoriedad de su presentación para este tipo de proyectos.

De esta revisión se extraerá un conjunto de criterios técnicos y ambientales (por ejemplo, ubicación, compatibilidad de uso de suelo, diseño de infraestructura, manejo de residuos peligrosos, accesos viales, drenaje pluvial, medidas de control ambiental), que posteriormente se vinculan con los campos y secciones de la FTA. Este criterio se organizará en una matriz de verificación, cuyos encabezados son:

- Requisito normativo
- Sección/campo de la FTA donde se evidencia
- Condición en el proyecto (información del caso Tacna)
- Valoración (Cumple / Cumple parcialmente / No cumple)

3.2.2.4. Evaluación de las condiciones técnicas y formulación de diseño técnico de la planta de valorización

En tercer lugar, el análisis se centrará en la Sección III de la FTA (descripción de la infraestructura y de los servicios del proyecto), que se utilizará como guía para evaluar las condiciones técnicas de la planta propuesta:

a. Evaluación de la capacidad de diseño

En coherencia con el apartado de la FTA donde se consignan los residuos a manejar y sus cantidades, se utilizarán los datos de la Declaración Anual del Operador (DAO) 2024 de RAEE para el departamento de Tacna, provistos por el MINAM, como base para estimar la cantidad de RAEE a gestionar.

A partir de dichos datos, se calculará un indicador de generación/gestión (kg/hab-año) a nivel departamental y se extrapola a la población del distrito de Tacna, obteniendo una demanda estimada de RAEE (t/año) que la planta debe ser capaz de procesar.

Esta demanda se utilizará para verificar si la capacidad técnica propuesta (equipos, áreas, flujos internos) resulta coherente con los volúmenes de RAEE estimados, constituyendo un criterio clave en la evaluación de las condiciones técnicas necesarias para la implementación de la planta.

b. Formulación de diseño técnico de la planta

Se describirán los componentes físicos de la planta (área de recepción y pesaje, zona de clasificación, zona de desensamblaje, almacenes de valorizables, almacén de residuos peligrosos, área administrativa, servicios, etc.) y se contrastan con las disposiciones del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278 sobre plantas de valorización (artículos 103 y 104).

Para cada componente se evaluará si responde a las exigencias normativas mínimas (piso impermeable y lavable en áreas de almacenamiento, cerco perimétrico, sistemas contra incendios, accesos diferenciados, etc.), registrando la valoración en la matriz de verificación técnica.

3.2.2.5. Entradas, salidas y condiciones ambientales de los procesos (flujos FTA)

Se emplearán los campos de la FTA que exigen la identificación de entradas y salidas de los procesos de valorización:

a. Identificación de entradas

Se listarán, conforme al formato de FTA, los RAEE por categoría, insumos auxiliares (EPP, insumos de limpieza, materiales de embalaje), energía y agua necesarios para el funcionamiento de la planta.

b. Identificación de salidas

Se determinarán las salidas del proceso: materiales valorizables (metales, plásticos, tarjetas electrónicas), residuos peligrosos (baterías, lámparas, componentes con mercurio, etc.), residuos no valorizables, efluentes líquidos, emisiones atmosféricas y residuos sólidos internos. Estos flujos se vinculan con los componentes ambientales potencialmente afectados (agua, aire, suelo, salud humana, entorno socioeconómico).

c. Condiciones ambientales mínimas para la operación segura

Con base en los flujos identificados, se determinarán las condiciones ambientales mínimas que debe cumplir la planta: sistemas de control de emisiones de polvo y ruido, gestión de aguas residuales, manejo de residuos peligrosos siguiendo las normas aplicables, almacenamiento seguro, etc.

Estas condiciones se contrastarán nuevamente con lo exigido por el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278 y el Régimen Especial de RAEE, y se registran en la matriz de condiciones ambientales.

3.2.2.6. Construcción de una matriz de evaluación de condiciones técnicas y ambientales basadas en la FTA

Finalmente, toda la información recogida y sistematizada a través de la FTA se integrará en una matriz de evaluación de condiciones técnicas y ambientales, en la cual cada fila corresponde a un requisito específico, derivado de:

- El Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278 (artículos sobre plantas de valorización, condiciones mínimas, etc.).
- La FTA de menor complejidad (secciones de localización, descripción de infraestructura, residuos manejados, actividades, entradas y salidas).

- El Régimen Especial de RAEE (obligaciones específicas aplicables a valorización de RAEE).
- Las columnas incluyen, de manera general:
- Descripción del requisito.
- Fuente normativa o campo de la FTA que lo exige.
- Evidencia o información disponible para el caso del distrito de Tacna (diseño propuesto, datos de generación, características del sitio, etc.).
- Valoración (Cumple / Cumple parcialmente / No cumple).

3.2.3. Identificación y valoración de los impactos ambientales generados por la implementación y operación de la planta de valorización de RAEE

El tercer objetivo específico se desarrollará mediante una metodología de evaluación de impactos ambientales que toma como eje articulador la Ficha Técnica Ambiental (FTA) de menor complejidad para proyectos de residuos sólidos no sujetos al SEIA, aprobada por el Ministerio del Ambiente como instrumento de gestión ambiental preventivo para este tipo de infraestructura. La FTA definirá la estructura básica para:

- Describir las condiciones ambientales del entorno (línea base).
- Identificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales.
- Valorar la importancia de los impactos.
- Plantear medidas de manejo ambiental y esquemas de seguimiento.

Sobre esa estructura obligatoria, la tesis incorporará una metodología de evaluación mediante matrices de impactos, de modo que los resultados sean compatibles con el formato oficial, pero con un sustento técnico más detallado. La metodología se organiza en cinco pasos principales:

3.2.3.1. Delimitación del área de influencia y levantamiento de la línea base ambiental (Sección IV de la FTA)

a. Definición del área de influencia directa (AID)

Se delimitará la AID como el ámbito donde se localizará el predio de la planta de valorización de RAEE y su entorno inmediato, incluyendo: El terreno del proyecto, las vías principales de acceso y las edificaciones y actividades colindantes o cercanas. Esta delimitación se representará en un plano de ubicación (plano de la FTA), con coordenadas UTM y referencias a la zonificación urbana (por ejemplo, zona industrial o parque industrial).

b. Definición del área de influencia indirecta (All)

Cuando corresponda, se definirá una All para componentes como: tránsito vehicular asociado al transporte de RAEE, percepción social del proyecto y posible influencia sobre actividades económicas vecinas. Esta All puede abarcar un tramo mayor de las vías de acceso y áreas pobladas que, sin estar contiguas a la planta, puedan percibir efectos (ruido, tránsito, percepción de riesgo).

c. Identificación de factores ambientales a caracterizar

Siguiendo la estructura de la FTA, se seleccionarán los factores ambientales a describir en la línea base:

- Medio físico: Clima, calidad del aire de referencia (si existe), niveles de ruido de fondo, geomorfología, tipo de suelo, drenaje superficial, presencia de cuerpos de agua cercanos.
- Medio biológico: Cobertura vegetal existente (si es un área industrial puede ser limitada), fauna asociada (principalmente aves u otros grupos adaptados al entorno urbano/industrial).
- Medio socioeconómico: Usos actuales del suelo, presencia de viviendas, equipamientos, actividades económicas, flujos de tránsito, percepción social general del área (por ejemplo, zona consolidada de uso industrial).

3.2.3.2. Identificación sistemática de impactos ambientales (Sección V de la FTA)

Con la línea base y la descripción de actividades del proyecto (ya trabajadas en la FTA), se procederá a identificar los impactos ambientales.

a. Listado de actividades por etapa del proyecto

Se elaborará un listado detallado de actividades del proyecto para cada etapa, de acuerdo con la información consignada en la FTA:

- Construcción
- Operación
- Cierre y post-cierre

b. Matriz de identificación actividad–factor

Se construirá una matriz de identificación de impactos donde las filas corresponden a las actividades/procesos del proyecto y las columnas corresponden a los factores ambientales (suelo, agua, aire, ruido, flora, fauna, paisaje, medio socioeconómico, salud y seguridad ocupacional). En cada cruce actividad–factor se determina si existe una interacción y se califica de manera preliminar como:

- N: No significativo.
- PS: Poco significativo.
- S: Significativo (requiere valoración detallada y medidas específicas).

Esta matriz permitirá seleccionar los impactos que pasarán a la etapa de valoración.

c. Clasificación preliminar de impactos

Para cada impacto identificado como significativo (S), se realizará una primera clasificación cualitativa según:

- Naturaleza: positivo / negativo.

- Tipo: directo / indirecto.
- Momento: inmediato / mediano / largo plazo.
- Duración: temporal / permanente.
- Etapa del proyecto en la que ocurre: construcción, operación, cierre.

Esta clasificación se trasladará a la tabla de “Identificación de impactos y medidas de manejo” que forma parte de la Sección V de la FTA (actividad – impacto – factor ambiental – características básicas).

3.2.3.3. Valoración de impactos ambientales mediante matriz (enlace técnico–FTA)

- Identificación de actividades impactantes

La primera etapa consistirá en definir, de manera ordenada, las actividades del proyecto que pueden generar impactos ambientales, clasificadas por etapa del ciclo de vida de la planta:

- Etapa de construcción (si está incluida en el alcance)

Preparación del terreno y obras civiles, construcción de áreas operativas (recepción, desensamblaje, almacenes, patio de maniobras), instalación y montaje de equipos.

- Etapa de operación

Recepción, descarga y pesaje de RAEE, almacenamiento temporal y clasificación por categorías, desensamblaje / desmontaje y segregación de componentes (plásticos, metales, tarjetas, componentes peligrosos, etc.), almacenamiento de materiales valorizables, manejo y almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos generados en el proceso, carga y transporte de materiales y residuos hacia su destino final, actividades de limpieza, higienización y orden de las áreas.

- Etapa de cierre

Retiro de equipos y desmontaje de estructuras, manejo de residuos remanentes, adecuación o reconfiguración final del área.

Estas actividades se sistematizarán en una lista o cuadro de “actividades impactantes”, similar a la utilizada en el diagnóstico preliminar, y constituirán las filas de la matriz de impactos.

3.2.3.4. Definir los aspectos ambientales asociados a cada actividad

Tomando como referencia las tablas de identificación de insumos y residuos, productos, emisiones y descargas utilizadas en el diagnóstico (por ejemplo, cuadros de identificación de residuos en operación, mantenimiento, adecuación y cierre).

Para cada actividad se identificarán los aspectos ambientales, tales como:

- a. Generación de residuos sólidos peligrosos (p. ej., componentes con metales pesados, lámparas, baterías).
- b. Generación de residuos sólidos no peligrosos.
- c. Tránsito de vehículos de transporte.
- d. Posibles emisiones de polvo por movimiento de vehículos en patio de maniobras.
- e. Ruido por operación de herramientas eléctricas y movimientos de carga.
- f. Consumo de energía y agua.
- g. Uso de insumos de limpieza y desinfección.

Cada aspecto ambiental se vinculará con uno o más factores ambientales (suelo, aire, agua, ruido, medio social, etc.), siguiendo el procedimiento conceptual planteado en el diagnóstico preliminar.

3.2.3.5. Construcción de la matriz de identificación actividad–factor

Con las actividades (filas) y factores (columnas) se elaborará una matriz de identificación de impactos en la que se indica, para cada cruce:

- a. Si existe o no interacción
- b. El tipo de interacción potencial (por ejemplo, mediante códigos o valores preliminares: 0 = sin impacto relevante, 1 = impacto bajo, 2 = impacto a valorar).

Esta matriz se convertirá en la base para la posterior valoración de la significancia, de manera coherente con la Sección V de la FTA.

3.2.3.6. Valoración de impactos ambientales mediante matriz de significancia

Tomando como referencia para la evaluación de los impactos, se tomará como base la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernandez-Vitora (2010), el cual determina el valor del impacto ambiental que tiene posibilidad de ocurrir. Se identificará y caracterizará los antecedentes del lugar según el medio que van ser impactos: bióticos (seres vivos), abiótico (inertes) y socioeconómico. Para esto se tomará en cuenta los componentes impactos (aire, suelo, fauna, flora, económico y población) y los factores ambientales (ruido y vibraciones, material particulado, gases, calidad del aire, suelo y agua, riqueza específica, transitabilidad, ingresos, actividades comerciales) por las actividades que se van a realizar en el proyecto.

a. Definición de criterios de importancia o significancia

Siguiendo el enfoque, se seleccionarán criterios tales como: Magnitud del impacto, extensión (ámbito espacial), duración, frecuencia, reversibilidad/ recuperabilidad, momento de ocurrencia (corto, mediano, largo plazo), acumulación / sinergia (si se suma a otros impactos).

Cada criterio dispondrá de una escala de calificación (por ejemplo, baja–media–alta) que se traduce en valores numéricos, de modo similar a los parámetros de calificación utilizados en el diagnóstico preliminar para determinar la importancia o significancia.

b. Aplicación de la matriz de valoración

Para cada combinación actividad, factor ambiental, aspecto, previamente identificada como potencialmente significativa: Se asignarán valores a cada criterio (magnitud, duración, extensión, etc.), se calculará un índice de significancia del impacto, aplicando una suma o fórmula definida (por ejemplo, suma ponderada de criterios, tal como se hace en la matriz simplificada de valoración del diagnóstico). Según el valor obtenido, el impacto se clasificará en categorías, por ejemplo:

- No significativo.
- Moderado.
- Significativo.
- Altamente significativo.

c. Matriz de significancia y resumen por etapa

En coherencia con los cuadros de resumen de impactos por etapa presentados en el diagnóstico (por ejemplo, matriz de resúmenes de impactos ambientales identificados por etapa). Se elaborará una matriz de significancia donde se sintetiza, para cada impacto:

- Actividad generadora.
- Factor ambiental afectado.
- Etapa del proyecto.
- Categoría de significancia.

Se prepararán resúmenes por etapa (operación, mantenimiento, adecuación, cierre), que servirán directamente para estructurar la Sección V de la FTA y el capítulo de resultados de esta tesis.

3.3. Materiales e instrumentos

3.3.1. Materiales de gabinete y de oficina

Para el desarrollo de las actividades de análisis documental, sistematización de información y elaboración de matrices se emplearán los siguientes materiales de gabinete y de oficina:

- a. Computadora portátil o de escritorio con procesador y memoria adecuados para el manejo de bases de datos, documentos extensos y planos digitales.
- b. Paquete de ofimática (procesador de texto, hoja de cálculo y software de presentaciones) para la redacción de capítulos de la tesis, elaboración de tablas, matrices de evaluación y gráficos de resultados.
- c. Acceso a internet para la consulta de normativa vigente, documentos técnicos y bases de datos oficiales vinculadas a la gestión de residuos sólidos y RAEE
- d. Material de oficina: cuadernos de campo, lápices, lapiceros, resaltadores, archivadores, fólder, hojas bond A4 y A3, útiles para la organización de la información recolectada y la elaboración de borradores.

- e. Impresora y, cuando sea necesario, servicio de copiado para la reproducción de normas, planos, mapas, fichas técnicas e instrumentos de recolección de información.

3.4. Población y muestra de estudio

Para el dimensionamiento de la Planta de Valorización y Disposición Final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el distrito de Tacna, se empleó la información oficial proporcionada por el Ministerio del Ambiente (MINAM), específicamente los registros consolidados en el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), correspondientes a la generación anual de RAEE reportada por las empresas formales del distrito durante el año 2024. En este estudio, la muestra está constituida exclusivamente por la totalidad de los datos reportados en dicho sistema; por ello se adopta una muestra no probabilística de tipo conveniencia, dado que no se requiere realizar un proceso de selección ni aplicar fórmulas de cálculo muestral. La elección de este tipo de muestra se justifica en que los datos fueron proporcionados directamente por el MINAM, representan el universo disponible de generadores formalmente registrados y cuentan con validez institucional, por lo cual no existe una población estadística adicional sobre la cual realizar inferencia. En consecuencia, el análisis se sustenta en una muestra completa y accesible, cuyos valores reales constituyen la base cuantitativa adecuada para las estimaciones de carga, volúmenes y requerimientos operativos necesarios para el diseño de la planta.

3.5. Operacionalización de variables

En la Tabla 3 se presenta la operacionalización de las variables de investigación, donde se detallan la definición conceptual de cada variable, sus dimensiones, indicadores, escala de medición y las técnicas o métodos utilizados para su análisis. Asimismo, este apartado se encuentra en concordancia con *la matriz de consistencia presentada en el Anexo 1*, en la cual se describen el problema de investigación, los objetivos, las variables y los indicadores considerados en el estudio.

A través de esta estructura se establece la forma en que cada variable será analizada dentro del estudio, permitiendo relacionar los conceptos teóricos con los elementos observables y medibles que servirán para evaluar la propuesta de *implementación de la planta de valorización y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*, así como su relación con la *viabilidad ambiental del proyecto*

Tabla 3*Operacionalización de variables de investigación*

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicador</i>	<i>Técnicas o métodos</i>
Variable independiente Planta de valorización y disposición final de RAEE (Escala Nominal)	Corresponde a la propuesta de implementar una infraestructura para el tratamiento adecuado de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), mediante procesos de valorización (recuperación de materiales) y disposición final, conforme a criterios técnicos y de sostenibilidad	Disposición Final Procesos de valorización Cumplimiento legal - Recolección infraestructura propuesta	Cumplimiento normativo, volumen valorizado, cantidad dispuesta adecuadamente -Relleno Sanitario para RAEE -Planta de Valorización -Método de disposición final	-Tipo de Investigación: Descriptivo -Nivel de Investigación: Básica -Diseño de Investigación: No experimental (transversal, descriptivo) Instrumentos: Guías de observación, matrices de evaluación, fichas técnicas.
Variable Dependiente Viabilidad ambiental (Escala Cualitativa)	Es la capacidad del ambiente para recuperarse, ya sea por medios naturales o artificiales, mediante una adecuada gestión de los impactos generados por las actividades humanas, con el fin de mantener el equilibrio entre el proyecto y el entorno o. (Corzo de Rodriguez, 2019)	Cumplimiento normativo Impacto ambiental Ordenamiento Territorial Componentes Técnicos Logística Interna	Revisión de cumplimiento de las normas ambientales, ordenamiento territorial Intensidad y tipo de impacto ambiental Viabilidad territorial	-Estadísticas Descriptivos: Frecuencias, porcentajes, promedios (para evaluar volumen RAEE. - Cumplimiento normativo, valorización estimada) Análisis de contenido: Para la normativa y entrevistas (categorización cualitativa) -Escala de juicio de expertos: Para evaluar pertinencias

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el presente estudio se utilizaron los datos oficiales de generación de RAEE correspondientes al distrito de Tacna, proporcionados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) mediante los registros del sistema SIGERSOL. La información fue procesada en el software Microsoft Excel, donde se procedió a organizar, depurar y estratificar los registros brindados, identificando las cantidades reportadas, las entidades generadoras y su procedencia. Una vez estructurada la información, se realizó el cálculo de la cantidad total de RAEE generada en el distrito, expresada en toneladas, lo cual constituyó la base para el dimensionamiento de la planta propuesta.

Asimismo, se empleará ArcGIS para la elaboración de mapas de ubicación, mapas de influencia directa y mapas de distribución de componentes del ámbito de estudio, los cuales permitieron representar espacialmente las características territoriales relevantes para la evaluación ambiental. Igualmente se utilizó AutoCAD para la elaboración de planos y esquemas técnicos vinculados al diseño preliminar de la infraestructura. Estas herramientas facilitaron la visualización e interpretación integral de los datos oficiales procesados, asegurando coherencia técnica en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados del análisis del marco normativo sobre la gestión de RAEE

4.1.1. Normativa nacional aplicable a la gestión de RAEE

En la siguiente tabla se presentan las principales leyes y decretos legislativos que conforman el marco general de la gestión integral de residuos sólidos en el Perú y que sirven de base para la gestión específica de los RAEE. Estas normas establecen los principios, competencias y lineamientos para la planificación, operación y adecuación de las infraestructuras de valorización, dentro de las cuales se enmarca la propuesta de planta de valorización y disposición final de RAEE en el distrito de Tacna.

Asimismo, se incluye el reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual desarrolla y operacionaliza las disposiciones del Decreto Legislativo N.º 1278. Esta norma reglamentaria define los requisitos técnicos y administrativos aplicables a las infraestructuras de valorización y disposición final de residuos sólidos, precisando las condiciones que debe cumplir una planta de valorización de RAEE.

Finalmente, se sistematizan los decretos supremos vinculados de manera directa con la gestión de RAEE y con la adecuación ambiental de las infraestructuras de residuos sólidos. Estos dispositivos regulan el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE, establecen obligaciones para los distintos actores del sistema y disponen lineamientos para la presentación de instrumentos de gestión ambiental y los procesos de adecuación de las plantas de valorización, aspectos fundamentales para la viabilidad ambiental de la planta propuesta en Tacna.

La Tabla 4 presenta las principales normas legales nacionales aplicables a la gestión de residuos sólidos y RAEE en el Perú, incluyendo leyes, decretos legislativos, decretos supremos y ordenanzas municipales que establecen el marco regulatorio para la gestión, valorización y disposición final de estos residuos, así como las disposiciones relacionadas con la adecuación ambiental de las infraestructuras correspondientes (

Tabla 4

Principales normas legales nacionales aplicables a la gestión de residuos sólidos y RAEE (2025)

Tipo de norma	Nombre oficial	N°	Año	Alcance vinculado a RAEE
Decreto Legislativo	Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos	D.L. 1278	2017	Establece el marco general de la gestión integral de residuos sólidos de ámbito municipal y no municipal, principios, competencias, instrumentos de planificación e infraestructura de valorización. Los RAEE se consideran residuos sólidos dentro de este marco, complementados por su régimen especial.
Ley	Ley que modifica el Decreto Legislativo 1278 e introduce la industrialización del reciclaje	Ley 31896	2023	Modifica la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos para promover la industrialización del reciclaje, fortaleciendo la etapa de valorización de residuos sólidos y reforzando el enfoque de economía circular aplicable a infraestructuras como plantas de valorización de RAEE.
Ley	Ley que modifica el Decreto Legislativo 1278 y la Ley 26793 para fortalecer la gestión y manejo de residuos sólidos	Ley 32212	2024	Introduce modificaciones a diversos artículos del D.L. 1278 para fortalecer la gestión y manejo de residuos sólidos, incluyendo aspectos de financiamiento, competencias y adecuación de infraestructuras de valorización.
Decreto Legislativo	Decreto Legislativo que modifica artículos del D.L. 1278 (ajustes a instrumentos e implementación)	D.L. 1501	2020	Modifica varios artículos de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, precisando definiciones, responsabilidades de actores y disposiciones sobre instrumentos de gestión.
Reglamento	Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos	D.S. 014-2017-MINAM	2017	Desarrolla la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos: clasificación de residuos, planificación, competencias municipales, autorización y operación de infraestructuras de valorización y disposición final. Base regulatoria para infraestructuras de valorización de residuos, incluida una planta de RAEE.
Decreto Supremo	Decreto Supremo que aprueba el Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	D.S. 009-2019-MINAM	2019	Establece el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE como residuos de bienes priorizados; define categorías de RAEE, actores, obligaciones, metas de recolección y etapas de valorización y disposición final.

Tabla 4 (continuación)

Tipo de norma	Nombre oficial	N°	Año	Alcance vinculado a RAEE
Decreto Supremo	Decreto Supremo que aprueba Disposiciones Complementarias al Decreto Supremo N.° 009-2019-MINAM	D.S. 035-2021-MINAM	2021	Desarrolla disposiciones complementarias al Régimen Especial de RAEE, precisando obligaciones, procedimientos y aspectos operativos para el cumplimiento de metas y funcionamiento de los sistemas de manejo de RAEE.
Decreto Supremo	Decreto Supremo que modifica el Decreto Supremo N.° 001-2024-MINAM y dicta otras disposiciones para la adecuación de las actividades de residuos sólidos	D.S. 001-2025-MINAM	2025	Modifica el D.S. 001-2024-MINAM para establecer nuevos plazos y condiciones de adecuación ambiental de infraestructuras de residuos sólidos, aplicable también a plantas de valorización de RAEE en proceso de adecuación.
Decreto Supremo	Decreto Supremo que aprueba disposiciones para la presentación del instrumento de gestión ambiental correctivo para las infraestructuras de residuos sólidos	D.S. 010-2020-MINAM	2020	Regula el procedimiento y contenido del instrumento de gestión ambiental correctivo para infraestructuras de residuos sólidos existentes; relevante para plantas de valorización que requieren adecuación ambiental.
Ordenanza Municipal	Ordenanza que determina las tasas de arbitrios de los servicios públicos de limpieza pública (barrido de calles, recolección de residuos sólidos en el distrito de Cercado Tacna y disposición final a nivel de la provincia de Tacna)	Ord. Mun. 029-2024-MPT	2024	Regula el régimen de arbitrios por servicios de limpieza pública, recolección y disposición final de residuos sólidos en el distrito de Tacna, dentro del cual se encuentran los residuos domiciliarios que pueden incluir RAEE.
Ordenanza Municipal	Ordenanza que aprueba el Manual Operativo del Área Degradada por Residuos Sólidos Municipales – ADRSM Botadero Alto Intiorko	Ord. Mun. 006-2024-MPT	2024	Aprueba el manual operativo para la gestión y recuperación del área degradada por residuos sólidos municipales en Alto Intiorko; relevante como contexto de disposición final y planificación de nuevas infraestructuras de valorización.

4.1.2. Normativa regional y local aplicable en el distrito de Tacna

En la siguiente matriz se presenta el análisis del marco normativo aplicable a la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y a la implementación de una planta de valorización en el distrito de Tacna.

Para cada disposición legal se identifican el ámbito de aplicación, los actores involucrados, las obligaciones y criterios técnicos que establece, así como sus implicancias específicas para el distrito y su relevancia directa para el diseño, ubicación, operación y adecuación ambiental de la planta propuesta.

Este análisis permite pasar de una revisión meramente descriptiva de las normas a una lectura aplicada, evidenciando cómo la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, su reglamento, el Régimen Especial de RAEE y la normativa local condicionan y orientan la viabilidad ambiental del proyecto.

La matriz constituye, por tanto, un insumo técnico clave para la definición de los requisitos que debe cumplir la planta de valorización de RAEE en Tacna y para la articulación de la propuesta con el marco regulatorio vigente.

En este sentido, la Tabla 5 presenta la matriz de análisis del marco normativo vigente relacionado con la gestión de RAEE en el distrito de Tacna, identificando las principales disposiciones legales, los actores involucrados, las obligaciones normativas y las implicancias específicas para la implementación de una planta de valorización de RAEE en la zona de estudio.

Tabla 5

Matriz de análisis del marco normativo vigente para la gestión de RAEE en el distrito de Tacna y su relación con la planta de valorización propuesta

Nº	Nivel / tipo de norma	Norma y artículo(s) clave	Tema / eje de la gestión de RAEE	Actor(es) principal(es)	Obligación / criterio normativo relevante	Implicancias específicas para el distrito de Tacna y la planta de valorización de RAEE	Relevancia para el proyecto
1	Ley nacional (Decreto Legislativo)	D.L. N.º 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ministerio del Ambiente)	Marco general de la gestión integral de residuos sólidos. Define principios, jerarquía de manejo, competencias y responsabilidades.	MINAM, GORE, municipalidades provinciales y distritales, OEFA, generadores y operadores de residuos.	Establece que la gestión de residuos debe priorizar la valorización sobre la disposición final; define a los residuos de bienes priorizados (donde se ubican los RAEE a través de normas específicas); asigna responsabilidades a los gobiernos locales para la gestión de residuos municipales y asimilables.	Obliga a las Municipalidades, en lo que concierne a los distritos del cercado a implementar una gestión integral de residuos que incluya la valorización; habilita la creación de infraestructuras de valorización como parte de la gestión; sustenta jurídicamente la necesidad de una planta de valorización de RAEE	Alta (norma base de todo el sistema de residuos sólidos).
2	Reglamento (Decreto Supremo)	D.S. N.º 014-2017-MINAM – Reglamento del D.L. 1278 y sus modificaciones (D.S. 001-2022-MINAM) (SNP)	Definición y condiciones mínimas de plantas de valorización de residuos sólidos; requisitos de ubicación, diseño y operación.	MINAM, titulares de infraestructuras de residuos sólidos, EO-RS, municipalidades.	Los artículos 103, 104 y 105 establecen condiciones mínimas para las plantas de valorización, como evitar su ubicación en zonas residenciales, no obstaculizar el tránsito y contar con sistemas de limpieza, drenaje pluvial, áreas diferenciadas y medidas de seguridad.	Sirve de checklist técnico para evaluar si el sitio elegido en el distrito de Tacna y el diseño de la planta de valorización de RAEE cumplen las condiciones mínimas exigidas por el reglamento; condiciona el diseño arquitectónico y funcional de la planta..	Muy alta (define directamente cómo debe ser la planta).

(continua)

Tabla 5 (continuación)

Nº	Nivel / tipo de norma	Norma y artículo(s) clave	Tema / eje de la gestión de RAEE	Actor(es) principal(es)	Obligación / criterio normativo relevante	Implicancias específicas para el distrito de Tacna y la planta de valorización de RAEE	Relevancia para el proyecto
3	Ley de modificación	Ley N.º 31896 y Ley N.º 32212 – Modifican el D.L. 1278 (industrialización del reciclaje, ajustes al reglamento) (Leyes del Congreso)	Fortalecimiento de la gestión de residuos sólidos y del rol de la valorización e industrialización del reciclaje.	Congreso, Poder Ejecutivo, MINAM, gobiernos locales.	Introducen cambios orientados a potenciar la valorización y la “industrialización del reciclaje”, y obligan al Poder Ejecutivo a adecuar el Reglamento del D.L. 1278 en plazos determinados.	Refuerzan el enfoque de valorización como prioridad nacional, lo que respalda políticamente la instalación de una planta de valorización de RAEE en Tacna; obligan a considerar que el marco reglamentario puede seguir actualizándose, por lo que el diseño de la planta debe ser flexible y alineado con tendencias de reciclaje industrial.	Media–alta (contexto y tendencia normativa pro-valorización).
4	Reglamento específico (Decreto Supremo)	D.S. N.º 009-2019-MINAM – Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE	Régimen especial de RAEE: define categorías de AEE/RAEE, obligaciones de productores, sistemas de manejo, operadores RAEE, etapas de gestión	Productores de AEE, distribuidores, comercializadores, operadores de RAEE, municipalidades, OEFA.	Establece obligaciones específicas para implementar sistemas de manejo de RAEE (metas de recolección, planes de manejo, declaraciones, sistemas de retorno, etc.); define el rol de los operadores de RAEE y la necesidad de que cuenten con infraestructuras de valorización autorizadas; reconoce a las plantas de valorización de RAEE como parte del sistema.	Es la norma clave para RAEE: justifica que la planta de valorización en el distrito de Tacna forme parte de los sistemas de manejo RAEE, orienta qué categorías de RAEE se pueden manejar y bajo qué condiciones; condiciona los acuerdos con productores y municipalidad.	Muy alta (específica para RAEE y directamente relacionada con la planta).

(continua)

Tabla 5 (continuación)

Nº	Nivel / tipo de norma	Norma y artículo(s) clave	Tema / eje de la gestión de RAEE	Actor(es) principal(es)	Obligación / criterio normativo relevante	Implicancias específicas para el distrito de Tacna y la planta de valorización de RAEE	Relevancia para el proyecto
5	Reglamento complementario (Decreto Supremo)	D.S. N.º 035-2021-MINAM – Disposiciones complementarias al D.S. 009-2019-MINAM	Desarrollo específico de obligaciones para ciertas categorías de RAEE, precisiones operativas del régimen.	Productores, distribuidores, comercializadores de AEE (especialmente ciertas categorías), operadores RAEE, OEFA.	Detalla obligaciones y condiciones adicionales (por ejemplo, para ciertas categorías como alumbrado, equipos médicos u otras), y refuerza la supervisión y fiscalización de OEFA en el cumplimiento de metas y obligaciones del régimen RAEE. Obliga a que los proyectos de infraestructura de residuos sólidos que no están en el Listado de Inclusión del SEIA presenten una Ficha Técnica Ambiental (FTA), de menor o mayor complejidad según corresponda. La FTA estructura la información: datos generales, localización, descripción de infraestructura, residuos manejados, actividades, entradas y salidas, impactos y medidas.	Para el distrito de Tacna, implica que la planta de valorización de RAEE debe articularse con sistemas de manejo que cumplan estas disposiciones y que el diseño operativo de la planta considere las exigencias específicas	Alta (afina requisitos concretos para operar en el régimen RAEE).
6	Instrumento ambiental (Resolución Ministerial)	R.M. N.º 00023-2025-MINAM – Aprueban las Fichas Técnicas Ambientales (FTA) para proyectos de residuos sólidos (Gobierno del Perú)	Establece la FTA de menor complejidad y la FTA de mayor complejidad para proyectos de residuos sólidos no sujetos al SEIA como instrumentos de gestión ambiental preventiva obligatorios.	MINAM, titulares de proyectos de infraestructura de residuos sólidos (incluida planta de valorización de RAEE), gobiernos regionales y locales.		En el caso de Tacna, la planta de valorización de RAEE se encuadra como proyecto de residuos sólidos de menor complejidad, por lo que la FTA se convierte en el instrumento de gestión ambiental preventivo requerido para su viabilidad.	Muy alta (instrumento ambiental central de tu metodología y del proyecto).

(continua)

Tabla 5 (continuación)

Nº	Nivel / tipo de norma	Norma y artículo(s) clave	Tema / eje de la gestión de RAEE	Actor(es) principal(es)	Obligación / criterio normativo relevante	Implicancias específicas para el distrito de Tacna y la planta de valorización de RAEE	Relevancia para el proyecto
7	Plan Instrumento local (Ordenanza Municipal)	Ordenanza Municipal N.º 031-2021-MPT – Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales de Tacna (PIGIRS / PIGARS) (SINIA)	Planifica la gestión integral de residuos sólidos municipales en la provincia de Tacna; define metas, líneas de acción y proyectos prioritarios.	Municipalidad Provincial de Tacna, municipalidades distritales, ciudadanía, actores privados.	Establece el marco estratégico local para la gestión de residuos sólidos: diagnóstico, objetivos, programas y proyectos (incluyendo acciones de valorización, reciclaje, educación ambiental, infraestructura). Asigna responsabilidades internas y plazos de implementación.	Para el distrito de Tacna, este plan es la referencia obligada para justificar la pertinencia de una planta de valorización de RAEE como proyecto que contribuye a las metas locales de gestión integral, valorización y reducción de impactos.	Alta (ancla el proyecto en la planificación oficial local).
8	Plan/instrumento local histórico (Resolución de Alcaldía)	PIGARS Tacna 2004 – Aprobado por Resolución de Alcaldía N.º 1072-03-MPT (SINIA)	Primer Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Tacna; base histórica de la gestión de residuos a nivel provincial.	Municipalidad Provincial de Tacna, sectores públicos y privados.	Define lineamientos para mejorar la gestión de residuos sólidos (generación, recolección, transporte, disposición final) y refuerza la responsabilidad de la municipalidad en la formulación de planes y proyectos relacionados con residuos.	Aunque ha sido actualizado por instrumentos más recientes, sirve como antecedente histórico y referencia de la evolución de la gestión de residuos en Tacna, ayudando a contextualizar por qué se requiere ahora una planta especializada de valorización de RAEE como etapa avanzada de la gestión.	Media (contexto histórico y de evolución de la gestión).

Tabla 5 (continuación)

Nº	Nivel / tipo de norma	Norma y artículo(s) clave	Tema / eje de la gestión de RAEE	Actor(es) principal(es)	Obligación / criterio normativo relevante	Implicancias específicas para el distrito de Tacna y la planta de valorización de RAEE	Relevancia para el proyecto
9	Normativa local específica (Ordenanzas / Reglamentos internos)	Ordenanzas y reglamentos municipales de la MPT sobre baja, donación y disposición de bienes muebles que pueden llegar a ser RAEE (ej., equipos informáticos, electrodomésticos institucionales)	Regulación interna de la gestión de bienes muebles obsoletos en la municipalidad; potencial articulación con sistemas de manejo RAEE y operadores autorizados.	Municipalidad Provincial de Tacna, unidades de logística y patrimonio, sistemas de manejo RAEE, operadores autorizados.	Establecen los procedimientos para la baja de equipos, su posible donación, venta o entrega a operadores especializados; pueden incluir referencias a RAEE o, al menos, posibilitar que los bienes dados de baja se canalicen hacia sistemas de manejo RAEE.	Pueden constituir una oportunidad práctica para asegurar flujos de RAEE desde la propia municipalidad (oficinas, programas, instituciones) hacia la planta de valorización propuesta; permiten mostrar que la planta podría ser el destino autorizado para RAEE institucionales, reduciendo la disposición informal.	Media–alta (clave para articular flujo de RAEE institucional).
10	Sistema de evaluación ambiental (Ley y Reglamento)	Ley N.º 27446 – Ley del SEIA y D.S. N.º 019-2009-MINAM – Reglamento del SEIA (en lo que corresponde a proyectos de residuos sólidos) (EEAS)	Establece el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y los criterios para determinar qué proyectos requieren certificación ambiental.	MINAM, SENACE, sector Ambiente, titulares de proyectos.	Determina que ciertos proyectos de residuos sólidos deben someterse a evaluación ambiental mediante EIA; para proyectos que no están incluidos en el Listado de Inclusión, se permite el uso de instrumentos simplificados, hoy materializados en la FTA aprobada por la R.M. 00023-2025-MINAM.	Para la planta de valorización de RAEE en el distrito de Tacna, esta norma es el referente general que justifica que el proyecto use una FTA de menor complejidad y no un EIA detallado, siempre que se confirme su no inclusión en el listado SEIA; refuerza el carácter preventivo de la FTA como certificación ambiental.	Media (marco general del sistema ambiental que habilita la FTA).

4.1.3. Matriz de análisis normativo y competencias de los actores

En la siguiente matriz se sintetizan las obligaciones y competencias de los principales actores involucrados en la gestión de RAEE, de acuerdo con el marco normativo vigente. Se identifican las funciones del MINAM, OEFA, Gobierno Regional de Tacna, Municipalidad Provincial de Tacna, productores de aparatos eléctricos y electrónicos, operadores de RAEE y generadores institucionales y domiciliarios, y se analiza cómo estas responsabilidades inciden en el diseño, implementación y operación de la planta de valorización de RAEE propuesta en el distrito de Tacna. Esta matriz permite visualizar el rol de cada actor dentro del sistema y su relación con la viabilidad ambiental y operativa de la infraestructura proyectada.

La Tabla 6 presenta la matriz de obligaciones y competencias de los actores involucrados en la gestión de RAEE, identificando sus funciones normativas y su relación con la implementación y operación de la planta de valorización propuesta en el distrito de Tacna.

Tabla 6

Matriz de obligaciones y competencias de los actores involucrados en la gestión de RAEE

N	Actor / Entidad	Competencias y obligaciones según normativa de residuos y RAEE	Incidencia en la planta de valorización de RAEE en el distrito de Tacna
1	MINAM	Órgano rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y de la gestión integral de residuos sólidos. Dicta la política nacional de residuos, aprueba normas (D.L. 1278, su Reglamento, D.S. 009-2019-MINAM y complementarias), aprueba las Fichas Técnicas Ambientales (FTA) para proyectos de residuos y fija lineamientos para el régimen especial de RAEE	Define el marco técnico y regulatorio bajo el cual se diseña y evalúa la planta: categorías de RAEE que puede gestionar, requisitos de valorización, instrumentos ambientales aplicables (FTA de menor complejidad o IGA correctivo), y lineamientos para la articulación con sistemas de manejo de RAEE. Cualquier cambio normativo del MINAM puede exigir ajustes en el diseño, operación o capacidad de la planta.
2	OEFA	Ente de fiscalización ambiental a nivel nacional. Supervisa y fiscaliza el cumplimiento de la normativa ambiental y de los instrumentos de gestión ambiental de las infraestructuras de residuos sólidos, imponiendo medidas administrativas y sanciones en caso de incumplimiento.	Es la entidad que supervisa en campo la planta de valorización de RAEE y verifica el cumplimiento de la FTA o del IGA aprobado, así como la correcta gestión de RAEE y residuos peligrosos asociados. La planta debe operar con procedimientos y registros sólidos para responder adecuadamente a inspecciones y evitar sanciones.
3	Gobierno Regional de Tacna (GORE Tacna)	Tiene competencias de coordinación y apoyo técnico en gestión ambiental y residuos sólidos a nivel regional; articula la planificación territorial (PDRC, Ejes ambientales) y puede promover programas regionales de economía circular y manejo de residuos especiales como RAEE.	Es un aliado estratégico para articular la planta con programas regionales de RAEE (campañas, centros de acopio, convenios con productores y operadores). Su respaldo facilita la integración de la planta en la planificación regional y puede ayudar a gestionar financiamiento o proyectos complementarios.
4	Municipalidad Provincial de Tacna (MPT)	Responsable de la gestión de residuos sólidos de ámbito municipal en su jurisdicción (recolección, transporte y disposición final de residuos domiciliarios y asimilables). Aprueba ordenanzas, planes y tarifas de arbitrios; puede implementar programas de segregación y sistemas de recolección diferenciada, incluyendo residuos especiales como RAEE cuando los incorpore a su gestión.	Es el actor clave local para articular la planta con la gestión de RAEE del distrito: puede establecer convenios, campañas de acopio, puntos de entrega voluntaria, y derivación de RAEE desde el sistema municipal hacia la planta. También condiciona, mediante su ordenamiento territorial y licencias, la ubicación y habilitación del predio en zona industrial compatible.

(continua)

Tabla 6 (continuación)

N	Actor / Entidad	Competencias y obligaciones según normativa de residuos y RAEE	Incidencia en la planta de valorización de RAEE en el distrito de Tacna
5	Productores de AEE (fabricantes / importadores / marcas)	Bajo el Régimen Especial de RAEE, están obligados a organizar o financiar sistemas de manejo de RAEE, cumplir metas de recolección, contratar operadores autorizados, reportar información y asegurar la valorización y disposición final ambientalmente adecuada de los RAEE puestos en el mercado.	Constituyen una fuente de flujo de RAEE y de financiamiento para la planta, mediante convenios o contratos como operador de valorización. La planta puede integrarse a sistemas REP como instalación autorizada para desensamblaje, clasificación y valorización de RAEE, lo que contribuye a su sostenibilidad económica.
6	Operadores de RAEE (gestores formales autorizados)	Empresas autorizadas para recolectar, transportar, acopiar, dismantelar, valorizar y/o disponer RAEE, cumpliendo requisitos técnicos y ambientales establecidos por el MINAM y la autoridad competente. Deben contar con infraestructura y procedimientos adecuados, así como reportar información sobre los RAEE manejados.	La planta se configura como operador de valorización o como parte de una cadena de operadores (acopiadores, transportistas, valorizadores). Debe cumplir con las condiciones técnicas y ambientales exigidas (por ejemplo, envío de fracciones aprovechadas a recicladores industriales o disposición de residuos peligrosos).
7	Generadores institucionales (entidades públicas, empresas, instituciones educativas, salud, etc.)	Responsables de la adecuada gestión de los RAEE que generan, de acuerdo con la normativa de residuos sólidos y los lineamientos de RAEE. Deben segregar, almacenar temporalmente de forma segura, registrar la baja de bienes y entregarlos a sistemas formales (operadores autorizados, programas municipales o REP).	Representan una fuente importante y relativamente concentrada de RAEE para la planta (equipos de cómputo, impresoras, equipos médicos, etc.). La planta puede celebrar convenios o contratos de recepción y valorización, facilitando el cumplimiento normativo de estas entidades y asegurando un flujo constante de RAEE para su operación.
8	Generadores domiciliarios (hogares del distrito de Tacna)	Generan RAEE en pequeñas cantidades de manera dispersa. La norma fomenta que entreguen sus RAEE a sistemas formales evitando la disposición conjunta con residuos municipales y la entrega a canales informales.	No se relacionan directamente con la planta, pero son la base de la oferta de RAEE a nivel urbano. La articulación entre MPT, sistemas REP y la planta permitirá canalizar parte de estos RAEE hacia la infraestructura de valorización mediante campañas y puntos de entrega.

4.2. Resultados de la evaluación de las condiciones técnicas y ambientales para la implementación de la planta de valorización de RAEE

4.2.1. Determinación de criterios técnicos y locación óptima del terreno

Se realizó una evaluación comparativa de localización de la planta de valorización de RAEE considerando dos alternativas:

- a. El recinto de ZOFRATACNA (Ver anexo 04)
- b. El Parque Industrial de Tacna (Ver anexo 05), cuyas coordenadas UTM se muestran en la matriz.

La evaluación se desarrolló mediante una matriz de verificación de cumplimiento con criterios normativos de localización (p. ej., compatibilidad de zonificación, no obstrucción del tránsito y disponibilidad de áreas de maniobra), contrastando cada alternativa con la evidencia mínima exigible en resultados (consulta de zonificación/PDU; evaluación de accesos; plano de distribución y flujo vehicular; y factibilidad de servicios), conforme a lo consignado en la matriz elaborada.

Asimismo, se adjuntan los planos de ubicación de ambas alternativas (ZOFRATACNA y Parque Industrial), los cuales permiten sustentar la compatibilidad territorial y la accesibilidad del emplazamiento propuesto.

La Tabla 7 presenta la matriz de cumplimiento de criterios y requisitos exigibles para la localización de la planta de valorización de RAEE, en la cual se comparan las alternativas de ZOFRATACNA y el Parque Industrial de Tacna con base en los criterios establecidos por la normativa vigente.

Tabla 7

Matriz de cumplimiento de criterios y requisitos exigibles

N ^o	Criterio/ Requisito exigible	Base legal / FTA (art./item)	Evidencia mínima (en Resultados)	ZOFRA Tacna - UTM 19K 362885.00 m E / 8000497.00 m S	Parque industrial de Tacna - UTM 19 K 368922.00 m E / 8009896.00 m S		
				(✓/X)	Sustento/observación	(✓/X)	Sustento/observación
1	Zonificación compatible (no residencial/comercial/recreacional)	DS 014-2017-MINAM, art. 104(a) (Ministerio del Ambiente)	Certificado/consulta de zonificación + mapa/PDU	✓	El emplazamiento se ubica en un entorno de uso industrial conforme al PDU, por lo que es compatible con una infraestructura de valorización y no corresponde a zonificación residencial/comercial/recreacional.	✓	También corresponde a zona industrial según el PDU, por lo que existe compatibilidad de uso de suelo para actividades industriales asociadas a valorización.
2	No obstruye tránsito vehicular o peatonal	art. 104(b) (Ministerio del Ambiente)	Evaluación de accesos + vereda/vía + croquis	✓	Presenta condiciones más favorables para evitar la obstrucción del tránsito: control de accesos, dinámica predominantemente logística/industrial y posibilidad de organizar ingreso/salida para recepción de RAEE (camionetas/camiones) sin interferir significativamente con circulación peatonal externa.	X	Se identifica congestión vehicular y peatonal en el entorno (zona de alta circulación), lo que incrementa la probabilidad de obstrucción durante operaciones de carga/descarga y recepción de RAEE, incumpliendo el criterio del art. 104(b).

(continua)

Tabla 7 (continuación)

N ^o	Criterio/ Requisito exigible	Base legal / FTA (art./item)	Evidencia mínima (en Resultados)	ZOFRA Tacna - UTM 19K 362885.00 m E / 8000497.00 m S		Parque industrial de Tacna - UTM 19 K 368922.00 m E / 8009896.00 m S	
				(✓/X)	Sustento/observación	(✓/X)	Sustento/observación
3	Área de maniobra/operación sin perturbar operaciones	DS 014-2017-MINAM, art. 105(a) (Ministerio del Ambiente)	Plano de distribución + flujo vehicular	✓	Se dispone de mejores condiciones para habilitar áreas de maniobra y operación (patio/maniobras, radios de giro, zonas de estacionamiento y carga/descarga), reduciendo interferencias con la operatividad y favoreciendo seguridad en la logística interna.	X	Presenta áreas de maniobra reducidas por ocupación/estrechez de vías internas y presión urbana-comercial del entorno; esto limita el movimiento seguro de vehículos y puede perturbar la operación, incumpliendo el criterio del art. 105(a).
4	Servicios del proyecto (agua, alcantarillado, energía) disponibles/viables	FTA III.3.2	Carta/recibo/factibilidad + esquema	✓	En el entorno industrial se considera viable la dotación de servicios (agua, alcantarillado y energía). En resultados se sustenta con carta/recibo de factibilidad (EPS/Electrosur u operador competente) y esquema de conexión.	✓	Igualmente, viable por encontrarse en zona con actividad industrial y abastecimiento urbano; se sustenta del mismo modo (factibilidad + esquema).

En función de los resultados obtenidos, se selecciona ZOFRATACNA como alternativa de localización para la planta, al evidenciar un cumplimiento integral de los criterios evaluados en la matriz, en comparación con el Parque Industrial, donde se identifican restricciones asociadas a congestión vehicular/peatonal y áreas de maniobra reducidas, condiciones críticas para la logística de recepción, carga y descarga de RAEE. La ubicación del área propuesta dentro de ZOFRATACNA se presenta en el plano incluido en el Anexo 4, mientras que el plano correspondiente al Parque Industrial, considerado como alternativa de evaluación, se muestra en el Anexo 5, permitiendo visualizar comparativamente ambas localizaciones analizadas en el estudio.

Adicionalmente, la implementación dentro de la Zona Franca de Tacna (ZOFRATACNA) representa una ventaja operativa y competitiva, en tanto se trata de una delimitación territorial en la que las mercancías internadas no son consideradas dentro del territorio aduanero para efectos de derechos e impuestos de importación; asimismo, dispone de lotes desde 675 m² habilitados con infraestructura básica (fibra óptica, energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, pistas y veredas), lo que facilita la instalación y puesta en marcha de la planta. En este marco, el Reglamento de la Ley de ZOFRATACNA prevé que los usuarios pueden desarrollar actividades industriales/manufactureras, así como actividades de ensamblaje/maquila y servicios (por ejemplo, servicios logísticos y otros servicios empresariales), lo cual es compatible con la naturaleza operativa de una planta de valorización de RAEE.

Finalmente, entre los beneficios relevantes para la sostenibilidad del proyecto destacan la exención del IGV e ISC en determinados supuestos de comercialización y la reducción de impuestos y aranceles aduaneros para empresas que realizan actividades productivas dentro de ZOFRATACNA, fortaleciendo las condiciones técnicas y económicas para la gestión formal de RAEE en el distrito de Tacna (Ver anexo 6).

4.2.2. Determinación de condiciones técnicas y formulación de diseño técnico de la planta de valorización

4.2.2.1. Evaluación de la capacidad de diseño

Para estimar la capacidad de procesamiento de la planta, se tomó como referencia la información oficial remitida por el MINAM, obtenida tras la solicitud realizada mediante el Portal de Transparencia. El MINAM respondió proporcionando la base de datos correspondiente al año 2024, señalando que no fue posible remitir información del año 2023, debido a que en dicho periodo la Declaración Anual del Operador (DAO) no incluía el campo para registrar la procedencia geográfica de los RAEE, por lo que no existe

información desagregada por departamento en SIGERSOL para ese año. La solicitud realizada y la respuesta emitida por el MINAM se presentan en el Anexo 9.

Con la información del DAO 2024, que sí permite identificar la cantidad de RAEE gestionada por ámbito geográfico, se procedió a filtrar los registros por departamento, seleccionando únicamente aquellos correspondientes a la Región Tacna; posteriormente, se desagregaron los datos por distrito, conservando exclusivamente las empresas operadoras ubicadas en el distrito de Tacna. Una vez depurada la base de datos, se sumaron los volúmenes declarados por estas empresas, obteniendo la generación total de RAEE en el distrito para el año 2024, dato que sirvió como base para estimar la capacidad requerida de la planta de valorización.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 8, donde se muestra la información reportada en el DAO sobre la generación de RAEE por diferentes entidades públicas y privadas. A partir de estos datos se determinó una generación total de 94.581 toneladas de RAEE en 2024, valor utilizado como referencia para estimar la capacidad de diseño de la planta de valorización.

Tabla 8

Data de Declaración Anual de Operado (DAO) reportada en SIGERSOL

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Electro Ensamblaje E.I.R.L	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Ministerio Público-Gerencia general	1.876
Reviresa E.I.R.L	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Poder Judicial	1.09
Reviresa E.I.R.L.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Universidad nacional Jorge Basadre G.	4.04
Eco tecno E.I.R.L	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Dirección Regional de Educación Tacna	20
Eco tecno E.I.R.L	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Zona franca y zona comercial de Tacna - Zofra Tacna	1.028

(continua)

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Reviresa E.I.R.L.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Universidad Nacional Jorge Basadre G.	4.04
Eco Tecno E.I.R.L.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Dirección Regional De Educación Tacna	5
Eco-Sistema Rae S.A.C.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Empresa De Generación Eléctrica Del Sur S.A.	1.5
Eco Tecno E.I.R.L.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Dirección Regional De Educación Tacna	3.5
Reviresa E.I.R.L.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Zona Franca Y Zona Comercial De Tacna - Zofratacna	1.5
Consultoría & Logística Inversa S.A.C.	Tacna	Colectivo	Generador Privado	Ingeniería Servicios Y Soluciones Aplicadas Issa Perú S.A.C. - Issa Perú S.A.C.	0.086
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.02
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.002
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.002
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.004
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.005
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.005

(continua)

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Maquinarias Jaam S.A.	TACNA	Individual	Generador Institución Pública	SEGURO SOCIAL DE SALUD	0.005
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.005
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.005
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.01
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.025
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	0.06
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	1.63087
Maquinarias Jaam S.A.	Tacna	Individual	Generador Institución Pública	Seguro Social De Salud	3
Consultoría & Logística Inversa S.A.C. Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Colectivo	Generador Privado	Red De Energia Del Peru Sa	0.2
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individual	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0035
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individual	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0005
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individual	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	1.1625
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individual	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.227

(continua)

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0905
Telefónica Del Perú Saa	TACNA	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0735
Telefónica Del Perú Saa	TACNA	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0145
Telefónica Del Perú Saa	TACNA	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0035
Telefónica Del Perú Saa	TACNA	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.003
Telefónica Del Perú Saa	TACNA	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.002
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0015
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0015
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	26.24
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	12.577 4
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0228
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0136
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0038
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0014
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individua I	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0004

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Telefónica Del Perú Saa	Tacna	Individual	Generador Privado	Telefónica Del Perú S.A.A.	0.0002
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Dirección Regional De Salud Tacna	0.012
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Municipalidad Provincial De Tacna	0.002
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Municipalidad Provincial De Tacna	0.0095
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Dirección Regional De Salud Tacna	0.016
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Dirección Regional De Salud Tacna	0.017
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Dirección Regional De Salud Tacna	0.085
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Pública	Municipalidad Provincial De Tacna	0.176

(continua)

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Reverse Logistics Group Perú Sociedad anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.001
Reverse Logistics Group Perú Sociedad anónima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.52
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.0015
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.012
Reverse Logistics Group Peru Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.011
Reverse Logistics Group Peru Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.007
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	1.239
Reverse Logistics Group Perú Sociedad	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.65

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.203
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.01
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.036
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.002
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.017
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.112
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.582

(continua)

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.2
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.085
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.003
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.25
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institucion Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.087
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.051
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.0125

(continua)

Tabla 8 (continuación)

Nombre del sistema	Departamento	Tipo de sistema	Procedencia	Nombre / Institución	Cantidad (t)
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.052
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.072
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.1405
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.18
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Municipalidad Provincial De Tacna	0.017
Reverse Logistics Group Perú Sociedad Anonima Cerrada	Tacna	Colectivo	Generador Institución Publica	Dirección Regional De Salud Tacna	0.629
Total					94.581

En dicho reporte, el total anual de RAEE correspondiente al Distrito de Tacna durante el año 2024 asciende a 94.581 toneladas.

Bajo un criterio de dimensionamiento preliminar, esta demanda anual se convierte a una demanda promedio mensual, asumiendo distribución uniforme para efectos de diseño, tal como se calcula en la siguiente operación:

$$\text{Capacidad promedio mensual} \left(\frac{t}{\text{mes}} \right) \quad (1)$$

$$\frac{94.58197}{12 \text{ meses}} = 7.88 \text{ t/mes}$$

No obstante, debido a que el acopio de RAEE suele presentar variabilidad estacional (campañas de recolección, reposición de equipos, liberación de almacenes institucionales), se considera técnicamente recomendable incorporar un margen de holgura por picos operativos y contingencias (mantenimiento, logística, segregación fina). En ese sentido, para la planta se plantea una capacidad nominal de diseño equivalente a la demanda anual a un factor de utilización del 80%, lo que permite operar con continuidad sin saturar áreas de recepción/almacenamiento:

$$\text{Capacidad nominal anual} \frac{94.58197}{0.80} = \quad (2)$$

$$118.23 \frac{t}{\text{año}}$$

$$\text{Capacidad nominal mensual} = \frac{118.23}{12} = \quad (3)$$

$$9.85 \text{ t/mes} = 10 \text{ t/mes}$$

Por tanto, la planta se diseña para una capacidad nominal aproximada de 10 t/mes, la cual cubre la demanda promedio estimada y asegura margen frente a variaciones del flujo de ingreso. Esta capacidad será coherente con el dimensionamiento de áreas y flujos internos declarados en la FTA (recepción, clasificación, desensamblaje, almacenamiento de fracciones valorizables y almacenamiento de residuos peligrosos), evitando cuellos de botella en la etapa de operación.

4.2.2.2. Formulación de diseño técnico de la planta de valorización de RAEE

Con la finalidad de asegurar la operatividad y el control ambiental de la planta, se formuló el diseño técnico preliminar mediante la definición de un layout funcional, elaborado en AutoCAD y con un plano a escala en m² (Ver Anexo 7) que organiza los componentes de la planta según la secuencia del proceso: recepción, desensamblaje, segregación/almacenamiento de fracciones valorizables, almacenamiento de residuos peligrosos/no peligrosos, despacho, incorporando además áreas administrativas y de servicios para el personal, y zonas de circulación y maniobra para vehículos. Este enfoque permite minimizar interferencias entre flujos, reducir riesgos de contaminación

cruzada, facilitar la supervisión operacional y mantener condiciones adecuadas de seguridad y orden.

El plano de distribución considera diez (10) componentes principales, descritos a continuación:

a. Área de Recepción

Corresponde al punto de ingreso de los RAEE a la planta. En esta zona se realiza el registro, inspección visual inicial, pesaje (si aplica) y la clasificación preliminar por tipología (por ejemplo, equipos grandes, equipos pequeños, informática/telecomunicaciones, etc.). Su ubicación cercana al acceso y al patio de maniobra reduce tiempos de descarga y evita recorridos innecesarios dentro de la planta.

b. Área de Desensamblaje

Espacio destinado al desmontaje/desensamblaje de los RAEE para separar componentes y fracciones aprovechables (metales, plásticos, tarjetas electrónicas, cables) y aislar elementos con manejo especial. Está diseñada para operar con flujo continuo desde recepción y hacia las áreas de almacenamiento, manteniendo control y orden del proceso.

c. Área de Material Recuperado

Zona destinada al almacenamiento temporal de fracciones valorizables obtenidas tras el desensamblaje (material segregado y acondicionado). Se plantea como un área diferenciada y ordenada que facilita el acopio por tipo de material y su posterior despacho a gestores/recicladores autorizados o cadenas de valorización.

d. Área de Almacenamiento de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos

Área de almacenamiento segregado para residuos resultantes del proceso que no se valorizan en planta o que requieren manejo diferenciado. Se organiza en sectores separados para residuos peligrosos (p. ej., componentes con sustancias peligrosas o potencial riesgo) con control de acceso y contención. Y

residuos no peligrosos (p. ej., rechazos o fracciones no valorizables) para su disposición mediante operador autorizado. Esta zona es crítica para asegurar una gestión ambientalmente segura y evitar impactos por derrames, emisiones o mezclas incompatibles.

e. Área de Vestuario

Espacio para cambio de indumentaria y almacenamiento de EPP del personal. Se incorpora como soporte a la operación segura, promoviendo condiciones higiénicas

f. Servicio Higiénico

Componente complementario para el personal, necesario para el funcionamiento cotidiano de la planta, ubicado estratégicamente para evitar interferencias con las áreas de proceso y cumplir condiciones mínimas de bienestar laboral.

g. Zona de Parqueo de Camiones

Área destinada al estacionamiento temporal de vehículos de carga, evitando ocupación de vías internas y facilitando la programación de ingresos para descarga/recepción y salida con material recuperado o residuos hacia gestores.

h. Zona de Parqueo de Autos

Espacio diferenciado para vehículos ligeros (personal/visitas), reduciendo el riesgo de interacción con camiones y manteniendo la segregación de flujos vehiculares.

i. Patio de Maniobra

Componente clave para la operatividad logística. Permite el giro, reversa, posicionamiento y maniobra segura de camiones para carga/descarga y circulación interna. Su incorporación responde a la necesidad de evitar obstrucciones y asegurar continuidad operativa.

j. Área libre sin uso

Área reservada para contingencias, crecimiento futuro, reordenamiento operacional o implementación de medidas complementarias (por ejemplo, ampliación de almacenamiento o mejora de circulación). Funciona como “buffer” operacional que reduce saturación en periodos de alta recepción.

k. Síntesis del diseño técnico

En conjunto, el layout propone una planta con zonificación funcional y segregación de áreas (operación, almacenamiento, administración, servicios), facilitando la trazabilidad del RAEE desde su ingreso hasta la salida de materiales recuperados y residuos. La distribución prioriza la seguridad operativa, la eficiencia logística y el control ambiental, y se sustenta en el plano AutoCAD adjunto (Ver Anexo 07), el cual constituye el soporte gráfico principal de la formulación del diseño técnico de la planta.

4.2.2.3. Evaluación de entradas, salidas y condiciones ambientales de los procesos (flujos FTA)

En concordancia con la Ficha Técnica Ambiental (FTA) de menor complejidad, el presente apartado desarrolla los flujos del proyecto por etapas (construcción, operación y cierre), identificando para cada proceso sus principales entradas y salidas con cantidades estimadas, así como los efluentes, ruido y emisiones asociados, según el formato exigido en el numeral 3.6 de la FTA.

Para efectos de estimación, se adopta como referencia la capacidad de diseño definida en el estudio (t/mes) a partir de la generación anual disponible para la provincia (94.58 t/año), la cual es utilizada como base de dimensionamiento operativo de la planta.

La Tabla 9 presenta la identificación de las principales entradas, insumos, equipos y condiciones ambientales asociadas a las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto. En la etapa de construcción se consideran principalmente materiales de obra, equipos menores y sustancias como pinturas, solventes y combustibles utilizados durante la habilitación del área e instalación de servicios.

Tabla 9

Entradas, salidas y condiciones ambientales de los procesos

Etapa	Proceso	Materia prima / insumos (entrada)	Cantidad estimada (unidad)	Sustancias químicas	Cantidad estimada	Maquinaria y/o equipos principales
Construcción	Habilitación/ade cuación del área e instalaciones	Materiales de obra (agregados, cemento, acero), señalización, EPP	Según metrados (obra)	Pinturas/solventes, lubricantes, combustibles	Según consumo (obra)	Herramientas de obra, compactación ligera, equipos eléctricos menores
	Instalación de servicios (eléctrico/sanitario)	Cableado, luminarias, tuberías, accesorios, tableros	Según expediente técnico	Pegamentos/sellantes	Según consumo	Equipos de instalación, soldadora (si aplica), herramientas
Operación	Recepción, registro y pesaje	RAEE ingresante	≈ 10 t/mes (capacidad de diseño)	—	—	Balanza de plataforma, transpaleta/montacarga (según diseño), lector/registro, contenedores
	Clasificación y segregación inicial	RAEE preclasificado, material de embalaje (big bags, stretch film), EPP	Insumos auxiliares (mensual)	—	—	Mesas de clasificación, estanterías, carretillas, contenedores codificados

Tabla 10 (continuacion)

Etapa	Proceso	Materia prima / insumos (entrada)	Cantidad estimada (unidad)	Sustancias químicas	Cantidad estimada	Maquinaria y/o equipos principales
	Desensamblaje/de smantelamiento	RAEE clasificado	Parte de la carga mensual	Desengrasantes/detergentes para limpieza puntual <i>(si aplica)</i>	Bajo	Herramientas manuales y eléctricas menores (atornilladores, llaves), extractor, mesas de trabajo
	Almacenamiento temporal (valorizables)	Metales/plásticos/tarjetas electrónicas recuperadas	Según rendimientos	—	—	Jaulas, pallets, contenedores, balanza secundaria Contenedores homologados, bandejas de contención, gabinete/área restringida
	Almacenamiento temporal (peligrosos)	Baterías, lámparas, componentes con sustancias peligrosas	Según segregación	Material absorbente/kit derrames	Bajo	Sistema eléctrico, lavadero/limpieza, servicios higiénicos
	Servicios del proyecto	Agua, energía eléctrica	Según factibilidad/consumo	Hipoclorito / limpiadores sanitarios	Bajo	Herramientas, equipos de limpieza
	Limpieza final y retiro de materiales	EPP, bolsas/recipientes, herramientas Residuos de desmontaje, excedentes, escombros <i>(si aplica)</i>	Según necesidad	Detergentes/limpiadores	Bajo	Herramientas y equipos de retiro/traslado
Cierre	Desmontaje y disposición de residuos del cierre		Según metrados	—	—	

4.2.3. Construcción de una matriz resumen de evaluación de condiciones técnicas y ambientales basadas en la FTA

Con el propósito de verificar la consistencia técnica y ambiental de la propuesta de diseño de la planta de valorización de RAEE y sustentar los resultados conforme a la Ficha Técnica Ambiental (FTA) de menor complejidad, se elaboró una matriz de evaluación de condiciones técnicas y ambientales.

La matriz se estructuró vinculando cada requisito con el campo correspondiente de la FTA, describiendo la condición del proyecto según la distribución de áreas propuesta (recepción, desensamblaje, almacenamiento de material recuperado, almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos, administración y servicios), y asignando una valoración cualitativa de cumplimiento (Cumple, Cumple parcialmente o No cumple). Esta evaluación permite identificar brechas y plantear acciones de ajuste que aseguren que la propuesta final se encuentre alineada con las exigencias técnicas y ambientales aplicables, facilitando así la sustentación del instrumento de gestión ambiental y la viabilidad de implementación del proyecto.

4.2.3.1. Criterio de valoración empleado en resultados

- **Cumple (C):** el requisito está incorporado explícitamente en la propuesta (diseño/gestión) y es verificable con evidencia en anexos (planos, memorias, fichas, etc.).
- **Cumple parcialmente (CP):** el requisito está considerado de forma general, pero requiere precisión técnica/documental (p. ej., especificación del sistema, plano detallado o procedimiento).
- **No cumple (NC):** la propuesta no lo contempla o lo contradice

En ese sentido, la Tabla 10 presenta la evaluación de las condiciones técnicas y ambientales del diseño propuesto para la planta de valorización de RAEE, tomando como referencia los criterios establecidos en la Ficha Técnica Ambiental (FTA) de menor complejidad. Los resultados muestran que la mayoría de los requisitos evaluados cumplen (C) con lo exigido, principalmente en aspectos relacionados con la localización del proyecto, accesibilidad, disponibilidad de servicios, componentes de infraestructura y gestión de entradas y salidas del proceso.

Tabla 11

Matriz de evaluación de condiciones técnicas y ambientales basadas en la FTA

N°	Requisito / criterio exigible	Evidencia en resultados - diseño propuesto	Valoración
A. Localización, accesos y servicios (condición habilitante)			
1	Uso de suelo compatible (no residencial/comercial/recreacional)	Matriz comparativa de alternativas + sustento de compatibilidad territorial	C
2	Accesibilidad y áreas de maniobra seguras (recepción/carga/descarga)	Evaluación de accesos + flujo vehicular interno	C
3	Disponibilidad/viabilidad de servicios (agua, alcantarillado, energía)	Factibilidad + esquema de conexión	C
4	Ventaja operativa de emplazamiento seleccionado (ZOFRATACNA)	Selección de ZOFRATACNA como alternativa con mayor cumplimiento	C
B. Componentes mínimos de infraestructura (diseño técnico)			
5	Área de recepción y pesaje (control de ingreso)	Plano/distribución: área de recepción y pesaje	C
6	Zona de clasificación/acondicionamiento previo	Plano: zona de clasificación y ordenamiento	C
7	Área de desensamblaje (operación central)	Plano: área de desensamblaje con flujo interno	C
8	Almacén de valorizables (material recuperado)	Plano: almacén de materiales recuperados	C
9	Almacén de residuos peligrosos (RAEE con componentes peligrosos)	Plano: almacén de peligrosos + control de accesos	CP
10	Pisos impermeables y lavables en áreas de almacenamiento/operación	Memoria técnica/planos de acabados	CP
11	Cerco perimétrico y control de ingreso	Plano de emplazamiento + accesos	CP
12	Áreas administrativas y de servicios (SS.HH., vestuarios)	Plano: área administrativa, vestuarios, SS.HH.	C
13	Áreas de parqueo y circulación interna	Plano: parqueo de camiones y vehículos	C
C. Gestión operativa (entradas/salidas, trazabilidad y control)			
14	Identificación de entradas: RAEE por categoría + insumos (EPP, limpieza, embalaje), energía y agua	Matriz/diagrama de entradas FTA	C
15	Identificación de salidas: valorizables, peligrosos, no valorizables, efluentes, emisiones, RS internos	Matriz/diagrama de salidas FTA	C
16	Segregación interna y rotulado de flujos (peligrosos/no peligrosos/valorizables)	Procedimientos + señalética en plano	CP
17	Registro y trazabilidad (ingreso, desensamblaje, despacho)	Formatos/bitácoras (recepción, pesaje, inventario)	CP

Tabla 10 (continuación)

N°	Requisito / criterio exigible	Evidencia en resultados - diseño propuesto	Valoración
D. Condiciones ambientales mínimas (derivadas de los flujos FTA)			
18	Control de polvo y material particulado en operaciones	Medidas de operación y limpieza	CP
19	Control de ruido y vibraciones (herramientas, maniobras)	Medidas operativas / horarios / EPP auditivo	CP
20	Gestión de aguas residuales (SS.HH. + limpieza)	Conexión a alcantarillado o sistema autorizado	C
21	Manejo de efluentes de limpieza/lavado (si aplica)	Procedimiento (segregación de aguas contaminadas)	CP
22	Drenaje pluvial y conducción de aguas de lluvia	Plano de drenaje/canales	CP
23	Manejo de residuos sólidos internos (no RAEE)	Contenedores, segregación y disposición municipal/EO-RS	C
E. Seguridad, contingencias y control de riesgos			
24	Sistema contra incendios (extintores, señalización, rutas)	Plano de seguridad + equipamiento	CP
25	Kits de contingencia por derrames (peligrosos)	Ubicación y contenido mínimo	CP
26	Almacenamiento seguro de peligrosos (contenedores, bandejas, ventilación)	Detalle de almacén de peligrosos	CP

4.3. Resultados de la identificación y valoración de impactos ambientales de la planta de valorización de RAEE

La región Tacna se ubica en el extremo sur del Perú, a aproximadamente 1293 km de Lima, entre los 16°58' y 18°21' de latitud sur y 69°30' y 71°15' de longitud oeste. Su capital regional se sitúa a 569 m s. n. m., a 54 km de la frontera con Chile y 386 km de La Paz (Bolivia), y limita con Moquegua (noroeste), Puno (noreste), Chile (sur), Bolivia (este) y el océano Pacífico (oeste).

Tacna se encuentra en el ámbito del desierto de Atacama, caracterizado por su hiperaridez, lo que implica restricciones importantes de recursos hídricos. Presenta dos regiones naturales principales: la Costa, con clima cálido (aprox. 13,6 °C a 24,6 °C) y valles formados por tres ríos, con potencial agrícola y de exportación; y la Sierra, con suelos de baja fertilidad y topografía accidentada, dependiente de lluvias, aunque con potencial agropecuario andino. En la provincia de Tacna existen once distritos (Tacna, Alto de la Alianza, Calana, Ciudad Nueva, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Inclán, Pachía, Palca, Pocollay, Sama y La Yarada–Los Palos). Según la clasificación fisiográfica de Pulgar Vidal, el área donde se ubica la planta se sitúa en la región Yunga Marítima, comprendida aproximadamente entre los 500 y 2 300 m s. n. m.

4.3.1. Delimitación del área de influencia y línea base ambiental

En concordancia a los lineamientos metodológicos usados en la evaluación ambiental en el Perú, la delimitación del área de influencia se define en función de la envergadura del proyecto y de los impactos ambientales potenciales que podría generar. En particular, el Reglamento del SEIA establece la necesidad de determinar el área de influencia directa e indirecta y, a partir de ello, precisar la línea base del área donde se emplaza el proyecto.

Complementariamente, la guía metodológica de MINAM para estas definiciones indica que el AID corresponde al ámbito donde se emplaza el proyecto y donde los impactos se manifiestan “in situ” (incluyendo áreas asociadas a ruido, emisiones, vibraciones, etc.), mientras que el AII comprende el entorno que circunscribe al AID y donde podrían presentarse impactos indirectos de menor significancia, en función de la caracterización del impacto. Para el proyecto, además, la FTA de menor complejidad exige consignar la localización y coordenadas de la infraestructura, así como adjuntar el plano de ubicación, y desarrollar la descripción del entorno ambiental considerando componentes relevantes y criterios de calidad ambiental (ECA o niveles de fondo, cuando corresponda) Bajo ese marco, se definió como punto de referencia geoespacial el emplazamiento propuesto para la planta dentro de ZOFRATACNA, ubicado en coordenadas UTM Zona 19K: 363312.00 m E y 8000804.00 m S (Datum WGS84). A partir de este punto se generaron dos áreas concéntricas de influencia: (i) Área de Influencia Directa (AID) representada por una circunferencia de 50 m de radio, equivalente a un área aproximada de 7,853.98 m² (0.785 ha); y (ii) Área de Influencia Indirecta (AII) representada por una circunferencia de 150 m de radio, equivalente a un área aproximada de 70,685.83 m² (7.069 ha), la cual circunscribe al AID (anillo AII–AID ≈ 62,831.85 m²; 6.283 ha). Esta delimitación se sustenta como un criterio operativo y trazable para una instalación de escala predial, y será presentada mediante los mapas y planos de delimitación que se adjuntan al estudio, cumpliendo con el requerimiento de ubicación y representación cartográfica del área del proyecto y con el enfoque de definir el área de influencia en función del proyecto y de sus potenciales efectos.

Con el AID y AII definidos, se estructuró la línea base ambiental para describir las condiciones actuales del entorno dentro de dichas áreas, siguiendo la FTA de menor complejidad en su sección de “Condiciones ambientales del entorno del proyecto”. En ese sentido, la caracterización incorpora, según corresponda, información de: (a) medio físico, incluyendo topografía/geomorfología y meteorología (con énfasis en precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad/dirección del viento); (b) calidad ambiental, considerando los componentes (aire, suelo, agua u otros) que

podrían verse comprometidos, mediante información existente y/o monitoreos, y evaluando resultados con ECA o niveles de fondo cuando aplique; (c) hidrología e hidrogeología, en caso existan cuerpos de agua en el área de estudio, con soporte de fuentes secundarias (por ejemplo SENAMHI, ANA u otros estudios aprobados); (d) suelo (capacidad de uso y uso actual); (e) componente biológico (flora y fauna) en el área de influencia; y (f) componente social, en caso exista población dentro del área de influencia, describiendo rasgos demográficos, económicos y aspectos relevantes del entorno. Esta línea base constituye la referencia para, posteriormente, sustentar la identificación de impactos y las medidas de manejo ambiental en el marco de la FTA (Ver Anexo 8)

4.3.2. Línea base ambiental

La línea base ambiental se elaboró para el ámbito definido por el punto georreferenciado UTM Zona 19K: 363312.00 m E / 8000804.00 m S (WGS84), correspondiente a la ubicación propuesta de la planta dentro de ZOFRATACNA. A partir de dicho punto se delimitaron dos áreas concéntricas: Área de Influencia Directa (AID) con radio 50 m (área aproximada 7,853.98 m²; 0.785 ha) y Área de Influencia Indirecta (AII) con radio 150 m (área aproximada 70,685.83 m²; 7.069 ha), considerando que la AII comprende el entorno ampliado donde pueden percibirse efectos secundarios asociados principalmente a logística y tránsito. La caracterización se realizó con base en información secundaria disponible en la tesis, consulta cartográfica (PDU/uso de suelo) y contrastación mediante verificación cualitativa del entorno industrial.

a. Medio físico

- Clima y meteorología (condiciones generales del entorno)

El entorno regional corresponde a condiciones áridas/hiperáridas propias del sur del país (influencia desértica), con baja precipitación y alta radiación solar gran parte del año. Estas características condicionan que los principales vectores ambientales a considerar para el proyecto sean: (i) material particulado resuspendido por tránsito y maniobras vehiculares en superficies expuestas, (ii) confort térmico/estrés por calor en actividades operativas, y (iii) disponibilidad y gestión eficiente del agua para limpieza y servicios del proyecto. En un contexto industrial, el control operativo se orienta a minimizar polvo, mantener orden/limpieza y asegurar vías internas adecuadas.

- *Topografía, relieve y drenaje superficial*

El área se encuentra en un entorno de planicies costeras con relieve predominantemente suave a moderado, típico de zonas urbanas/industriales acondicionadas. Dentro del AID se considera que la implantación del proyecto se realizará sobre superficies niveladas y/o con adecuación menor. Dada la baja precipitación regional, los eventos de lluvia suelen ser esporádicos; sin embargo, el diseño debe prever conducción de escorrentía ante lluvias intensas puntuales, evitando empozamientos y arrastre de finos hacia áreas de operación o almacenamiento.

- *Suelo y características del terreno*

El entorno corresponde a suelos de origen desértico/arenoso con presencia variable de material fino superficial. Desde el enfoque de línea base en zona industrial, el factor crítico no es la “aptitud agrícola” sino la sensibilidad del suelo a contaminación puntual por manejo inadecuado de residuos peligrosos (baterías, lámparas, componentes con sustancias peligrosas) o por derrames de hidrocarburos/aceites asociados a logística. Por ello, el proyecto considera como condición técnica de operación: áreas con superficies impermeables, segregación de almacenes, contención y respuesta ante contingencias. La línea base registra que no se identifican usos agrícolas dentro del AID y que el entorno inmediato corresponde a un contexto industrial/servicios.

- *Hidrología e hidrogeología (receptores hídricos)*

En el AID no se consideran cuerpos de agua superficiales permanentes como receptores directos. El componente hídrico relevante para la operación está asociado a: (i) servicios del proyecto (agua para limpieza y SS.HH.), y (ii) manejo de escorrentía pluvial (si ocurre) mediante drenaje superficial. Para la línea base se deja constancia de que la operación de valorización de RAEE es predominantemente seca (desensamblaje/segregación) y que los efluentes esperados son principalmente domésticos y/o aguas de limpieza eventual, cuya

gestión se definirá según la factibilidad de servicios y el sistema sanitario aplicable en la zona.

- *Calidad del aire (condición cualitativa)*

En el entorno inmediato (AID/AII) la principal presión potencial sobre el aire no proviene de procesos de combustión del proyecto, sino de la resuspensión de polvo por tránsito interno/externo y maniobras. La línea base cualitativa reconoce que, al tratarse de un entorno industrial, el polvo puede presentarse de forma estacional y localizada, por lo que la evaluación posterior de impactos se asociará a control de vías internas, orden/limpieza, y programación de carga/descarga.

- *Ruido ambiental (condición cualitativa)*

El ruido de fondo en el entorno se asocia a la dinámica típica de actividad industrial (circulación vehicular, carga/descarga, operación de herramientas). En el AID, el incremento potencial de ruido atribuible al proyecto se relacionará principalmente con maniobras en el patio y operación de herramientas de desensamblaje. En la AII, el efecto se vincula al tránsito asociado a la logística de RAEE.

b. Medio biológico

En el área evaluada (AID y AII) predominan condiciones propias de un entorno urbanizado/industrial, por lo que la cobertura vegetal y hábitats naturales son limitados o ausentes a escala inmediata. La línea base biológica se describe como de baja sensibilidad relativa, sin registros relevantes de ecosistemas frágiles dentro del AID. En caso existan elementos puntuales (vegetación aislada ornamental o áreas sin uso con vegetación rala), estos se consideran de menor significancia frente a la implantación en un lote industrial. En la evaluación de impactos se mantendrá el criterio preventivo de no generar dispersión de

residuos hacia el exterior y evitar atracción de fauna oportunista mediante orden y almacenamiento seguro.

c. Medio socioeconómico y uso del territorio

- Uso de suelo y compatibilidad territorial

El emplazamiento se ubica en un espacio de vocación industrial/servicios, lo cual reduce la probabilidad de interacción directa con receptores sensibles típicos (viviendas, centros educativos o de salud) dentro del AID. La línea base territorial considera que el entorno inmediato está condicionado por actividades productivas, lo cual es coherente con la naturaleza de una planta de valorización.

- Tránsito y accesibilidad

En el AID se prioriza la dinámica de accesos internos y el control de ingreso/salida de unidades. En el AII, el factor social-operativo más relevante es la interacción con el tránsito (seguridad vial, flujo en horas pico, maniobras), debido a que la logística de RAEE implica ingreso de vehículos para recepción y salida para despacho de fracciones valorizables o residuos hacia operadores autorizados. Esta condición se incorpora como variable clave para la fase de impactos y medidas de manejo (señalización, control de velocidades, horarios, rutas y zonas de parqueo/espera).

- Percepción social y riesgo

La línea base reconoce que, al tratarse de RAEE, un aspecto sensible es la percepción asociada a “manejo de residuos”. En un entorno industrial esto se gestiona mediante formalidad operativa: control de accesos, almacenamiento diferenciado, orden y trazabilidad documental. Se prioriza que no exista disposición o acumulación en espacios abiertos fuera de la infraestructura, evitando impactos indirectos por vectores, dispersión o molestias.

4.3.2.1. Identificación de actividades del proyecto y factores ambientales involucrados

Con la finalidad de sustentar la identificación y valoración de impactos ambientales conforme a la lógica de la Ficha Técnica Ambiental (FTA), se sistematizaron las actividades del proyecto por etapas del ciclo de vida y, en paralelo, se definieron los factores ambientales potencialmente involucrados. Este ordenamiento permite estructurar la posterior matriz actividad–factor y su valoración, considerando la propuesta de implementación de la planta de valorización de RAEE en un entorno de vocación industrial (ZOFRATACNA) y la secuencia operativa prevista para recepción, desensamblaje, acondicionamiento, almacenamiento y expedición de materiales y residuos.

4.3.3. Listado de actividades del proyecto por etapa

En concordancia con el enfoque utilizado en el diagnóstico preliminar (actividades impactantes por etapa), se adopta el siguiente listado como base para la matriz de identificación:

La Tabla 11 presenta las principales actividades del proyecto organizadas según sus etapas: adecuación/implementación, operación, mantenimiento y cierre. En ella se identifican las acciones clave que se desarrollarán en cada fase, como la habilitación de infraestructura, el manejo y procesamiento de RAEE durante la operación, las actividades de mantenimiento de equipos e instalaciones y, finalmente, las acciones de limpieza, desmontaje y reacondicionamiento previstas para el cierre del proyecto.

Tabla 12

Listado de actividades

<i>Etapas</i>	<i>Actividades principales identificadas</i>
Operación	Ingreso y salida de vehículos; recepción y clasificación de RAEE; desensamblaje de RAEE; recuperación de material; almacenamiento de residuos no peligrosos; almacenamiento de residuos peligrosos; labores en oficina administrativa.
Mantenimiento	Mantenimiento de maquinaria; higienización de la infraestructura; limpieza de bins o contenedores de residuos.
Adecuación / Implementación	Construcción de muros divisorios; construcción de almacén; impermeabilización de pisos y paredes; instalación de equipos.
Cierre	Limpieza y desinfección de instalaciones; desmontaje y traslado de equipamiento; reacondicionamiento de la infraestructura.

4.3.4. Factores ambientales involucrados

A partir del diagnóstico preliminar, los factores ambientales se estructuran por medio, componente y factor, considerándose como referencia: calidad de aire, nivel de ruido, especies de avifauna y nivel de ingresos (empleo), y se complementan con el enfoque de la propia tesis para la matriz actividad–factor, incorporando además suelo, agua, flora, paisaje y salud y seguridad ocupacional, por corresponder a factores relevantes para infraestructuras de valorización y al formato de análisis previsto en el estudio.

La Tabla 12 presenta los factores ambientales considerados en la evaluación, organizados en tres medios: físico, biológico y socioeconómico. En cada uno se identifican componentes relevantes para el proyecto, como aire, ruido, agua, suelo y paisaje en el medio físico; flora y fauna en el medio biológico; y aspectos de empleo, tránsito, salud y seguridad ocupacional en el medio socioeconómico, los cuales servirán de base para el análisis de impactos ambientales del proyecto.

Tabla 13

Matriz de factores involucrados

Medio	Componentes / factores ambientales considerados
Físico	Aire (calidad de aire/material particulado), Ruido (niveles sonoros), Agua (consumo y efluentes sanitarios, escorrentía), Suelo (riesgo de contaminación por manejo/almacenamiento), Paisaje (alteración visual local).
Biológico	Fauna (incluye avifauna como referencia del diagnóstico), Flora (presencia/ausencia local según línea base).
Socioeconómico	Medio socioeconómico (empleo/ingresos), tránsito y dinámica logística (por ingreso/salida de vehículos), salud y seguridad ocupacional (exposición del personal durante operación y mantenimiento).

4.3.5. Matriz de identificación de impactos ambientales

Las actividades identificadas en el proyecto se determinaron por las acciones y operaciones que se consideran causas de posibles impactos que se ejecutaran en cada etapa del proyecto.

La Tabla 13 presenta la clasificación de las actividades del proyecto según las diferentes etapas de desarrollo: adecuación, operación, mantenimiento y cierre. Estas actividades corresponden a las acciones y operaciones que podrían generar posibles impactos ambientales, por lo que se consideran como base para la identificación y evaluación de la significancia de impactos en el estudio.

Tabla 14

Clasificación y categoría de significancia de impacto

<i>Etapas</i>	<i>Actividades</i>
	Ingreso y salida de vehículos
	Recepción y Clasificación de RAEE
	Desensamblaje de RAEE
Operación	Recuperación de Materia
	Almacenamiento de residuos no peligrosos
	Almacenamiento de residuos peligrosos
	Labores en oficina administrativa
	Manteamiento de maquinaria
Mantenimiento	Higienización de la infraestructura
	Limpieza de bienes o contenedores de residuos
	Construcción de muros divisorios
	Construcción de almacén
Adecuación	Impermeabilización de piso y paredes
	Instalación de equipos
	Liquidación financiera
	Limpieza de instalaciones
Etapa de Cierre	Desinfección de instalaciones
	Desmontaje de equipamiento
	Traslado de equipamiento
	Reacondicionamiento de la infraestructura

4.3.5.1. Identificación de factores ambientales

Los factores ambientales identificados serán los entornos afectados por las actividades del proyecto estos a su vez fueron clasificados en cualitativos y cuantitativos que puedan expresar en escalas proporcionalidad, numéricas o de orden o de intervalos

De acuerdo a eso, se presenta en la Tabla 14 **los** factores ambientales que pueden verse afectados por las actividades del proyecto, organizados según el medio y componente ambiental. Estos factores se consideran para la evaluación de la importancia o significancia de los impactos, utilizando parámetros cualitativos y cuantitativos que permiten valorarlos mediante escalas de proporcionalidad, orden o intervalos. Entre los factores analizados se incluyen la calidad del aire, nivel de ruido, especies de avifauna y nivel de ingresos.

Tabla 15

Parámetros de calificación de importancia o significancia

Medio	Componente	Factor
Físico	Aire	Calidad de aire Nivel de ruido
Biológico	Fauna	Especies de avifauna
Socioeconómico	Económico	Nivel de ingresos

4.3.5.2. Identificación de Aspectos ambientales

Los aspectos ambientales se determinaron en base a la descripción del área de influencia del proyecto, estos pueden ser elementos, productos o servicios de las actividades que se realizaran durante el proyecto.

La Tabla 15 presenta la identificación de los aspectos ambientales asociados a las actividades del proyecto, relacionando cada factor ambiental con el aspecto generado y su posible impacto. Entre los principales se consideran la generación de material particulado que puede afectar la calidad del aire, el incremento de niveles de ruido, las molestias a la avifauna y, en el ámbito socioeconómico, la generación de empleo como impacto positivo para la población.

Tabla 16

Identificación de los factores ambientales

Factor	Aspecto	Impacto
Calidad de aire	Generación de material particulado	Alteración de calidad de aire por generación de material particulado
Nivel de ruido	Generación de ruidos	Incremento de los niveles de ruido
Especies de avifauna	Generación de molestias	Ahuyentación de la fauna
Nivel de ingresos	Generación de empleo	Oportunidad de generación de empleo

4.3.5.3. Valoración de la significancia de los impactos ambiental

A continuación, en la Tabla 16 se presenta la Matriz de Valoración de la Significancia de los Impactos Ambientales, elaborada mediante la aplicación del Método CONESA simplificado, a partir de los impactos ambientales previamente identificados en la investigación, correspondientes a material particulado (calidad del aire), ruido, avifauna y empleo. Criterio de cálculo (IM)

La valoración se realizó utilizando la escala, criterios y fórmula de importancia (IM) establecidos en el diagnóstico preliminar, de acuerdo con la metodología propuesta por Conesa (simplificada). Para cada impacto se evaluaron los siguientes criterios: intensidad (I), extensión (EX), momento de aparición (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF) y periodicidad (PR), asignándoles los valores correspondientes según la escala definida.

$$IM = \pm (3 \cdot IN + 2 \cdot EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (4)$$

Categorías: Crítico (≥ 76), Severo (51–75), Moderado (26–50), Leve/Bajo (≤ 25).

IN = Intensidad	EX = Extensión
MO = Momento	PE = Persistencia
RV = Reversibilidad	SI = Sinergia
AC = Acumulación	EF = Efecto
PR = Periodicidad	MC = Recuperabilidad

Tabla 17

Matriz simplificada de valoración y caracterización de Impactos Ambientales

<i>Impacto ambiental</i>	<i>Nat.</i>	<i>IN</i>	<i>EX</i>	<i>MO</i>	<i>PE</i>	<i>RV</i>	<i>SI</i>	<i>AC</i>	<i>EF</i>	<i>PR</i>	<i>MC</i>	<i>IM</i>	<i>Ctg.</i>
Alteración de la calidad de aire por generación de material particulado	-	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	-23	Leve/Bajo

(continua)

Tabla 16 (continuación)

Impacto ambiental	Nat.	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IM	Ctg.
Incremento de los niveles de ruido	-	4	1	4	2	1	1	1	4	4	1	-32	Moderado
Ahuyentación de la fauna (avifauna) por molestias asociadas a operación	-	1	2	4	2	1	1	1	1	2	2	-21	Leve/Bajo
Oportunidad de generación de empleo (beneficio socioeconómico)	+	2	2	3	3	2	1	1	4	4	1	29	Moderado (+)
Riesgo de afectación de suelo/agua por manejo inadecuado de residuos peligrosos (almacenamiento/contención)	-	2	1	4	2	2	1	4	4	1	3	-29	Moderado

La asignación de valores se realizó con base en las definiciones numéricas del método Conesa simplificado (p. ej., IN: baja=1, media=2, alta=4; EX: puntual=1, parcial=2; EF: directo=4/indirecto=1; etc.). En coherencia con los ítems previos ya desarrollados, los impactos de mayor relevancia resultan el ruido (moderado negativo) y el riesgo asociado al manejo de residuos peligrosos (moderado negativo), mientras que el principal impacto positivo corresponde a la generación de empleo (moderado positivo).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Análisis del marco normativo vigente en relación con la gestión de los RAEE

El análisis del marco normativo vigente evidenció que la legislación nacional y sectorial establece lineamientos claros para la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), permitiendo la implementación de plantas de valorización en zonas con uso industrial y bajo criterios de control ambiental. Este resultado coincide con lo señalado por Flogino (2022) y Liendo (2022), quienes indican que la existencia de un marco normativo definido facilita la adecuada gestión de los RAEE y promueve su valorización dentro de un enfoque de economía circular.

Asimismo, los resultados concuerdan con Luna y Quinto (2020), quienes concluyen que el cumplimiento de la normativa ambiental vigente es determinante para la viabilidad ambiental de plantas de valorización de RAEE. A nivel local, coincide con Berrios (2024), quien identifica que ZOFRATACNA cumple con los requisitos normativos y presenta ventajas para la implementación de este tipo de infraestructura en la ciudad de Tacna.

5.2. Evaluación de las condiciones técnicas y ambientales para la implementación de la planta de valorización

La evaluación de las condiciones técnicas y ambientales permitió determinar que la capacidad de diseño propuesta es coherente con la generación estimada de RAEE en la provincia de Tacna, garantizando una operación eficiente y segura. Estos resultados coinciden con Flogino (2022) y Maldonado (2022), quienes resaltan la importancia de dimensionar la planta en función de la realidad local y de contar con una adecuada distribución de áreas operativas.

De igual forma, concuerda con Liendo (2022), quien señala que la correcta selección de tecnología y la aplicación de medidas de control ambiental permiten reducir riesgos de contaminación y asegurar la viabilidad del proyecto. En comparación con estudios desarrollados en contextos de mayor generación de RAEE, el dimensionamiento propuesto responde adecuadamente a la escala local de Tacna.

5.3. Identificación y valoración de los impactos ambientales generados en la gestión de los RAEE

La identificación y valoración de los impactos ambientales permitió evidenciar que los principales impactos negativos asociados a la implementación de la planta corresponden a la generación de ruido y al riesgo de contaminación por el manejo de residuos, los cuales fueron clasificados como moderados y controlables. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Luna y Quinto (2020) y Chayña y Gamarra (2024), quienes identifican impactos similares en plantas de valorización de RAEE.

En cuanto a los impactos positivos, la generación de empleo coincide con lo señalado por Flogino (2022), Guerra (2020) y Berrios (2024), quienes destacan los beneficios sociales y económicos derivados de la formalización del manejo de los RAEE. En conjunto, los resultados confirman que los impactos identificados pueden ser gestionados mediante medidas ambientales estándar, garantizando la viabilidad ambiental del proyecto.

CONCLUSIONES

En relación con el marco normativo vigente, se concluye que la viabilidad del proyecto de la planta de valorización y disposición final de RAEE en Tacna se sustenta en el cumplimiento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo 1278), su Reglamento y el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE. La aplicación de la Ficha Técnica Ambiental (FTA) de menor complejidad permitió verificar los requisitos técnicos y ambientales, asegurando que el proyecto cumpla con la normativa aplicable.

Respecto a las condiciones técnicas y ambientales, se identificó que la alternativa de localización dentro de ZOFRATACNA es la más adecuada, cumpliendo con criterios de zonificación industrial, disponibilidad de áreas de maniobra y no interferencia con tránsito vehicular y peatonal. La planta tiene un dimensionamiento de 10 t/mes, frente a una generación promedio de RAEE de 7,88 t/mes, incorporando holgura operativa frente a picos logísticos y variaciones estacionales. El diseño técnico (layout) con áreas diferenciadas (recepción, desensamblaje, almacenamiento de materiales valorizables, residuos peligrosos y no peligrosos, administración, servicios, estacionamientos y patio de maniobras) garantiza trazabilidad, segregación y control ambiental.

En cuanto a la identificación y valoración de impactos ambientales, los resultados del método CONESA simplificado muestran que los impactos negativos más relevantes se concentran en operación: incremento de ruido (IM = -32, moderado) y riesgo de afectación de suelo/agua por manejo de residuos peligrosos (IM = -29, moderado). Los impactos por material particulado y molestias a fauna son bajos (IM = -23 y -21, respectivamente). El impacto positivo más significativo corresponde a la generación de empleo y formalización de la gestión de RAEE (IM = +29, moderado), fortaleciendo la sostenibilidad social del proyecto.

En términos integrales, los resultados permiten concluir que la planta propuesta es ambientalmente viable en condición preventiva siempre que se implementen y mantengan medidas de control consistentes con la FTA: segregación estricta, impermeabilización/contención en áreas críticas, control de accesos y maniobras, orden

y limpieza, gestión diferenciada de peligrosos, y procedimientos de contingencia para evitar derrames o liberaciones accidentales.

En el componente socioeconómico, el proyecto genera un impacto positivo relevante asociado a la formalización de la gestión de RAEE, la mejora de trazabilidad del manejo y la generación de empleo, lo que fortalece la sostenibilidad social del proyecto y su contribución a una gestión ambientalmente adecuada, particularmente en el contexto de una región con limitaciones hídricas y condiciones de aridez que exige control preventivo de dispersión y almacenamiento.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades ambientales y de gestión de residuos incluir de manera explícita la gestión de RAEE y la necesidad de infraestructura de valorización en los instrumentos de planificación (PIGARS, planes provinciales/distritales, PDU/POT). Se sugiere considerar la planta propuesta en ZOFRATACNA como alternativa técnica para mejorar la gestión de RAEE en Tacna, promoviendo la formalización de operadores y el cumplimiento del Decreto Legislativo N.º 1278, su Reglamento y el Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM.

Se recomienda a entidades públicas y privadas interesadas en proyectos de valorización de RAEE utilizar este estudio como referente técnico para formular proyectos de inversión en valorización de RAEE, dado que integra análisis normativo, criterios de localización, capacidad de diseño y valoración ambiental bajo FTA y método CONESA. Su aplicación por parte de instituciones estatales, gobiernos locales y operadores privados puede contribuir a implementar infraestructuras formales y a fortalecer la gestión adecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Tacna y otras jurisdicciones.

Se recomienda al operador a implementar la planta de valorización adoptar como estándares mínimos de operación los criterios definidos en la tesis: segregación diferenciada de fracciones peligrosas y no peligrosas, superficies impermeables y con contención en áreas críticas, control de maniobras y tránsito interno, uso permanente de EPP, señalización y orden y limpieza. Se recomienda, además, implementar programas de control de ruido y de manejo de residuos peligrosos, en concordancia con los impactos moderados identificados.

Se recomienda para el fortalecimiento del sistema y futuras investigaciones profundizar en estudios de generación de RAEE a nivel distrital y por tipo de generador, así como en evaluaciones económico-financieras y de riesgo ocupacional de la planta propuesta. Complementariamente, desarrollar investigaciones sobre desempeño ambiental (huella de carbono, análisis de ciclo de vida) que permitan cuantificar los beneficios de la valorización frente a escenarios de disposición inadecuada y respalden la toma de decisiones en políticas y proyectos de gestión de RAEE en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ameriplanet. (2024). *Ameriplanet*. Obtenido de ameriplanet.com.pe:
<https://ameriplanet.com.pe/2024/09/02/residuos-electricos-y-electronicos-raee/>
- Ambiente, M. d. (2012). Reglamento nacional para la gestión y manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Perú: Grafica "Imagen".
- ASORAE. (2019). ASORAE. Obtenido de <https://asorae.org/Raee.html>
- Berrios Ale, D. (2024). Estudio de Preinversión para la instalación de una planta de reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Tacna, 2024. Tesis, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Tacna.
- Conesa Fernández, V. (2011). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi- Prensa. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=wa4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Chayña Alarta, C., & Gamarra Monzón, Y. (2024). Proyecto de inversión para puesta en marcha de planta de recicladora de residuos eléctricos y electrónicos "RECITEC" en Arequipa. Tesis, Universidad Católica de San Pablo, Arequipa.
- Decreto Supremo N°009-2019-MINAM. (2019). Decreto Supremo que aprueba el Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
- De la Rosa, J. M. (2021). De la micro a la nanoelectrónica: Impulsando la transformación digital. España: Los Libros de La Catarata.
- Espinoza, O., & Martínez, C. (2010). Reciclaje y Valorización de los residuos electrónicos en el Perú. Cambio tecnológico con responsabilidad social y ambiental. En la UNESCO, Los residuos electrónicos: Un desafío para la sociedad del conocimiento en América Latina y el Caribe (págs. 191-199). Plataforma RELAC SUR/DRC.
- Flogino, V. P. (2022). Diseño integral para la gestión y Valorización de los Residuos de Aparato Eléctricos y Electrónicos. Tesis, Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires.

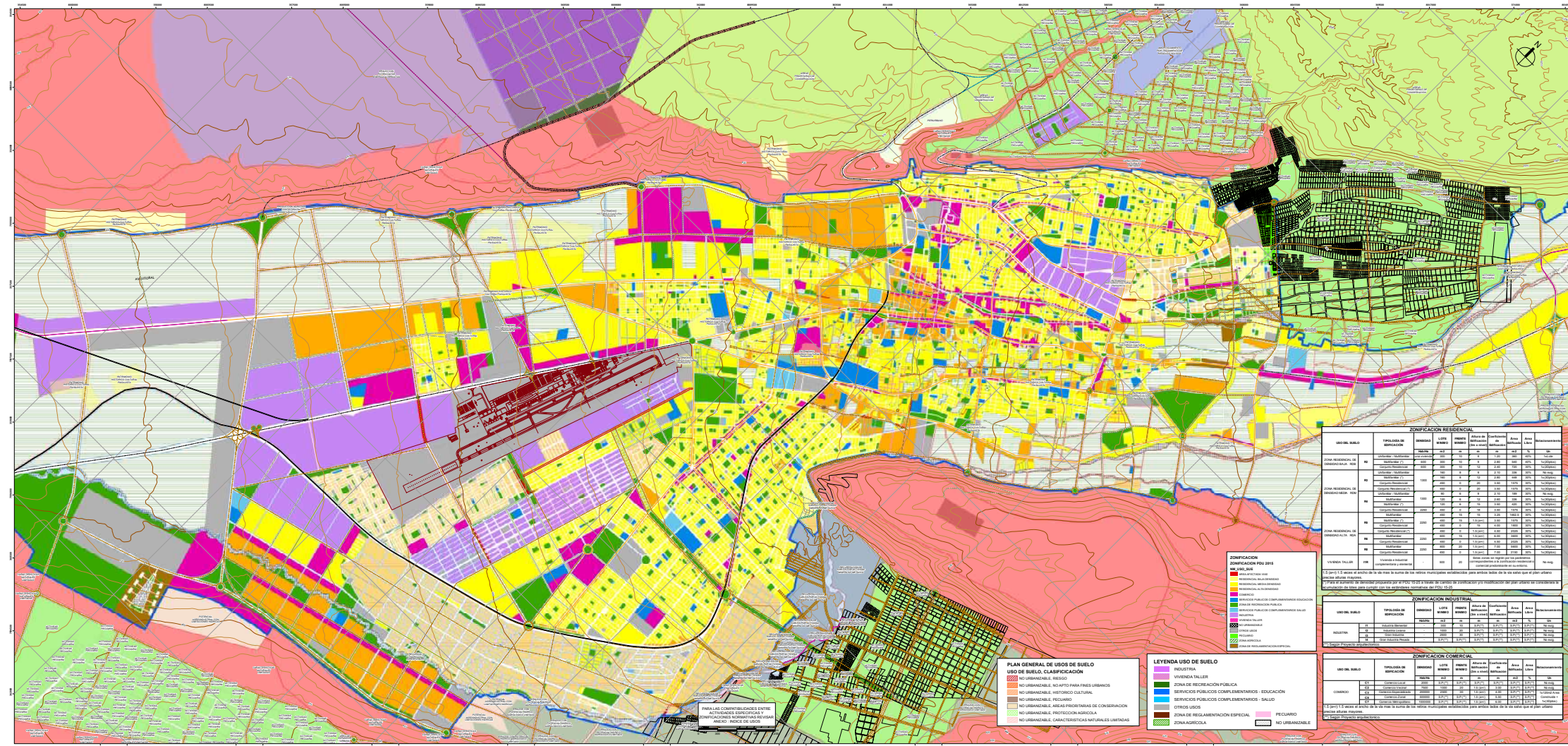
- Guerra Escalante, R. (2020). Planta de Minería urbana y Reciclaje de Residuos Eléctricos - electrónicos. Universidad de Chile, Chile.
- Gobierno Regional de Tacna. (2022). Geotakana región Tacna. Obtenido de GEOTAKANA:<https://geotakana.regiontacna.gob.pe/sitgore/Home/archivos/4/19>
- Luna Calderón, Y., & Quinto Ochoa, M. (2020). Estudio de Viabilidad ambiental de la instalación de una planta de valorización de los Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el distrito de Hunter - Arequipa. Tesis, Universidad católica de Santa María, Arequipa.
- Lozoya Araque, D. (2013). Análisis e Identificación de los impactos ambientales de un equipo eléctrico y electrónico durante su ciclo de vida, aplicación a una plancha de pelo.
- Maldonado Alulima, A. (2022). Diseño de un Modelo de Distribución de Planta para un Centro de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Caso de Estudio Cantón Cuenca-Ecuador. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2024). Guía Técnica para la Gestión y Manejo de RAEE Categoría 3: Equipos de informática y Telecomunicaciones subcategoría 3.3: Equipos de Telecomunicaciones. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM, Ministerio del Ambiente. (2022). Guía para la elaboración del plan de manejo de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (RAEE). Lima-Perú: Ministerio del Ambiente
- Ministerio del Ambiente. (2012). Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Perú: Grafica "Imagen"
- O'Higgins Bedoya, S. R. (2024). Plan de Minimización y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos para la empresa estación de energías el Centenario S.A.C, 2024. Tesis, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Tacna.
- Priyan, M. V., Durga, P. R., & George, U. A. (2024). Transformación de residuos electrónicos en materiales de construcción sostenibles para un medio ambiente más limpio: una revisión. Springer Nature Link. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s43939-024-00174>

ANEXOS

Anexo 1. Matrizde consistencia

ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL PARA LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE), DISTRITO DE TACNA, 2025”						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema General</p> <p>¿Qué tan viable es ambientalmente la implementación de una planta de valorización y disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar la viabilidad ambiental de implementar una planta de valorización y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La implementación de una planta de valorización y disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), distrito de Tacna, 2025 es ambientalmente viable, y contribuirá a mejorar la gestión de estos residuos bajo criterios de sostenibilidad.</p>	<p>VI</p> <p>Planta de valorización y disposición final de RAEE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disposición Final - Procesos de valorización - Cumplimiento legal - Recolección - Infraestructura propuesta 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento normativo, volumen valorizado, cantidad dispuesta adecuadamente - Relleno Sanitario para RAEE - Planta de Valorización - Método de disposición final 	<p>Tipo de investigación: Aplicada, descriptiva</p> <p>Nivel: Básico</p> <p>Diseño: No experimental (transversal, descriptivo)</p> <p>Técnicas: Análisis documental, entrevistas a expertos, revisión normativa</p> <p>Instrumentos: Guías de observación, matrices de evaluación, fichas técnicas</p>
<p>Problemas Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál es la situación actual respecto a los aspectos normativos relacionados con la gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025? 2. ¿Cómo se puede evaluar los impactos ambientales generado por la inadecuada gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025? 3. ¿Cómo se puede mejorar la gestión y disposición final de los RAEE, distrito de Tacna, 2025 desde un enfoque ambientalmente viable? 	<p>Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Analizar el marco normativo vigente en relación con la gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025 b. Identificar y valorar los impactos ambientales generados en la gestión de los RAEE, distrito de Tacna, 2025 c. Evaluar las condiciones técnicas y ambientales necesarias para la implementación de una planta de valorización y disposición final de RAEE, distrito de Tacna, 2025 		<p>VD</p> <p>Viabilidad ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplimiento normativo - Impacto ambiental - Ordenamiento Territorial - Componentes Técnicos - Logística Interna 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de cumplimiento de las normas ambientales, ordenamiento territorial - Intensidad y tipo de impacto ambiental - Viabilidad territorial 	<p>Estadísticos descriptivos Frecuencias, porcentajes, promedios (para evaluar volumen RAEE, cumplimiento normativo, valorización estimada) Análisis de contenido Para la normativa y entrevistas (categorización cualitativa)</p> <p>Escalas de juicio de expertos Para evaluar pertinencia</p>

Anexo 2. Plan de Zonificación



ZONIFICACION
ZONIFICACION PDU 2016

- USO DEL SUELO
- ZONIFICACION RESIDENCIAL
- ZONIFICACION INDUSTRIAL
- ZONIFICACION COMERCIAL
- ZONIFICACION ESPECIAL
- ZONIFICACION AGRICOLA
- ZONIFICACION PROTECCION AMBIENTAL
- ZONIFICACION PROTECCION AGUAS
- ZONIFICACION PROTECCION CULTURAL
- ZONIFICACION PROTECCION HISTORICA
- ZONIFICACION PROTECCION SOCIAL
- ZONIFICACION PROTECCION TECNICA
- ZONIFICACION PROTECCION ECONOMICA
- ZONIFICACION PROTECCION AMBIENTAL
- ZONIFICACION PROTECCION AGUAS
- ZONIFICACION PROTECCION CULTURAL
- ZONIFICACION PROTECCION HISTORICA
- ZONIFICACION PROTECCION SOCIAL
- ZONIFICACION PROTECCION TECNICA
- ZONIFICACION PROTECCION ECONOMICA

PLAN GENERAL DE USOS DE SUELO
USO DE SUELO. CLASIFICACION

- NO USABLE
- NO USABLE. RIESGO
- NO USABLE. NO APTO PARA FINES URBANOS
- NO USABLE. HISTORICO CULTURAL
- NO USABLE. TECNICO
- NO USABLE. AREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACION
- NO USABLE. PROTECCION AGRICOLA
- NO USABLE. CARACTERISTICAS NATURALES LIMITADAS

LEYENDA USO DE SUELO

- INDUSTRIAL
- VIVIENDA TALLER
- ZONA DE RECREACION PUBLICA
- SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS: EDUCACION
- SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS: SALUD
- OTROS USOS
- ZONA DE REGULACION ESPECIAL
- ZONA AGRICOLA
- PROTECCION AMBIENTAL
- PROTECCION AGUAS
- PROTECCION CULTURAL
- PROTECCION HISTORICA
- PROTECCION SOCIAL
- PROTECCION TECNICA
- PROTECCION ECONOMICA

ZONIFICACION RESIDENCIAL

USO DEL SUELO	TIPOLOGIA DE EDIFICACION	AREA DE REGULACION (ha)	LOTE (m ²)	INDICE DE OBRAS	AREA DE CONSTRUCCION (m ²)	AREA DE SUELO (m ²)	AREA DE SUELO (m ²)	RESTRICCIONES
ZONA RESIDENCIAL DE DENSIDAD BAJA (RB)	RB1	1000	1000	0.2	200	1000	1000	NO USABLE
	RB2	1000	1000	0.3	300	1000	1000	NO USABLE
ZONA RESIDENCIAL DE DENSIDAD MEDIA (RM)	RM1	1000	1000	0.4	400	1000	1000	NO USABLE
	RM2	1000	1000	0.5	500	1000	1000	NO USABLE
ZONA RESIDENCIAL DE DENSIDAD ALTA (RA)	RA1	1000	1000	0.6	600	1000	1000	NO USABLE
	RA2	1000	1000	0.7	700	1000	1000	NO USABLE

ZONIFICACION INDUSTRIAL

USO DEL SUELO	TIPOLOGIA DE EDIFICACION	AREA DE REGULACION (ha)	LOTE (m ²)	INDICE DE OBRAS	AREA DE CONSTRUCCION (m ²)	AREA DE SUELO (m ²)	AREA DE SUELO (m ²)	RESTRICCIONES
INDUSTRIA	I1	1000	1000	0.5	500	1000	1000	NO USABLE
	I2	1000	1000	0.6	600	1000	1000	NO USABLE

ZONIFICACION COMERCIAL

USO DEL SUELO	TIPOLOGIA DE EDIFICACION	AREA DE REGULACION (ha)	LOTE (m ²)	INDICE DE OBRAS	AREA DE CONSTRUCCION (m ²)	AREA DE SUELO (m ²)	AREA DE SUELO (m ²)	RESTRICCIONES
COMERCIO	C1	1000	1000	0.4	400	1000	1000	NO USABLE
	C2	1000	1000	0.5	500	1000	1000	NO USABLE

Anexo 3. Ficha Técnica Ambiental de menor de complejidad

FICHA TÉCNICA AMBIENTAL (FTA) PARA PROYECTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS NO SUJETOS AL SEIA DE MENOR COMPLEJIDAD

I. DATOS GENERALES

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

DENOMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO
[Ingresar el nombre con el que se le conocerá al proyecto]	[En el caso de proyectos a ser ejecutados en el marco del Invierte.pe]

1.2 DATOS DEL ADMINISTRADO

NOMBRE DEL TITULAR (PERSONA NATURAL O JURÍDICA)	
[Nombre de la persona natural o jurídica]	
RUC	DIRECCIÓN
[RUC según SUNAT]	[Indicar Jr, Calle, Avenida, Pasaje, según corresponda, distrito provincia y región]
TELÉFONO	E-MAIL
[Ingresar teléfono y/o celular]	[Correo electrónico]

1.3 DATOS DEL PROFESIONAL ENCARGADO DE LA ELABORACIÓN DE LA FTA

APELLIDOS Y NOMBRES		
Ap. Paterno: [Apellido paterno del responsable]	Ap. Materno: [Apellido materno del responsable]	Nombres: [Nombres del responsable]
COLEGIO Y NRO DE COLEGIATURA	DOCUMENTO DE IDENTIDAD / C.E. / OTRO	TELÉFONO CELULAR
	NÚMERO: [DNI / CE / OTRO]	[Número telefónico]

1.4 ÁMBITO Y ALCANCE DEL PROYECTO

TIPO DE PROYECTO					
PÚBLICO	<input type="checkbox"/>	PRIVADO	<input type="checkbox"/>	MIXTO	<input type="checkbox"/>
ÁMBITO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS					
MUNICIPAL	<input type="checkbox"/>	NO MUNICIPAL	<input type="checkbox"/>	MIXTO	<input type="checkbox"/>

II. LOCALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS

2.1 UBICACIÓN

LUGAR, LOCALIDAD, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO	
[Indicar el Lugar (por ejemplo: urbanización), localidad, distrito, provincia y departamento]	
TIPO DE ÁREA A INTERVENIR	ZONIFICACIÓN
[Indicar "urbana", "rural" o "ambas"]	[Indicar "industrial, comercial, etc.", según corresponda]

2.2 COORDENADAS DEL POLÍGONO DEL ÁREA DE LA INFRAESTRUCTURA

	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	ZONA	UTM DATUM
1			18	Wgs84
...				

Adjuntar:

-Plano de ubicación (en formato pdf y dwg)

III. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS

3.1 TIPO DE INFRAESTRUCTURA

i.	Infraestructura de valorización de residuos sólidos orgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> Compostaje y/o lombricultura de residuos orgánicos de gestión municipal o similar. Valorización de residuos orgánicos de gestión no municipal que resultan de los procesos de actividades económicas. Generación de biochar a través de pirólisis. Actividades de obtención de hidrolizado de residuos orgánicos. Actividades de obtención de metano y/o biol de residuos orgánicos.
ii.	Infraestructura de valorización de residuos sólidos inorgánicos.	<ul style="list-style-type: none"> Procesos de pirólisis y/o coprocesamiento de neumáticos fuera de uso (NFU). Desmantelamiento y/o desensamblaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Recuperación de aceites y/o mezclas oleosas no peligrosos, que no implique la producción de biodiesel. Destrucción y/o desintegración física de vehículos fuera de uso (chatarreo de vehículos).
iii.	Planta de transferencia para residuos municipales.	
iv.	Escombrera con capacidad de operación menor a 1000 t/día.	
v.	Escombrera con infraestructura de valorización de residuos sólidos de la construcción y demolición con capacidad de operación menor a 1000 t/día.	
vi.	Infraestructura de valorización de residuos sólidos de la construcción y demolición.	

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DEL PROYECTO

SERVICIOS DEL PROYECTO	REALIZAR UNA BREVE DESCRIPCIÓN
Fuente de abastecimiento de agua	
Alcantarillado	
Energía eléctrica	
Otros	

3.3 COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Detallar componentes principales y auxiliares del proyecto.

NOMBRE DEL COMPONENTE	ÁREA (m ²)	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO	BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLARÁN EN EL COMPONENTE DESCRITO
...			
...			

Adjuntar: Plano de distribución de componentes (en formato pdf, shape y kmz)

3.4 LISTADO DE RESIDUOS QUE SERÁN MANEJADOS EN LA INFRAESTRUCTURA (DE CORRESPONDER) 1

ÍTEM	TIPO DE RESIDUO (Se recomienda listar los residuos a manejar según la Lista B del Anexo V del Reglamento de la LGIRS o normativas sectoriales, según corresponda.)	CANTIDAD ESTIMADA (Kilogramo o Tonelada)
1		
...		

3.5 ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

Precisar, en la siguiente matriz, las actividades que se realizará para cada una de las etapas de construcción, operación, y cierre (*)

ETAPA	COMPONENTE	ACTIVIDADES
CONSTRUCCIÓN	Componente 1	Actividad 1

OPERACIÓN	Componente 1	Actividad 1

CIERRE	Componente 1	Actividad 1

(*) El cierre de escombreras debe considerar como mínimo los aspectos señalados en el artículo 52 del Decreto Supremo N° 002-2022-VIVIENDA o norma que la modifica o sustituya.

3.6 PROCESOS DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO (ENTRADAS Y SALIDAS)

Señalar, para cada proceso o actividad que se realice en el proyecto, las principales entradas y salidas con sus respectivas cantidades estimadas.

ETAPA	PROCESO	MATERIA PRIMA		SUSTANCIAS QUÍMICAS		MAQUINARIA Y/O EQUIPOS
Construcción	[Nombre del proceso]	Descripción	Cantidad / Unidad de medida	Descripción	Cantidad / Unidad de medida	[Lista de maquinarias y/o equipos]
Operación						
Cierre						

ETAPA	PROCESO	EFLUENTES			RUIDO	EMISIONES
		Descripción del tipo de efluente	Caudal	Disposición final (redde alcantarillado público, planta de tratamiento, etc.)	Nivel de ruido	Describir el tipo de emisiones atmosféricas (olores, material particulado, gases, etc.)
Construcción						
Operación						
Cierre						

3.7 TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO (*)

ETAPADE CONSTRUCCIÓN	[Indicar el tiempo en meses o año]
ETAPADE OPERACIÓN	[Indicar el tiempo en meses o año]
ETAPADE CIERRE	[Indicar el tiempo en meses o año]

(*) El cierre de escombreras debe considerar como mínimo los aspectos señalados en el artículo 52 del Decreto Supremo N° 002-2022-VIVIENDA o norma que la modifica o sustituya.

IV. CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENTORNO DEL PROYECTO

Características del área de estudio del proyecto (*) (flora, fauna, cuerpos de agua, etc.)

FACTOR AMBIENTAL	BREVE DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO ²
Geología, geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> [Breve descripción de la topografía.] [Caracterización de las unidades geomorfológicas, y los procesos geodinámicos que se presentan en el área de estudio que pueden afectar la integridad del proyecto.] [En el caso de escombreras, adicionalmente presentar la descripción de la geología regional y local.]
Meteorología	<ul style="list-style-type: none"> [Describir los principales parámetros meteorológicos utilizando registros de precipitación (mínima, máxima, promedio mensual, valores pico y anual), temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento (rosa de viento).]
Calidad ambiental	<ul style="list-style-type: none"> [Realizar la descripción de los componentes ambientales (agua, suelo aire, otros) que pudieran verse comprometidos con el desarrollo del proyecto, a través de muestreos y/o monitoreos.] [Para el análisis de los resultados se considerará los estándares de calidad ambiental (ECA) o los niveles de fondo (cuando corresponda).]
Hidrología e Hidrogeología	<ul style="list-style-type: none"> [Describir los cuerpos de agua (ríos, manantiales, quebradas, dentro del área de estudio, en base a información primaria o secundaria (SENAMHI, ANA y otros estudios ambientales aprobados por alguna autoridad sectorial).]
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> [Describir la capacidad de uso mayor y uso actual del suelo, correspondiente al área de estudio.]
Flora	<ul style="list-style-type: none"> [Describir las unidades de vegetación del área de influencia del proyecto.]
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> [Describir las especies de fauna por unidades de vegetación presentes en el área de influencia del proyecto.]
Hidrobiología	<ul style="list-style-type: none"> [En caso el desarrollo del proyecto involucre la intervención en ecosistemas acuáticos, se debe identificar y describir dichos ecosistemas y así como la diversidad de la biota acuática (plancton, macrobentos, perifiton, ictiofauna).]
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> [En el caso de escombreras, realizar una descripción de las unidades de paisaje y sus características existentes en el área de influencia.]
Social	<ul style="list-style-type: none"> [En caso exista población en el área de influencia, describir sus características, considerando los aspectos demográficos, económicos, salud,

² Desarrollar la descripción en base a información primaria y/o secundaria, de acuerdo los componentes ambientales a evaluar y a la ubicación del proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	BREVE DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO ²
	medios de comunicación y transporte, entre otros que correspondan.]

(*) Para el caso de escombreras se determina un área de influencia considerando los criterios establecidos en la "Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del SEIA", aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 455-2018-MINAM, adjuntando los mapas correspondientes.

V. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

Descripción de los impactos ambientales y sus medidas de manejo ambiental (*), durante las etapas construcción, operación y cierre (**)

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL AL QUE IMPACTA	MEDIDAS	FRECUENCIA	PRESUPUESTO (S/)
Construcción						
Operación						
Cierre						

(*) Considerar las Guías de la caja de herramientas del SEIA aplicables³.

(**) El cierre de escombreras debe considerar como mínimo los aspectos señalados en el artículo 52 del Decreto Supremo N° 002-2022-VIVIENDA o norma que la modifique o sustituya.

VI. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

El programa de monitoreo ambiental se elabora considerando los impactos potenciales identificados. En caso de no corresponder, sustentar la necesidad o no de un programa de este tipo.

ETAPA DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL	PARÁMETROS A MONITOREAR	DESCRIPCIÓN	ESTACIÓN	COORDENADAS DE LA ESTACIÓN DE MONITOREO UTM (WGS84)			FRECUENCIA DE MONITOREO	NORMATIVA DE COMPARACIÓN VIGENTE
					ESTE	NORTE	ZONA		
Construcción			Barlovento	CA-1					
			Sotavento	CA-2					
Operación			Barlovento	CA-1					
			Sotavento	CA-2					
Cierre			Barlovento	CA-1					
			Sotavento	CA-2					
Construcción			Barlovento	CA-1					
			Sotavento	CA-2					
Operación			Barlovento	CA-1					
			Sotavento	CA-2					
Cierre			Barlovento	CA-1					
			Sotavento	CA-2					

Nota: El titular debe establecer al menos 2 puntos de monitoreo de calidad de aire, uno en barlovento y otro en sotavento.

VII. RESIDUOS A GENERAR

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	NOMBRE DEL RESIDUO SÓLIDO	CARACTERÍSTICAS (Peligrosas/no peligrosas)	CANTIDAD DEL RESIDUO (precisar la unidad de medida)	ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS
[Construcción, operación, cierre]				[Orgánico] [Inorgánico] ...	[Acondicionamiento] [Tratamiento] [Valorización] ...

VIII. MEDIDAS DE CONTINGENCIAS

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	RIESGO	MEDIDAS DE CONTINGENCIA
Construcción, operación, cierre			[Detallar de acuerdo con los riesgos identificados antes del evento]
			[Detallar de acuerdo con los riesgos identificados durante del evento]
			[Detallar de acuerdo con los riesgos identificados después del evento]

IX. PARTICIPACIÓN CIUDADANA El titular de la infraestructura de residuos sólidos debe identificar a los actores involucrados dentro del área de influencia, así como implementar como mínimo un buzón de observaciones y sugerencias. La autoridad competente puede disponer la implementación de otros mecanismos de participación ciudadana de considerarlo necesario.

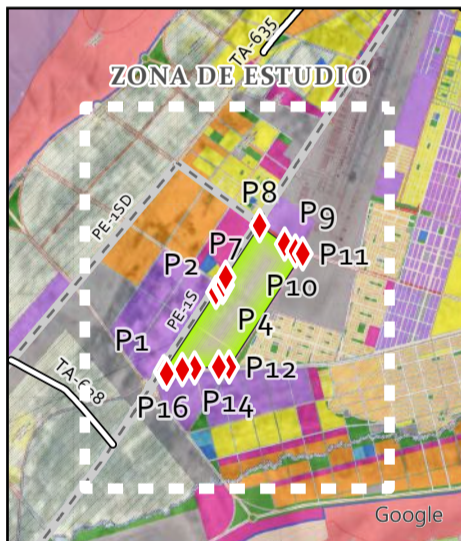
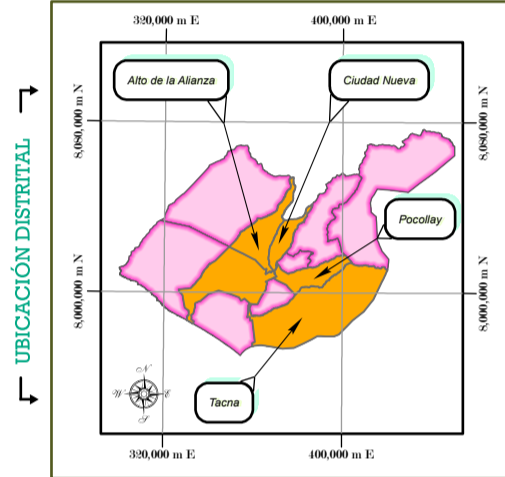
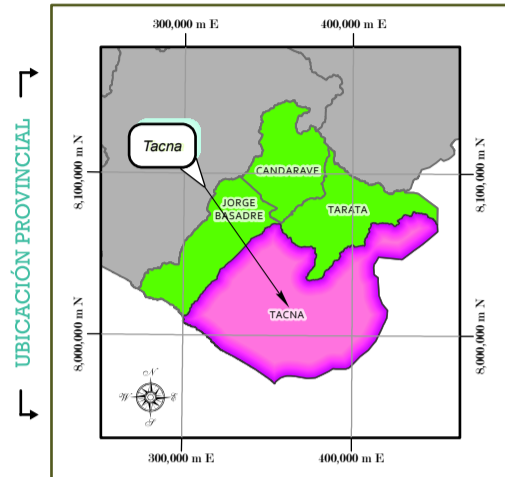
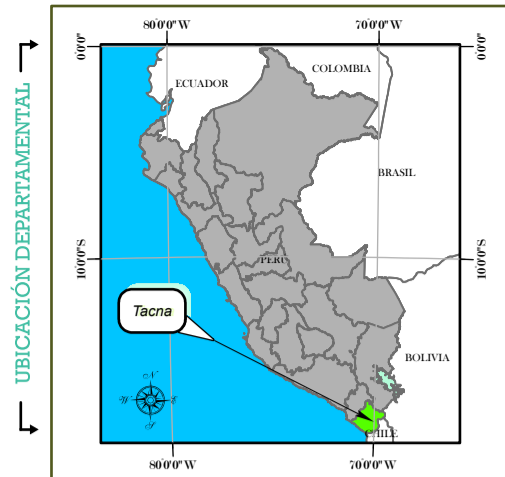
³ Resolución Ministerial N° 267-2023-MINAM, "Guía para la elaboración de la Estrategia de Manejo Ambiental en el marco del SEIA" y la Resolución Ministerial N° 209-2024-MINAM, "Guía para la aplicación de la Jerarquía de Mitigación en el marco del SEIA".

MECANISMO	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL MECANISMO EFECTUADO Y SU INCORPORACIÓN AL DISEÑO O MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO (Adjuntar, fotos, actas, evidencias de difusión del mecanismo de participación ciudadana, otros documentos que correspondan a fin de evidenciar la ejecución de los mecanismos.)
1	
...	

X. PLAN DE CIERRE DE INFRAESTRUCTURA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

ACTIVIDADES:	
En caso de escombreras, describir las actividades de cierre (conforme al ítem 3.5) que comprende el monitoreo; así como el proyecto de uso del área después del cierre, en caso correspondiente.	
* La Ficha Técnica Ambiental (FTA) debe ser elaborada y suscrita por un Ingeniero Sanitario, Ingeniero Civil, Ingeniero Ambiental o de carrera profesional afín a la actividad, con experiencia en temas relacionados en materia ambiental y/o a la actividad materia del proyecto, y debe estar registrado y habilitado en el colegio profesional respectivo.	
Firma del Titular del proyecto Nombres y apellidos DNI N°	Firma del profesional responsable de la elaboración de la FTA Nombres y apellidos DNI N° COLEGIATURA N°

Anexo 4. Plano de Ubicación Zofra Tacna

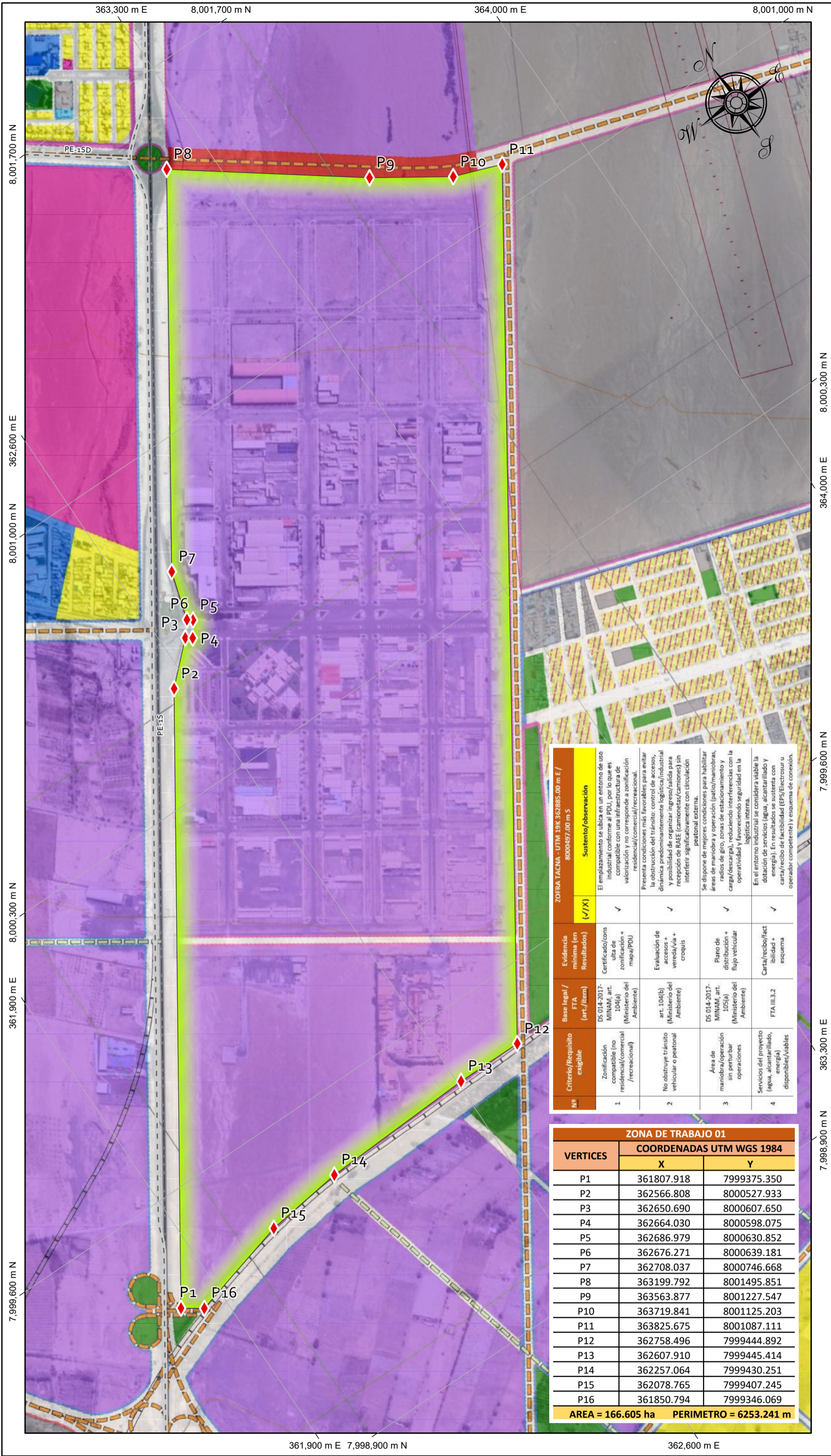


ZONIFICACION
ZONIFICACION PDU 2015
NM_USO_SUE

- AREA AFECTADA VIAS
- RESIDENCIAL BAJA DENSIDAD
- RESIDENCIAL MEDIA DENSIDAD
- RESIDENCIAL ALTA DENSIDAD
- COMERCIO
- SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS EDUCACION
- ZONA DE RECREACION PUBLICA
- SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS SALUD
- INDUSTRIA
- VIVIENDA TALLER
- NO URBANIZABLE
- OTROS USOS
- PECUARIO
- ZONA AGRICOLA
- ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL

Leyenda

- Red Vial Nacional
- - - Red Vial Departamental
- Red Vial Vecinal
- Zona de Trabajo 01
- ◆ Vertices - Z_T_01

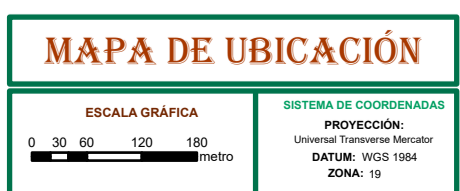


№	Criterio/Requisito exigible	Base legal / FTA (art./ítem)	Evidencia mínima (en Resultados)	Sustento/observación
1	Zonificación compatible (no residencial/comercial/recreacional)	DS 014-2017-MINAM, art. 104(a) (Ministerio del Ambiente)	Certificado/consulta de zonificación + mapa/PDU	El emplazamiento se ubica en un entorno de uso industrial conforme al PDU, por lo que es compatible con una infraestructura de valorización y no corresponde a zonificación residencial/comercial/recreacional.
2	No obstruye tránsito vehicular o peatonal	art. 100(b) (Ministerio del Ambiente)	Evaluación de accesos + vereda/vía + croquis	Presenta condiciones más favorables para evitar la obstrucción del tránsito control de accesos, dinámico y permanentemente logística industrial y posibilidad de organizar ingreso/salida para recepción de RAE (camiones/camioneros) sin interferir significativamente con circulación peatonal externa.
3	Área de maniobra/operación sin perturbar operaciones	DS 014-2017-MINAM, art. 105(a) (Ministerio del Ambiente)	Plano de distribución + flujo vehicular	Se dispone de mejores condiciones para habilitar áreas de maniobra y operación (patio/maniobras, radios de giro, zonas de estacionamiento y carga/descarga), reduciendo interferencias con la operatividad y favoreciendo seguridad en la logística interna.
4	Servicios del proyecto (agua, alcantarillado, energía) disponibles/viables	FTA III.5.2	Carta/recibo/factibilidad + esquema	En el entorno industrial se considera viable la dotación de servicios (agua, alcantarillado y energía). En resultados se sustenta con carta/recibo de factibilidad (EPS/Electrosur u operador competente) y esquema de conexión.

ZONA DE TRABAJO 01

VERTICES	COORDENADAS UTM WGS 1984	
	X	Y
P1	361807.918	7999375.350
P2	362566.808	8000527.933
P3	362650.690	8000607.650
P4	362664.030	8000598.075
P5	362686.979	8000630.852
P6	362676.271	8000639.181
P7	362708.037	8000746.668
P8	363199.792	8001495.851
P9	363563.877	8001227.547
P10	363719.841	8001125.203
P11	363825.675	8001087.111
P12	362758.496	7999444.892
P13	362607.910	7999445.414
P14	362257.064	7999407.251
P15	362078.765	7999407.245
P16	361850.794	7999346.069

AREA = 166.605 ha PERIMETRO = 6253.241 m



PROYECTO:
"ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL PARA LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE), DISTRITO DE TACNA, 2025"

ELABORACIÓN:
- Rosaly Marina, Paucara Cruz
- Kenyi David, Turpo Huamani

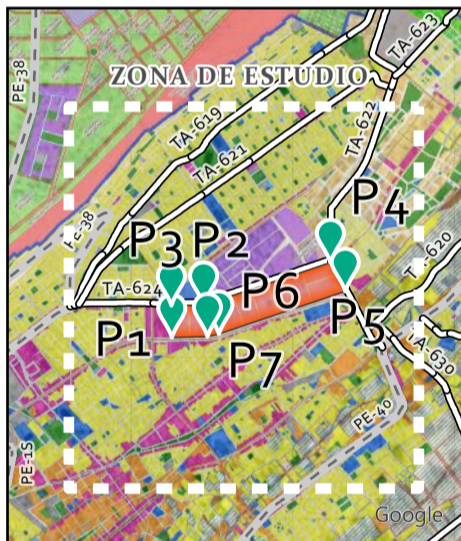
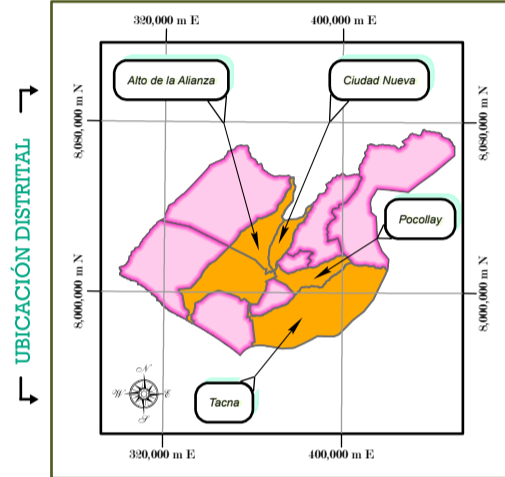
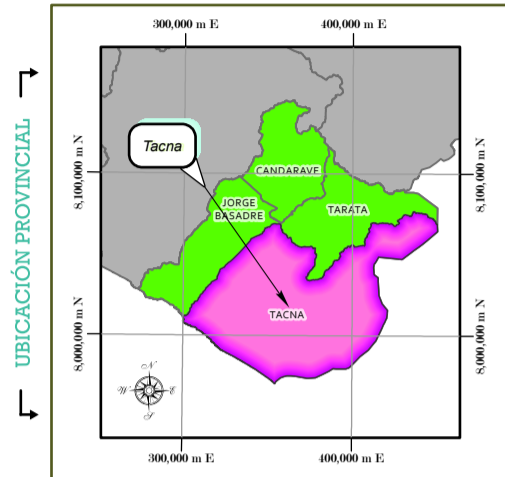
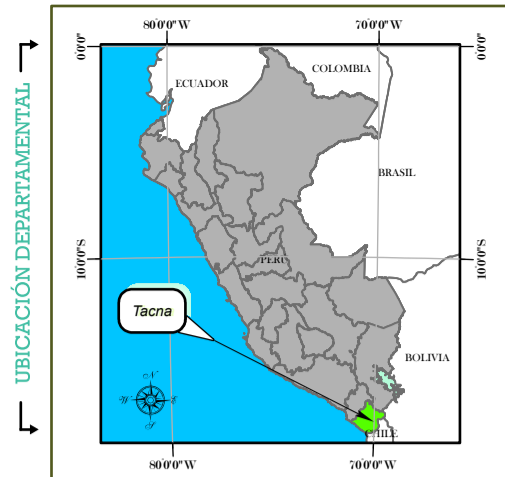
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

REGIÓN : Tacna
PROVINCIA : Tacna
DISTRITO : Alto Alianza - Tacna Ciudad Nueva - Poochlay

ESCALA: 1:8,256
FECHA: Noviembre 2025
HOJA: A3
ELABORACIÓN: Grupo
ESPECIALIDAD: Ingeniería

MAPA N°01

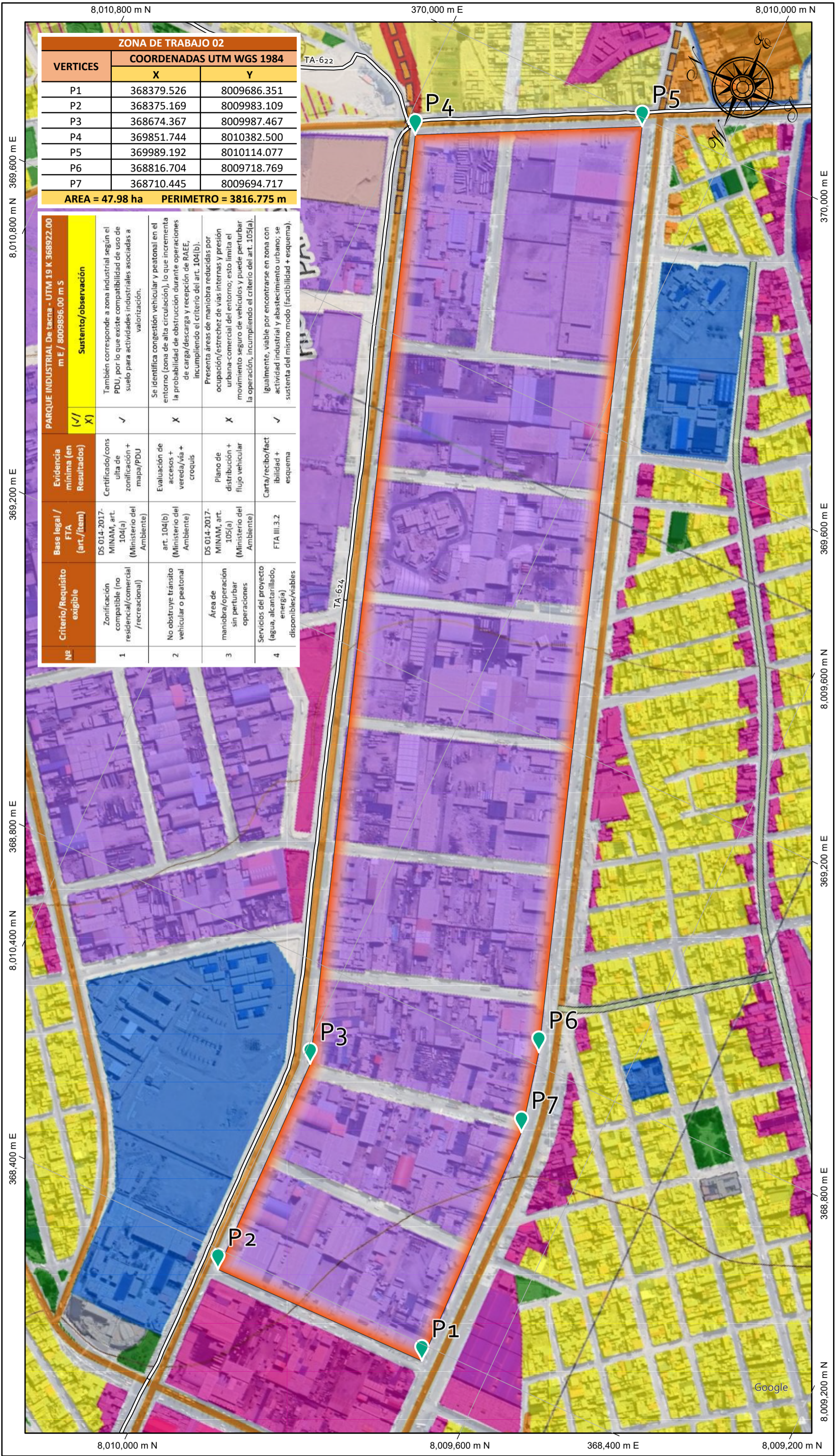
Anexo 5. Plano de Ubicación Parque Industrial



ZONA DE TRABAJO 02		
VERTICES	COORDENADAS UTM WGS 1984	
	X	Y
P1	368379.526	8009686.351
P2	368375.169	8009983.109
P3	368674.367	8009987.467
P4	369851.744	8010382.500
P5	369989.192	8010114.077
P6	368816.704	8009718.769
P7	368710.445	8009694.717

AREA = 47.98 ha PERIMETRO = 3816.775 m

NR	Criterio/Requisito exigible	Base legal / FTA (art./ítem)	Evidencia mínima (en Resultados)	PARQUE INDUSTRIAL De Tacna - UTM 19 K 3688922.00 m E / 8009896.00 m S	
				(✓/)	(X)
1	Zonificación compatible (no residencial/comercial/recreacional)	DS 014-2017-MINAM, art. 104(a) (Ministerio del Ambiente)	Certificado/consulta de zonificación + mapa/PDU	✓	También corresponde a zona industrial según el PDU, por lo que existe compatibilidad de uso de suelo para actividades industriales asociadas a valorización.
2	No obstruye tránsito vehicular o peatonal	art. 104(b) (Ministerio del Ambiente)	Evaluación de accesos + veredas/Vía + croquis	X	Se identifica congestión vehicular y peatonal en el entorno (zona de alta circulación), lo que incrementa la probabilidad de obstrucción durante operaciones de carga/descarga y recepción de RAEE, incumpliendo el criterio del art. 104(b).
3	Área de maniobra/operación sin perturbar operaciones	DS 014-2017-MINAM, art. 105(a) (Ministerio del Ambiente)	Plano de distribución + flujo vehicular	X	Presenta áreas de maniobra reducidas por ocupación/estrechez de vías internas y presión urbana/comercial del entorno; esto limita el movimiento seguro de vehículos y puede perturbar la operación, incumpliendo el criterio del art. 105(a).
4	Servicios del proyecto (agua, alcantarillado, energía) disponibles/viables	FTA III.3.2	Carta/recibo/factibilidad + esquema	✓	Igualmente, viable por encontrarse en zona con actividad industrial y abastecimiento urbano; se sustenta del mismo modo (factibilidad + esquema).



ZONIFICACION ZONIFICACION PDU 2015

NM_USO_SUE

- AREA AFECTADA VIAS
- RESIDENCIAL BAJA DENSIDAD
- RESIDENCIAL MEDIA DENSIDAD
- RESIDENCIAL ALTA DENSIDAD
- COMERCIO
- SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS EDUCACION
- ZONA DE RECREACION PUBLICA
- SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS SALUD
- INDUSTRIA
- VIVIENDA TALLER
- NO URBANIZABLE
- OTROS USOS
- PECUARIO
- ZONA AGRICOLA
- ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL

Leyenda

- Red Vial Nacional
- Red Vial Departamental
- Red Vial Vecinal
- Zona de Trabajo 02
- Vertices - Z_T_02

MAPA DE UBICACIÓN

ESCALA GRÁFICA: 0 15 30 60 90 metro

SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECCIÓN: Universal Transverse Mercator DATUM: WGS 1984 ZONA: 19



PROYECTO:

ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE VALORIZACION Y DISPOSICION FINAL PARA LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE), DISTRITO DE TACNA, 2025

ELABORACIÓN:

- Rosalay Marina, Paucara Cruz
- Kenyi David, Turpo Huamani

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

REGIÓN : Tacna
PROVINCIA : Tacna
DISTRITO : Alto Alianza - Tacna (Ciudad Nueva - Pooollay)

Fuente: INEI - Límites políticos (distrital, provincial y departamental)

ESCALA: 1:4,924

HOJA: A3

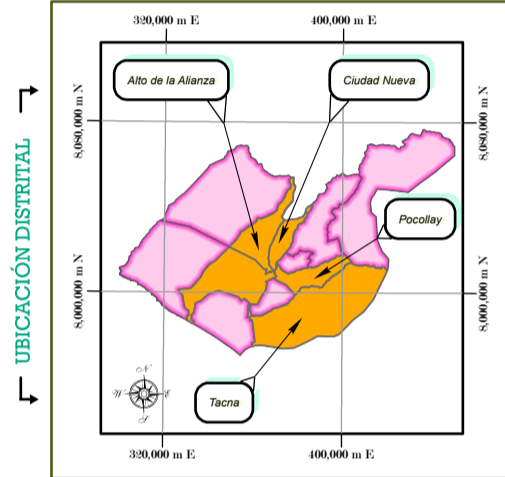
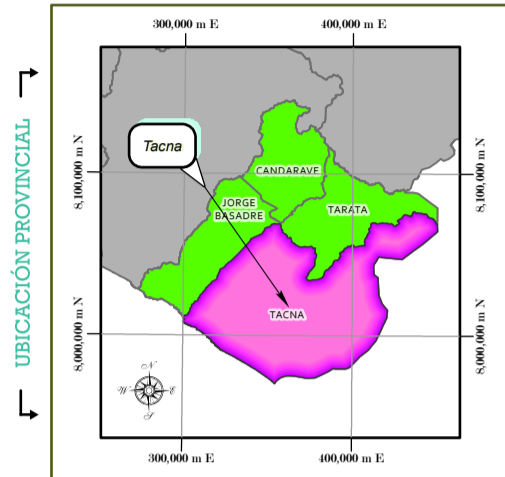
FECHA: Noviembre 2025

ELABORACIÓN: Grupo

ESPECIALIDAD: Ingeniería

MAPA N°02

Anexo 6. Plano General – Zofra Tacna



Leyenda

- Red Vial Nacional
- Red Vial Departamental
- Red Vial Vecinal
- Alternativa de Propuesta P
- Delimitación
- Vertices_delimitación



PROPUESTA		
VERTICES	COORDENADAS UTM WGS 1984	
	X	Y
P1	363305.534	8000816.478
P2	363343.246	8000791.927
P3	363335.063	8000779.356
P4	363297.350	8000803.907
AREA = 675 m2 PERIMETRO = 120 m		

MAPA GENERAL DE PROPUESTA

ESCALA GRÁFICA: 0 1 2 4 6 metro

SISTEMA DE COORDENADAS
PROYECCIÓN: Universal Transverse Mercator
DATUM: WGS 1984
ZONA: 19



PROYECTO:
"ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL PARA LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE), DISTRITO DE TACNA, 2025"

ELABORACIÓN:
- Rosaly Marina, Paucara Cruz
- Kenyi David, Turpo Huamani

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

REGIÓN : Tacna
PROVINCIA : Tacna
DISTRITO : Alto Alianza - Tacna (Ciudad Nueva - Pocollay)

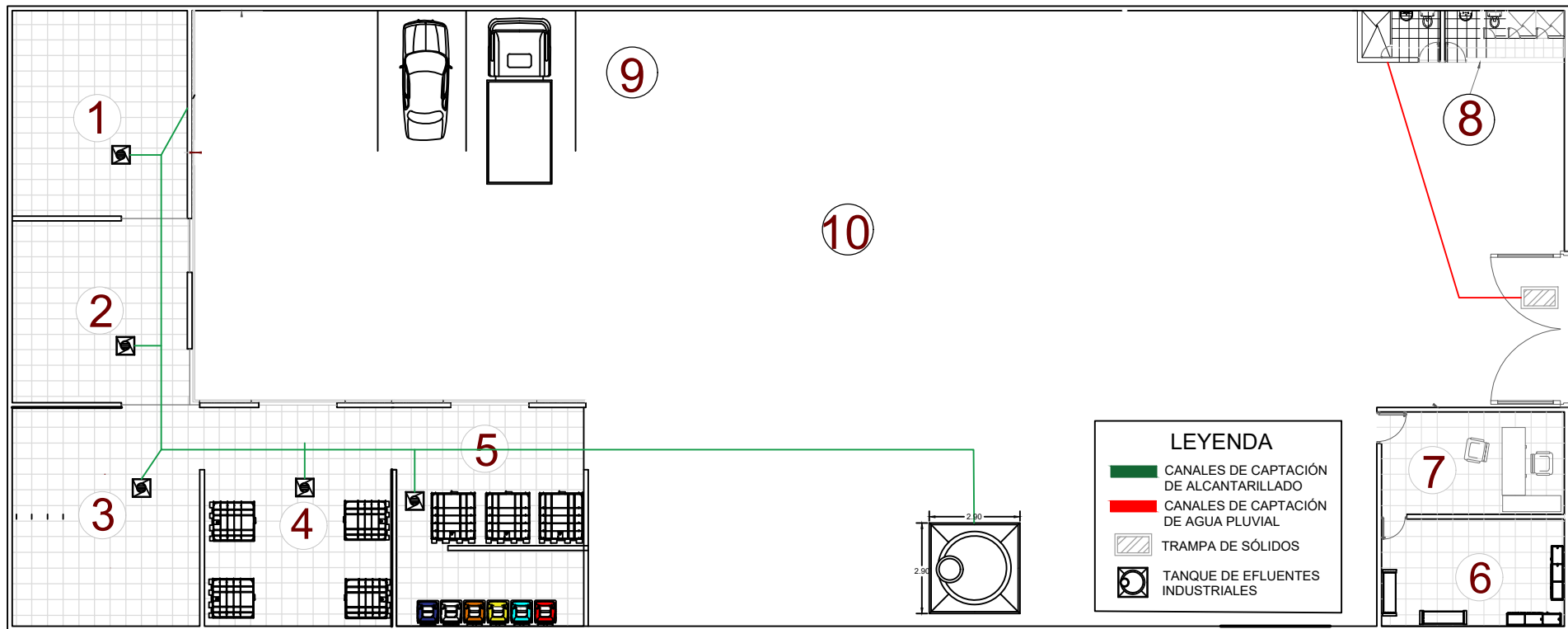
Fuente: INEI - Límites políticos (distrital, provincial y departamental)

ESCALA: 1:297
HOJA: A3

FECHA: Noviembre 2025
ELABORACIÓN: Grupo
ESPECIALIDAD: Ingeniería

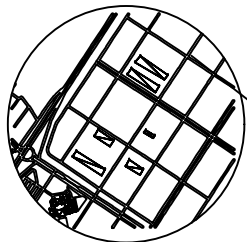
MAPA N°03

Anexo 7. Plan de Distribución de Componentes



LEYENDA

- CANALES DE CAPTACIÓN DE ALCANTARILLADO
- CANALES DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL
- TRAMPA DE SÓLIDOS
- TANQUE DE EFLUENTES INDUSTRIALES

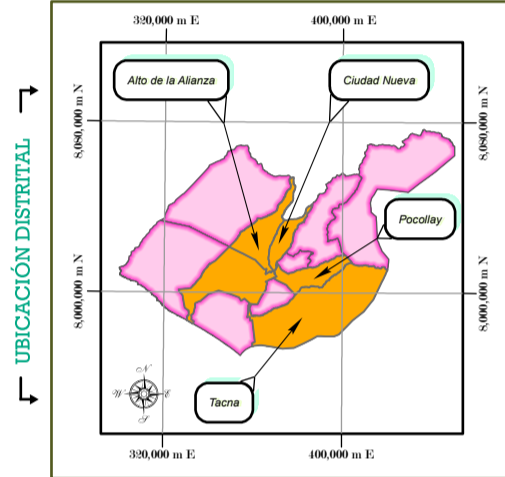
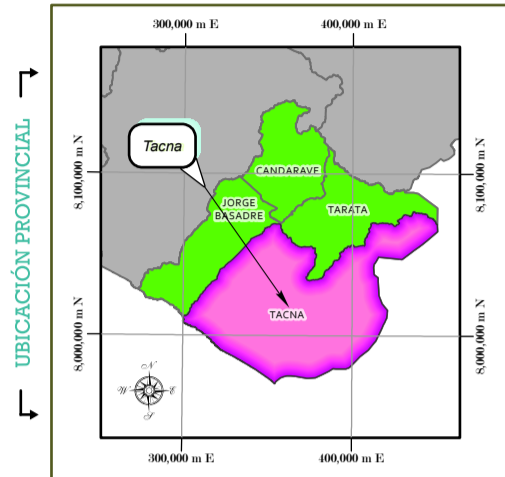
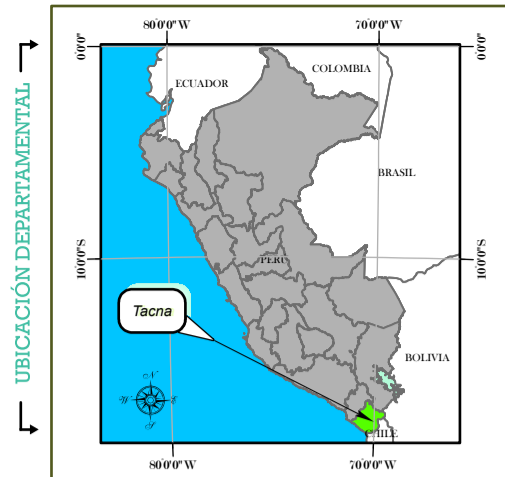


PLANO DE UBICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS - RAEE

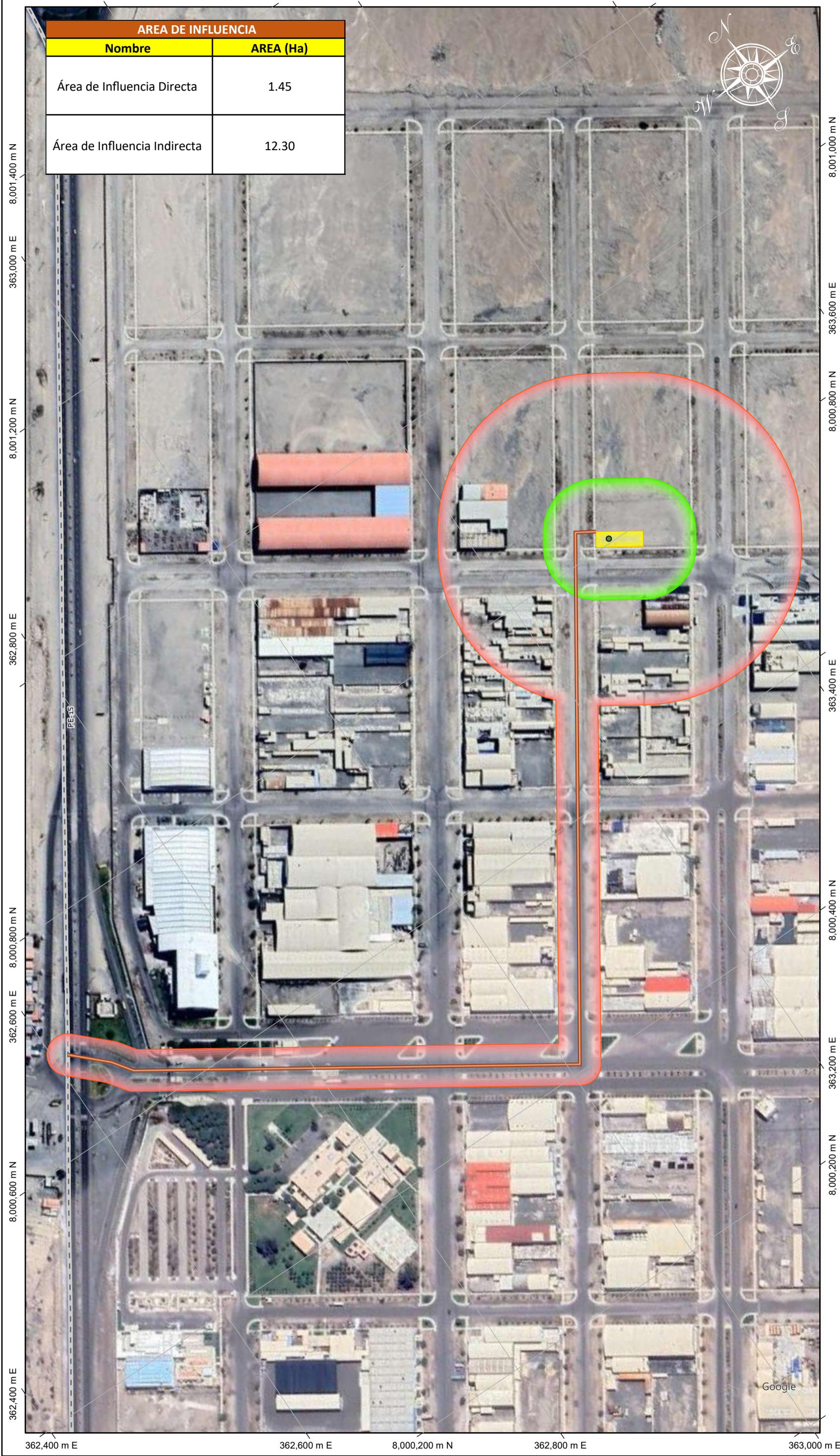
COMPONENTES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN			
Item	Componentes	Item	Componentes
1	Área de recepción	6	Área e vestuario
2	Área de desensamblaje	7	Oficina Administrativa
3	Área de material recuperado	8	Servicios Higiénicos
4	Área de almacenamiento de residuos sólidos peligrosos	9	Zona de estacionamiento de vehículos
5	Área de almacenamiento de no residuos sólidos peligrosos	10	Patio de maniobras

PROYECTO: "PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS - RAEE"			
PLANO: <i>PLANO DE DISTRIBUCIÓN</i>	DISTRITO: MUNICIPALIDAD PROV. TACNA		
DETALLE: <i>COMPONENTES DE LA INFRAESTRUCTURA DE VALORIZACIÓN</i>	PROVINCIA: Tacna		
PROYECTISTA: Kenyi David Turpo Huamani - Rosaly Cruz Paucara	DEPARTAMENTO: Tacna		
DNI:	ÁREA: 675 m ²	ESCALA: 1/1 000	CÓDIGO:
Lugar: ZofraTacna	REVISIÓN: Ing. German Aguilar	FECHA: Noviembre del 2025	P-01

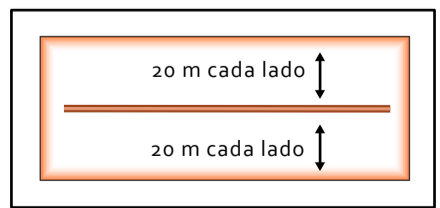
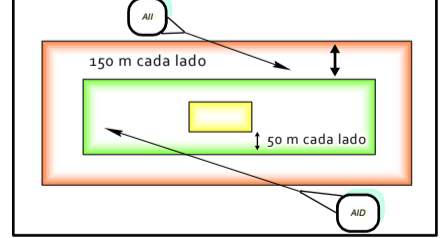
Anexo 8. Plano de Influencia Directa e Indirecta



AREA DE INFLUENCIA	
Nombre	AREA (Ha)
Área de Influencia Directa	1.45
Área de Influencia Indirecta	12.30



- Leyenda**
- Red Vial Nacional
 - Red Vial Departamental
 - Red Vial Vecinal
 - Alternativa de Propuesta P
 - Delimitación
 - Acceso
 - AID
 - AII



MAPA DE AID - AII

ESCALA GRÁFICA: 0 13 25 50 75 metro

SISTEMA DE COORDENADAS: PROYECCIÓN: Universal Transversa Mercator DATUM: WGS 1984 ZONA: 19



PROYECTO:
ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL PARA LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE), DISTRITO DE TACNA, 2025

ELABORACIÓN:
- Rosaly Marina, Paucara Cruz
- Kenyi David, Turpo Huamani

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

REGIÓN : Tacna
PROVINCIA : Tacna
DISTRITO : Alto Alianza - Tacna Ciudad Nueva - Pocollay

Fuente: INEI - Límites políticos (distrital, provincial y departamental)

ESCALA: 1:3.551
HOJA: A3

FECHA: Noviembre 2025
ELABORACIÓN: Grupo
ESPECIALIDAD: Ingeniería

MAPA N°04