



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Química e Ingeniería Química
Escuela Profesional de Ingeniería Química

Implementación de una planta de tratamiento para esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclaves horizontales con inyección a vapor para el nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

AUTOR

Jesús Daniel ANGULO ARÁMBULO

ASESOR

Mg. Máximo Medardo LEYVA CABALLERO

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Angulo, J. (2026). *Implementación de una planta de tratamiento para esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclaves horizontales con inyección a vapor para el nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Química]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jesús Daniel Angulo Arámbulo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07732701
URL de ORCID	No aplica.
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Máximo Medardo Leyva Caballero
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08207414
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8082-9959
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Manuel Jesús Luna Hernández
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06897800
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	José Manuel García Pantigozo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06078851
Datos de investigación	
Línea de investigación	
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.

Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Region: Callao Provincia: Callao Distrito: Callao Avenida Morales Duárez s/n Latitud: -12.02190° Longitud: -77.11430°
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2022 – octubre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería química https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.01 Ingeniería de procesos https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.04.02



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA

Central Telefónica: 619-7000

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Los suscritos miembros del Jurado Calificador nombrados por el señor Presidente del Comité Ejecutivo del "VI Programa Ciclo Taller de Titulación Profesional por la Modalidad de Tesis y Trabajo de Suficiencia Profesional para la Facultad de Química e Ingeniería Química 2026-I", bajo la Presidencia del **Mg. Manuel Jesús Luna Hernández**; el **Ing. José Manuel García Pantigozo (Miembro)** y el **Mg. Máximo Medardo Leyva Caballero (Asesor)**; habiendo presentado para tal efecto el **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, titulado "**Implementación de una planta de tratamiento para esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclaves horizontales con inyección a vapor para el nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez**", después de **SUSTENTADO Y APROBADO** el trabajo de suficiencia profesional elaborado por el bachiller en Ingeniería Química: **ANGULO ARÁMBULO, JESÚS DANIEL**; para optar el **TÍTULO PROFESIONAL** de **INGENIERO QUÍMICO**, acordaron calificarlo con la **NOTA** de:

DIECISIETE

(LETRAS)

17

(NÚMEROS)

Ciudad Universitaria, 20 de junio del 2026

Mg. MANUEL JESÚS LUNA HERNÁNDEZ

Presidente

Ing. JOSÉ MANUEL GARCÍA PANTIGOZO

Miembro

Mg. MÁXIMO MEDARDO LEYVA CABALLERO

Asesor

Dr. EDER CLIDIO VICUÑA GALINDO

Director de la E.P. de Ingeniería Química





CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Máximo Medardo Leyva Caballero** en mi condición de asesor con el Dictamen N°000008-2026-EPIQ-FQIQ/UNMSM del Trabajo de Suficiencia Profesional cuyo título es **Implementación de una planta de tratamiento para esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclaves horizontales con inyección a vapor para el nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez**, presentado por el bachiller **ANGULO ARÁMBULO, JESÚS DANIEL**, para optar el título Profesional de Ingeniero Químico.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 5% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título Profesional de Ingeniero Químico.

Lima, 3 de julio del 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor **Máximo Medardo Leyva Caballero**

DNI: 08207414

INDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN	10
I. DATOS DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL TRABAJO.....	11
1.1. Institución donde se desarrolló la actividad.....	11
1.2. Periodo de duración de la actividad.....	11
1.3. Finalidad y objetivos de la entidad	11
1.4. Correo electrónico del profesional a cargo	13
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2.1. Descripción del problema	14
2.2. Justificación	22
2.3. Objetivos.....	24
III. ANTECEDENTES Y MARCO TEORICO.....	25
3.1. Antecedentes	25
3.2. Marco Teórico.....	27
IV. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	39
4.1. Descripción general de la solución	39
4.2. Fundamento técnico de la solución.....	39
4.3. Descripción del sistema implementado	39
4.4. Criterios de implementación.....	40
4.5. Evaluación de la solución (Metodología de desarrollo)	40
4.6. Ventajas de la solución	40
V. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	41
5.1. Fase 1: Levantamiento de información técnica	41
5.2. Fase 2: Evaluación técnica del sistema.....	42
5.3. Fase 3: Evaluación económica.....	44

5.4.	Fase 4: Evaluación ambiental	45
5.5.	Fuentes de información.....	46
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
6.1.	Base del diseño	48
6.2.	Evaluación técnica	56
6.3.	Evaluación económica	71
6.4.	Análisis de viabilidad económica	79
6.5.	Evaluación ambiental.....	82
6.6.	Comparación técnico-económico-ambiental	89
VII.	CONCLUSIONES	95
VIII.	RECOMENDACIONES.....	97
IX.	BIBLIOGRAFIA	98
X.	ANEXOS	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Funcionamiento de una autoclave de vapor	28
Figura 2	Autoclave tipo industrial con chaqueta	29
Figura 3	Curva presión vs tiempo de un ciclo de autoclave con prevacío.....	30
Figura 4	Diagrama comparativo de ciclos de autoclave	30
Figura 5	Sistema de autoclave para residuos médicos.....	32
Figura 6	Curva de muerte microbiana	33
Figura 7	Disposición de residuos mediante la incineración	34
Figura 8	Desinfección de residuos mediante microondas	35
Figura 9	Trafico anual de pasajeros en el aeropuerto Jorge Chavez (2012-2019)	49
Figura 10	Balance de masa del autoclave	58
Figura 11	Balance de energía del sistema autoclave (por hora)	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Trafico anual de pasajeros del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – Año 2019	50
Tabla 2 Determinación del factor ponderado de generación de residuos por pasajero internacional de llegada	51
Tabla 3 Cálculo de la generación diaria de residuos biopeligrosos – Horizonte DDFS 37.7 Mpax/año	52
Tabla 4 Determinación de ciclos requeridos y capacidad efectiva por autoclave	53
Tabla 5 Caracterización volumétrica de residuos según escenario valor de densidad – GIENT (2023).....	54
Tabla 6 Resumen consolidado de la base de diseño del sistema de tratamiento	55
Tabla 7 Balance de masa del sistema de tratamiento – corrientes de proceso por ciclo y por día.....	57
Tabla 8 Balance de energía del sistema – requerimiento térmico de la caldera	59
Tabla 9 Verificación de capacidad de las autoclaves horizontales GIENT	61
Tabla 10 Verificación de capacidad de la caldera generadora de vapor.....	62
Tabla 11 Verificación de capacidad del triturador de residuos.....	62
Tabla 12 Verificación de capacidad del sistema de desodorización.....	63
Tabla 13 Resumen de indicadores técnicos del sistema de tratamiento	69
Tabla 14 Detalle de costos de suministro de equipos	72
Tabla 15 Costos de logística, importación e instalación – CAPEX bienes puesto en planta (USD).....	73
Tabla 16 Costos de servicios de ingeniería y comisionamiento – CAPEX servicios (USD) 74	
Tabla 17 Resumen del CAPEX total de la implementación de la planta (USD).....	75
Tabla 18 Costos anuales de energía y servicios públicos del sistema (USD).....	76
Tabla 19 Costos anuales de mantenimiento preventivo y repuestos (USD)-ANEXO 21	77
Tabla 20 Costos anuales de personal operativo del sistema (USD)-ANEXO 21	78
Tabla 21 Costos de control de proceso – OPEX corregido (USD).....	78
Tabla 22 Resumen del OPEX anual del sistema de tratamiento (USD)	79
Tabla 23 Indicadores de viabilidad económica de la implementación	80
Tabla 24 Comparación económica entre tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos	81
Tabla 25 Resultados de las pruebas de inactivación microbiana durante el comisionamiento de la planta	84

Tabla 26 Resultados del monitoreo de emisiones atmosféricas de la caldera – 19 de agosto de 2025.....	86
Tabla 27 Comparación ambiental del sistema de autoclave implementado con tecnologías alternativas	88
Tabla 28 Matriz de evaluación integral técnico-económico-ambiental del sistema de tratamiento NAIJC	92
Tabla 29 Comparación técnico-económico-ambiental (TEA) entre tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos.....	93

RESUMEN

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional evalúa la implementación de una planta de tratamiento de residuos biopeligrosos mediante esterilización por vapor en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (NAIJC), Lima. La evaluación se desarrolló bajo una metodología integral que abarca tres dimensiones: técnica, económica y ambiental.

En la dimensión técnica, se diseñó el sistema para una capacidad de 12,517 kg/día de residuos, considerando un horizonte de 37.7 millones de pasajeros anuales. La infraestructura consta de dos autoclaves horizontales de 4,000 L c/u, una caldera de 2,000 kg/h y un sistema de trituración de 2 ton/h. Los resultados demuestran márgenes operativos suficientes con factores de utilización del 66.66 % en autoclaves y un consumo específico de 2,186 kWh por tonelada tratada.

En la dimensión económica, la inversión inicial (CAPEX) se estimó en USD 1,148,990. El análisis comparativo reveló que la operación propia genera un costo de USD 115.75 por tonelada, frente a los USD 1,200 por tonelada que supondría la externalización del servicio. Esta diferencia proyecta un ahorro neto superior a los USD 100 millones en un horizonte de 20 años, con un periodo de retorno de inversión de 0.23 años.

La dimension ambiental, pruebas certificadas de inactivación microbiana confirmaron una reducción de 10-log de *Geobacillus stearothermophilus*, validando la eficacia del sistema. Asimismo, el monitoreo de emisiones de la caldera reportó niveles significativamente inferiores a los límites máximos permisibles (LMP) de las guías del Banco Mundial/IFC, con una eficiencia de combustión del 96.33%. Se concluye que la implementación del sistema de autoclaves es la solución óptima para el NAIJC, al cumplir estrictamente con la normativa nacional (NTS N° 144-MINSA), garantizar la seguridad sanitaria mediante la reclasificación de residuos a no peligrosos y ratificar la viabilidad financiera del proyecto.

Palabras clave: Esterilización por vapor, autoclave, residuos biopeligrosos, gestión aeroportuaria, viabilidad económica, impacto ambiental.

ABSTRACT

This Professional Proficiency Project evaluates the implementation of a biohazard waste treatment plant using steam sterilization at the New Jorge Chávez International Airport (NAIJC) in Lima. The evaluation was conducted using a comprehensive methodology that encompasses three dimensions: technical, economic, and environmental.

In the technical dimension, the system was designed for a capacity of 12,517 kg/day of waste, based on an annual passenger volume of 37.7 million. The infrastructure consists of two horizontal autoclaves of 4,000 L each, a boiler with a capacity of 2,000 kg/h, and a shredding system with a capacity of 2 tons/h. The results demonstrate sufficient operating margins with utilization factors of 66.66% in the autoclaves and a specific energy consumption of 2,186 kWh per ton treated.

In the economic dimension, the initial investment (CAPEX) was estimated at USD 1,148,990. The comparative analysis revealed that in-house operation generates a cost of USD 115.75 per ton, compared to the USD 1,200 per ton that outsourcing the service would entail. This difference projects a net savings of over USD 100 million over a 20-year horizon, with a payback period of 0.23 years.

From an environmental perspective, certified microbial inactivation tests confirmed a 10-log reduction of *Geobacillus stearothermophilus*, validating the system's effectiveness. Furthermore, monitoring of boiler emissions showed levels significantly below the maximum permissible limits (MPLs) set forth in the World Bank/IFC guidelines, with a combustion efficiency of 96.33%.

It is concluded that the implementation of the autoclave system is the optimal solution for the NAIJC, as it strictly complies with national regulations (NTS No. 144-MINSA), ensures public health safety by reclassifying waste as non-hazardous, and confirms the project's financial viability.

Keywords: Steam sterilization, autoclave, biohazardous waste, airport management, economic viability, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

El incremento sostenido del tráfico aéreo internacional ha generado un aumento significativo en la producción de residuos biopeligrosos e infecciosos en los aeropuertos, particularmente aquellos provenientes de vuelos internacionales. Estos residuos representan un riesgo sanitario relevante, al constituir potenciales vectores de propagación de enfermedades, lo que exige la implementación de sistemas de tratamiento adecuados que garanticen su neutralización antes de su disposición final. En este contexto, el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, como principal punto de ingreso al país, requiere soluciones tecnológicas que permitan gestionar estos residuos de manera segura, eficiente y conforme a la normativa vigente.

El presente Informe de Suficiencia Profesional (ISP) tiene como objetivo evaluar la implementación de una planta de tratamiento para esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclaves horizontales con inyección a vapor para el nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez, considerando su desempeño técnico, económico y ambiental. En ese sentido, se busca evaluar la capacidad operativa del sistema a partir de los balances de masa y energía, el dimensionamiento de equipos y el consumo energético.

La justificación del estudio radica en la necesidad de contar con un sistema de tratamiento in situ que permita minimizar los riesgos asociados al manejo y transporte de residuos peligrosos, asegurando la bioseguridad en un entorno crítico como el aeropuerto.

La metodología propuesta corresponde se basas en el análisis de información técnica del sistema implementado, así como en el diseño y montaje de la planta. Se espera como resultado demostrar que la implementación de una planta de tratamiento mediante autoclave constituye una solución eficiente y viable para la gestión de residuos biopeligrosos en el aeropuerto, garantizando condiciones de operación seguras y sostenibles.

I. DATOS DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL TRABAJO

1.1. Institución donde se desarrolló la actividad

ENVIRO ANDINOS S.A.C.

1.2. Periodo de duración de la actividad

Fecha de inicio actividad: 12/12/2022

Fecha fin actividad: 20/10/2025

1.3. Finalidad y objetivos de la entidad

Es una empresa peruana especializada en el suministro de soluciones integrales para análisis elemental, identificación de minerales, monitoreo de gases, análisis de hidrocarburos, soporte técnico y servicios asociados a los mismos como: capacitaciones, diagnósticos, mantenimientos y calibraciones. ENVIRO ANDINOS S.A.C. tiene los siguientes productos:

1. Línea meteorología.
 - Sensores meteorológicos.
 - Sensores hidrológicos.
 - Registradores de datos.
 - Sistema de telemetría.
 - Estaciones automáticas.
2. Línea ambiental.
 - Analizadores de gases.
 - Analizadores de mercurio.
 - Equipos de calibración.
 - Monitores continuos de partículas.
3. Línea de laboratorio.
 - Analizadores de hidrocarburos.
 - Analizadores de octanaje.

4. Línea de rayos X.
 - Analizadores de forrajes y granos.
 - Analizadores de elementos XRT.
5. Líneas de proyectos.
 - Sistemas de Alerta Temprana.
 - Redes de monitoreo de calidad del aire.
 - Sistemas Eddy Covariance.
6. Líneas de biocontaminados.
 - Diseño de ingeniería.
 - Pre comisionamiento.
 - Elaboración de planos, modelado 3D y BIM.

ENVIRO ANDINOS S.A.C. tiene los siguientes servicios:

- Diagnóstico. Analiza y evalúa el estado del equipo para establecer causas, soluciones y recomendaciones. Se cuenta con el respaldo y soporte de los fabricantes para intervenir, detectar y valorar problemas en los equipos.
- Instalación y operación. Se instala equipos y tecnologías que permitirán garantizar tu inversión, realizan instalaciones en condiciones controladas, así como instalaciones en campo y adversas, se cuenta con un equipo multidisciplinario para ejecutar instalaciones que requieran de trabajos especializados en la tecnología adquirida, actividades civiles y de montaje.
- Captación. Se actualizan los conocimientos, en el uso adecuado de nuevas tecnologías, entrenamiento con equipos en sala o en campo, horas teóricas y prácticas dirigidas a conocer la correcta operación de equipos y la norma nacional o internacional que los rige.
- Mantenimiento preventivo. Se realizan actividades de carácter preventivo que ayudan a equipos para evitar fallas, paradas y costos elevados en reemplazo de piezas y/o repuestos no intervenidos oportunamente. Se brinda inspecciones periódicas, actividades de mantenimiento

y planes de evaluación anual cuyo objetivo es prevenir fallas en los equipos y optimizar su rendimiento.

- Mantenimiento correctivo. Se evalúa, corrige y entrega operativa del equipo.

Intervenido por fallos complejos en hardware y software, problemas con componentes y/o piezas detectadas como causas del problema a corregir. Mantenimiento programado o no programado.

- Calibración - contrastación. Se cuenta con patrones certificados encargados de realizar el contraste y verificación de los datos que reportan los equipos, estaciones meteorológicas y analizadores de gases.

En síntesis, la empresa ENVIRO ANDINOS S.A.C., fue la responsable del desarrollo integral de la ingeniería para la implementación de la planta de tratamiento de residuos biopeligrosos en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, abarcando las etapas de diseño, asistencia comercial en el suministro, supervisión de instalación y puesta en marcha del sistema de autoclaves con inyección de vapor. En este contexto, el suscrito, autor del presente ISP, participó activamente en el desarrollo técnico e integrante del equipo de negociación del proyecto con el consorcio Inti Punku, contribuyendo en las fases de ingeniería aplicada y ejecución operativa, en concordancia con los requerimientos normativos y condiciones de operación del sistema.

1.4. Correo electrónico del profesional a cargo

jesusdanielanguloa@gmail.com

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

2.1.1. Descripción del problema central.

El crecimiento sostenido del transporte aéreo internacional ha generado un incremento significativo en la generación dentro de las instalaciones aeroportuarias, particularmente aquellos provenientes de vuelos internacionales. Estos residuos no corresponden a residuos urbanos convencionales, sino que incluyen restos de alimentos de origen animal y vegetal, material contaminado, elementos sanitarios y otros componentes con potencial carga microbiológica.

Ya, desde varios años atrás, el tema de los residuos internacionales representa riesgo sanitario y regulatorio, optando por tecnologías cada vez menos contaminantes, que en forma primigenia se utilizaban los incineradores para tratar los residuos regulados (National Business Aviation Association [NBAA], 2011).

En el Aeropuerto Internacional de Las Américas (Santo Domingo), los residuos provenientes de aeronaves internacionales son gestionados como residuos de riesgo sanitario, alcanzando volúmenes mensuales superiores a 20 toneladas. Se destaca la necesidad de procesos de tratamiento previo, lo que confirma que la gestión de estos residuos constituye un componente crítico de la operación aeroportuaria (Castro, 27 de mayo de 2025).

Todo avión que haya estado fuera del país debe someterse a una inspección completa de su contenido cada vez que regresa a un aeropuerto estadounidense. Esto incluye el contenido de las bolsas de basura. Media docena de agencias federales publican extensos reglamentos que dictan cómo se deben gestionar los envoltorios de aperitivos abandonados en el bolsillo elástico del respaldo del asiento, el pañuelo de papel pegajoso que se encuentra entre los cojines y las bolsas de basura asociadas con las actividades cotidianas a bordo (basura del baño, restos de comida, etc.) (PRIORCLAVE North America, 2026).

Los residuos de aerolíneas y barcos internacionales, también conocidos como residuos de catering internacional (ICW, por sus siglas en inglés) o residuos en cuarentena (QW, por sus siglas en inglés), presentan desafíos únicos debido a los posibles riesgos de bioseguridad y las diferentes normativas internacionales. Estos residuos provienen de vuelos internacionales, barcos y terminales portuarias. Incluyen residuos de cabina, residuos de catering, carga y otros materiales desechados durante las operaciones de vuelos internacionales (EASEENVIRONMENTAL 2026).

Cuando los aeropuertos comunitarios abren una instalación de aduanas en sus instalaciones, a menudo se pasa por alto una pregunta inicial: ¿qué hacer con la basura que los operadores traen a bordo en sus aeronaves desde fuera de las fronteras (National Business Aviation Association [NBAA]. (2021)?

Desde el punto de vista sanitario, este tipo de residuos es considerado de riesgo, ya que puede actuar como vector de ingreso de patógenos, enfermedades o incluso plagas no presentes en el país. En ese sentido, organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen la necesidad de aplicar procesos de tratamiento (OMS, 2014) que aseguren la eliminación de microorganismos, siendo la esterilización mediante vapor una de las alternativas más utilizadas a nivel internacional (ATTUKLAUS, 2026), la disposición inadecuada de residuos puede generar contaminación en el ambiente (OMS, 2005), tal como lo menciona el Reglamento Sanitario Internacional, emitidos por dicha entidad internacional.

Un reciente estudio de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) estimó que cada pasajero genera entre 0,83-2,5 kg de residuos en cada vuelo, dependiendo de la duración del vuelo, la clase en la que se viaja o si se trata de un vuelo *low-cost*, entre otras variables (AERTEC, 2026).

En el contexto nacional, el marco normativo vigente, liderado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) a través del **Decreto Legislativo N° 1278** (MINAM, 2017a) y su

reglamento (**D. S. N° 014-2017-MINAM**) (MINAM, 2017b), establece que los residuos peligrosos deben ser manejados bajo condiciones que garanticen la protección de la salud y del ambiente, lo que incluye necesariamente su tratamiento previo a la disposición final. De manera complementaria, el Ministerio de Salud (MINSA), mediante la Dirección de General de Salud Ambiental (DIGESA), a través de la **Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA/2018/DIGESA**, dispone que los residuos biocontaminados deben someterse a procesos de desinfección o esterilización (DIGESA/MINSA, 2018), siendo la autoclave una tecnología aceptada y ampliamente utilizada.

Ahora bien, cuando este escenario se traslada a una infraestructura aeroportuaria de gran escala como el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, la problemática adquiere una dimensión crítica. No se trata únicamente de gestionar residuos, sino de garantizar que todo el sistema funcione bajo estándares de bioseguridad que permitan la operación de vuelos internacionales sin generar riesgos sanitarios.

En términos prácticos, la ausencia de una planta de tratamiento adecuada no es un problema secundario, sino una limitación directa para la puesta en operación del aeropuerto.

Es decir, sin un sistema que garantice la esterilización de estos residuos, no se cumple con las condiciones mínimas exigidas por la normativa nacional e internacional para el funcionamiento de este tipo de infraestructura.

2.1.2. Causas del problema.

El problema no responde a un único factor, sino a la convergencia de varias condiciones propias del sistema aeroportuario:

- En primer lugar, el incremento del tráfico aéreo implica una generación constante y creciente de residuos. Se estima que cada pasajero puede generar más de un kg [en promedio] de residuos por vuelo, lo cual, en aeropuertos de alta capacidad, representa volúmenes importantes que deben ser gestionados de manera continua (AERTEC, 2026).
- En segundo lugar, la naturaleza de los residuos provenientes de vuelos internacionales impone condiciones adicionales de manejo. Estos residuos no pueden ser tratados como residuos domiciliarios, ya que su potencial riesgo sanitario obliga a aplicar procesos de esterilización antes de cualquier disposición final (PRIORCLAVE North America, 2026).

A ello se suman las exigencias normativas. Tanto la OMS¹ como las autoridades nacionales (MINAM² y MINSA³) establecen criterios estrictos para el manejo de residuos peligrosos, lo que limita el uso de soluciones improvisadas o temporales.

Por otro lado, al tratarse de un aeropuerto nuevo, existe una dependencia directa entre la implementación de la infraestructura crítica y el inicio de operaciones. En este caso, la planta de tratamiento de residuos forma parte de esa infraestructura esencial.

¹ Los residuos infecciosos deben ser tratados antes de su disposición final. Recomienda autoclave como tecnología segura.

² Los residuos peligrosos deben ser tratados (D. Leg. N° 1278). Minimizar riesgos sanitarios y ambientales (D. S. N° 014-2017-MINAM).

³ Los residuos infecciosos deben ser desinfectados y esterilizados (Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA/2018/DIGESA).

Los aeropuertos modernos deben implementar soluciones integrales para el manejo de residuos peligrosos, incluyendo tecnologías de tratamiento que aseguren el cumplimiento.

Finalmente, se observa una tendencia global hacia el uso de tecnologías más limpias, como la autoclave, en reemplazo de métodos tradicionales como la incineración, lo que implica una etapa de adaptación tecnológica y de inversión inicial (CELITRON, 2026).

2.1.3. Efectos del problema.

El incremento del transporte aéreo ha elevado el riesgo de propagación internacional de enfermedades. En este contexto, la gestión inadecuada de residuos biopeligrosos en aeropuertos puede facilitar la diseminación de patógenos, afectando la salud pública y generando restricciones operativas que impactan directamente en la continuidad y eficiencia del sistema aeroportuario (SKYbrary, 2026).

Desde el punto de vista sanitario, existe el riesgo de introducir agentes patógenos al territorio, lo cual contraviene directamente el Reglamento Sanitario Internacional⁴. En términos ambientales, la disposición inadecuada de estos residuos puede generar contaminación del suelo y del entorno.

En el ámbito operativo, la consecuencia más evidente es la imposibilidad de operar vuelos internacionales bajo condiciones seguras, lo que afecta directamente la funcionalidad del aeropuerto. A ello se suman riesgos para el personal que manipula los residuos, quienes podrían estar expuestos a material infeccioso si no se cuenta con un tratamiento previo adecuado.

⁴Prevenir propagación de enfermedades. Controlar riesgos en puntos de entrada (aeropuertos) (OMS, 2005).

Asimismo, la ausencia de sistemas de esterilización incrementa la probabilidad de contaminación cruzada dentro de las instalaciones aeroportuarias, afectando tanto a trabajadores como a usuarios (CELITRON, 2026).

2.1.4. Incidencia espacial (dónde ocurre).

Esta problemática no es exclusiva del caso del presente estudio, sino que se presenta en todos los aeropuertos internacionales que manejan vuelos provenientes de distintas regiones del mundo. Sin embargo, adquiere mayor relevancia en terminales de alta capacidad y en infraestructuras nuevas, donde la implementación de sistemas aún no se encuentra en proceso, es decir, los aeropuertos deben considerar instalaciones específicas, el aeropuerto no puede operar completamente sin estos sistemas (National Business Aviation Association [NBAA], 2021).

En el caso específico del Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, la problemática se concentra en las áreas de recepción, almacenamiento y tratamiento de residuos provenientes de aeronaves internacionales.

2.1.5. Incidencia temporal (cuándo ocurre).

El problema se presenta de manera continua, asociado a la operación diaria del aeropuerto. Cada arribo de un vuelo internacional genera residuos que deben ser tratados en plazos cortos, conforme a lo establecido en la normativa, es decir, los residuos internacionales deben tratarse rápidamente, no pueden almacenarse sin tratamiento (PRIORCLAVE North America, 2026).

Asimismo, adquiere especial relevancia en la fase preoperativa del aeropuerto, donde la falta de implementación de sistemas críticos puede retrasar o impedir el inicio de operaciones, es decir, los aeropuertos deben cumplir requisitos sanitarios y controlar riesgos biológicos (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2026).

En escenarios de alta demanda o situaciones sanitarias especiales, como las viviendas durante la pandemia, la generación de residuos infecciosos puede incrementarse significativamente, exigiendo mayor capacidad de respuesta del sistema (PRIORCLAVE North America, 2026).

2.1.6. Consecuencias que requieran solución.

Si un pasajero genera entre 0,83-2,5 kg de residuos en cada vuelo (AERTEC, 2026) y, teniendo en cuenta que durante 2025 (BM, 2025; IATA, 2025) unos 4.700 millones de pasajeros tomaron un avión, entonces, la matemática nos dice que entre todos ellos generaron unos **7.826 millones de kg de basura**.

El Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi (Paraguay) carece de un sistema adecuado de gestión y tratamiento de los residuos aeroportuarios, un manejo inadecuado de residuos de vuelos internacionales, tratándolos como residuos comunes, lo cual contraviene las prácticas internacionales y pone en evidencia la necesidad de tecnologías como autoclave (abc, 22 de marzo de 2026).

Los residuos regulados deben ser esterilizados antes de su disposición, destacando el uso de autoclave como práctica estándar en aeropuertos (PRIORCLAVE, 2026). Las consecuencias del problema son lo suficientemente relevantes como para requerir una intervención inmediata y técnicamente sólida.

La principal de ellas es la imposibilidad de habilitar el aeropuerto para operaciones internacionales si no se cumple con las condiciones sanitarias exigidas por las autoridades competentes. A ello se suman riesgos epidemiológicos, impactos ambientales y costos adicionales asociados a soluciones temporales, como la externalización del tratamiento.

Desde una perspectiva estratégica, la falta de un sistema adecuado puede afectar la competitividad del aeropuerto como *hub* regional, al no cumplir con estándares internacionales de operación: seguridad operacional e infraestructura adecuada (ICAO,

2026), residuos sanitarios (WHO, 2005; WHO, 2014), entre las más relevantes.

2.1.7. Explicar intentos de solucionar el problema.

Como ejemplo, en el Aeropuerto de Tiruchi (India) se puede apreciar la implementación de infraestructura específica para el tratamiento de residuos, evidenciando que la instalación de plantas de tratamiento forma parte de la infraestructura básica requerida para la operación aeroportuaria moderna (The Hindu, 23 de febrero de 2025).

A nivel internacional, los aeropuertos han adoptado diversas estrategias para el tratamiento de residuos de riesgo sanitario. Se debe resaltar la importancia de la esterilización para eliminar patógenos en residuos generados en transporte internacional (Mark-Costello, 16 de julio de 2025).

Inicialmente, la incineración fue el método más utilizado; sin embargo, sus impactos ambientales han generado restricciones en su uso. Otra alternativa ha sido el transporte de residuos hacia plantas externas, lo cual incrementa los costos y la complejidad logística.

En la actualidad, se observa una clara tendencia hacia la implementación de sistemas de esterilización mediante autoclave (National Business Aviation Association [NBAA]. (2021) dentro de las propias instalaciones aeroportuarias, debido a su eficiencia, seguridad y menor impacto ambiental (PRIORCLAVE, 2026).

Asimismo, tecnologías integradas que combinan esterilización y reducción de volumen han demostrado ser efectivas para optimizar el manejo de residuos en aeropuertos (CELITRON, 2026).

En el caso del aeropuerto en estudio, la implementación de una planta de tratamiento mediante autoclave no solo responde a una tendencia tecnológica, sino que constituye una condición necesaria para garantizar su operatividad bajo estándares de seguridad sanitaria.

En síntesis, el problema no radica únicamente en la existencia de residuos

biopeligrosos, sino en la necesidad de contar con un sistema técnicamente adecuado que permita su tratamiento seguro, continuo y conforme a la normatividad vigente. En este contexto, el suscrito, en el marco de sus funciones en la empresa ENVIRO ANDINOS S.A.C., participó en la implementación de una planta de tratamiento mediante autoclaves horizontales con inyección de vapor en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, dando respuesta a este requisito indispensable para su puesta en operación.

2.2. Justificación

El presente trabajo se justifica en la necesidad de dar respuesta a un problema real de ingeniería vinculado al manejo de residuos biopeligrosos generados en el transporte aéreo internacional, los cuales, por su naturaleza, representan un riesgo sanitario y ambiental si no son sometidos a procesos adecuados de tratamiento. En el contexto actual, caracterizado por el incremento sostenido del tráfico aéreo, la gestión segura de estos residuos se convierte en un elemento crítico para garantizar la bioseguridad en los aeropuertos y prevenir la propagación de enfermedades a través de los puntos de entrada internacionales.

Desde una perspectiva técnica, la implementación de sistemas de esterilización mediante autoclaves horizontales responde a la necesidad de contar con tecnologías eficientes, confiables y ambientalmente sostenibles para la inactivación de agentes patógenos. Esta solución no solo permite cumplir con las exigencias normativa vigentes, sino que también asegura la continuidad operativa de infraestructuras estratégicas como el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, cuya puesta en funcionamiento dependería, entre otros factores, de la adecuada gestión de sus residuos.

En el ámbito económico, la implementación de una planta de esterilización mediante autoclave reduce costos asociados al transporte y tratamiento externo de residuos peligrosos, evita sanciones por incumplimiento normativo y optimiza la gestión interna, contribuyendo a la eficiencia operativa y sostenibilidad financiera del aeropuerto.

En el ámbito ambiental, el uso de autoclave permite la inactivación de agentes patógenos sin generar emisiones contaminantes propias de la incineración, reduciendo impactos sobre aire, suelo y agua, y promoviendo una gestión ambientalmente responsable de los residuos biopeligrosos.

Desde una perspectiva aeroportuaria, la implementación del sistema de tratamiento garantiza el cumplimiento de estándares sanitarios y operativos exigidos para aeropuertos internacionales, permitiendo la continuidad de las operaciones y evitando restricciones en el manejo de vuelos internacionales.

Desde una perspectiva social, el adecuado tratamiento de residuos biopeligrosos protege la salud del personal aeroportuario y de la población, al reducir el riesgo de exposición a agentes infecciosos, contribuyendo a la seguridad sanitaria y al bienestar de la comunidad.

En el ámbito normativo, la importancia del tema se sustenta en disposiciones internacionales y nacionales que obligan al tratamiento de residuos peligrosos (OMS, 2014; MINAM, 2017a; MINAM, 2017b; DIGESA, 2018).

En este sentido, el desarrollo del presente ISP no solo responde a la necesidad operativa específica, sino que también con las políticas de investigación de la Facultad de Química e Ingeniería Química (FQ e IQ) de la UNMSM, particularmente en lo referido a la evaluación de bibliotecológica y aseguramiento de la calidad. Esto implica que el presente TSP se sustenta en la revisión crítica de fuentes técnicas y normativas actualizadas, así como en la aplicación de criterios de ingeniería orientados a la mejora continua de los procesos, garantizando soluciones técnicamente viables y con respaldo científico.

Desde esta perspectiva, la investigación adquiere relevancia académica al integrar conocimientos teóricos, normativa vigente y aplicación práctica en un caso real, contribuyendo al fortalecimiento de la formación profesional y al desarrollo de soluciones que pueden ser replicadas en otras infraestructuras aeroportuarias o instalaciones que manejen residuos de

riesgo sanitario.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Evaluar la implementación de una planta de tratamiento para esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclaves horizontales con inyección a vapor para el nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez

2.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar técnicamente la implementación de la planta de tratamiento mediante autoclaves horizontales con inyección a vapor, a partir del análisis del balance de masa y energía, dimensionamiento de equipos, consumo energético y configuración del flujo del proceso (PFD y layout), verificando su capacidad operativa frente a la generación de residuos del aeropuerto.
2. Evaluar la viabilidad económica de la implementación de la planta de tratamiento mediante autoclaves horizontales con inyección a vapor, a partir del análisis de costos de inversión, operación y mantenimiento, así como el consumo energético.
3. Evaluar el impacto ambiental de la implementación de la planta de tratamiento mediante autoclaves horizontales con inyección a vapor, a partir de la comparación de emisiones, generación de residuos secundarios y reducción de riesgos biológicos.

III. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes

Baxter (2022) preocupado porque los aeropuertos producen grandes volúmenes de residuos y requieren estrategias sostenibles y trazables para tratarlos, realiza una investigación con el objetivo principal es analizar la gestión de residuos del Aeropuerto Internacional de Incheon (Corea) bajo una estrategia de “aeropuerto verde”. El resultado fue que el aeropuerto trabajó con seis corrientes de residuos, priorizó reciclaje y empleó incineración de residuos combustibles con aprovechamiento del calor. El estudio concluye que la infraestructura aeroportuaria requiere soluciones específicas, centros de clasificación y tratamiento; como antecedente, refuerza la necesidad de plantas dedicadas dentro del sistema aeroportuario.

RM y J (2021) perturbados por el incremento del tráfico aéreo que ha elevado significativamente la generación de residuos, convirtiéndose en un problema ambiental relevante, realizan una investigación con el objetivo principal de analizar las prácticas, tipos de residuos y desafíos en la gestión aeroportuaria. Emplearon la metodología de la revisión sistemática de literatura internacional. El resultado permitió identificar flujos de residuos y limitaciones en eficiencia de gestión. El estudio concluye que existe necesidad de mejorar sistemas integrados y sostenible de manejo de residuos en aeropuertos.

Pennigton et al. (2025) preocupados porque los vuelos internacionales generan volúmenes sustanciales de residuos que representan un desafío ambiental único, ya que las estrictas regulaciones de bioseguridad exigen su eliminación mediante métodos destructivos en todo el mundo, no obstante, el residuo de cabina genera impactos climáticos relevantes, realizan una investigación con el objetivo principal de cuantificar el impacto ambiental del *cáterin waste* aeroportuario. Emplearon la metodología de modelamiento de pasajeros y generación de residuos. El resultado fue que 89,000 tn/año generaron hasta 40,500 tCO₂eq.

El estudio concluye que se requiere mejorar tratamiento para reducir impacto ambiental.

Özbay, I. & Gokceviz, N. A. (2021) interesados en el indicador importante de la gestión sostenible de residuos, que es el índice de cero residuos, sabiendo que la implementación de la gestión sostenible de residuos en los aeropuertos, se ha convertido en los centros más dinámicos del sector de transporte en el mundo globalizado, es uno de los problemas ambientales de Estambul, realizan una investigación con el objetivo principal de evaluar la gestión de residuos en el aeropuerto de Estambul. Emplearon la metodología de la caracterización de residuos y análisis del sistema. El resultado demuestra que 43%-49% es para reciclaje y 50%-57% disposición final. El estudio concluye que es viable implementar estrategias sostenibles en aeropuertos.

Blanca et al. (2025) conocedores que el aumento en el número de pasajeros y el consumo de alimentos y bebidas durante los vuelos conlleva un incremento en la generación de residuos, por ello, la aviación busca constantemente soluciones para minimizar su impacto ambiental, en tal sentido, buscan reducir el impacto ambiental del residuo de catering aeronáutico, realizan una investigación para evaluar ecoeficiencia de sistemas de gestión de residuos en aviación. Emplearon la metodología Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y Coste del Ciclo de Vida (CCV) comparando dos sistemas. El resultado indica la reducción de huella de carbono hasta 85%. El estudio concluye en que la segregación y tratamiento mejoran significativamente la eficiencia.

En conjunto, los antecedentes revisados, citados en los párrafos precedentes, evidencian que la gestión de residuos en entornos aeroportuarios constituye un desafío creciente, tanto por el volumen generado como por los riesgos sanitarios asociados, especialmente en el caso de residuos provenientes de vuelos internacionales. Diversos estudios coinciden en la necesidad de implementar sistemas de tratamiento eficientes, destacando la esterilización mediante autoclave como una alternativa técnica viable y

ambientalmente adecuada.

En este contexto, la presente investigación se orienta a dar respuesta a esta problemática mediante la implementación de una planta de tratamiento en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, contribuyendo al cumplimiento normativo, la reducción de riesgos biológicos y la sostenibilidad de las operaciones aeroportuarias.

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos.

3.2.1.1. Concepto y fundamento.

La esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos consiste en la aplicación de procesos físicos o químicos destinados a la eliminación total de microorganismos patógenos, incluyendo bacterias, virus, hongos y esporas. Este proceso es fundamental en la gestión de residuos provenientes de actividades médicas, aeroportuarias e industriales, donde existe riesgo de transmisión de enfermedades (OMS, 2017).

La OMS establece que los residuos infecciosos deben ser tratados antes de su disposición final, siendo la esterilización por vapor uno de los métodos más seguros y eficientes (OMS, 2017).

3.2.2. Proceso de esterilización por vapor (autoclave).

El proceso se divide en tres etapas (CDC; 2023):

3.2.2.1. Acondicionamiento.

Eliminación de aire de la cámara.

Introducción de vapor saturado.

3.2.2.2. Exposición (esterilización).

Temperatura: 121-134 °C

Presión: 1-3.6 bar.

Transferencia de calor por condensación.

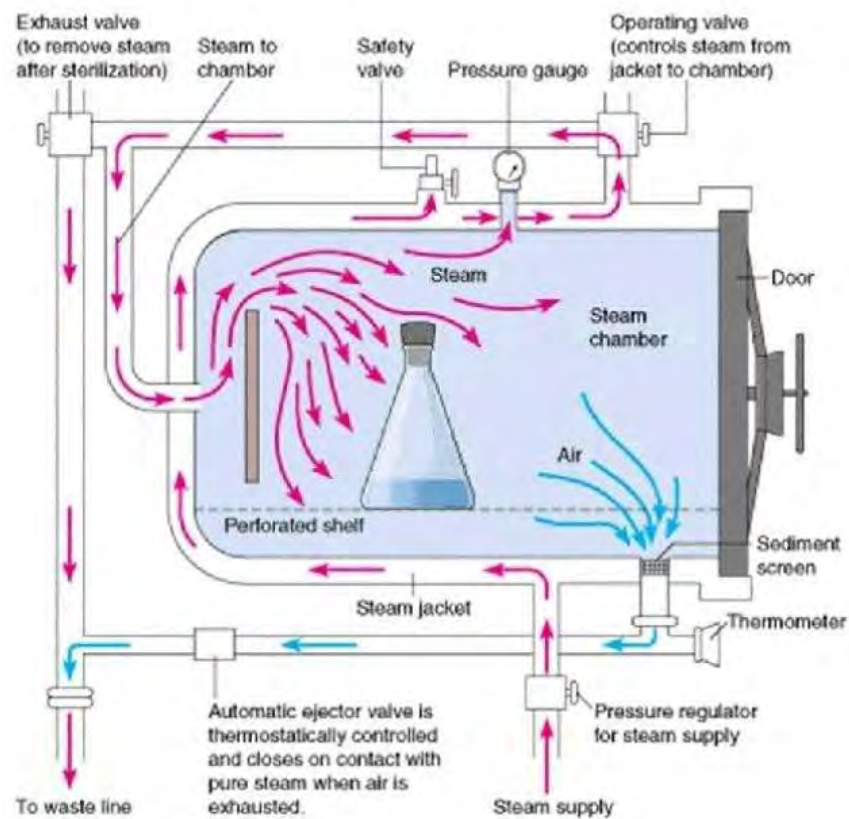
3.2.2.3.Secado.

Eliminación de humedad.

Prevención de recontaminación.

Figura 1

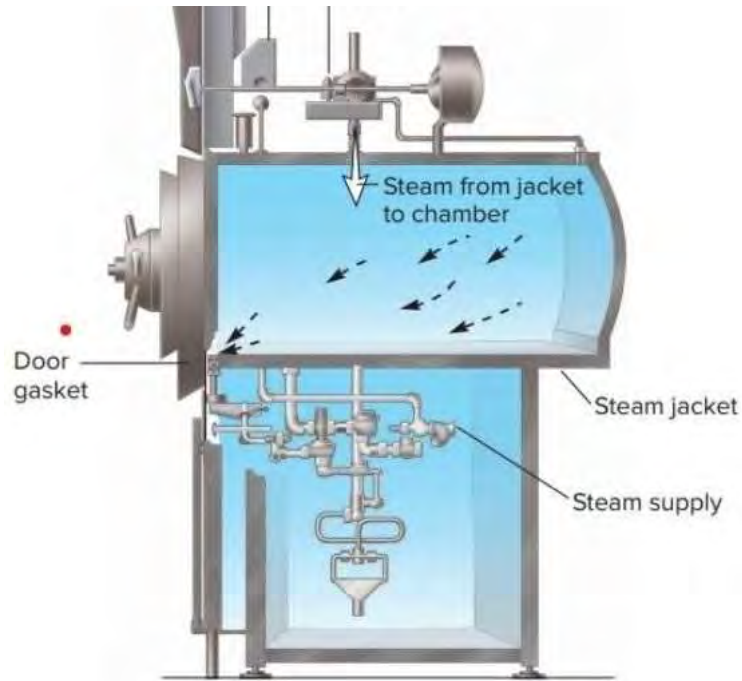
Funcionamiento de una autoclave de vapor



Nota. Se aprecia una autoclave tipo cámara de vapor con chaqueta (steam jacket), donde se muestra: circulación del vapor, entrada y salida de aire, control de presión y temperatura y mecanismo de esterilización. Cortesía de CDC, <https://www.cdc.gov/infection->

Figura 2

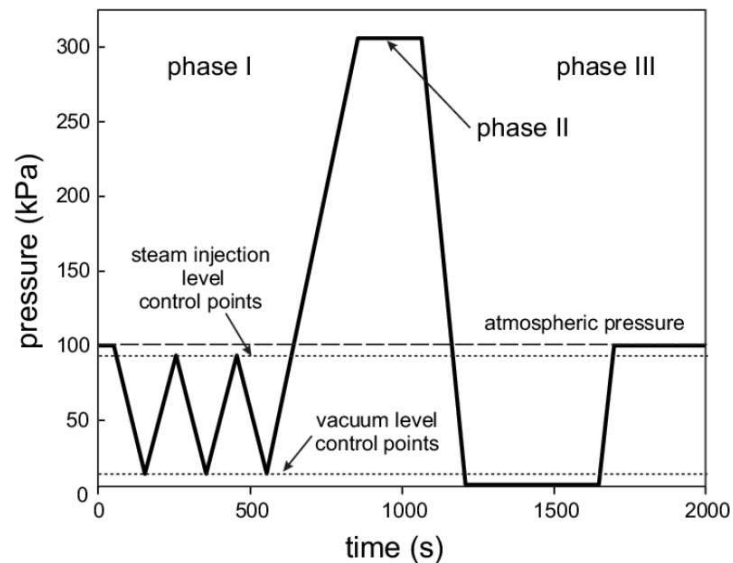
Autoclave tipo industrial con chaqueta



Nota. Se aprecia la cámara de esterilización, chaqueta de vapor, entra de vapor, regulador de presión, válvula de seguridad, junta de puerta. Funcionamiento: el vapor entra al sistema, la chaqueta precalienta la cámara, el vapor se inyecta dentro, se elimina el aire, el vapor se condensa (libera calor), se logra esterilización. Cortesía de ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/autoclave>

Figura 3

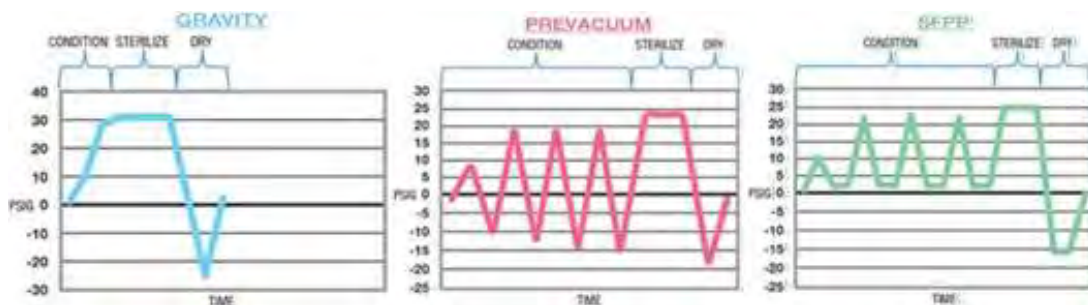
Curva presión vs tiempo de un ciclo de autoclave con prevacío



Nota. Representa el comportamiento real del sistema durante: eliminación de aire, esterilización y secado. Cortesía de ScienceDirect, <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/autoclave>

Figura 4

Diagrama comparativo de ciclos de autoclave



Nota. Muestra cómo varía la presión (PSIG) vs tiempo durante el ciclo de esterilización en: gravity, prevacuum y Steam Flush Pressure Pulse. Cortesía de STERIS, <https://www.steris.com/healthcare/knowledge-center/sterile-processing/steam-sterilization-cycles>

3.2.3. Sistema de autoclave con inyección de vapor (GIENT).

3.2.3.1. Descripción del sistema.

El sistema opera bajo un proceso térmico presurizado (GIENT, 2026):

- Carga del residuo.
- Prevacio
- Inyección de vapor.
- Esterilización.
- Descarga de agua.

3.2.3.2.Principios de diseño.

Los principios son (GIENT, 2026):

- Control de temperatura, presión y tiempo.
- Operación por lote.
- Seguridad del sistema.
- Compatibilidad con normativa.

Figura 5

Sistema de autoclave para residuos médicos



Nota. La autoclave se aplica en plantas de tratamiento de residuos, con una capacidad de 100 kg por ciclo, es de alto vacío y alta presión que funciona independientemente con una trituradora, con 134 °C, y 2,2 bar de presión. Cortesía de GIENT, <https://gient.net/es/inicio/>

3.2.4. Principios termodinámicos de la esterilización por vapor.

3.2.4.1. Vapor saturado y transferencia de calor.

El vapor saturado contiene alta energía interna, la cual es liberada al condensarse:

$$Q = m * h_{fg}$$

En donde: Q es calor liberado, m es la masa de vapor, h_{fg} es calor latente de vaporización.

3.2.4.2. Condensación y eficiencia.

- El vapor se condensa.
- Libera energía térmica.
- Incrementa temperatura del residuo.

3.2.4.3. Variables críticas.

- Temperatura.
- Presión.
- Tiempo.

3.2.5. Fundamentos microbiológicos.

3.2.5.1. Curva de inactivación.

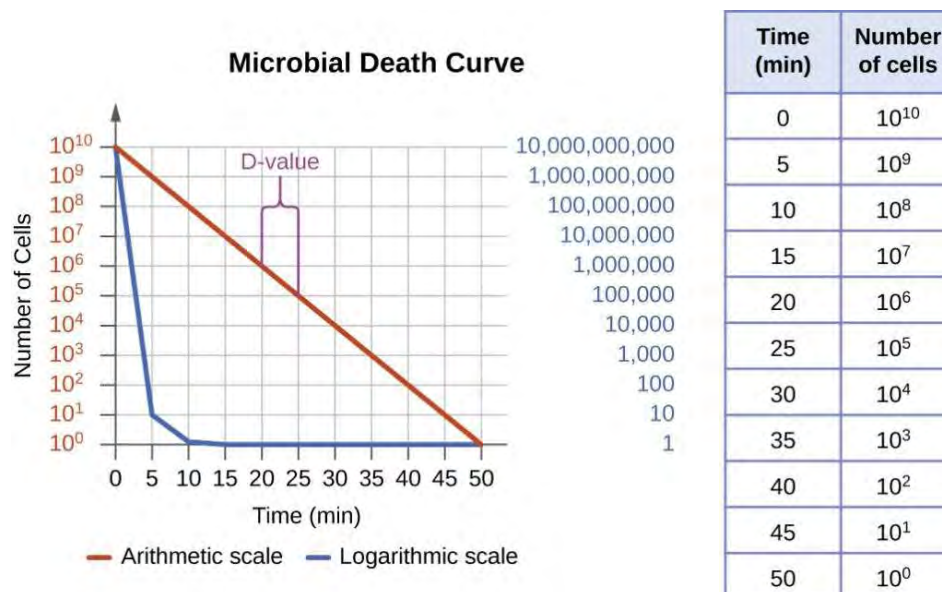
Representa gráficamente la disminución de microorganismos, enzimas o virus a lo largo del tiempo bajo un agente estresante, como calor, radiación o desinfectantes. Generalmente muestra una caída logarítmica, crucial en microbiología de alimentos para determinar la eficiencia de esterilización (Morosini, 2020).

3.2.5.2. Parámetros clave.

- Valor D: tiempo para reducir 90% de microorganismos.
- Valor Fo: tiempo equivalente a 121 °C.

Figura 6

Curva de muerte microbiana



Nota. Muestra la disminución del número de microorganismo en función del tiempo, representado en dos escalas: Escala aritmética (roja). Escala logarítmica (línea azul). El eje vertical indica el número de células mientras que el eje horizontal representa el tiempo de exposición al proceso de esterilización. Cortesía de FDA, <https://www.fda.gov/>

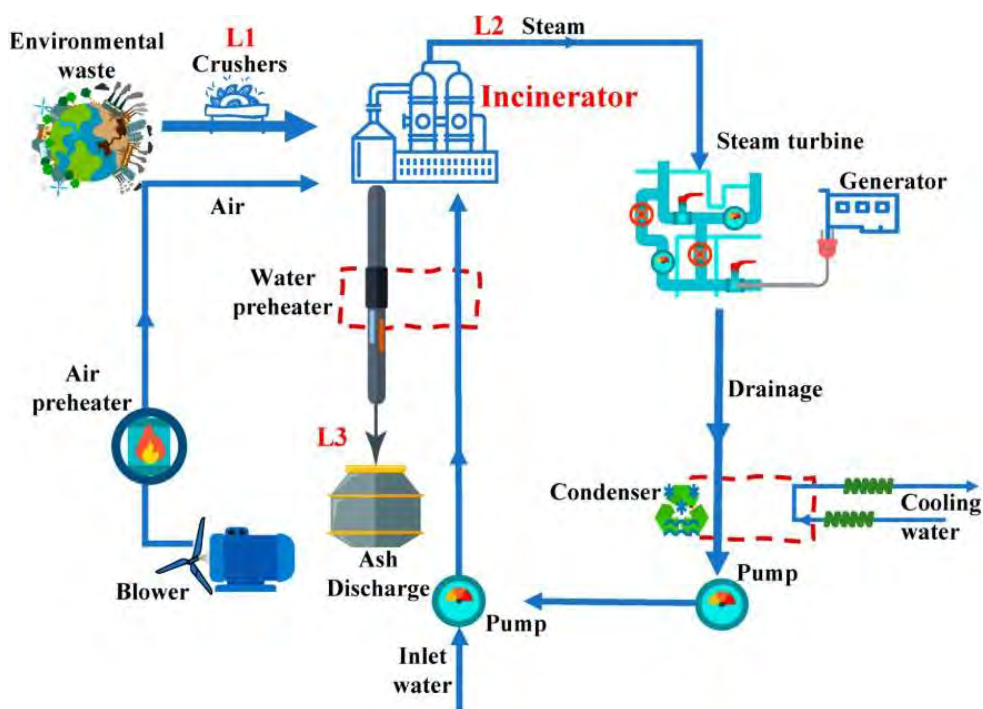
3.2.6. Análisis de tecnologías alternativas.

3.2.6.1. Incineración.

- Alta temperatura.
- Generación de emisiones de dioxinas y furanos.
- Impacto ambiental.

Figura 7

Disposición de residuos mediante la incineración



Nota. Muestra el ejemplo de una planta de incineración de residuos sólidos urbanos en el centro de China para explorar exhaustivamente los posibles impactos ecológicos y ambientales de la generación de energía a partir de la incineración de residuos sólidos urbanos mediante métodos de evaluación del ciclo de vida. Cortesía de MDPI, <https://www.mdpi.com/2305-6304/12/11/786>

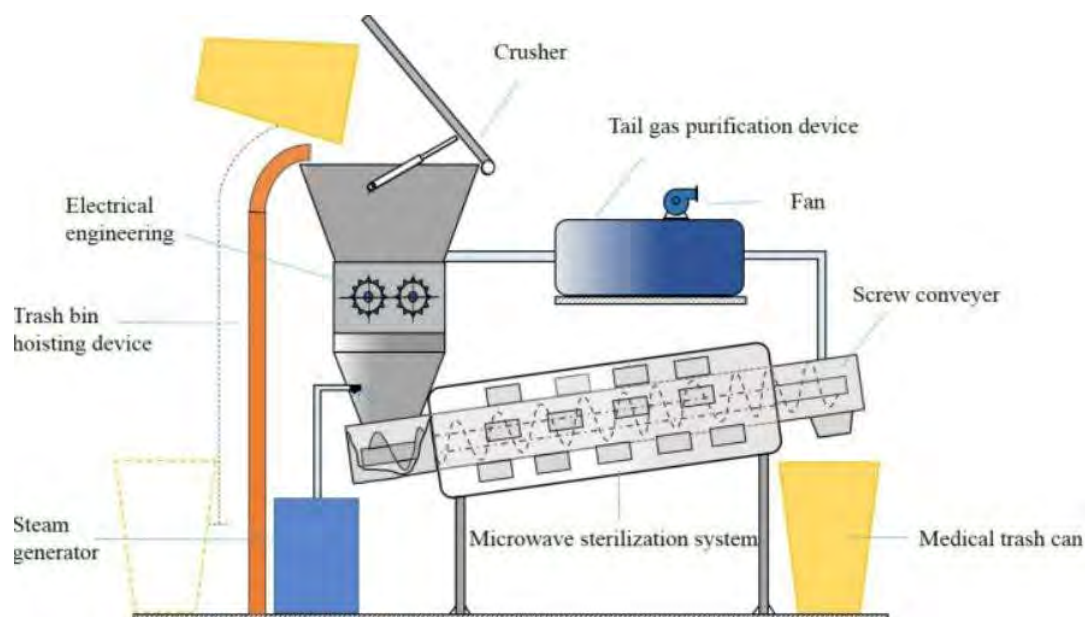
3.2.6.2. Microondas.

- Calentamiento volumétrico.

- Limitaciones de penetración.

Figura 8

Desinfección de residuos mediante microondas



Nota. El mecanismo de esterilización por microondas se considera el resultado de una serie de factores, como el efecto térmico y el efecto de campo. El efecto de campo destruye la estructura celular y provoca la muerte bacteriana. El efecto no térmico de las microondas destruye las proteínas de los microorganismos y los esteriliza de forma rápida y completa. Cortesía de Liu et al., <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X22003269>

3.2.6.3.Tratamiento químico.

- Uso de reactivos.
- Generación de subproductos.

3.2.6.4.Selección tecnológica.

Si bien existen alternativas, presentan limitaciones en términos de impacto ambiental, eficiencia o control operativo. En contraste, el autoclave ofrece:

- Mayor eficiencia.
- Menor impacto ambiental.
- Mejor control del proceso.

3.2.7. Decreto Legislativo N° 1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Establece el marco legal para la gestión integral de residuos sólidos en el Perú, priorizando la minimización, valorización y tratamiento de residuos peligrosos (MINAM, 2017a).

Define responsabilidades de generadores y operadores, exigiendo que los residuos biopeligrosos sean tratados para reducir riesgos sanitarios y ambientales. Promueve el uso de tecnología adecuadas, como la esterilización, garantizando protección a la salud pública y al ambiente (MINAM, 2017a).

3.2.8. D. S. N° 014-2017-MINAM (Reglamento del D. Leg. N° 1278)

Reglamenta la gestión de residuos sólidos, estableciendo procedimientos para su manejo almacenado, transporte y tratamiento (MINAM, 2017b).

Precisa que los residuos peligrosos deben ser sometidos a procesos que eliminen su peligrosidad antes de su disposición final. Incluye requisitos técnicos para instalaciones de tratamiento, promoviendo sistemas controlados y seguros que aseguren la reducción de riesgos biológicos (MINAM, 2017b).

3.2.9. Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA/2018/DIGESA.

Regula el manejo de residuos biocontaminados en establecimientos de salud y actividades afines DIGESA]. (2018).

Establece la clasificación, segregación y tratamiento obligatorio de residuos infecciosos mediante tecnologías como autoclave, incineración u otros métodos validados. Su objetivo es prevenir riesgos a la salud pública, asegurando que los residuos sean desinfectados o esterilizados antes de su disposición final (DIGESA, 2018).

3.2.10. Normativa de OMS (Gestión de residuos sanitarios).

La OMS establece lineamientos para el manejo seguro de residuos sanitarios,

indicando que los residuos infecciosos deben ser tratados mediante métodos como la esterilización por vapor o incineración controlada (OMS, 2017).

Promueve la reducción de riesgos de transmisión de enfermedades, el control de agentes patógenos y la implementación de tecnologías seguras, especialmente en instalaciones críticas como hospitales y aeropuertos (OMS, 2017).

3.2.11. Normativa Anexo 5 OACI (Facilitación).

Establece estándares y prácticas recomendadas para facilitar el transporte aéreo internacional, incluyendo procedimientos sanitarios en aeropuertos (OACI, 2017).

Exige a los Estados implementar medidas para prevenir la propagación de enfermedades y gestionar riesgos en puntos de entrada, lo que implica el control adecuado de residuos provenientes de aeronaves dentro de sistemas de bioseguridad (OACI, 2017).

3.2.12. IATA (Airport Handling Manual).

IATA establece lineamientos operativos para el manejo de residuos de cabina en vuelos internacionales, considerados “catering waste” de riesgo sanitario (IATA, 2026).

Recomienda su manejo segregado, almacenamiento seguro y tratamiento conforme a normativas sanitarias nacionales, incluyendo esterilización o eliminación controlada. Estos lineamientos buscan evitar la propagación de enfermedades y plagas a través del transporte aéreo (IATA, 2026).

3.2.13. EPA (USA) (Code of Federal Regulations).

El título 40 (actualizado 19/03/2026) de esta normativa regula el tratamiento de biosólidos, estableciendo criterios de reducción de patógenos mediante procesos térmicos, incluyendo temperaturas y tiempos equivalentes a esterilización (CFR, 2026).

Aunque orientada a lodos, sus principios son aplicables a residuos biológicos, validando el uso de procesos térmicos como el vapor para garantizar la inactivación

microbiológica (CFR, 2026).

IV. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Descripción general de la solución

- Implementación de la planta de tratamiento para la esterilización de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante un sistema de autoclave con inyección de vapor, ubicada dentro del Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.
- Esta solución responde a la necesidad de contar con un sistema in situ, que permita el tratamiento inmediato de los residuos generados por vuelos internacionales, evitando su acumulación, transporte externo y los riesgos asociados a la diseminación de agentes patógenos.
- La planta ha sido concebida bajo criterios de operación continua, seguridad sanitaria y cumplimiento normativo, integrando equipos especializados y sistemas auxiliares que garantizan la eficiencia del proceso.

4.2. Fundamento técnico de la solución

- Se basa en la aplicación de la esterilización por vapor saturado.
- Desde el punto de vista termodinámico, el vapor saturado, al entrar en contacto con los residuos, se condensa liberando calor latente, lo que permite elevar la temperatura interna del material y lograr la destrucción de microorganismos.
- Desde el punto de vista microbiológico, la esterilización responde a una cinética de inactivación logarítmica, lo que permite garantizar niveles de reducción de patógenos conforme a estándares internacionales.
- Asimismo, la solución se fundamenta en la necesidad de cumplir con la normativa nacional e internacional.

4.3. Descripción del sistema implementado

- Sistema de autoclave con inyección de vapor.
- Sistema de generación de vapor: caldera.

- Sistema de postratamiento: trituración de residuos esterilizados
- Sistema de desodorización: tratamiento de vapores y olores.
- Sistema de monitoreo y control: seguimiento en tiempo real de variables.
- Sistema de disposición final: permite la disposición segura.

4.4. Criterios de implementación

- Capacidad de tratamiento.
- Seguridad operativa.
- Eficiencia energética.
- Continuidad operativa.
- Cumplimiento normativo.

4.5. Evaluación de la solución (Metodología de desarrollo)

Tipo de investigación.

- Aplicada.
- Descriptiva - evaluativa.
- Enfoque cuantitativo.

4.6. Ventajas de la solución

- Eliminación efectiva de agentes patógenos.
- Reducción del riesgo sanitario en el aeropuerto.
- Disminución de la necesidad de transporte externo de residuos.
- Cumplimiento de normativa nacional e internacional.
- Menor impacto ambiental frente a tecnologías como la incineración.
- Operación continua y controlada.

V. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El presente capítulo describe el procedimiento metodológico seguido para la evaluación de la implementación de la planta de tratamiento de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante autoclaves horizontales con inyección de vapor en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chavez. La metodología se organiza en 05 fases secuenciales, correspondientes a los objetivos que se han planteado, y se sustenta en el análisis de información técnica obtenida durante el desarrollo del proyecto en la empresa ENVIRO ANDINOS S.A.C.

5.1. Fase 1: Levantamiento de información técnica

Esta fase tuvo como propósito recopilar toda la información técnica necesaria como base para el desarrollo de las evaluaciones posteriores. Las fuentes de información consultadas fueron documentos generados durante la ejecución del proyecto en ENVIRO ANDINOS S.A.C., los cuales incluyen:

- Fichas técnicas de los equipos: volteador (ANEXO 1), autoclaves horizontales (ANEXO 2), caldera generadora de vapor (ANEXO 3) y ablandador (ANEXO 4), triturador de residuos (ANEXO 5) y sistema de desodorización (ANEXO 6).
- Diagrama del flujo del proceso, y el plano de distribución de equipos (Layout) (ANEXO 7).
- Planos dimensionales: autoclave horizontal (ANEXO 8), caldera generadora de vapor (ANEXO 9), triturador de residuos (ANEXO 10); y sistema de desodorización (ANEXO 11).
- Especificaciones operativas del sistema de autoclave con inyección de vapor del proveedor GIENIT, referidas a condiciones de temperatura, presión, tiempo de ciclo y capacidad nominal
- Normativa nacional e internacional aplicable al tratamiento de residuos biopeligrosos en instalaciones aeroportuarias.

Dado que el presente trabajo evalúa la fase de implementación del sistema y no su operación en marcha, la información corresponde a los parámetros de diseño y condiciones nominales de los equipos, y no a registros de monitoreo operativo. Sin embargo, si se incluyó los certificados de inactivación microbiana realizado por un laboratorio ISO 17025, acreditado por INACAL (ANEXOS 12 y 13)

5.2. Fase 2: Evaluación técnica del sistema

La evaluación técnica se desarrolló a partir de la información recopilada en la Fase 1 y comprendió los siguientes componentes:

a) Base de diseño

La base de diseño se determinó a partir de la información del tráfico aéreo internacional proyectado para el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez y del factor de generación de residuos por pasajero establecido en la literatura técnica de referencia. Con estos datos se estimó la generación diaria de residuos biopeligrosos en kilogramos por día, valor que constituyó el parámetro de entrada para los cálculos de balance de masa y dimensionamiento de equipos.

b) Balance de masa

Se realizó el balance de masa del sistema de autoclave considerando las corrientes involucradas en el proceso de esterilización. Para cada ciclo de operación se identificaron y cuantificaron las siguientes corrientes:

- Corriente de entrada: masa de residuos biopeligrosos cargados por ciclo (kg/ciclo), según la capacidad nominal de las autoclaves.
- Corriente de vapor inyectado: masa de vapor saturado suministrado por la caldera durante el ciclo de esterilización (kg/ciclo).
- Corriente de condensado: masa de agua resultante de la condensación del vapor dentro de la cámara (kg/ciclo).

- Corriente de salida: masa de residuo tratado y reducido en volumen tras la esterilización y trituración (kg/ciclo).

El balance se expresó tanto por ciclo como por día de operación, en función del número de ciclos requeridos para tratar la generación diaria de residuos.

c) Balance de energía

El balance de energía se desarrolló para determinar el requerimiento térmico del proceso de esterilización y verificar la suficiencia de la caldera instalada. Se aplicó el principio de transferencia de calor por condensación del vapor saturado, expresado mediante la relación:

$$Q = m \times h_{ee}$$

Donde Q representa el calor liberado por condensación (kJ), m es la masa de vapor condensado (kg) y hfg es el calor latente de vaporización del agua a las condiciones de operación del sistema (kJ/kg). A partir de este cálculo se determinó el consumo de vapor requerido por ciclo y se estimó la producción de vapor necesaria por hora, verificando su compatibilidad con la capacidad nominal de la caldera instalada, obtenida de la ficha técnica correspondiente.

Adicionalmente, se estimó el consumo energético total de la planta (kWh/día y kWh por tonelada tratada), considerando el consumo eléctrico de los equipos principales señalado en las fichas técnicas.

d) Dimensionamiento y verificación de equipos

A partir de los resultados del balance de masa y del balance de energía, se verificó que la capacidad de los equipos instalados sea suficiente para atender la demanda diaria de tratamiento. Para cada equipo principal se comparó la capacidad nominal indicada en la ficha técnica con el requerimiento calculado, expresando el resultado como un índice de utilización o factor de carga. Los equipos evaluados fueron:

- Autoclaves horizontales: se verificó que la capacidad nominal por ciclo (kg/ciclo) y el número de ciclos posibles por día sean suficientes para tratar la generación diaria de residuos.

- Caldera generadora de vapor: se verificó que la producción nominal de vapor (kg/h) sea compatible con el requerimiento calculado en el balance de energía.
- Triturador de residuos: se verificó que su capacidad de procesamiento sea coherente con el flujo de residuos tratados.
- Sistema de desodorización: se verificó su capacidad de tratamiento de gases en función del volumen de la cámara de las autoclaves y las condiciones de operación.

Los planos dimensionales del sistema (PFD y layout) fueron revisados para verificar la coherencia entre la configuración del proceso y los equipos instalados, y se presentaron como parte de los resultados técnicos.

5.3. Fase 3: Evaluación económica

La evaluación económica se realizó a partir de los datos de costos del proyecto proporcionados por ENVIRO ANDINOS S.A.C. y comprendió los siguientes análisis:

a) Estimación del CAPEX (inversión inicial)

Se cuantificó la inversión total del proyecto sumando los costos de adquisición de equipos principales y auxiliares, ingeniería y diseño, suministros, instalación y montaje, y puesta en marcha. Los valores se obtuvieron a partir de los documentos de presupuesto y contratación del proyecto.

b) Estimación del OPEX (costos de operación y mantenimiento)

Se estimaron los costos anuales de operación considerando el consumo de energía eléctrica y combustible de la caldera (calculado a partir del consumo nominal de los equipos), los costos de mano de obra operativa, los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, y el consumo de insumos y materiales. A partir del OPEX anual se calculó el costo unitario por tonelada de residuo tratado.

c) Comparación con la alternativa de tercerización

Se comparó el costo de operación de la planta propia frente al costo estimado de contratar el

servicio de tratamiento a una empresa externa, tomando como referencia los precios de mercado para el tratamiento de residuos biopeligrosos en el Perú. Esta comparación permitió cuantificar el ahorro generado por la implementación del sistema propio.

d) Indicadores de viabilidad financiera

Con base en el CAPEX, el OPEX y el ahorro anual estimado, se calcularon los indicadores financieros de viabilidad del proyecto: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Período de Recuperación de la Inversión (PR). Estos indicadores permitieron ratificar que la implementación de la planta resulta económicamente justificada frente a la alternativa de tercerización.

5.4. Fase 4: Evaluación ambiental

La evaluación ambiental se desarrolló considerando que el presente trabajo corresponde a la fase de implementación del sistema y no a su operación en marcha. Por ello, no se dispone de registros de monitoreo de emisiones ni de efluentes reales. El análisis se sustentó en los parámetros técnicos nominales de los equipos instalados y en la comparación con otras tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos disponibles en la literatura técnica.

a) Evaluación de la eficacia microbiológica teórica

A partir de las condiciones nominales de operación del sistema (temperatura de 134 °C, presión de 3.6 bar y tiempo de exposición indicados en la ficha técnica de las autoclaves GIENT), se calculó el valor F_0 equivalente del ciclo de esterilización, el cual expresa el tiempo equivalente de esterilización a 136 °C. Con este parámetro se estimó la reducción logarítmica de microorganismos alcanzada, verificando el cumplimiento de los estándares internacionales de esterilización.

b) Estimación teórica de emisiones

Las emisiones asociadas al funcionamiento del sistema de autoclave se estimaron de forma teórica a partir del consumo nominal de combustible de la caldera generadora de vapor,

aplicando factores de emisión estándar para el tipo de combustible utilizado. No se consideraron emisiones atmosféricas directas del proceso de esterilización por vapor, ya que este no genera gases de combustión ni compuestos orgánicos volátiles inherentes al proceso.

c) Identificación de residuos secundarios

Se identificaron los residuos secundarios generados por el sistema a partir de los planos de proceso y las fichas técnicas de los equipos. Estos incluyen los condensados de vapor evacuados de las cámaras de las autoclaves, los vapores y olores tratados por el sistema de desodorización y el residuo sólido post-tratamiento. Para cada corriente se describió el mecanismo de disposición previsto en el diseño del sistema.

d) Comparación con tecnologías alternativas

Se realizó una comparación ambiental cualitativa y cuantitativa entre el sistema de autoclave implementado y las principales tecnologías alternativas para el tratamiento de residuos biopeligrosos: incineración, tratamiento por microondas y tratamiento químico. La comparación se estructuró en función de los criterios de emisiones atmosféricas, generación de residuos secundarios, consumo energético y riesgo de recontaminación, tomando como referencia datos reportados en la literatura técnica especializada.

5.5. Fuentes de información

Las fuentes de información empleadas en el presente trabajo se clasifican en tres categorías:

- Documentación técnica del proyecto: fichas técnicas de equipos, PFD, layout y documentos de presupuesto generados durante la ejecución del proyecto en ENVIRO ANDINOS S.A.C.
- Normativa técnica y legal: Decreto Legislativo N° 1278, D. S. N° 014-2017-MINAM, Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA/2018/DIGESA, directrices de la OMS, normativa OACI y lineamientos IATA.
- Literatura técnica especializada: publicaciones científicas, manuales de fabricantes y

estudios referenciados en el marco teórico, utilizados para la comparación ambiental y la verificación de parámetros de diseño.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Base del diseño

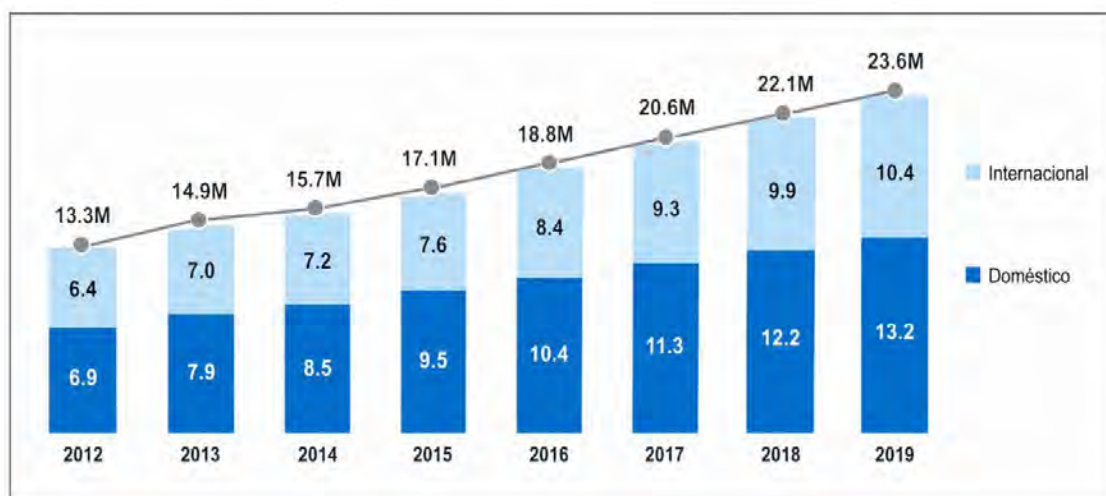
Constituye el punto de partida del presente trabajo, pues establece los parámetros operativos mínimos que el sistema de tratamiento debe ser capaz de atender. Su determinación se sustentó en la memoria de cálculo del edificio de residuos elaborada por el Consorcio Inti Punku para Lima Airport Partners (LAP) en el marco del Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez, y fue validada mediante la memoria de cálculo técnico elaborada por GIENT para el mismo proyecto (ANEXO 14).

A. Tráfico aéreo internacional del aeropuerto

El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez es el principal punto de ingreso aéreo al Perú y uno de los hubs más relevantes de América del Sur. El año de referencia para la determinación de ratios de vuelos ha sido el 2019, al ser el último año previo a la pandemia COVID-19, y por tanto, el más representativo del comportamiento normal del tráfico aéreo en el aeropuerto. Los datos relativos al año 2020 fueron descartados dado que el tráfico aéreo se vio drásticamente reducido por las restricciones sanitarias globales, lo que habría subestimado la demanda real del sistema.

Figura 9

Trafico anual de pasajeros en el aeropuerto Jorge Chavez (2012-2019)



Conforme a los registros de Lima Airport Partners (LAP), el Aeropuerto Internacional Jorge Chavez movilizó el año 2019 un total de 23,622,146 pasajeros, de los cuales 10,400,146 correspondieron a vuelos internacionales y 13,222,000 a vuelos domésticos. Del total de pasajeros internacionales, 5,198,594 correspondieron a vuelos de llegada al país, que son los generadores de los residuos biopeligrosos e infecciosos sujetos al tratamiento obligatorio. El detalle mensual del tráfico se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Trafico anual de pasajeros del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – Año 2019

Mes	Pasajeros domésticos	Pasajeros internacionales	Total
Enero	1,011,189	900,121	1,911,310
Febrero	961,141	823,443	1,784,584
Marzo	979,025	866,241	1,845,266
Abril	1,004,724	832,422	1,837,146
Mayo	1,133,050	889,125	2,022,175
Junio	1,079,265	836,326	1,915,591
Julio	1,194,076	933,055	2,127,131
Agosto	1,277,444	925,054	2,202,498
Septiembre	1,167,610	834,726	2,002,336
Octubre	1,132,500	878,238	2,010,738
Noviembre	1,120,784	837,910	1,958,694
Diciembre	1,161,192	843,485	2,004,677
TOTAL	13,222,000	10,400,146	23,622,146

Nota. Fuente: Lima Airport Partners (LAP), citado en Consorcio Inti Punku (2023). El total de pasajeros internacionales de llegada en 2019 fue de 5,198,594, equivalente al 50% del tráfico internacional total.

B. Factor de generación de residuos por pasajero

El factor de generación de residuos biopeligrosos por pasajero internacional de llegada fue determinado por el Consorcio Inti Punku a partir del análisis de los datos de residuos gestionados por la compañía de catering New Rest durante el año 2019, la cual atendió a las principales aerolíneas internacionales que operan en el aeropuerto, incluyendo Air France, British Airways, KLM, Plus Ultra y Sky.

El análisis discrimino la generación de residuos según la procedencia geográfica de los vuelos aplicando tasas de generación diferenciadas por región: 0.529 kg/pasajero para vuelos procedentes de Europa y America del Norte, y 0.132 kg/pasajero para vuelos de America del

Sur y America Central. Estas tasas fueron ponderadas según la distribución de pasajeros por origen, resultando en la ratio global indicado en la Tabla 2.

Tabla 2

Determinación del factor ponderado de generación de residuos por pasajero internacional de llegada

Región de origen	% de pasajeros	Tasa (kg/pax)	Tasa ponderada (kg/pax)
Europa	11%	0.529	0.06
América del Norte	27%	0.529	0.14
América Central	11%	0.132	0.01
América del Sur	51%	0.132	0.07
Factor total – Comidas	—	—	0.28 kg/pax
Factor total – Cabina	—	—	0.17 kg/pax
FACTOR TOTAL ADOPTADO	—	—	0.45 kg/pax

Nota. Fuente: Consorcio Inti Punku (2023), a partir de datos de New Rest y Anexo 17 de LAP. El factor de 0.45 kg/pasajero internacional de llegada integra tanto los residuos de comidas de catering (0.28 kg/pax) como los residuos de cabina (0.17 kg/pax)

Cabe destacar que este factor es significativamente más conservador que el rango de 0.83 a 2.5 kg/pasajero reportado por IATA (2026) para aeropuertos en general. Ello se explica porque el factor adoptado en el proyecto corresponde específicamente a los residuos biopeligrosos e infecciosos sujetos a esterilización, excluyendo los residuos comunes y valorizables generados en la operación aeroportuaria general, lo que confiere al valor una mayor precisión y representatividad para el dimensionamiento del sistema de autoclave.

C. Horizonte de diseño y generación diaria de residuos

El dimensionamiento del sistema de tratamiento se realizó para el horizonte de diseño establecido por LAP para el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chavez, denominado Día

de Diseño en Horizonte de Saturación (DDFS), que corresponde a una capacidad de 37.7 millones de pasajeros por año. Para este horizonte, el número de pasajeros internacionales de llega por día de diseño asciende a 27,816 pasajeros.

A partir de este dato y del factor de generación determinado en la sección anterior, se calculó la generación diaria de residuos biopeligrosos e infecciosos que el sistema de tratamiento debe estar en capacidad de procesar. El desarrollo del cálculo se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Cálculo de la generación diaria de residuos biopeligrosos – Horizonte DDFS 37.7 Mpax/año

Parámetro	Valor	Unidad
Capacidad de diseño del aeropuerto (DDFS)	37,700,000	pax/año
Pasajeros internacionales de llegada – día de diseño	27,816	pax/día
Factor de generación de residuos biopeligrosos	0.45	kg/pax
Generación diaria de residuos biopeligrosos	12,517	kg/día
Generación diaria adoptada como base de diseño	12,517	kg/día

Nota. Fuente: Consorcio Inti Punku (2023) y GIENT (2023). El valor de 12,517 kg/día fue adoptado directamente como base de diseño tanto por el Consorcio Inti Punku en la memoria de cálculo del Edificio de Residuos como por GIENT en su memoria de cálculo técnico del sistema de autoclave.

D. Determinación del número de ciclos requeridos y verificación de capacidad

Con la generación diaria establecida en 12,517 kg/día y la capacidad nominal de las autoclaves GIENIT a instalarse, se determinó el número de ciclos requeridos por día para atender la demanda del sistema. La memoria técnica de GIENIT (2023) consideró una densidad de residuos de 80 a 100 kg/m³ para el cálculo volumétrico, y estableció que el sistema opera con 16 ciclos por día por cada autoclave a instalarse.

La capacidad efectiva por autoclave por ciclo se determinó aplicando un factor de carga del 100 % sobre la capacidad nominal del equipo, que garantiza la correcta penetración del vapor en la masa de residuos y asegura la eficacia del proceso de esterilización. El desarrollo del cálculo se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4

Determinación de ciclos requeridos y capacidad efectiva por autoclave

Parámetro	Valor	Unidad
Generación diaria de residuos (base de diseño)	12,517	kg/día
Número de autoclaves instaladas	2	unidades
Número de ciclos por día (sistema)	32	ciclos/día
Ciclos por autoclave por día	16	ciclos/unid/día
Generación diaria por autoclave	6,258.50	kg/día/autoclave
Capacidad efectiva por autoclave por ciclo	391.15	kg/ciclo
Intervalo entre ciclos por autoclave (operación continua)	180	min/ciclo

Nota. El intervalo de 60 min/ciclo por autoclave resulta de considerar 16 horas de operación por lote divididas entre 16 ciclos por unidad por día ($16 \text{ h} \times 60 \text{ min} \div 16 \text{ ciclos} = 60 \text{ min/ciclo}$). Este valor se verifica contra el tiempo de ciclo total indicado en la ficha técnica del equipo GIENIT, que comprende las fases de acondicionamiento, esterilización y enfriamiento.

E. Caracterización volumétrica de los residuos y efecto de la trituración

Adicionalmente al análisis másico, la memoria técnica de GIENT (2023) incluyó la caracterización volumétrica de los residuos, aspecto relevante para verificar la compatibilidad entre el volumen de residuos a tratar y el volumen útil de las cámaras de las autoclaves. Para ello se analizó y aceptado por el cliente el valor de densidad, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Caracterización volumétrica de residuos según escenario valor de densidad – GIENT (2023)

Parámetro	VALOR Densidad 100 kg/m³
Generación diaria (kg/día)	12,517
Densidad de residuos (kg/m ³)	100
Volumen bruto a tratar por día (L)	125,170
Número de ciclos por día	16
Volumen de tratamiento por ciclo (L)	8,000
Factor de reducción post-trituración	0.6
Volumen post-trituración por día (L)	50,068

Nota. Fuente: GIENT Memoria de Cálculo 230203. El factor de reducción de volumen post-trituración de 0.60 indica que, tras el proceso de trituración integrado al sistema, el volumen final del residuo tratado representa el 60% del volumen bruto, lo que reduce significativamente el requerimiento de almacenamiento y transporte del residuo esterilizado tratado para su disposición final.

F. Base de diseño consolidada

La Tabla 6 consolida los parámetros que constituyen la base de diseño del sistema de tratamiento.

Tabla 6

Resumen consolidado de la base de diseño del sistema de tratamiento

Parámetro	Valor	Unidad
Año de referencia para ratios de generación	2019	—
Horizonte de diseño (DDFS)	37,700,000	pax/año
Pasajeros internacionales de llegada – día de diseño	27,816	pax/día
Factor de generación – comidas de catering	0.28	kg/pax
Factor de generación – residuos de cabina	0.17	kg/pax
Factor de generación total adoptado	0.45	kg/pax
Generación diaria de residuos biopeligrosos	12,517	kg/día
Densidad de residuos (rango de diseño)	80 – 100	kg/m ³
Número de autoclaves instaladas	2	unidades
Número de ciclos por día (sistema)	32	ciclos/día
Ciclos por autoclave por día	16	ciclos/unid/día
Capacidad efectiva por autoclave por ciclo (60% carga)	391.15	kg/ciclo
Volumen de tratamiento por ciclo	8,000	L/ciclo
Factor de reducción post-trituración	0.6	—
Volumen post-trituración por día	50,068	L/día

Nota. Fuente: Consorcio Inti Punku (2023) y GIEN (2023). Los parámetros consolidados en esta tabla constituyen la referencia para la evaluación técnica del sistema en las secciones siguientes.

La base de diseño establecida en 12,517 kg/día de residuos biopeligrosos e infecciosos resulta de la aplicación rigurosa de datos reales de generación del aeropuerto, complementada con un análisis de caracterización de residuos realizado por el Consorcio Inti Punku en julio de 2022. Este enfoque metodológico, basado en datos primarios del propio aeropuerto confiere a la base de diseño un alto nivel de representatividad y precisión.

Un aspecto relevante es que el horizonte de diseño DDFS de 37.7 Mpax/año representa 1.7 veces del tráfico registrado en 2019 (23.6 Mpax/año), lo que implica que el sistema fue dimensionado para atender la demanda máxima proyectada del aeropuerto y no la demanda actual. Esto garantiza que la capacidad instalada sea suficiente para sostener la operación durante el período de vida útil de la planta, estimado en al menos 20 años según las especificaciones del fabricante GIENT.

6.2. Evaluación técnica

La evaluación técnica se desarrolló a partir de los parámetros de la base de diseño establecidos en la sección anterior y de las especificaciones técnicas nominales de los equipos instalados, obtenidas de las fichas técnicas proporcionadas por GIENT. El análisis comprende el balance de masa, el balance de energía, el dimensionamiento y verificación de equipos, y la estimación del consumo energético total del sistema.

6.2.1. Balance de masa

El balance de masa se realizó para el sistema de autoclave con inyección de vapor, identificando todas las corrientes de entrada y salida del proceso por ciclo y por día de operación. El sistema recibe como entrada los residuos biopeligrosos cargados en la autoclave, junto con el vapor saturado suministrado por la caldera a 3.6 bar. Las corrientes de salida comprenden el residuo esterilizado y triturado, el condensado de autoclave conducido a la PTAR del aeropuerto y los vapores residuales y olores tratados en el sistema de desodorización.

Tabla 7

Balance de masa del sistema de tratamiento – corrientes de proceso por ciclo y por día

Corriente	Variable	Valor	Unidad
Residuos biopeligrosos (entrada)	Masa por ciclo	790	kg/ciclo
	Masa total por día (32 ciclos, 2 autoclaves)	12,517	kg/día
Vapor saturado (entrada)	Masa de vapor por ciclo (2 autoclaves)	800	kg/ciclo
	Masa de vapor por día (16 ciclos, 2 autoclaves)	12,800	kg/día
Residuo esterilizado y triturado (salida)	Masa de residuo tratado por día	12,517	kg/día
	Volumen post-trituración (densidad 100 kg/m ³ , f.r. 0.60)	≈ 50.0	m ³ /día
Condensado de autoclave (salida)	Temperatura de drenaje	≤ 60	°C
	Diámetro de línea de drenaje principal	DN150	—
Gases residuales (salida)	Presión de colección	Negativa	—
	Temperatura máxima de gases	≤ 60	°C

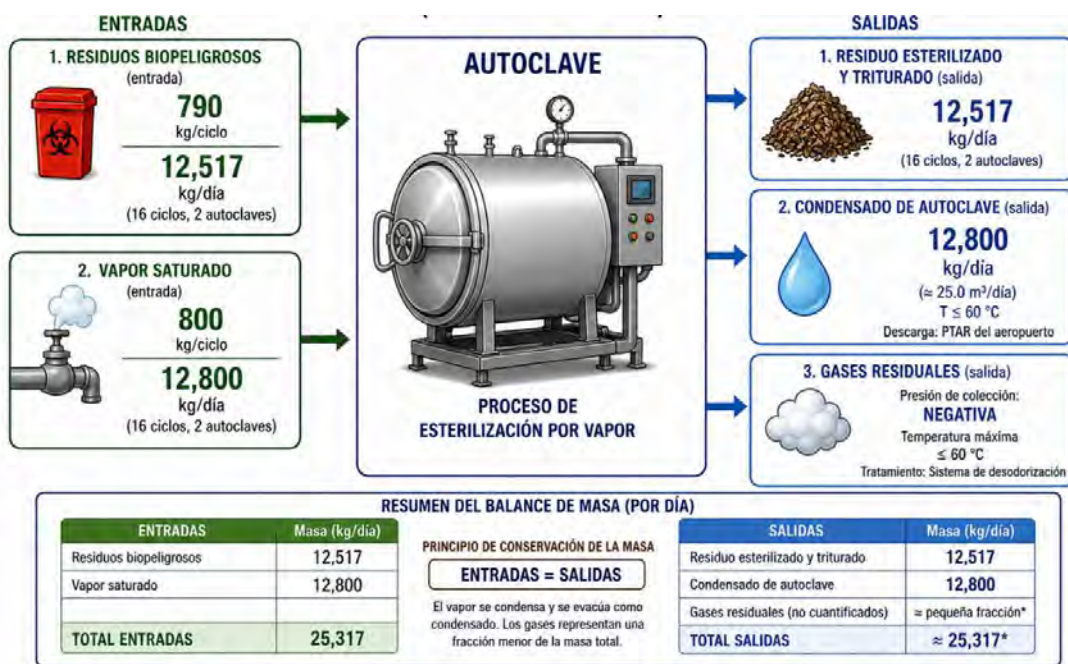
Nota. Los valores de masa por ciclo se calculan sobre la capacidad efectiva al 60% de carga las autoclaves GIEN T MWC-1000×4 (Vol. cámara = 4,000 L; densidad de diseño = 100 kg/m³). El volumen post-trituración incorpora el factor de reducción de 0.60 indicado en el ANEXO 01 oferta técnica GIEN T. Fuente: Consorcio Inti Punku (2023), GIEN T (2023).

A continuación, se presenta un gráfico del balance de masa del sistema, fundamentado en las especificaciones de diseño del fabricante GIEN T. Se considera una masa de vapor inyectada de 800 kg/ciclo por unidad, parámetro crítico para garantizar la inactivación microbiana y alcanzar las condiciones de operación de 134 °C a 52 PSI.

Bajo un régimen de 32 ciclos diarios distribuidos en dos autoclaves, el requerimiento de vapor promedio del sistema asciende a 800 kg/h. Al contrastar este valor con la producción nominal de la caldera instalada (2,000 kg/h), se obtiene un Factor de Utilización de la caldera del 40.00%. Estos resultados confirman que la infraestructura térmica actual no solo cubre la demanda operativa de manera eficiente, sino que mantiene una reserva de capacidad del 60 % para absorber picos de demanda o futuras ampliaciones en la línea de tratamiento.

Figura 10

Balance de masa del autoclave



* Los gases residuales corresponden a una fracción mínima de la masa total del sistema.

Nota. *Elaboración propia*

6.2.2. Balance de energía

El balance de energía del sistema se realizó evaluando el calor útil requerido por la caldera para generar el vapor de proceso y el consumo eléctrico de cada equipo instalado. El análisis permite cuantificar el consumo energético total e identificar los equipos de mayor demanda energética para la optimización operativa.

Tabla 8*Balance de energía del sistema – requerimiento térmico de la caldera*

Parámetro	Valor	Unidad
Calor latente de vaporización del agua a 10 bar (h_{fg})	2,156.15	kJ/kg
Calor útil requerido por la caldera ($Q_{\text{útil}}$)	4,030,000	kJ/h
Eficiencia de la caldera (η)	85	%
Calor suministrado al sistema ($Q_{\text{suministrado}}$)	1,724,920	kJ/h
Masa de vapor requerida por ciclo (por autoclave)	400	kg/ciclo
Requerimiento de vapor para 2 autoclaves en operación simultánea	800	kg/h

Nota. El calor latente de vaporización $h_{fg} = 2,156.15$ kJ/kg corresponde al vapor saturado a 10 bar (tablas termodinámicas estándar). $Q_{\text{suministrado}} = Q_{\text{útil}} / \eta$ caldera. La masa de vapor requerida por ciclo se calcula como $Q_{\text{ciclo}} / h_{fg}$, donde Q_{ciclo} incluye el calentamiento del residuo y de la cámara. Fuente: Fichas técnicas GIEN; tablas de vapor saturado (Çengel & Boles, 2015). ANEXO 016

Figura 11

Balance de energía del sistema autoclave (por hora)



Nota. *Elaboración propia*

6.2.3. Dimensionamiento y verificación de equipos

A partir de los resultados del balance de masa y energía, se verificó que la capacidad de cada equipo principal sea suficiente para atender la demanda diaria del sistema. La verificación se realizó comparando la capacidad nominal de cada equipo, obtenida de las fichas técnicas, con el requerimiento calculado, expresando el resultado como factor de utilización (FU). Un FU menor al 100% confirma que el equipo es suficiente para atender la demanda diaria del sistema; valores cercanos al 80% representan una utilización eficiente con margen de reserva para mantenimiento.

a) Autoclaves horizontales GIEN

Tabla 9

Verificación de capacidad de las autoclaves horizontales GIEN

Parámetro	Valor	Unidad
Modelo de autoclave	Gient/ MWC-1000X4	—
Dimensiones	6300x2200x2280	mm
Volumen de cámara por unidad	4000	L
Temperatura nominal de esterilización	134 °C	°C
Presión nominal de operación	0.36	MPa
Tiempo de ciclo total (acondicionamiento + esterilización + secado)	60 min	min
Capacidad efectiva por ciclo al 60% de carga	790	kg/ciclo
Ciclos requeridos por autoclave por día	16	ciclos/unid/día
Tiempo total requerido por día (8 ciclos $\times$ t_ciclo)	960 min	min/día
Tiempo disponible por autoclave por día (operación continua)	1,440	min/día
Factor de utilización temporal (requerido/disponible)	66.66%	—

Nota. El factor de utilización temporal debe ser menor al 100% para confirmar la viabilidad operativa. Si el tiempo total requerido supera los 1,440 min/día disponibles, el número de ciclos deberá ajustarse o evaluarse la incorporación de una unidad adicional.

b) Caldera generadora de vapor

Tabla 10

Verificación de capacidad de la caldera generadora de vapor

Parámetro	Valor	Unidad
Marca y modelo	Gient/WNS2-1.0-Y(Q)	—
Dimensiones	4310x1940x2190	mm
Tipo de combustible	GLP	—
Potencia nominal	±9.2	kW
Producción nominal de vapor	±2000	kg/h
Presión de trabajo	1	MPa
Consumo de combustible GNV	±173	Nm ³ /h
Consumo de combustible GLP	±136	Kg/h
Requerimiento de vapor calculado (2 autoclaves)	800.00	kg/h
Factor de utilización de la caldera	40.00 %	—

Nota. El requerimiento de vapor calculado proviene del balance de energía (Tabla 10). El factor de utilización de la caldera se obtiene dividiendo el requerimiento calculado entre la producción nominal.

c) Triturador de residuos

Tabla 11

Verificación de capacidad del triturador de residuos

Parámetro	Valor	Unidad
Marca y modelo	Gient/GS-30	—
Dimensiones	4500x3150x5500	mm
Capacidad nominal de trituración	2.4	Ton/h
Consumo eléctrico nominal	31.5	kW
Flujo de residuos a triturar por día	12,640	kg/día
Horas de operación requeridas del triturador por día	6.32	h/día
Factor de utilización del triturador	22%	—

Nota. El factor de utilización del triturador se calcula como las horas requeridas divididas entre las 24 horas disponibles de operación continua. Un factor menor al 80% garantiza disponibilidad para mantenimiento.

d) Sistema de desodorización

Tabla 12

Verificación de capacidad del sistema de desodorización

Parámetro	Valor	Unidad
Tipo de sistema	Ventilador centrífugo	—
Dimensiones	2000x2000	mm
Caudal nominal de tratamiento de gases	15000	m ³ /h
Consumo eléctrico nominal	15	kW
Caudal de vapores generados por el sistema (requerimiento)	1,600	m ³ /h
Factor de utilización del sistema de desodorización	10,67 %	—

Nota. El caudal de gases requerido 1600 m³/h corresponde al volumen de vapores evacuados por las autoclaves durante la fase de acondicionamiento y post-esterilización, obtenido de la ficha técnica del equipo GIENI.

6.2.4. Consumo energético total del sistema

El consumo energético del sistema se encuentra detallado en el análisis de costos operativos (OPEX), donde se proyecta un requerimiento de energía eléctrica de 934,400 kWh para un periodo de funcionamiento de 20 años. En cuanto al consumo térmico, el sistema está diseñado para utilizar Gas Licuado de Petróleo (GLP) con un consumo nominal de 15,884,800 kg, aunque se estima un consumo real optimizado del 50%, equivalente a 7,942,400 kg durante su vida útil. Estas estimaciones se basan en una operación continua de 365 días al año para procesar una carga diaria de 12,800 kg de residuos, integrando tanto el funcionamiento de las autoclaves como el sistema de trituración y los equipos auxiliares de la planta.

6.2.5. Descripción del diagrama de flujo del proceso (PFD) y distribución de equipos (layout) – ANEXO 7

6.2.5.1. Descripción del diagrama de flujo del proceso (PFD)

El diagrama de flujo del proceso (PFD) del sistema de tratamiento de residuos biopeligrosos implementado en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez representa de forma

esquemática las corrientes de proceso, los equipos principales y sus interconexiones operativas.

a) Suministros al sistema

El sistema de tratamiento opera con tres suministros externos principales

- Suministro eléctrico: corriente alterna trifásica a 380 V / 60 Hz, con una potencia total instalada del sistema de 78 kW. Este suministro alimenta el panel de control centralizado, los controles locales de las autoclaves, el triturador, la caldera y el sistema de gases residuales.
- Suministro de agua: agua dura a presión de 0.4 MPa (60 psi) a temperatura ambiente, destinada a la alimentación de la caldera previa ablandamiento, al lavado de contenedores y a las necesidades sanitarias del sistema.
- Vapor saturado: la caldera genera vapor saturado a razón de 2 t/h a una presión de 1.0 MPa (145 psi / 10 bar), que es conducido a las dos autoclaves para el proceso de esterilización.

b) Etapas del proceso tecnológico

El proceso tecnológico se desarrolla en las siguientes etapas secuenciales:

- Etapa 1 Recepción y pesaje: los residuos biocontaminados, transportados desde las aeronaves mediante furgonetas especializadas, son recibidos en el área de ingreso de residuos biocontaminados. Los desechos se vacían a través del tipper (volcador) hacia los contenedores SS304 de basura, que son luego introducidos en las autoclaves para su esterilización.
- Etapa 2 Pre-vacío: se crea un vacío inicial en la cámara de la autoclave para preparar los residuos para la esterilización, eliminando el aire atrapado que impediría la penetración uniforme del vapor.
- Etapa 3 Calentamiento y esterilización: se aplica calor bajo condiciones de presión

controlada mediante la inyección de vapor saturado proveniente de la caldera, destruyendo los microorganismos patógenos presentes en los residuos.

- Etapa 4 Ventilación: introducción controlada de aire o gas para reducir la presión interna de la cámara al finalizar la fase de esterilización.
- Etapa 5 Post-vacío: aplicación de un vacío adicional después de la esterilización para eliminar cualquier resto de aire o gas residual.
- Etapa 6 Drenaje: extracción de los líquidos acumulados (condensado) durante el proceso de esterilización, que son evacuados hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales del edificio.
- Etapa 7 Apertura y manipulación de residuos: una vez completada la esterilización, se abre la puerta de la autoclave y los residuos esterilizados son retirados y trasladados mediante el sistema de volcado (dumper) al triturador para su procesamiento final.
- Etapa 8 Trituración: los residuos esterilizados son procesados en el triturador, completando la reducción del volumen en un 60% respecto al volumen original. El residuo triturado es trasladado como residuo municipal al relleno sanitario.

c) Corrientes de efluentes del sistema

El PFD identifica tres corrientes de aguas residuales generadas por el proceso, que son conducidas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del aeropuerto:

- Línea DN150: aguas a temperatura igual o inferior a 60°C, sin presión adicional. Corresponde al condensado evacuado durante la fase de drenaje de las autoclaves.
- Línea DN100 (temperatura ambiente): aguas a temperatura ambiente, provenientes del lavado de contenedores y drenajes generales del sistema.
- Línea DN100 (presión ≤ 0.2 MPa, $T < 100^\circ\text{C}$): aguas a presión moderada y temperatura inferior a 100°C, correspondiente a drenajes de la caldera y del sistema de

ablandamiento de agua.

Adicionalmente, el sistema genera vapores residuales a presión negativa y temperatura igual o inferior a 60°C, que son conducidos al sistema de tratamiento de vapores residuales (sistema de desodorización) antes de su liberación a la atmósfera. Estos vapores se producen principalmente en dos puntos: al abrir la puerta de la autoclave y en la tolva de la trituradora.

d) Sistema de control

El sistema opera bajo un esquema de control centralizado, con un panel de control principal que supervisa los controles locales de las autoclaves, el triturador, la caldera y el sistema de vapores residuales. Este diseño garantiza la trazabilidad de los parámetros de proceso (temperatura, presión, tiempo) en cada ciclo de esterilización, permitiendo el registro y monitoreo en tiempo real de las variables críticas de operación.

6.2.5.2.Descripción de la distribución de equipos (layout)

La distribución física de los equipos del sistema de tratamiento se establece en dos documentos complementarios: el plano de distribución general del Edificio de Manejo de Residuos elaborado por el Consorcio Inti Punku para LAP (Anexo 16) y los planos de Guía de Preinstalación elaborados por GIENT.

a. Edificio de residuos – distribución general

El Edificio de Manejo de Residuos del Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez tiene unas dimensiones de 82.50 m × 60.00 m, organizado en una grilla estructural de módulos de 7.50 m. El edificio contempla acceso diferenciado para el Lado Aire (LA) y el Lado Tierra (LT), con controles de acceso independientes para cada frente (AT_10_012 y AT_10_023), garantizando la separación de flujos de residuos contaminados y residuos tratados.

Las zonas funcionales del edificio, tal como figuran en el plano de distribución del Consorcio

Inti Punku, son las siguientes:

- Zona de descarga y preclasificación (AT_10_013): área de recepción de residuos provenientes de la terminal de pasajeros y las aeronaves, con acceso por muelle de descarga. Incluye báscula para el pesaje de los residuos.
- Zona de residuos biocontaminados y autoclave (CI_10_016 / AT_10_019): zona de acceso restringido donde se ubica el sistema de autoclaves horizontales GIENT para el tratamiento de los residuos biopeligrosos e infecciosos. Esta zona opera bajo protocolo de bioseguridad con separación de flujo sucio (entrada de residuos sin tratar) y flujo limpio (salida de residuos tratados).
- Zona de instalaciones / caldera: área contigua a la zona de autoclaves, donde se ubica la caldera generadora de vapor y los sistemas auxiliares de ablandamiento de agua. Incluye las conexiones de vapor, condensado y agua hacia el sistema de autoclaves.
- Zona de residuos sólidos peligrosos (AT_10_009): almacenamiento de residuos peligrosos no biocontaminados generados en la operación aeroportuaria.
- Zona de residuos líquidos peligrosos (AT_10_010): almacenamiento de residuos líquidos peligrosos.
- Zona de residuos sólidos comunes (AT_10_011): almacenamiento de residuos comunes generados en la terminal y áreas urbanas del aeropuerto, con acceso a preclasificación y zona de segregación para residuos valorizables (cartón, plástico, metales, Tetra Pak).
- Zona de residuos comunes post-autoclave: área de acopio temporal del residuo sólido esterilizado y triturado, previo a su disposición final en relleno sanitario municipal.
- Servicios complementarios: oficina y laboratorio (AT_10_022), cuartos de

cableado (AT_10_021 y SH_10_016), salas eléctricas (TGBT-A, MT-A, MT-B, TGBT-B, UPS), vestuarios y aseos diferenciados por género (SH_10_001, SH_10_002, SH_10_003), kitchenette (AP_10_002) y lavado de contenedores (AT_10_020).

b. Distribución interna del sistema de tratamiento (zona de autoclaves)

La distribución interna del sistema de tratamiento, conforme a los planos de Guía de Preinstalación elaborados por GIENT, organiza los equipos en las siguientes posiciones:

- Autoclaves: se instalan 2 autoclaves horizontales (Autoclave 1 y Autoclave 2), cada una asociada a un sistema tipper independiente (Tipper 1 y Tipper 2) para la carga de residuos mediante contenedores metálicos SS304 de 1000 litros. Cada autoclave dispone de 04 contenedores metálicos de 1000 L como elementos de carga.
- Sistema de tratamiento de vapores residuales: ubicado en la parte posterior del edificio, incluye el filtro de carbón activo, la torre de absorción y el sistema de ventilación. Los vapores se colectan a presión negativa ($T \leq 60^{\circ}\text{C}$) y son tratados antes de su liberación al ambiente.
- Triturador: ubicado en el extremo opuesto a la carga de residuos, recibe los residuos esterilizados descargados tras la apertura de la autoclave y procede a su reducción de volumen.
- Caldera: ubicada en zona independiente adyacente a las autoclaves, con conexiones de vapor (1.0 MPa / 145 psi) y agua ablandada.
- Bloque de vapor y agua: concentra las válvulas, medidores de presión y temperatura, y conexiones de distribución de vapor y condensado entre la caldera y las autoclaves.
- Lavador manual de contenedores: área de desinfección y limpieza de los contenedores SS304 de carga, ubicada próxima a la salida del sistema de autoclaves para el ciclo de limpieza antes de la siguiente carga.

La nota técnica incluida en los planos de GIENT establece que el ambiente donde se instala el Equipo D-211 debe contar con recirculación de aire natural en todo momento, requisito que fue incorporado en el diseño de ventilación del edificio de residuos.

6.2.6. Resumen de discusión de la evaluación técnica

La Tabla 13 consolida los principales indicadores técnicos del sistema, integrando los resultados del balance de masa, balance de energía, verificación de equipos y consumo energético.

Tabla 13

Resumen de indicadores técnicos del sistema de tratamiento

Parámetro	Valor	Unidad
Generación diaria de residuos (base de diseño)	12,640	kg/día
Número de autoclaves instaladas	2	unidades
Ciclos de esterilización por día (sistema)	32	ciclos/día
Capacidad efectiva por ciclo por autoclave	400	kg/ciclo
Temperatura de esterilización	134 °C	°C
Presión de operación	0.36	MPa
Tiempo de ciclo total	60 min	min
Masa de vapor requerida por ciclo	800 kg	kg/ciclo
Factor de utilización de la caldera	40.00 %	—
Factor de utilización temporal de las autoclaves	66.67 %	—
Consumo energético total del sistema	27, 980.8 kWh/día	kWh/día
Consumo específico por tonelada tratada	2 186	kWh/ton

El sistema presenta una configuración robusta con un margen de maniobra significativo.

El Factor de Utilización Temporal (FU_t) de las autoclaves se sitúa en un 66.67%, lo que indica

que, bajo la carga actual de 16 ciclos diarios, el equipo opera de manera eficiente con amplia disponibilidad. Por su parte, la caldera industrial Gient/WNS2-1.0-Y(Q) muestra un Factor de Utilización (FUcal) del 40.00%, confirmando una reserva de potencia térmica adecuada para la demanda operativa de 1200 kg/h de vapor. En contraste, el triturador de residuos opera con un factor de utilización del 10.67% sobre una jornada de 24 horas.

El consumo energético total del sistema se estima en 27,980.8 kWh/día, compuesto por la integración de las cargas eléctrica y térmica. El consumo eléctrico representa 128 kWh/día, calculado a partir de un requerimiento proyectado de 934,400 kWh para los 20 años de vida útil del sistema. Por su parte, el consumo térmico constituye la mayor carga energética con 27,852.8 kWh/día, derivados del uso de 2,176 kg/día de GLP necesarios para satisfacer la demanda de vapor del sistema de autoclaves.

El consumo específico por tonelada tratada se calculó en 2,186 kWh/ton, considerando una capacidad de procesamiento de 12.8 toneladas diarias. Si bien este valor es superior a los rangos referenciales de literatura para sistemas de autoclave (100 a 300 kWh/ton), este resultado se atribuye a que el diseño está dimensionado para garantizar una alta eficiencia microbiológica y a la configuración actual de la infraestructura térmica, la cual permite absorber futuras expansiones en la generación de residuos del aeropuerto.

En conclusión, el sistema cuenta actualmente con una "capacidad de reserva" diseñada a propósito. Debido a que la caldera es muy potente, consume una cantidad inteligente de combustible para mantenerse lista y garantizar que los residuos queden totalmente libres de gérmenes. Al procesar pocos residuos en comparación con todo lo que la caldera puede proporcionar, por cada tonelada tratada se sitúa en 2,186 kWh/ton, un valor que parece alto en comparación con sistemas más pequeños. Sin embargo, esta configuración asegura que el proyecto pueda crecer; es decir, permitirá procesar un volumen mucho mayor de residuos en el futuro sin tener que comprar equipos nuevos. Conforme aumente la cantidad de basura

tratada hacia la capacidad máxima del sistema, el gasto de energía se repartirá mejor y la planta se volverá mucho más eficiente y económica por cada kilo procesado.

6.3. Evaluación económica

La evaluación económica ratifica la viabilidad de la inversión realizada para la implementación de la planta de tratamiento de residuos biopeligrosos mediante autoclaves horizontales con inyección de vapor en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (NAIJC). El análisis se estructura en tres componentes: (a) costos de inversión o capital (CAPEX), que incluyen el suministro de equipos, logística de importación, instalación y servicios de ingeniería y comisionamiento; (b) costos de operación y mantenimiento (OPEX), que comprenden el consumo energético, repuestos, mantenimiento y personal operativo; y (c) análisis de viabilidad económica comparativa respecto a la alternativa de externalización del servicio de tratamiento de residuos biopeligrosos.

6.3.1. Costos de inversión (CAPEX)

a. Suministro de equipos

La oferta económica GIENT N° 124207R (ANEXO 17) desagrega el costo de suministro de equipos distinguiendo entre los alcances de base (incluidos en el precio fijo) y los alcances opcionales adquiridos para la implementación completa del sistema. La Tabla 14 presenta el detalle del costo de cada componente del sistema.

Tabla 14*Detalle de costos de suministro de equipos*

Ítem	Cant.	P. Unitario (USD)	Total (USD)
1.0 – Tipper / volteador automático TC-MWC1000×4	2 und	\$6,000	\$12,000
1.1.1 – Autoclave GIENT MWC-1000×4 (c/plataforma automatizada, bomba vacío, bins SS304, condensador, control)	2 und	\$140,000	\$280,000
1.1.2 – Contenedores acero inox. 304 – 1,000 L (4 und/set)	2 set	\$16,000	\$32,000
1.1.3 – Sello ASME U Stamp autoclaves (opcional)	2 glb	\$10,000	\$20,000
1.2 – Sistema de trituración GIENT GS-30 (dumper, triturador, tolva, tablero, screw conveyor)	1 glb	\$120,000	\$120,000
1.3.1 – Caldera de vapor GLP GIENT WNS2-1.0-Y(Q) (caldera, tablero, ablandador, bomba, válvulas, tuberías)	1 glb	\$55,000	\$55,000
1.3.2 – Sello ASME U Stamp caldera (opcional)	1 glb	\$10,000	\$10,000
1.4.1 – Lavadora portátil alta presión contenedores 1,100 L	1 und	\$7,000	\$7,000
1.4.2 – Sistema de control centralizado CICS (hardware + software)	1 glb	\$20,000	\$20,000
1.4.3 – Sistema de desodorización SDA-MWC-1000×4 (campanas, torre, carbón activo, ventilador, chimenea)	1 glb	\$45,000	\$45,000
1.4.4 – Repuestos 2 años – 2 autoclaves	1 glb	\$5,680	\$5,680
1.4.5 – Repuestos 2 años – 1 triturador	1 glb	\$9,160	\$9,160
1.4.6 – Repuestos 2 años – 1 caldera	1 glb	\$2,040	\$2,040
SUBTOTAL EX FÁBRICA CHONGQING, CHINA			\$617,880

Nota. Los precios corresponden a la Oferta Económica N° 124207R – GIENT, de fecha 1 de junio de 2023, en condiciones Ex Fábrica Chongqing, China. El subtotal de \$617,880 USD incluye la totalidad de los ítems de alcance base y opcional adquiridos para la implementación del sistema. Tipo de cambio referencial: S/ 3.75/USD (BCRP, 2023). El Autoclave MWC-1000×4 es el equipo de mayor valor unitario (\$140,000 USD/unidad).

b. Costos de logística, importación e instalación

El costo ex fábrica no incluye el transporte marítimo del equipo hasta el sitio de la obra en el NAIJC. La Tabla 15 consolida todos los costos adicionales hasta poner los equipos en planta y ejecutar su instalación, constituyendo el CAPEX total de bienes puesto en planta (ANEXO 18).

Tabla 15

Costos de logística, importación e instalación – CAPEX bienes puesto en planta (USD)

Concepto	Monto (USD)	Observación
Precio Ex Fábrica Chongqing, China	\$617,880	Subtotal equipos
Flete marítimo Chongqing – Callao	\$20,000	Aprox. 5 contenedores
Seguro de transporte internacional	\$5,000	≈ 0.80% del valor
Precio CIF Callao	\$642,880	
Impuestos (18%)	\$115,720	Sobre valor CIF
Percepción 3.50%	\$22,500	Sobre valor CIF
Transporte desde puerto Callao a planta NAIJC	\$2,000	5 contenedores
Resguardo policial (traslado)	\$500	Seguridad
Cuadrilla de descarga de contenedores	\$2000	Estimado en obra
Comisión agente aduana (0.80%)	\$5140	Sobre valor CIF
SUBTOTAL EQUIPOS PUESTOS EN PLANTA (CIF + internación)	\$790,740	
Costos de instalación de equipos complejos (35% sobre subtotal)	\$276,760	Incluye montaje, conexiones, civil menor
COSTO TOTAL CAPEX BIENES EN PLANTA NAIJC	\$1,0675,500	

Nota. El costo de instalación de equipos complejos (35% sobre el subtotal de equipos puesto en planta) incluye trabajos de montaje mecánico, conexiones eléctricas y de proceso, obras civiles menores y supervisión de obra. Este porcentaje es consistente con factores de instalación típicos para equipos industriales de proceso en Perú (Engineering News-Record, 2023; AACE International, 2020). El seguro de transporte se estimó en 0.80% del valor CIF. La percepción importación fue de 3.50% sobre el valor CIF Callao, conforme a la fracción arancelaria aplicable (SUNAT, 2023).

c. Costos de servicios de ingeniería y comisionamiento (CAPEX servicios)

El alcance de servicios del contrato EPC incluye la ingeniería de detalle, la supervisión de instalación por parte del fabricante (vendedor), el precomisionamiento, el comisionamiento (puesta en marcha con pruebas de inactivación microbiana y análisis de combustión) y la capacitación del personal operativo de LAP. Estos servicios constituyen el CAPEX de intangibles del proyecto.

Tabla 16

Costos de servicios de ingeniería y comisionamiento – CAPEX servicios (USD)

Servicio	Monto (USD)	Descripción
1. Precomisionamiento del sistema	\$11,040	Pruebas previas a la puesta en marcha
2. Ingeniería de detalle y taller	\$16,000	Planos, memorias, BIM LOD 400
3. Supervisión de instalación (vendedor)	\$36,220	Ingeniero GIENT en obra
4. Comisionamiento / Start-up (pruebas y configuración)	\$13,370	Incluye pruebas de inactivación y combustión
5. Entrenamiento al personal operativo	\$4,860	Capacitación operadores LAP
TOTAL CAPEX SERVICIOS	\$81,490	

Nota. Los montos provienen del Costo Total CAPEX Servicios en Planta NAIJC, detallado en la documentación de la Oferta Económica N° 124207R – GIENT (2023) (Anexo 19). El comisionamiento (ítem 4, \$13,370 USD) incluye las pruebas de inactivación microbiana certificadas por INTERLABS y el análisis de combustión de la caldera realizados en junio–agosto de 2025 (Anexo 20). La ingeniería de detalle (ítem 2, \$16,000 USD) comprende los planos As-Built, modelado 3D en Revit 2021-1 LOD 400 y los manuales de operación y mantenimiento.

d. Resumen del CAPEX total de implementación

Tabla 17

Resumen del CAPEX total de la implementación de la planta (USD)

Componente CAPEX	Monto (USD)	% del Total
Equipos Ex Fábrica (GIENT)	\$617,880	53.77%
Logística, importación e internación e impuestos	\$178,860	15.57%
Instalación de equipos complejos	\$276,760	24.09%
Servicios (ingeniería, comisionamiento, capacitación)	\$81,490	6.57%
TOTAL CAPEX	\$1,148,990 ≈	100%
IMPLEMENTACIÓN	USD 1.15 M	

Nota. El CAPEX total de implementación asciende a USD 1,148,990 (aproximadamente USD 1.15 millones), correspondiente a la inversión integral para la implementación de la planta de tratamiento de residuos biopeligrosos en el NAIJC, incluyendo equipos, internación, instalación y servicios técnicos. Expresado en soles al tipo de cambio de S/ 3.75/USD (BCRP, 2023), el monto equivale a S/ 4,308,712. El costo de inversión por tonelada de capacidad diaria instalada es de USD 1,148,990 / 12.517 ton/día = USD 91,796 / (ton/día), indicador consistente con referencias internacionales para sistemas similares.

6.3.2. Costos de operación y mantenimiento OPEX

El OPEX comprende los costos recurrentes anuales del sistema en fase de operación plena: consumo energético (electricidad, GLP, agua), mantenimiento preventivo y repuestos, y personal operativo. Los costos energéticos se calculan a partir del balance de consumo establecido en la sección 6.2.4 y las tarifas referenciales vigentes en Perú para el sector industrial.

a. Costos de energía y servicios públicos

El sistema presenta dos fuentes de consumo energético: la red eléctrica (para autoclaves, triturador, desodorización y auxiliares de la caldera) y el combustible GLP de la caldera. El consumo de GLP fue confirmado en 50 galones/día durante el monitoreo de combustión del 19 de agosto de 2025 (Reporte GIENT, 2025). La tarifa eléctrica corresponde a la tarifa MT2 de la concesionaria ENEL para consumidores industriales en Lima Metropolitana, referenciada al pliego tarifario vigente.

Tabla 18

Costos anuales de energía y servicios públicos del sistema (USD)

Concepto / Ítem	Consumo vida útil (20 años)	Costo unitario (USD)	Costo anual (USD)	Total vida útil (USD)
Energía eléctrica (kWh)	934,400 kWh	0.121 USD/kWh	5,653.00	113,060.00
Agua potable (m ³)	93,440 m ³	2.00 USD/m ³	9,344.00	186,880.00
GLP – consumo real (27% del nominal), kg	4,328,065 kg	0.70 USD/kg	148,332.00	2,966.645
TOTAL SERVICIOS			163,329.00	3,266,585.00

Nota. Energía eléctrica: consumo de 128 kWh/día $\times$ 365 días $\times$ 20 años = 934,400 kWh de vida útil, a USD 0.121/kWh (tarifa industrial referencial). GLP: consumo nominal 27% aplicado, equivalente a 4,238,065 kg durante la vida útil, a USD 0.70/kg. Agua potable: 12.8 m³/día $\times$ 365 días $\times$ 20 años = 93,440 m³. El consumo de GLP considerado en el Excel corresponde al consumo nominal del equipo reducido al 27% de utilización real, metodología que difiere del consumo confirmado de 50 gal/día del monitoreo de combustión (agosto 2025). Anexo 21

b. Costos de mantenimiento preventivo y repuestos

Los costos de mantenimiento incluyen el mantenimiento preventivo anual, los respuestos y

consumibles y el mantenimiento overhaul cada 10 años. Teniéndose un total anual de 67,500 USD en costos de mantenimiento preventivo y repuestos.

Tabla 19

Costos anuales de mantenimiento preventivo y repuestos (USD)-ANEXO 21

Concepto / Ítem	Cantidad vida útil	Costo unitario (USD)	Costo anual (USD)	Total vida útil (USD)
Mantenimiento preventivo anual (por el sistema)	20 eventos	30,000.00	30,000.00	600,000.00
Repuestos y consumibles (anual)	20 años	25,000.00	25,000.00	500,000.00
Mantenimiento Overhaul (cada 10 años)	2 eventos	125,000.00	12,500.00	250,000.00
TOTAL MANTENIMIENTO			67,500.00	1,350,000.00

Nota. Mantenimiento preventivo: USD 30,000/año $\times$ 20 años. Repuestos y consumibles: USD 25,000/año $\times$ 20 años. Mantenimiento Overhaul (cada 10 años): USD 125,000/evento $\times$ 2 eventos = USD 250,000. El Overhaul prorrateado anualmente equivale a USD 12,500/año. El borrador de la tesis no incorporaba esta categoría.

c. Costos de personal operativo

Tabla 20

Costos anuales de personal operativo del sistema (USD)-ANEXO 21

Concepto / Ítem	Nº Operadores	Monto Mensual / Op. (USD)	Monto Total 6 Op. (USD/mes)	Monto Anual (USD)
Salario operadores	6	1,300.00	7,800.00	
Cargas sociales (45%)			3510.00	
Salario con beneficios (USD/mes)			11,310.00	
Salario anual (×12 meses)				135,720.00

Nota. Salario base de operadores: S/ 4,875/mes/operador (6 operadores en 2 turnos). Cargas sociales: 45%. Tipo de cambio referencial: S/ 3.75/USD. EPP: 2 juegos/año por operador. Vida útil del sistema: 20 años.

d. Costos de control de proceso

Tabla 21

Costos de control de proceso – OPEX corregido (USD)

Concepto / Ítem	Cantidad vida útil	Costo unitario (USD)	Costo anual (USD)	Total vida útil (USD)
Control biológico (frec. anual por autoclave)	40 (2 autoclaves × 20 años)	1,200.00	2,400.00	48,000.00
Control cinta testigo (frec. semanal × autoclave)	2,080 (2 × 52 × 20)	15.00	1,560.00	31,200.00
TOTAL CONTROL			3,960.00	79,200.00

Nota. Control biológico: 2 autoclaves × 1 prueba/año × 20 años = 40 pruebas, a USD 1,200 c/u. Control cinta testigo: 2 autoclaves × 52 semanas/año × 20 años = 2,080 controles, a USD 15 c/u.

e. Resumen del OPEX anual

A continuación, en la tabla 22 se presenta un resumen integral del OPEX anual del sistema de tratamiento.

Tabla 22

Resumen del OPEX anual del sistema de tratamiento (USD)

Categoría OPEX	OPEX anual (USD)	% del Total anual	Total vida útil 20 años (USD)
Personal operativo (salario + cargas + EPP)	135,729.00	33.06	2,726,400.00
Servicios (electricidad, agua, GLP real)	163,329.00	39.79	3,266,585.00
Insumos (limpieza + placas bin)	40,000.00	9.74	800,000.00
Control (biológico + cinta testigo)	3,960.00	0.96	79,200.00
Mantenimiento (preventivo + repuestos + overhaul)	67,500.00	16.45	1,350,000.00
GRAN TOTAL OPEX (Excel corregido)	410,509.00	100%	8,222,185.00*

6.4. Análisis de viabilidad económica

La viabilidad económica de la implementación se evalúa comparando el costo total de la solución propia (CAPEX + OPEX anual) frente al costo de la alternativa de externalización del tratamiento, es decir, contratar el servicio de tratamiento de residuos biopeligrosos a una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) autorizada por el MINAM.

En Perú, las tarifas referenciales de EPS-RS para el tratamiento y disposición de residuos biopeligrosos (incluyendo transporte, tratamiento y disposición final) se encuentran en el rango de USD 250 a USD 350 por tonelada, con un valor central de USD 300/ton, conforme a las

referencias de mercado disponibles (SIGERSOL/MINAM, 2024; OEFA, 2023). A este costo se suman los riesgos de incumplimiento normativo ante eventuales interrupciones del servicio externo y los costos de almacenamiento temporal en el aeropuerto, que no forman parte del análisis por ser difíciles de cuantificar con precisión.

Tabla 23

Indicadores de viabilidad económica de la implementación

Indicador económico	Valor	Interpretación
CAPEX total implementación	\$ 1,148,990	Inversión única al inicio del proyecto
OPEX anual	\$ 410,509	Costo operativo recurrente
OPEX por tonelada tratada	\$89.85/ton	Indicador de eficiencia operativa
Toneladas tratadas / año (base diseño)	4,568.7 ton/año	12.517 ton/día × 365 días
Costo evitado: servicio externo de tratamiento (referencia Perú)	\$ 250–350/ton*	Tarifa EPS-RS para residuos biopeligrosos
Ahorro anual estimado vs. externalización (a USD 300/ton)	\$ 960,101/año	$(300 - 85.85) \times 4,568.7 \text{ ton/año}$
Período de recuperación de la inversión (Payback simple)	≈ 1.27 años	$\text{CAPEX} / \text{ahorro anual} = 1,217,835 / 960,101$
Vida útil del sistema	≥ 20 años	Garantía equipos GIENT: 28 meses; vida proyectada
Ahorro acumulado en 20 años (sin descuento)	≈ USD 19.2 M	$(\text{Ahorro anual} - \text{OPEX}) \times 20 - \text{CAPEX}$

Nota. (*) Tarifa referencial EPS-RS para tratamiento de residuos biopeligrosos en Lima Metropolitana, incluyendo transporte, tratamiento (autoclave externo) y disposición final: rango USD 250–350/ton (SIGERSOL/MINAM, 2024; OEFA, 2023). Se adopta USD 300/ton como valor representativo del mercado. El ahorro anual estimado considera únicamente el diferencial de costo por tonelada tratada ($\text{USD } 300 - \text{USD } 89.85 = \text{USD } 210.15/\text{ton}$) multiplicado por el volumen anual (4,568.7 ton/año), sin incluir costos por incumplimiento normativo ni almacenamiento temporal adicional. El período de recuperación (Payback) de 1.27 años confirma la alta rentabilidad de la inversión. El ahorro acumulado en 20 años de vida útil supera los USD 19.2 millones, cifra que sustenta ampliamente la decisión de implementación de la planta propia.

El análisis de viabilidad ratifica que la implementación de la planta propia de tratamiento de

residuos biopeligrosos es económicamente rentable frente a la alternativa de externalización. El período de recuperación de la inversión es de aproximadamente 15 meses (≈ 1.27 años), con un ahorro anual neto estimado de \$0.96 millones luego de cubrir el OPEX total. A lo largo de la vida útil del sistema (≥ 20 años), el ahorro acumulado supera los \$19.2 millones, lo que equivale a más de 17 veces el valor de la inversión inicial.

6.4.1. Comparación económica con tecnologías alternativas

La Tabla 24 presenta una comparación del perfil económico del sistema implementado (autoclave) frente a las principales tecnologías alternativas de tratamiento de residuos biopeligrosos consideradas en la literatura técnica y en el mercado peruano.

Tabla 24

Comparación económica entre tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos

Criterio económico	Autoclave (este sistema)	Incineración	Microondas	Trat. químico
CAPEX referencial (USD)	~USD 1.15 M (verificado)	USD 2–5 M	USD 1.5–3 M	USD 0.5–1 M
OPEX por tonelada (USD/ton)	~90 (calculado)	~150–300	~80–150	~60–120
Residuo final requiere celda especial	No (relleno municipal)	Sí (cenizas peligrosas)	No	Sí (reactivos)
Costo de disposición final adicional	Cero (residuo no peligroso)	Alto (USD 80–200/ton)	Cero	Moderado
Aceptación normativa Perú	Sí (NTS 144)	Con restricciones	Con validación	Caso a caso

Nota. Los rangos de CAPEX y OPEX para tecnologías alternativas (incineración, microondas, tratamiento químico) corresponden a referencias internacionales de la literatura técnica (CELITRON, 2026; MDPI, 2024; Liu et al., 2022) y estimaciones de mercado para América Latina. El CAPEX y OPEX del sistema de autoclave implementado son valores verificados a partir de la Oferta Económica GIEN N° 124207R y el análisis de consumo energético del presente trabajo. Verde: posición favorable; amarillo: intermedio; rojo: desfavorable.

La comparación confirma que el sistema de autoclave implementado presenta el menor

OPEX por tonelada entre las tecnologías evaluadas ($\approx$ USD 90/ton frente a USD 60–300/ton de tecnologías alternativas), con un CAPEX competitivo respecto a la incineración y los sistemas de microondas de capacidad equivalente. La eliminación del costo de disposición especial de residuos (dado que el residuo sólido post-esterilización es clasificado como no peligroso) representa una ventaja económica adicional que no está completamente capturada en el OPEX por tonelada calculado.

En síntesis, la implementación de la planta de tratamiento mediante autoclaves horizontales GIENT en el NAIJC representa una inversión total de USD 1,148,990 ($\approx$ USD 1.15 M), con un OPEX anual de \$410,509 y un costo operativo de \$89.95 por tonelada tratada. La comparación con la alternativa de externalización del servicio (USD 300/ton) evidencia un ahorro anual de \$0.96 millones y un período de recuperación de aproximadamente 15 meses, ratificando la viabilidad económica de la inversión. El sistema es, además, la tecnología de menor OPEX por tonelada entre las alternativas disponibles, sin generar residuos sólidos peligrosos de disposición costosa. Estos resultados validan que la implementación propia de la planta de tratamiento es la solución más eficiente desde el punto de vista económico, técnico y normativo para el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

6.5. Evaluación ambiental

La evaluación ambiental integra cuatro dimensiones: (a) validación microbiológica del proceso de esterilización mediante pruebas de inactivación con bioindicadores realizadas durante el comisionamiento de la planta; (b) monitoreo de emisiones atmosféricas de la caldera generadora de vapor, ejecutado como parte de las pruebas de análisis de combustión del comisionamiento; (c) caracterización y gestión de residuos secundarios del proceso; y (d) comparación ambiental con tecnologías alternativas de tratamiento.

Es importante precisar el alcance temporal de cada componente: las pruebas de inactivación microbiana y el análisis de combustión corresponden a los ensayos de comisionamiento

realizados durante la puesta en marcha de la planta (junio-agosto de 2025), dentro del alcance del servicio prestado por la empresa subcontratista ENVIRO ANDINOS S.A.C. Los monitoreos ambientales continuos y el seguimiento operativo regular corresponden a la fase de operación plena de la planta, una vez completada la implementación.

6.5.1. Validación microbiológica – Pruebas de inactivación durante el comisionamiento

Durante el comisionamiento de la planta, se realizaron las pruebas de inactivación microbiana para ambas unidades de autoclave instaladas (series R23053 y R23054), conforme a los requerimientos del contrato. El laboratorio certificado International Laboratories S.A.C. (INTERLABS) ejecutó la evaluación utilizando el bioindicador Sterikon® plus Bioindicator de Merck, con una carga esporal de 5.0×10^5 a 1.0×10^7 esporas por unidad de *Geobacillus stearothermophilus*, el microorganismo de referencia más resistente para la validación de procesos de esterilización por vapor (CDC, 2023; OMS, 2017).

Tabla 25

Resultados de las pruebas de inactivación microbiana durante el comisionamiento de la planta

Parámetro	Valor	Observación
Bioindicador utilizado	Sterikon® plus Bioindicator – Merck (5.0×10^5 – 1.0×10^7 esporas/unidad)	Organismo de referencia: G. stearothermophilus
Autoclave N° serie R23053 – Fecha de prueba	12 de junio de 2025	Certificado N° 2506- 0149-001
Resultado de incubación (12, 24, 36, 48 horas)	Color violeta rojizo / rojo violeta pálido a las 48 h	Sin crecimiento microbiano – Proceso satisfactorio
Autoclave N° serie R23054 – Fecha de prueba	13 de junio de 2025	Certificado N° 2506- 0149-002
Resultado de incubación (12, 24, 36, 48 horas)	Color violeta rojizo / rojo violeta pálido a las 48 h	Sin crecimiento microbiano – Proceso satisfactorio
Conclusión del laboratorio (INTERLABS)	PROCESO DE ESTERILIZACIÓN EFICAZ – RESIDUOS COMPLETAMENTE ESTERILIZADOS	Emitido el 24 de junio de 2025

Nota. El bioindicador Sterikon® plus Bioindicator (Merck) contiene esporas de *Geobacillus stearothermophilus*, el microorganismo de referencia internacional para validación de procesos de esterilización por vapor. La ausencia de cambio de color amarillo y turbidez durante la incubación a 60 ± 2 °C a lo largo de 48 horas confirma la inactivación completa de las esporas. Los controles de calidad (positivo y negativo) fueron conformes. Fuente: Certificados N° 2506-0149-001 y N° 2506-0149-002, INTERLABS (2025).

La interpretación microbiológica de los resultados es la siguiente: el bioindicador

sometido al ciclo de esterilización mantuvo el color violeta rojizo durante las primeras 36 horas de incubación y mostró color rojo violeta pálido a las 48 horas, sin viraje hacia el color amarillo (indicativo de crecimiento bacteriano y producción de ácido). El control positivo (bioindicador sin someter al proceso, solo incubado) sí presentó viraje al color amarillo con leve turbidez, confirmando la viabilidad del bioindicador y la correcta ejecución de la prueba. Estos resultados demuestran que el proceso de esterilización destruyó completamente las esporas del bioindicador, validando la eficacia del sistema para inactivar los microorganismos más resistentes.

Desde el punto de vista cinético, la operación a 134 °C otorga un factor letal de 19.95 minutos equivalentes a 121 °C por cada minuto de exposición ($F_o = t_{exp} \times 19.95$). Para alcanzar el estándar de 12-log de reducción microbiana (F_o mínimo = 12 min), se requiere apenas 0.60 minutos de exposición a 134 °C. Los tiempos de exposición reales de los sistemas GIENT de esta escala (30 minutos de ciclo total) proporcionan márgenes de seguridad microbiológicos muy superiores al mínimo requerido, consistentes con los resultados del bioindicador.

6.5.2. Monitoreo de emisiones atmosféricas de la caldera – Análisis de combustión

Como parte del comisionamiento de la planta, se realizó el monitoreo de emisiones gaseosas y material particulado de la caldera GIENT modelo WNS2-1.0-(Y), número de serie R23053, el 19 de agosto de 2025. El monitoreo fue ejecutado por GIENT en el punto EMC-01 (chimenea de la caldera, altura de 8.50 m, diámetro equivalente 0.50 m), con tres mediciones en el mismo día (13:30, 14:55 y 16:20 h). Los límites máximos permisibles (LMP) de referencia adoptados corresponden a las Guías Generales de Medio Ambiente del Banco Mundial / IFC (General Environmental Guidelines), que constituyen el estándar técnico aplicable al proyecto. El combustible confirmado durante el monitoreo fue GLP, con un consumo de 50 galones/día.

Tabla 26

Resultados del monitoreo de emisiones atmosféricas de la caldera – 19 de agosto de 2025

Parámetro	Unidad	13:30 h	14:55 h	16:20 h	Promedio	LMP
Partículas	mg/m ³	1.5	1.4	1.6	1.5	≤150
Monóxido de carbono (CO)	mg/Nm ³	< 0.19	< 0.19	0.31	0.23	≤1,150
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	mg/Nm ³	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	≤320
Dióxido de azufre (SO ₂)	mg/Nm ³	< 2.9	< 2.9	< 2.9	< 2.9	≤2,000
Eficiencia de combustión	%	97.43	96.49	95.07	96.33	—

Nota. LMP = Límite Máximo Permisible. Normas de referencia: Partículas – NTP 900.005:2021; CO y NO_x – CTM-034/1999; SO₂ – EPA CFR Title 40, Appendix A-4 to part 60, Method 6C:2022. LMP aplicables: Guías Generales del Banco Mundial / IFC. Combustible utilizado: GLP (50 gal/día). Todos los parámetros regulados se encuentran muy por debajo de los LMP establecidos. Fuente: Reporte de Monitoreo de Gases de Combustión y Partículas, GIENT (2025).

Los resultados confirman que todas las emisiones medidas de la caldera se encuentran muy por debajo de los límites permisibles establecidos por las Guías del Banco Mundial. Las partículas registraron un promedio de 1.50 mg/m³, frente al LMP de 150 mg/m³ (99% por debajo del límite). Los óxidos de nitrógeno fueron inferiores a 0.01 mg/Nm³ (LMP: 320 mg/Nm³), el dióxido de azufre fue inferior a 2.9 mg/Nm³ (LMP: 2,000 mg/Nm³) y el monóxido de carbono registró un promedio de 0.23 mg/Nm³ (LMP: 1,150 mg/Nm³). La eficiencia de combustión promedio fue de 96.33%, confirmando el buen desempeño del sistema de quemado de la caldera. La ausencia de dioxinas, furanos y material particulado en el proceso de esterilización por vapor valida la superioridad ambiental de esta tecnología frente a la incineración.

6.5.3. Caracterización y gestión de residuos secundarios del proceso

El proceso de esterilización genera tres tipos de residuos secundarios: efluentes líquidos, gases residuales y residuo sólido post-tratamiento. Las tres líneas de drenaje del sistema

(DN150 con condensado de autoclave a ≤ 60 °C; DN100 con aguas de lavado a temperatura ambiente; y DN100 de la caldera a $P \leq 0.2$ MPa y $T < 100$ °C) son conducidas en su totalidad hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del aeropuerto, conforme al Plano 07 de Instalaciones Sanitarias de la Guía de Preinstalación GIENT. Los gases residuales, generados a presión negativa y temperatura máxima de 60 °C, son colectados y tratados en el sistema de desodorización (filtro de carbón activo, torre de absorción y ventilador centrífugo de 15,000 m³/h nominal) antes de su liberación a la atmósfera. La presión negativa del sistema de colección garantiza que, ante cualquier fuga, el flujo sea hacia el interior del sistema y no hacia el ambiente del edificio.

El residuo sólido post-esterilización y trituración (≈ 25.0 m³/día a densidad operativa de 100 kg/m³) ha perdido su condición de residuo biopeligroso tras el ciclo de esterilización, tal como lo confirman las pruebas de bioindicador descritas en la sección anterior. Conforme al Plano 04 GIENT y al Decreto Legislativo N° 1278, este residuo es clasificado como residuo no peligroso y puede ser dispuesto directamente en relleno sanitario municipal sin requerir celda especial para residuos peligrosos. Esta reclasificación representa una ventaja ambiental, logística y económica significativa frente a tecnologías que no inactivan los agentes patógenos de manera verificable.

6.5.4. Comparación ambiental con tecnologías alternativas

Con el propósito de contextualizar el desempeño ambiental del sistema implementado, se realizó una comparación estructurada con las principales tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos disponibles en aeropuertos: incineración, tratamiento por microondas y tratamiento químico.

Tabla 27

Comparación ambiental del sistema de autoclave implementado con tecnologías alternativas

Contaminante / criterio	Autoclave (este sistema)	Incineración (referencia)	Microondas (referencia)	Trat. químico (referencia)
CO ₂ directo del proceso	Solo caldera (estimado 459–593 kg CO ₂ /ton según combustible)	Alto: combustión directa de residuos (> 1,000 kg CO ₂ /ton)	Solo electricidad, sin combustión directa	Bajo, sin combustión
Dioxinas y furanos	No genera (sin combustión de residuos)	Riesgo significativo si T < 850°C en cámara post-combustión	No genera	No genera
Material particulado (humos, cenizas)	No genera en el proceso	Alto: cenizas volantes y humos requieren sistemas de depuración	Bajo o ninguno	Bajo o ninguno
Residuo sólido final	No peligroso → relleno sanitario municipal	Cenizas peligrosas → celda especial	No peligroso → relleno sanitario	Residuo con reactivos → tratamiento adicional
Cumplimiento normativo Perú	Sí – tecnología expresamente aceptada en NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA	Sí, con restricciones crecientes y requisitos estrictos	Sí, si se valida la eficacia microbiológica	Caso a caso; requiere validación específica

Nota. Verde: favorable; amarillo: neutro/variable; rojo: desfavorable. Las emisiones de CO₂ para la incineración consideran combustión directa de residuos a > 850 °C, requerida para destrucción de dioxinas. El sistema de autoclave es la única tecnología con aceptación explícita en la normativa técnica peruana vigente (NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA). Los datos de emisiones de CO₂ del sistema de autoclave corresponden al escenario con GLP como combustible. Fuentes: CELITRON (2026); MDPI (2024); Liu et al. (2022); OMS (2017).

La comparación confirma que el sistema de autoclave con inyección de vapor implementado presenta el perfil ambiental más favorable entre las tecnologías evaluadas: no genera dioxinas ni furanos en el proceso de esterilización; sus emisiones de caldera (confirmadas por

monitoreo) son significativamente inferiores a los LMP aplicables; el residuo sólido resultante es no peligroso y no requiere disposición especial; y es la única tecnología expresamente aceptada por la normativa técnica de salud peruana vigente. Su principal desventaja relativa frente al tratamiento por microondas es el consumo de combustible de la caldera; sin embargo, los resultados del análisis de combustión confirman un excelente desempeño en términos de eficiencia y emisiones mínimas.

6.6. Comparación técnico-económico-ambiental

La evaluación integral técnico-económico-ambiental (TEA) tiene como propósito sintetizar y relacionar los hallazgos de las tres dimensiones de análisis desarrolladas en la presente investigación, permitiendo emitir una valoración global y sistémica sobre la solución implementada. Esta integración responde al tercer nivel de análisis requerido para evaluar proyectos de infraestructura de tratamiento de residuos peligrosos, donde ninguna dimensión puede ser juzgada de forma aislada sin considerar sus interacciones con las demás.

La metodología TEA se estructura en torno a tres ejes analíticos interdependientes: (a) el eje técnico, que evalúa la operatividad, eficiencia y cumplimiento funcional del sistema implementado; (b) el eje económico, que cuantifica la inversión realizada, los costos de operación recurrentes y la rentabilidad comparativa frente a alternativas; y (c) el eje ambiental, que valora el desempeño del sistema en términos de emisiones, generación de residuos secundarios y cumplimiento normativo ambiental. La interrelación entre estos tres ejes determina la viabilidad global de la solución y su posición competitiva frente a tecnologías alternativas.

La evaluación técnica demostró que el sistema de autoclaves horizontales GIENT MWC-1000×4 instalado en el NAIJC cuenta con una capacidad de procesamiento de 12,640 kg/día bajo la configuración de 2 unidades con 16 ciclos diarios cada una, operando a 134 °C y 0.36 MPa por ciclos de 60 minutos. El factor de utilización temporal (FUt) de los autoclaves

se sitúa en 66.67%, lo que indica una reserva operativa significativa que permite absorber incrementos futuros en la generación de residuos conforme crezca el tráfico aéreo del aeropuerto. La caldera industrial WNS2-1.0-Y(Q) opera con un factor de utilización del 40.00%, generando el caudal de vapor necesario de 800 kg/h para los ciclos de esterilización.

El balance de masa confirmó que el sistema está diseñado para procesar hasta 12,517 kg de residuos por día en operación plena, logrando una reducción de volumen del 60% tras el ciclo de trituración post-esterilización. El balance energético determinó un consumo total de 27,980.8 kWh/día, siendo la carga térmica de la caldera, alimentada por un consumo nominal de 2,176 kg/día de GLP, el componente dominante del sistema.

Por otro lado, la evaluación económica evidencia que la inversión total de la planta asciende a \$1,148,990 (CAPEX), con un OPEX total a 20 años de vida útil de \$8,222,185 resultando en un costo total de implementación y operación de \$9,371,175 durante la vida útil del sistema.

Frente a la alternativa de externalización del tratamiento a una EPS-RS autorizada, cuyo costo proyectado a 20 años asciende a \$28,032,000.00 (a una tarifa de USD 0.30/kg para 12,800 kg/día), la planta propia genera un ahorro acumulado de aproximadamente \$19.2 millones en la vida útil del sistema. El período de recuperación de la inversión (Payback simple) es de aproximadamente 1.27 años. Lo que quiere decir que la inversión se recupera dentro de los primeros 15 meses de operación plena.

La evaluación ambiental confirmó que el sistema de autoclaves horizontales con inyección de vapor constituye la tecnología de menor impacto ambiental entre las alternativas evaluadas para el contexto del NAIJC. Las pruebas de inactivación microbiana realizadas por INTERLABS en junio de 2025 certificaron la eficacia del proceso de esterilización en ambas unidades de autoclave (series R23053 y R23054), con inactivación completa de *Geobacillus stearothermophilus* (10-log de reducción), validando la inocuidad de los residuos post-

tratamiento.

El monitoreo de emisiones atmosféricas de la caldera del 19 de agosto de 2025 confirmó que todos los parámetros regulados se encuentran muy por debajo de los Límites Máximos Permisibles de las Guías del Banco Mundial/IFC: partículas en 1.50 mg/m^3 (LMP: 150), $\text{NO}_x < 0.01 \text{ mg/Nm}^3$ (LMP: 320), $\text{SO}_2 < 2.9 \text{ mg/Nm}^3$ (LMP: 2,000) y CO en 0.23 mg/Nm^3 (LMP: 1,150), con una eficiencia de combustión del 96.33%. El proceso de esterilización por vapor no genera dioxinas ni furanos, diferenciándose favorablemente de la incineración. El residuo sólido post-esterilización y trituración ($\approx 25 \text{ m}^3/\text{día}$) es reclasificado como residuo no peligroso conforme al Decreto Legislativo N° 1278, habilitando su disposición en relleno sanitario municipal sin costos adicionales de celda especial.

La siguiente tabla sintetiza los resultados de las tres dimensiones de análisis en una matriz integrada, identificando la contribución de cada indicador clave al desempeño global del sistema:

Tabla 28

Matriz de evaluación integral técnico-económico-ambiental del sistema de tratamiento

NAIJC

Criterio de evaluación	Desempeño técnico	Desempeño económico	Desempeño ambiental	Síntesis / Conclusión
Capacidad de tratamiento instalada	12,640 kg/día (base diseño). FUt autoclaves: 66.67%. Margen amplio de crecimiento.	CAPEX USD 1.149 M. Costo/ton capacidad instalada: USD 91,796/(ton/día).	Dimensionamiento correcto evita sobreconsumo operativo futuro.	Sistema robusto y escalable. Capacidad de reserva diseñada intencionalmente.
Eficacia microbiológica	Inactivación 10-log ⁶ de G. <i>stearothermophilus</i> certificada por INTERLABS (jun. 2025).	Riesgo cero de reprocesamiento. Sin costos por incumplimiento sanitario.	Eliminación total de agentes patógenos. Residuo sólido reclasificado como no peligroso.	Proceso validado. Cumplimiento normativo NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA.
Consumo energético	27,980.8 kWh/día totales (128 kWh eléctricos + 27,852.8 kWh térmicos)	OPEX energético anual: \$333,637 (Basado en \$5,660 por electricidad y \$327,977 por consumo real de GLP al año).	Caldera con 96.33% eficiencia de combustión. Emisiones << LMP Banco Mundial.	El consumo térmico representa el 99.5% de la carga energética. La alta eficiencia de combustión y el diseño del sistema aseguran un aprovechamiento óptimo del GLP.
Emisiones atmosféricas	Solo de la caldera auxiliar. Sin emisiones del proceso de esterilización.	Sin costos adicionales de control de emisiones. Cumplimiento de LMP sin tratamiento adicional.	Partículas 1.5 mg/m ³ (LMP 150). NOx < 0.01 (LMP 320). CO 0.23 (LMP 1,150). Sin dioxinas.	Perfil ambiental superior frente a incineración. Sin pasivos ambientales.
Residuos secundarios del proceso	Efluentes → PTAR. Vapores → sistema desodorización con carbón activo. Sólido no peligroso.	Sin costo por disposición especial de residuos sólidos. Ahorro vs. incineración: USD 80–200/ton.	Efluentes tratados en PTAR del aeropuerto. Residuo sólido a relleno sanitario municipal.	Gestión integral de residuos secundarios. Economía circular habilitada.

Cumplimiento normativo integral	NTS 144-MINSA. D.Leg. 1278. D.S. 014-2017-MINAM. RSI OMS.	Evita multas OEFA. Habilita operación internacional del NAIJC.	Único método expresamente aceptado en normativa peruana vigente.	Solución legalmente sólida, técnicamente validada y ambientalmente responsable.
---------------------------------	---	--	--	---

Nota. Los datos técnicos provienen del balance de masa, balance de energía y verificación de equipos (Secciones 6.2.1–6.2.4). Los datos ambientales provienen de los certificados INTERLABS N° 2506-0149-001/002 (jun. 2025) y el Reporte de Monitoreo de Combustión GIENT (ago. 2025).

Con base en la información técnica, económica y ambiental consolidada, la Tabla 29 presenta la comparación integral del sistema de autoclave implementado frente a las tecnologías alternativas de tratamiento de residuos biopeligrosos consideradas en la literatura técnica y el mercado peruano:

Tabla 29

Comparación técnico-económico-ambiental (TEA) entre tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos

Criterio	Autoclave (implementado)	Incineración	Microondas	Tratamiento químico
CAPEX (USD)	~USD 1.15 M (verificado)	USD 2–5 M	USD 1.5–3 M	USD 0.5–1 M
OPEX corregido /ton (USD)	USD 97.15/ton	USD 150–300/ton	USD 80–150/ton	USD 60–120/ton
Eficacia microbiológica	10-log (certificada INTERLABS)	Alta (si $T > 850^{\circ}\text{C}$)	Alta (validación requerida)	Variable
Emisiones (dioxinas/furanos)	Ninguna del proceso	Riesgo significativo	Ninguna	Ninguna
Residuo sólido final	No peligroso (relleno municipal)	Cenizas peligrosas	No peligroso	Con reactivos (trat. adicional)
Aceptación normativa Perú (NTS 144)	Sí – explícita	Con restricciones	Con validación	Caso a caso
Posición global TEA	ÓPTIMA	Desfavorable	Aceptable	Parcialmente aceptable

Nota. Los rangos de CAPEX y OPEX para tecnologías alternativas corresponden a referencias internacionales (CELITRON, 2026; MDPI, 2024; Liu et al., 2022) y estimaciones de mercado para América Latina. La posición global TEA refleja la ponderación integrada de los tres ejes de análisis.

En términos sistémicos, los tres ejes de evaluación convergen en una valoración positiva y consistente: la solución implementada no solo cumple los requisitos normativos que habilitan la operación del aeropuerto, sino que lo hace con el menor costo de ciclo de vida, el perfil ambiental más favorable y la mayor certeza técnica validada entre las opciones disponibles. La inversión realizada no es un costo operativo del aeropuerto, sino un activo estratégico que protege la bioseguridad aeroportuaria, reduce el pasivo ambiental del NAIJC, y genera valor económico neto de más de \$ 28 millones en la vida útil del sistema.

La evaluación integral ratifica que la implementación de la planta de tratamiento de residuos biopeligrosos mediante autoclaves horizontales con inyección de vapor en el NAIJC es técnicamente sólida, económicamente rentable y ambientalmente responsable, constituyendo un modelo replicable para otras infraestructuras aeroportuarias del sistema nacional.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

1. La implementación de la planta de tratamiento de residuos biopeligrosos e infecciosos mediante autoclaves horizontales GIENT con inyección a vapor en el Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez es técnicamente viable y cumple con los requerimientos operativos del aeropuerto. El sistema instalado es totalmente capaz de manejar los residuos del aeropuerto ahora y en el futuro. Actualmente, las autoclaves solo se utilizan durante dos tercios del día (66.67% de tiempo) para procesar las 12.6 toneladas diarias previstas. Esto significa que el proyecto puede crecer y procesar mucho más volumen sin necesidad de comprar equipos nuevos o ampliar la infraestructura térmica.
2. La implementación de la planta propia de tratamiento es económicamente rentable y ampliamente superior a la alternativa de externalización del servicio. Con un CAPEX total de \$1,148,990 y un OPEX anual promedio de \$411,109 (equivalente a \$89.85 por tonelada tratada), el sistema genera un ahorro neto anual estimado de \$900,101 frente a la tarifa referencial de EPS-RS en Lima (\$300/ton, equivalente a \$0.30/kg), lo que resulta en un período de recuperación de la inversión superior a 15 meses (1.27 años). A lo largo de la vida útil del sistema (20 años), el ahorro neto acumulado supera los \$19.2 millones, cifra que representa más de 17 veces el valor de la inversión inicial y ratifica la viabilidad económica de la decisión de implementación.
3. El sistema implementado cumple íntegramente con el marco normativo ambiental y sanitario peruano y presenta el perfil ambiental más favorable entre las tecnologías de tratamiento de residuos biopeligrosos evaluadas. Las pruebas de inactivación microbiana del comisionamiento certificaron la eficacia del proceso de esterilización

en ambas unidades de autoclave, y el monitoreo de emisiones de la caldera (19 de agosto de 2025) confirmó que todos los parámetros regulados se encuentran muy por debajo de los LMP establecidos por las Guías del Banco Mundial/IFC: partículas en 1.50 mg/m³ (LMP: 150), NO_x < 0.01 mg/Nm³ (LMP: 320) y CO en 0.23 mg/Nm³ (LMP: 1,150), con una eficiencia de combustión de 96.33%. A diferencia de la incineración, el proceso no genera dioxinas, furanos ni cenizas peligrosas, y el residuo sólido post-tratamiento es clasificado como no peligroso conforme al D.Leg. N° 1278, habilitando su disposición directa en relleno sanitario municipal sin costos adicionales de celda especial.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Adicionar una caldera de igual capacidad, 2000kg/h, de la misma marca y modelo, para que sirva de backup. De esa forma, cuando haya que realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo de la caldera principal, entre en operación la caldera que está en stand-by.
- 2) Adicionar una autoclave de igual capacidad de tratamiento, 4,000 litros/hora, de la misma marca y modelo, para que sirva de backup. De esa forma, cuando haya que realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo de una de las autoclaves, entre en operación la autoclave que está en stand-by.
- 3) En caso de pandemia u otro evento de catástrofe en Perú, el sistema de tratamiento de residuos biopeligrosos e infecciosos, la planta podría trabajar 24 horas continuas en lugar de las 16 horas establecidas, y sería parte del sistema que se acoplaría al Sistema de Salud, previo convenio entre LAP y MINSA y/o ESSALUD, para los casos de emergencia, donde se requerirá incrementar la capacidad de tratamiento de los residuos de los Hospitales y garantizar que no se esparza los agentes bioinfecciosos en las zonas urbanas.
- 4) Se sugiere que LAP y el GORE Callao, mediante un convenio SxI (Servicio por Impuestos), procese los residuos infecciosos de los hospitales del Callao, a una tarifa preferencial, y el monto por ese servicio, sería deducido del pago del Impuesto a la Renta de LAP. Esta última recomendación, adicionalmente permitirá una cercanía con la zona de influencia del Nuevo Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, y podría servir como un referente para otras operaciones de Aeropuertos en el Perú (Chiclayo, Arequipa), y adoptar este mismo sistema de Servicio de Apoyo a la población circundante.

IX. BIBLIOGRAFIA

- AACE International. (2020). Cost estimate classification system – As applied in engineering, procurement, and construction for the process industries (AACE International Recommended Practice No. 18R-97). AACE International.
<https://web.aacei.org/resources/publications/technical-documents>
- abc (22 de marzo de 2026). *Desperdicios que dejan aviones son tratados como basura domiciliaria*. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/locales/desperdicios-que-dejan-aviones-son-tratados-como-basura-domiciliaria-543452.html>
- AERTEC, 2026). *Residuos en vuelo: gestión y desafíos medioambientales*.
<https://aertecsolutions.com/infografia/residuos-en-vuelo/>
- Asociación Internacional de Transporte Aéreo [IATA]. (2025). *La demanda mundial de pasajeros aéreos alcanza su máximo histórico en 2014*.
<https://www.iata.org/contentassets/5bdc82d90ede479d92efa39877d83057/2025-01-30-01-sp.pdf>
- Asociación Internacional de Transporte Aéreo [IATA]. (2026). Airport Handling Manual (AHM) [Manual de Operaciones Aeroportuarias].
<https://www.iata.org/en/publications/manuals/airport-handling-manual/>
- ATTUKLAUS. (2026). *Airport waste sterilisation [Esterilización de residuos aeroportuarios]*. <https://www.attuklaus.com/en/faqs/airport-waste-sterilisation/>
- Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (2023). Tipo de cambio promedio del período. BCRP. <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/cuadros-de-la-nota-semanal.html>
- Banco Mundial [BM]. (2025). *Transporte aéreo, pasajeros transportados*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR>
- Baxter, G. (2022). Towards sustainable airport waste management through the adoption of a green airport strategy: The case of Incheon International Airport [Hacia una gestión

de los residuos aeroportuarios mediante la adopción de una estrategia aeroportuaria verde: El caso del Aeropuerto Internacional de Incheon]. *Clean Technologies and Recycling* 2(4), 247-278.

<https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/ctr.2022013>

Blanca A., G.; Azakamand, S.; Ribas T., J. & Fullana P., P. (2025). Ecoefficiency in aviation catering waste management through life cycle assessment and life cycle costing [Ecoeficiencia en la gestión de residuos de servicios de catering aéreo mediante el análisis del ciclo de vida y el cálculo de costes del ciclo de vida]. *ResearchGate*, Setiembre 2025.

https://www.researchgate.net/publication/395748297_Ecoefficiency_in_aviation_catering_waste_management_through_Life_Cycle_Assessment_and_Life_Cycle_Costing

Castro, R. (27 de mayo de 2025). Aeropuerto Las Américas procesa gran cantidad de basuras que dejan los aviones. *Listín Diario*. https://listindiario.com/larepublica/ciudad/20250527/aeropuerto-americas-procesa-gran-cantidad-basuras-dejan-aviones_859332.html

CDC. (2023). *Steam sterilization [Esterilización por vapor]*. <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-sterilization/steam-sterilization.html>

CELITRON. (2026). Medical waste treatment technologies cost comparison. CELITRON. <https://celitron.com/en/blog/medical-waste-treatment-technologies>

Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Termodinámica* (8.a ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/highered/product/thermodynamics-engineering-approach-cengel-boles/M9780073398174.html>

Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. (2023). Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities. U.S. Department of Health & Human Services.

<https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/disinfection-sterilization/index.html>

Code of Federal Regulations [CFR]. (2026). Part 503: Standards for the use or disposal of sewage sludge [Parte 503: Normas para el uso o la eliminación de lodos de aguas residuales]. <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-O/part-503>

Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA]. (2018). *Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA/2018/MINSA*.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/234853/Resoluci%C3%B3n_Ministerial_N1295-2018-MINSA.PDF?v=1544722781

EASEENVIRONMENTAL. (2026). *Soluciones para residuos internacionales en aeropuertos y puertos*.

<https://www.easeenvironmental.com/medicalwastesolution/internationalwasteinairportsandports>

Food & Drug Administration [FDA]. (2026). *Muerte microbiana*. <https://www.fda.gov/>

GIENT. (2023). Oferta Económica N° 124207R – Suministro de equipos de tratamiento de residuos sólidos, Proyecto NAIJC newLIM (Ref. 1893-2213-P00-DS-MRQ-0001-ANEXO 1, 1 de junio de 2023). Chongqing: GIENT. <https://www.gient.net>

GIENT. (2025). Reporte de Monitoreo de Gases de Combustión y Partículas de Caldero – Caldera Marca GIENT Modelo WNS2-1.0-(Y), N° Serie R23053. Fecha de monitoreo: 19 de agosto de 2025. Chongqing: GIENT. <https://www.gient.net>

GIENT (2026). *Sistema de autoclave para residuos médicos*. <https://gient.net/es/inicio/>

International Civil Aviation Organization [OACI]. (2017). *International Standards and Recommended Practices [Normas y practices recomendadas internacionales]*.

<https://ffac.ch/wp-content/uploads/2020/09/ICAO-Annex-9-Facilitation.pdf>

International Civil Aviation Organization [ICAO]. (2026). *Airport health regulations*

[Disposiciones sanitarias de los aeropuertos]. <https://www.icao.int/>

International Civil Aviation Organization [ICAO]. (2026). *Operational safety [Seguridad operacional]*. <https://www.icao.int/documents>

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 2, Energy). Institute for Global Environmental Strategies. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

International Finance Corporation [IFC]. (2007). Environmental, Health, and Safety General Guidelines. World Bank Group. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/ehsguidelines.pdf>

International Laboratories S.A.C. [INTERLABS]. (2025a). Certificado de Evaluación del Proceso de Esterilización N° 2506-0149-001 – Autoclave GIENT MWI-1000X4, Serie R23053. Emitido el 24 de junio de 2025. Lima: INTERLABS.

International Laboratories S.A.C. [INTERLABS]. (2025b). Certificado de Evaluación del Proceso de Esterilización N° 2506-0149-002 – Autoclave GIENT MWI-1000X4, Serie R23054. Emitido el 24 de junio de 2025. Lima: INTERLABS.

Liu, Y., Chen, Z., Zhang, H., & Wang, X. (2022). Environmental performance comparison of medical waste treatment technologies: A life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129867. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129867>

Liu, J.; Li, Z.; Liu, Z.; Meng, X.; He, Y. & Zhang, Z. (1 de Agosto de 2022). Study on the process of medical waste disinfection by microwave technology [Estudio sobre el proceso de desinfección de residuos médicos mediante tecnología de microondas]. *ScienceDirect*, 150(1) 13-19.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X22003269>

- Mark-Costello (16 de julio de 2025). *¿Por qué es importante esterilizar los residuos internacionales?* <https://www.mark-costello.com/sterilize-international-waste/>
- MDPI. (2024). Comparative analysis of biomedical waste treatment technologies: Emissions and environmental impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(3), 312. <https://doi.org/10.3390/ijerph21030312>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017a). *Decreto Legislativo N°1278. Aprueba la Ley de gestión integral de residuos sólidos.* <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-legislativo-n-1278/>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017b). *Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de gestión integral de residuos sólidos.* <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2017-minam/>
- Morosini R., M. I. (2020). *Métodos microbiológicos para la determinación in vitro de la actividad de combinaciones de antimicrobianos.* <https://seimc.org/wp-content/uploads/2025/06/seimc-procedimiento70.pdf#:~:text=La%20curva%20de%20muerte%20o%20curva%20de,tiempo%20que%20suele%20ser%20de%2024%20horas.>
- Multidisciplinary Digital Publishing Institute [MDPI]. (28 de octubre de 2024). Assessing the environmental impact of municipal waste on energy incineration technology for power generation using life cycle assessment methodology [Evaluación del impacto ambiental de los residuos municipales en la tecnología de incineración de energía para la generación de electricidad mediante la metodología de análisis del ciclo de vida]. <https://www.mdpi.com/2305-6304/12/11/786>
- National Business Aviation Association [NBAA] (2011). Airports take various approaches to disposing of international trash [Los aeropuertos adoptan diferentes enfoques para la

eliminación de la basura internacional]. <https://nbaa.org/aircraft-operations/environmental-sustainability/airports-take-various-approaches-to-disposing-of-international-trash/>

National Business Aviation Association [NBAA]. (2021). *Airports take various approaches to disposing of international trash [Los aeropuertos adoptan diferentes enfoques para la eliminación de la basura internacional]*. <https://nbaa.org/aircraft-operations/environmental-sustainability/airports-take-various-approaches-to-disposing-of-international-trash/>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2023). Tarifas referenciales de EPS-RS para tratamiento de residuos peligrosos en Lima Metropolitana. OEFA/MINAM. <https://www.oefa.gob.pe>

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [OSINERGMIN]. (2024). Pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad – Tarifa MT2. OSINERGMIN. <https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosElectricidad.aspx>

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [OSINERGMIN]. (mayo 2025). Precios de referencia de combustibles – GLP a granel sector industrial Lima Metropolitana. OSINERGMIN. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_de/informes_publicaciones/precios.aspx

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2017). Safe management of wastes from health-care activities (2.a ed.). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548564>

Özbay, I. & Gokceviz, N. A. (2021). Towards zero waste airports: a case study of Istanbul Airport [Hacia aeropuertos con cero residuos: un estudio de caso del Aeropuerto de Estambul]. *National Library of Medicine*. 24(1) 134-142.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8527968/903c-8c2a14fcd778/content>

Pennigton, L.; Welfle, A.; Parkes, B. & Larkin, A. (2025). Beyond the runway - Quantifying the climate impact of internacional catering waste [Más allá de la pista de aterrizaje: cuantificando el impacto climático de los residuos de la restauración internacional]. *Elsevier: Gestión de residuos* 23(), 114870

PRIORCLAVE North America (2026). *Regulated garbage: Regional airports autoclave food waste* [Residuos regulados: Los aeropuertos regionales esterilizan los residuos alimentarios en autoclave]. <https://www.priorclave.com/en-us/2024/08/06/regulated-garbage-regional-airports-autoclave-food-waste/>

RM, S. y J. L. (2021). Understanding waste management at airports: A study on current practices and challenges based on literature review [Comprender la gestión de residuos en los aeropuertos: un estudio sobre las prácticas y los desafíos actuales basado en una revisión de la literatura]. *Renewables and Sustainable Energy Reviews*, *Elsevier* 147(C). <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v147y2021ics1364032121005165>

ScienceDirect (2022). *Autoclave* [Autoclave]. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/autoclave>

Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos [SIGERSOL]. (2024). Registro de EPS-RS autorizadas y tarifas referenciales. MINAM. <https://sigersol.minam.gob.pe>

SKYbrary (2026). *Salud pública y aviación*. <https://skybrary.aero/>

Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria [SUNAT]. (2023). Arancel de aduanas – Partidas aplicables a equipos de tratamiento de residuos industriales. SUNAT. <https://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/aranceles/index.html>

STERIS (2025). *Autoclave cycles [Ciclos de autoclave]*.

<https://www.steris.com/healthcare/knowledge-center/sterile-processing/steam-sterilization-cycles>

The Hindu (23 de febrero de 2025). *Solid waste treatment plant commissioned at Tiruchi airport* [Planta de tratamiento de residuos sólidos puesta en marcha en el aeropuerto de Tiruchi]. <https://www.thehindu.com/news/cities/Tiruchirapalli/solid-waste-treatment-plant-commissioned-in-tiruchi-airport/article69214389.ece>

VEOLIA (24 de marzo de 2025). *Gestión ambiental en aeropuertos: Soluciones innovadoras para desafíos modernos.*

<https://blog.latamib.veolia.com/es/gesti%C3%B3n-ambiental-en-aeropuertos-soluciones-innovadoras-para-desaf%C3%ADos-modernos>

X. ANEXOS

Anexo 001	Ficha técnica volteador (tipper).	107
Anexo 002	Ficha técnica autoclave.	110
Anexo 003	Ficha técnica caldero.	115
Anexo 004	Ficha técnica de sistema ablandador de agua para caldero.	118
Anexo 005	Ficha técnica trituradora.	120
Anexo 006	Ficha técnica de sistema de colección y desodorización de aire.	124
Anexo 007	Diagrama de flujo de proceso (PFD) y layout.	129
Anexo 008	Plano dimensional autoclaves y tanques de condensación.	136
Anexo 009	Plano dimensional, montaje y cimentación de la caldera.	142
Anexo 010	Plano dimensional y de cimentación de la trituradora.	146
Anexo 011	Plano dimensional del sistema de desodorización.	149
Anexo 012	Certificado de evaluación del proceso de esterilización N° 2506-0149-001, modelo MWI-1000x4, N° serie R23053.	154
Anexo 013	Certificado de evaluación del proceso de esterilización N° 2506-0149-002, modelo MWI-1000x4, N° serie R23054.	157
Anexo 014	Memoria de cálculo residuos diseñado en anteproyecto a densidad 80kg/m ³ vs. memoria cálculo residuo tratado a densidad 100kg/m ³ .	160
Anexo 015	Oferta técnica GIEN T N° 124303-2023 - Sistema de tratamiento de residuos sólidos.	162
Anexo 016	Memoria de cálculo de balance de materia y energía.	176
Anexo 017	Edificio manejo residuos sólidos. Flujos residuos y biocontaminados L.A. Plano N° 2213-B-APF-1P10-U01150-003-Rev.AA.	179
Anexo 018	Oferta económica 124207R suministro de equipos de tratamiento de residuos sólidos - Anexo 1.	181
Anexo 019	Costo total CAPEX bienes puesto en almacén nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez.	187
Anexo 020	Oferta económica 124207 - Servicio de ingeniería y supervisión de instalación de equipos de tratamiento de residuos sólidos - Anexo 1.	189
Anexo 021	Reporte de monitoreo de gases de combustión y partículas caldero GIEN T, modelo WNS2-1.0-(Y), número de serie R23053.	192
Anexo 022	Costo OPEX planta nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez.	197
Anexo 023	Costo proyectado tercerización de servicios nuevo aeropuerto internacional Jorge Chávez.	200

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro Y Construcción A Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 1
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 001

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0039				
		N° Rev.:	1				
		Fecha [Date]:	09/01/2024				
		Vendor:	CHONQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información

Título [Title]:

HOJA DE DATOS (FICHA TÉCNICA) DE VOLTEADOR

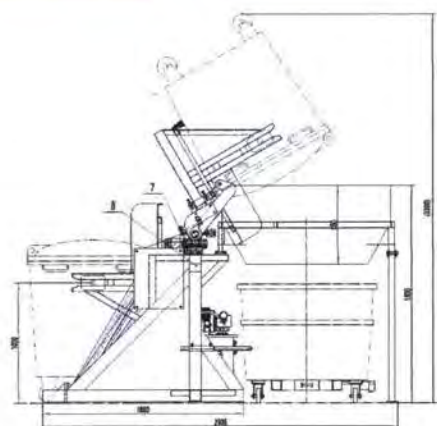


Productos auxiliares

Productos auxiliares para planta centralizada

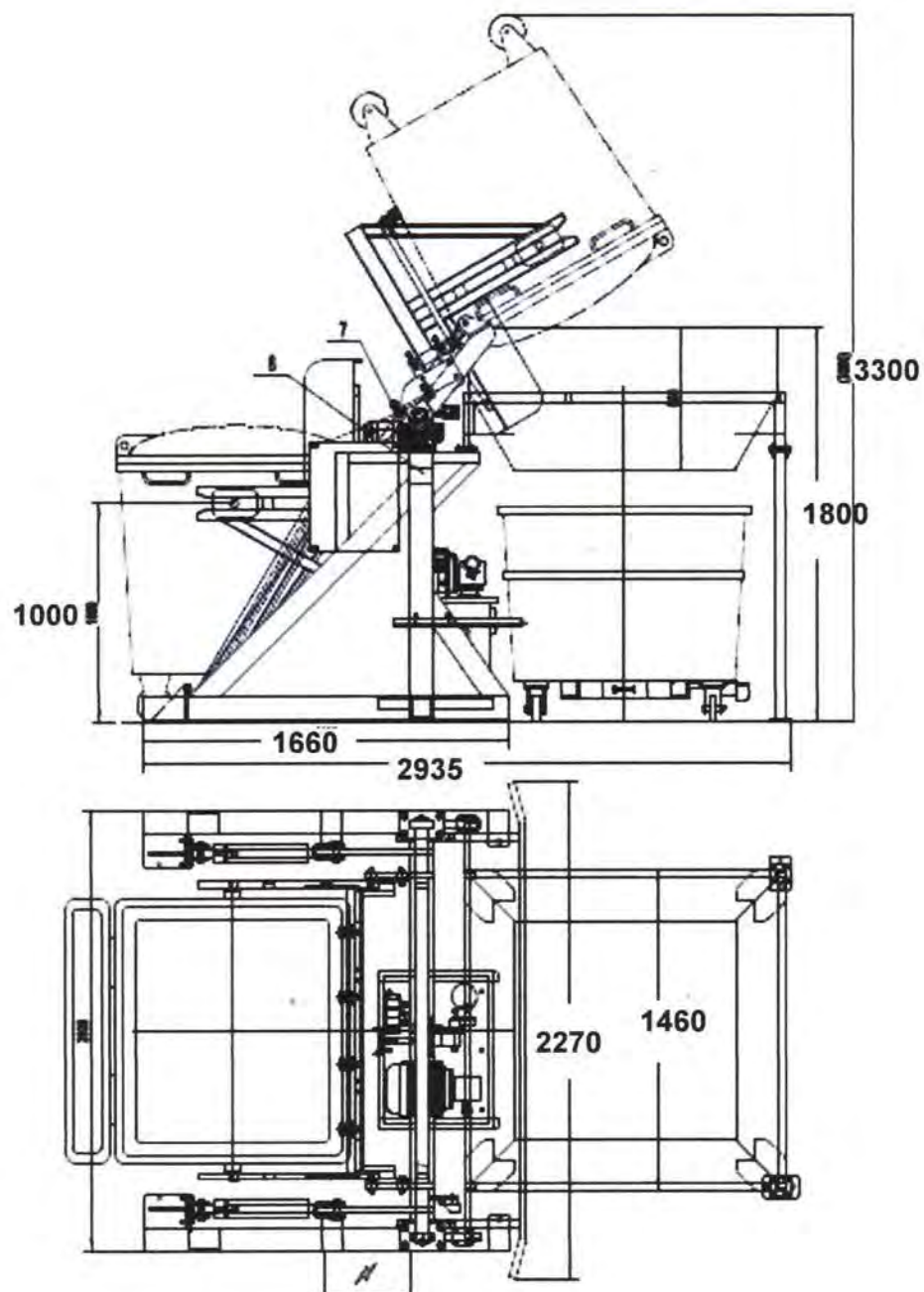
Bin Tipper o Volteador

Este volteador está diseñado para levantar un contenedor 1100L-DIN SL de Marca ESE a una altura de 1800mm, con una carga menor a 200 kg. El volteador se encontrará anclado al piso para su operación. El peso de operación del volteador es de 2000 kg. La potencia de la estación hidráulica es de 3.75 kw, el volumen del tanque de aceite es de 80 l.



CARACTERISTICA

CARACTERISTICA	VOLTEADOR	
	Unidad	DESCRIPCION
Parámetros Generales		
Marca		Gient
Peso Neto	kg	446.53
Tipo de Contenedor Correspondiente		CONTENEDOR 1100L-DIN SL de Marca ESE
Altura Máxima de Elevación (No Incluye la Altura del Contenedor)	mm	1800
Capacidad de Carga	kg	<200
Potencia de Estación Hidráulica	kW	3.75
Capacidad del Tanque de Aceite	L	80
Peso de operación	kg	2000

ESQUEMA VOLTEADOR

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro Y Construcción A Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 5

ANEXO 002

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0037				
		N° Rev.:	2				
		Fecha [Date]:	09/01/2024				
		Vendor:	CHONQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

HOJA DE DATOS (FICHA TÉCNICA) DE AUTOCLAVE

Autoclave centralizado

Gient**Producto****Sistema centralizado para tratamiento de residuos médicos****Serie MWC**

Autoclave centralizado (Serie MWC) aplica a plantas de tratamiento centralizadas con gran capacidad de disposición. El sistema está compuesto de un autoclave, un set de carros para el autoclave, una plataforma de carga, condensador, cabina de control neumático y eléctrico, bomba de vacío, y sistema de trituración y generación de vapor opcional.

Proceso de trabajo:

 Carga: cargue los desechos médicos en los contenedores de autoclave y empuje los contenedores dentro del autoclave.	 Pre-vacío: el aire es evacuado para garantizar la esterilización completa y suficiente.	 Esterilización: el vapor saturado es inyectado para destruir todas las formas de microbios y germen patógenos.
 Post-vacío: elimina el vapor y la humedad residuales.	 Descarga: una línea opcional de autotransferencia puede ayudar a aumentar la eficiencia de descarga.	 Trituración: Los residuos estériles son cargados en el triturador por un volteador automático de coches y se trituran en trozos pequeños para su disposición en un vertedero seguro.

Gient | Autoclave centralizado

Vista Rápida:

- Capacidad: 1 a 20 toneladas por día
- Tipo: Esterilización antes de la trituración
- Temperatura de esterilización: 121-143°C / 250-289°F*
- Presión de esterilización: 0.2-0.4Mpa/14.5-58Psi
- Inactivación Microbiana: 6log10 (99.9999%)
- Reducción del volumen de los residuos: 60% (aplicable solo con triturador)
- Triturador independiente opcional

*De acuerdo a los estándares locales

Características

Fácil:

- Procesos automatizados de tratamiento controlados por programa y mecanismo.
- Solución llave en mano, suministro de una sola parada.
- Software opcional de monitoreo y grabación remota aplicado en la computadora de su oficina para registrar y monitorear la operación fácilmente.

Seguro:

- Proceso ecológico sin emisiones peligrosas.
- Cumplimiento de normas ambientales estrictas en todo el mundo.
- Control avanzado de olores: el vapor en el proceso de post-vacío a la aspiración se trata por una tecnología innovadora, que reduce significativamente el olor en el lugar.



Autoclave centralizado

Gient**Eficiencia:**

- Gran capacidad - más eficiente y menor costo de operación por kilogramo.
- Mayor rendimiento de eficiencia mediante el uso de la caldera dedicada y el sistema de control inteligente centralizado que minimiza el período del proceso de tratamiento.

Fiable y durable:

- El revestimiento especial de la pared interior evita la corrosión y la perforación de los iones cloruro.
- Configuración de alto estándar y bajo costo de mantenimiento.
- Al menos 15 años de vida útil.



Serie MWC	Unidad	MWC-700×1	MWC-700×2	MWC-700×3	MWC-1000×3	MWC-1000×4	MWC-1000×5	MWC-1000×6	MWC-1400×6	MWC-1400×8
Dimensión (L×W×H)	m ft	6.2×2.2×4.0 20.3×7.2×13.1	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4
Peso neto	ton	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	10.5	12.5
Potencia nominal	kW	1				1		1		
Volumen de carga efectiva	m ³ gal	750 198	1500 396	2250 594	3000 792	4000 1056	5000 1320	6000 1584	8400 2217	11200 2942
Duración de ciclo	min	45-60 depends on the sterilization time								
Capacidad de tratamiento*	kg lb	90 198	180 396	270 594	360 792	480 1056	600 1320	720 1584	1008 2217	1344 2942
Tratamiento de residuo diario*	ton	1.5	2.6	4	6	8	10	12	16	22
Tamaño de taller sugerido	m ft	6.2×2.2×4.0 20.3×7.2×13.1	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4	6.2×2.2×4.1 20.3×7.2×13.4

* La densidad de desechos médicos se calcula como 120 kg / m³ (1 lb / gal), sin embargo, puede variar según las condiciones locales reales.

* Basado en 16 horas de trabajo

Autoclave centralizado

Gient**CARACTERÍSTICAS**

MWC-1000X4		
CARACTERÍSTICA	Unidad	MWC-1000x4
Parámetros Generales		
Dimensiones (Longitud*Ancho*Altura)	mm	6300×2200×2280
Material de Cámara	-	Acero para recipientes a presión
Peso Neto	tonelada	4.9
Potencia Nominal	kW	6
Cantidad de Puertas	-	Una
Parámetros Operativos		
Volumen de Carrito	Litro	1000
Cantidad de Carrito	pc	4
Volumen de Procesamiento	Litro/ciclo	4000
Densidad de Desechos*	kg/m3	100
Capacidad de Tratamiento	kg/ciclo	400
Tiempo por Ciclo	min	60 (Depende de la temperatura y el tiempo de esterilización)
Tiempo de Esterilización	min	30 (El tiempo de esterilización puede reducirse de acuerdo a la normativa local)
Peso de Procesamiento Diario	tonelada	6.4 (basado en 16 horas de funcionamiento)
Temperatura de Esterilización	°C	134
Presión de Procesamiento	MPa	0.2
Presión de Pre-vacío	MPa	-0.09
Temp. Diseñada	°C	152
Presión Diseñada	MPa	0.4
Inactivación Microbiana	-	6Log10 (99.9999%)



	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro Y Construcción A Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM” NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 003

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”

Paquete de Trabajo:	WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0046				
		N° Rev.:	2				
		Fecha [Date]:	09/01/2024				
		Vendor:	CHONQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información

Título [Title]:

HOJA DE DATOS (FICHA TÉCNICA) DE CALDERA

FICHA TÉCNICA GENERADOR DE VAPOR MODELO WNS2-1.0-Y(Q)



- A. APLICACIÓN
TRATAMIENTO IN-SITU DE RESIDUOS MÉDICOS PARA HOSPITALES Y PLANTAS DE TRATAMIENTO.
- B. EFICIENCIA TÉRMICA: $\geq 89\%$.
- C. PANTALLA INTELIGENTE TOUCH SCREEN SIEMENS 7".
- D. PRESIÓN DE DISEÑO
1 MPA (145 PSI)
- E. TEMPERATURA DE DISEÑO
184°C
- F. TEMPERATURA DEL HUMO DE SALIDA:
220°C

G. GENERALES

1. AUTOGENERACIÓN DE VAPOR.
2. EL GENERADOR DE VAPOR ES EFICIENTE Y SUMINISTRA GRAN CANTIDAD DE VAPOR. ESTÁ ESPECIALMENTE DISEÑADO PARA INTEGRARSE A AUTOCLAVES PARA ESTERILIZACIÓN DE RESIDUOS MÉDICOS.
3. SUMINISTRA VAPOR ESTABLE DE ALTA CALIDAD Y AHORRO DE ENERGÍA.
4. EL GENERADOR DE VAPOR INCLUYE:
 - a. QUEMADOR GNV O GLP.
 - b. BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA.
 - c. ABLANDADOR DE AGUA Y TABLERO DE CONTROL.
 - d. VÁLVULA DE DRENAJE.
 - e. VÁLVULA DE SEGURIDAD CONTRA SOBREPRESIÓN.
 - f. ALARMA INDICADOR DE NIVEL DE AGUA.
 - g. UN FILTRO TIPO-Y PARA LA PROTECCIÓN Y LIMPIEZA DE LA BOMBA.
 - h. TRANSMISOR DE PRESIÓN, CONTROLADOR DE PRESIÓN, MANÓMETRO DE PRESIÓN.
 - i. INCLUYE TANQUE DE AGUA PARA ALIMENTAR GENERADOR DE VAPOR.
5. EL CUERPO DEL GENERADOR DE VAPOR CUMPLE LA RECOMENDACION GB / ASME PARA ACEROS CALIFICADOS PARA PRESIÓN ALTA.

H. OTROS

6. ESTÁNDAR GB. DISPONIBLE EN ASME O CE.
7. GIENT ESTÁ ACREDITADA CON ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001.
8. FABRICADO CON COMPONENTES QUE PERMITEN SU OPERACIÓN HASTA 4500 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR.
9. FUENTE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA: 380 VAC, 60 HZ, 3-FASES, TIERRA, NEUTRO. EL CLIENTE PUEDE SELECCIONAR OTRAS FUENTES.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UND	MODELO WNS2-0.1-Y(Q)
10. DIMENSIONES APROXIMADAS – L*W*H	MM	±4310*2040*2340
11. PESO NETO	KG	±6800
12. CAPACIDAD PRODUCCIÓN DE VAPOR	KG/H	±2000
13. POTENCIA NOMINAL	KW	±9.2
14. COMBUSTIBLE		GNV O GLP
15. CONSUMO GNV	Nm ³ /H	±173
16. CONSUMO GLP	KG/H	±136

Contacto de Verificación
Helen Yang
Senior Sales Manager
Email: helen@gient.cn





<i>Sistema de Caldera</i>	<i>Unidad</i>	<i>WNS2.0-1.0-Y(Q)</i>
Parámetros Generales		
Dimensiones (Longitud*Ancho*Altura)	mm	4310×1940×2190
Peso Neto	tonelada	6.2
Peso con Agua Llena	tonelada	10.8
Potencia Nominal	kW	7.7
Parámetros Operativos		
Evaporación Nominal	kg/h	2000
Presión de Vapor	MPa	1
Opciones de Combustible	-	LPG

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM” NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 1
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 2

ANEXO 004

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”

Paquete de Trabajo:	WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0041				
		N° Rev.:	1				
		Fecha [Date]:	09/01/2024				
		Vendor:	CHONQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

HOJA DE DATOS (FICHA TÉCNICA) DE SISTEMA DE ABLANDAMIENTO AGUA PARA CALDERO

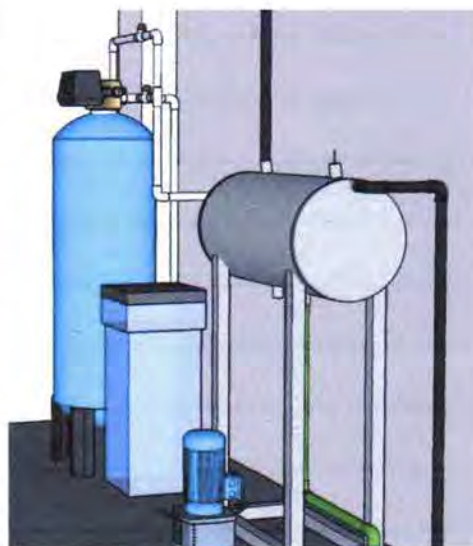
Productos auxiliares para planta centralizada

ABLANDADOR DE AGUA

Para el diseño de un ablandador de agua, es necesario conocer la dureza del agua, mediante un simple análisis de laboratorio, y el flujo del agua a utilizar, con estos dos parámetros es posible conocer las dimensiones de un suavizador, la frecuencia con que se tiene que regenerar la resina de intercambio iónico y el consumo de sal pelet o industrial (sodio).

En plantas industriales con calderas, torres de enfriamiento, generadores de vapor, sistemas de ósmosis inversa y múltiples procesos, la implementación de ablandadores de agua resulta fundamental para eliminar los graves problemas asociados al agua dura, maximizando la productividad y rentabilidad.

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua se denomina como "dura" cuando tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua "blanda" las contiene en muy poca cantidad.



CARACTERÍSTICAS

ABLANDADOR DE AGUA		
Ítem	Unidad	Ablandador
Componentes Principales		
Tanque de agua		
Tanque de sal		
Tanque de resina		
Parámetros Generales		
Presión	mPa	0.25-0.55
Temperatura de Trabajo	°C	1-50
rendimiento hídrico	t/h	2
Dosis de Sal Regenerada	kg/vez	15
calidad de los efluentes	mmol/L	0.03
Temperatura Ambiente	°C	2-49
Capacidad de Tanque de Agua	m ³	4

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 5

ANEXO 005

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0038					
		N° Rev.:	2					
		Fecha [Date]:	09/01/2024					
		Vendor:	CHONQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD					
		OC:	20545286719FIL01120.I00003					
		Cod. Doc. Interno:	NA					
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:
HOJA DE DATOS (FICHA TÉCNICA) DE TRITURADOR

Trituradora para residuos médicos



Los residuos médicos contienen material filoso como vidrio y agujas, también materiales blandos como algodón y vendas. Por lo tanto, tienen una alta exigencia técnica para la trituradora.

El sistema de trituración de Gient está diseñado para el tratamiento de residuos médicos y ha sido probado por el mercado. El sistema está compuesto por el gabinete de control, elevador automático, tolva y una faja transportadora opcional.

Características

Fuerte y robusto

- Sistema de manejo- configuración con torque de alta y baja velocidad y diseño dedicado para el alto requerimiento de los residuos médicos.
- Cuchillas - cuchillas especiales resistentes al desgaste, con una forma particular.

Diseño avanzado

- Fácil de mantener- toda la máquina adopta una estructura de desmontaje que hace el cambio de las cuchillas más accesible y acorta la duración del mantenimiento.

maintenance duration.

- + Intelligent - PLC system controls the whole process from loading to discharging. The system recognizes the materials and adjusts its working mode based on different materials; it resolves the problems caused by jamming, winding and overload, and ensures the stable operation of the shredder.
- Closed discharging system - closed screw conveyor can efficiently avoid spilling of medical waste in discharging and reduce odor spreading.

Serie GS	Unidad	GS-15	GS-30	GS-45
Dimensión* (LxWxH)	mm	4350x2650x5200	4500x3150x5500	4630x3150x5800
	ft	14.4x8.7x17.2	14.9x10.4x18.2	15.3x10.4x19.1
Peso neto	ton	4.6	5.8	8
Potencia nominal	kW	20	32	47
Productividad	ton/hour	1.7	2.4	3.5
Apta para el modelo de contenedor	L	700	1000	1400

*La dimensión incluye la del elevador automático.

Trituradora para residuos médicos



CARACTERÍSTICAS

TRITURADORA PARA RESIDUOS MODELO GS -30		
Característica	Unidad	Descripción
Parámetros Generales		
Dimensiones (Longitud*Ancho*Altura)	mm	4500×3150×5500*
Peso Neto	ton	4.2
Potencia Nominal (trituradora+dumper)	kW	31.5
Tiempo de Trituración por Carrito	min	3
Productividad	tonelada/h ora	2 (Depende también del material de desecho)
Capacidad de Bin Compatible	-	1000L
Carga	-	Carga automática por medio del dumper (elevador)
Descarga	-	Caer directamente en el contenedor
Nota: 1. El tamaño incluye trituradora, tolva de carga y dumper de carrito.		
Materiales		
Eje y Cuchillas	Aleación	
Cuerpo de Caja	Acero Moldeado	
Marco/Elevador/Soportes	Acero al Carbono	
Faja Transportadora	Acero Inoxidable	
Escaleras	Aleación de Aluminio	

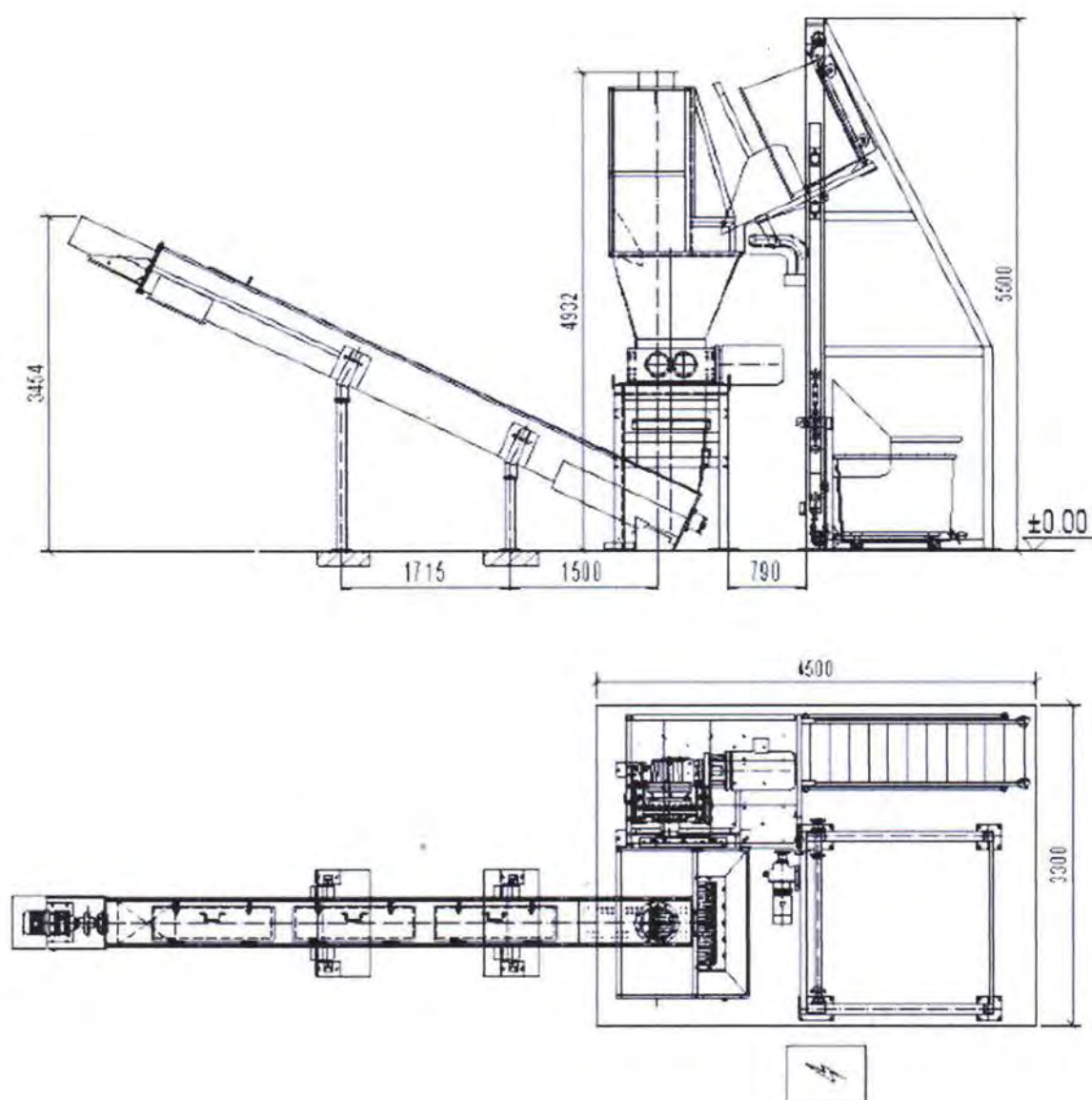
Trituradora para residuos médicos

Gient

GS - 30



ESQUEMA DE TRITURADORA



	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 4

ANEXO 006

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.100003-0042				
		N° Rev.:	2				
		Fecha [Date]:	09/01/2024				
		Vendor:	CHONQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.100003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

HOJA DE DATOS (FICHA TÉCNICA) DE SISTEMA DE COLECCIÓN Y
DESODORIZACIÓN DE AIRE

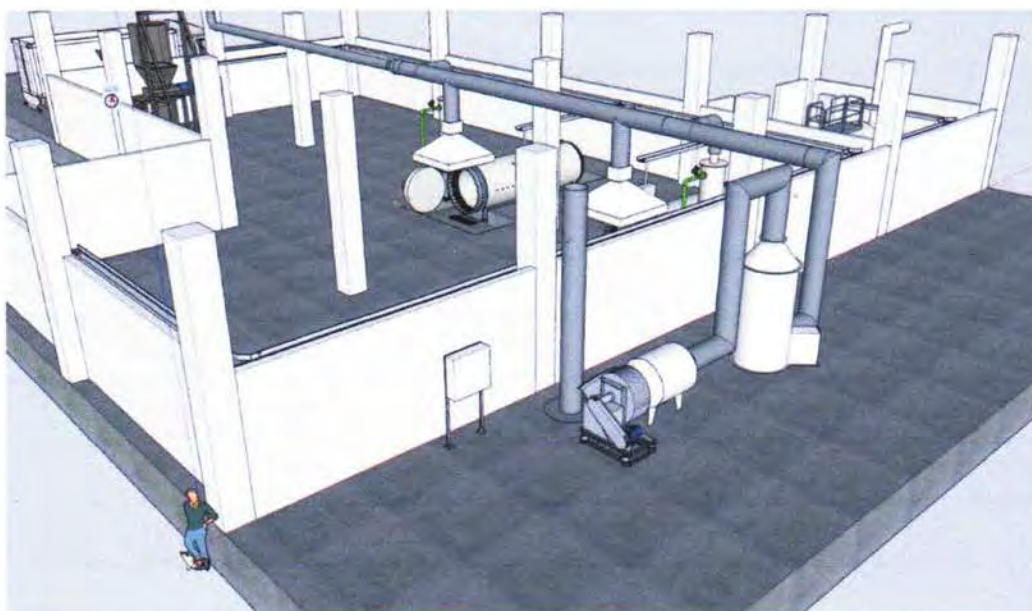
Productos auxiliares para planta centralizada

Sistema de colección y deodorización de aire



El olor es siempre un problema en la esterilización por autoclave. Es producido por la fermentación y deteriorización del material orgánico después de un largo período de almacenamiento y traslado, y es peor con el esparcimiento del vapor y por el proceso natural de enfriamiento después de la esterilización. Para el problema del olor, Gient proporciona las soluciones prácticas:

- No emisión de vapor con olor - después de la esterilización, el vapor residual es condensado en la torre de condensación y deodorización; así ningún vapor con olor es emitido.
- El sistema desodorizante de aire eco-bio puede coleccionar y procesar automáticamente el olor dispersado en el lugar de producción de acuerdo al proceso de trabajo del sistema de tratamiento. Aplica lecho de carbón activado y proceso de lavado por dispersión para disminuir el olor.

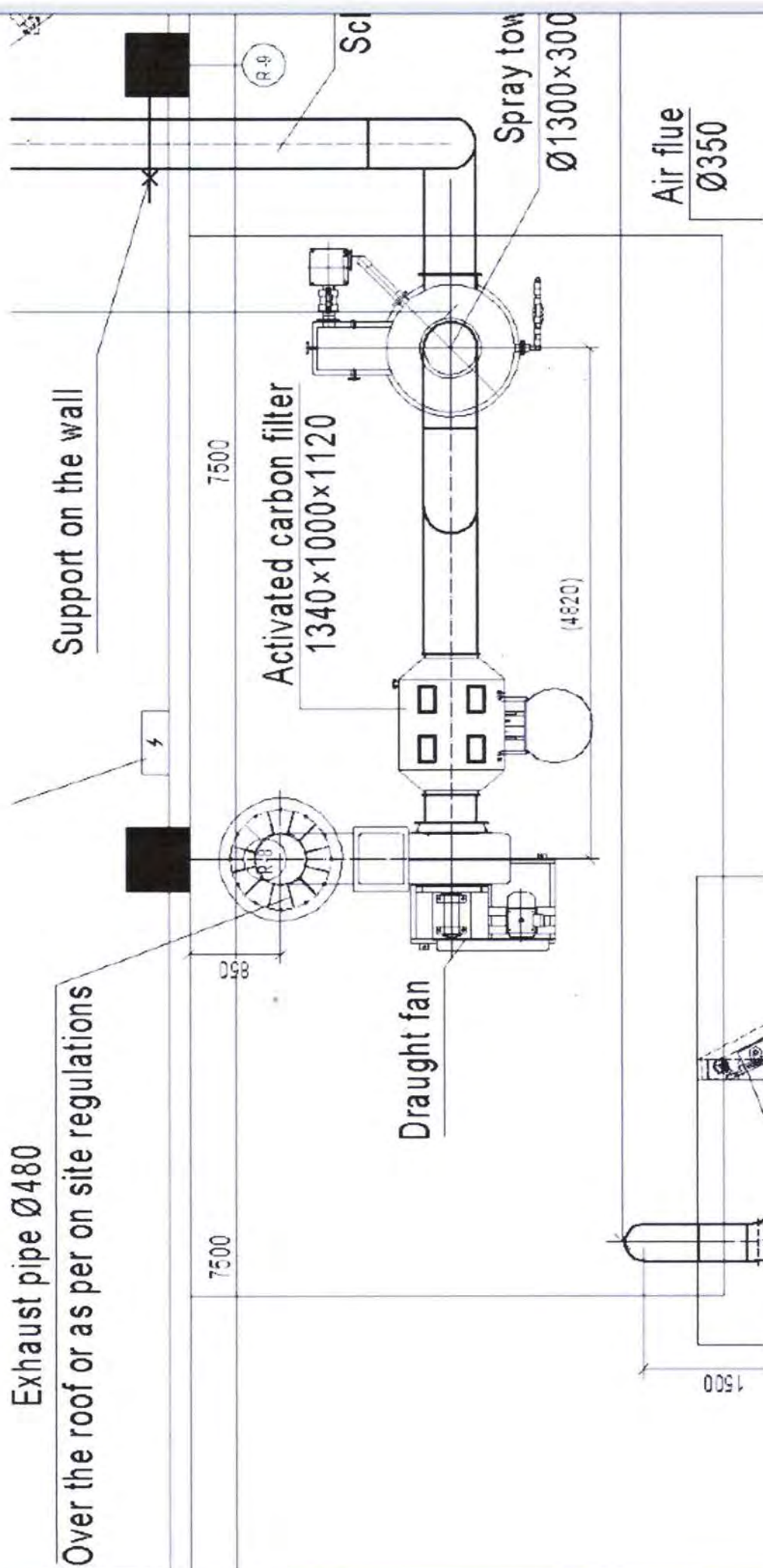


Esquema de sistema de desodorización

Sistema de desodorización



SISTEMA DE DESODORIZACIÓN		
CARACTERÍSTICA	Unidad	DESCRIPCIÓN
Ventilador de tiro (ventilador centrífugo)		
Capacidad	m³/h	15000
Presión	kPa	2
Potencia	kW	15
Diámetro de junta	ø	500
Válvula de aire eléctrica		
Diámetro	ø	350
Voltaje	V	AC220
Material		PP
Conexión de brida		
Campana de ventilación		
Dimensiones	mm	2000x2000
Diámetro de tubo	ø	350
Material		PP
Conexión de brida		
Filtro de carbón activado		
Capacidad	m³/h	15000
Tipo		Incorporado
Membrana		0.2µm
Material		PP
Diámetro de junta	ø	500
Torre de rociado		
Capacidad	m³/h	15000
Material		PP
Potencia	kW	4
Diámetro de junta	ø	480
Bomba de circulación incluida		
Tubo de escape		
Diámetro	ø	480
Material		Por determinar
por encima del techo del taller o según las normas onsite		
Con orificio de inspección		
Sistema de control		
Customizado		
Tubos		
Material		PP
Tablero de Control		
Material		Gient
IP		54
Dimensiones		500x700x250



	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 7

ANEXO 007

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0030				
		Nº Rev.:	2				
		Fecha [Date]:	18/03/2024				
		Vendor:	CHONQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (PFD) Y LAYOUT

Symbol	Meaning	Symbol	Meaning
	Resistor		Variable resistor
	Capacitor		Variable capacitor
	Inductor		Variable inductor
	Diode		Variable diode
	Zener diode		Variable Zener diode
	LED		Variable LED
	Triode		Variable triode
	Tetrad		Variable tetrad
	Pentode		Variable pentode
	Hexode		Variable hexode
	Heptode		Variable heptode
	Octode		Variable octode
	Nonode		Variable nonode
	Decade		Variable decade
	Eleventh		Variable eleventh
	Twelfth		Variable twelfth
	Thirteenth		Variable thirteenth
	Fourteenth		Variable fourteenth
	Fifteenth		Variable fifteenth
	Sixteenth		Variable sixteenth
	Seventeenth		Variable seventeenth
	Eighteenth		Variable eighteenth
	Nineteenth		Variable nineteenth
	Twentieth		Variable twentieth
	Twenty-first		Variable twenty-first
	Twenty-second		Variable twenty-second
	Twenty-third		Variable twenty-third
	Twenty-fourth		Variable twenty-fourth
	Twenty-fifth		Variable twenty-fifth
	Twenty-sixth		Variable twenty-sixth
	Twenty-seventh		Variable twenty-seventh
	Twenty-eighth		Variable twenty-eighth
	Twenty-ninth		Variable twenty-ninth
	Thirtieth		Variable thirtieth
	Thirty-first		Variable thirty-first
	Thirty-second		Variable thirty-second
	Thirty-third		Variable thirty-third
	Thirty-fourth		Variable thirty-fourth
	Thirty-fifth		Variable thirty-fifth
	Thirty-sixth		Variable thirty-sixth
	Thirty-seventh		Variable thirty-seventh
	Thirty-eighth		Variable thirty-eighth
	Thirty-ninth		Variable thirty-ninth
	Fortieth		Variable fortieth
	Forty-first		Variable forty-first
	Forty-second		Variable forty-second
	Forty-third		Variable forty-third
	Forty-fourth		Variable forty-fourth
	Forty-fifth		Variable forty-fifth
	Forty-sixth		Variable forty-sixth
	Forty-seventh		Variable forty-seventh
	Forty-eighth		Variable forty-eighth
	Forty-ninth		Variable forty-ninth
	Fiftieth		Variable fiftieth
	Fifty-first		Variable fifty-first
	Fifty-second		Variable fifty-second
	Fifty-third		Variable fifty-third
	Fifty-fourth		Variable fifty-fourth
	Fifty-fifth		Variable fifty-fifth
	Fifty-sixth		Variable fifty-sixth
	Fifty-seventh		Variable fifty-seventh
	Fifty-eighth		Variable fifty-eighth
	Fifty-ninth		Variable fifty-ninth
	Sixtieth		Variable sixtieth
	Sixty-first		Variable sixty-first
	Sixty-second		Variable sixty-second
	Sixty-third		Variable sixty-third
	Sixty-fourth		Variable sixty-fourth
	Sixty-fifth		Variable sixty-fifth
	Sixty-sixth		Variable sixty-sixth
	Sixty-seventh		Variable sixty-seventh
	Sixty-eighth		Variable sixty-eighth
	Sixty-ninth		Variable sixty-ninth
	Seventieth		Variable seventieth
	Seventy-first		Variable seventy-first
	Seventy-second		Variable seventy-second
	Seventy-third		Variable seventy-third
	Seventy-fourth		Variable seventy-fourth



SE DEBE DE ASEGURAR QUE EL AMBIENTE EN DONDE SE ENCUENTRA EL EQUIPO D-211 CUENTE CON RECIRCULACIÓN DEL AIRE NATURAL EN TODO MOMENTO.

FACULTY NAME		Office	Telephone	Address
		Dr. [Name]	[Phone]	[Address]
		Dr. [Name]	[Phone]	[Address]
		Dr. [Name]	[Phone]	[Address]
NAME OF STUDENT Roll No. and Address				Date Signature

© 2005 The Authors
Journal compilation © 2005 Blackwell Publishing Ltd

INTI PUNKU - IPK

Giant

Nombre De Proyecto	EQUIPOS DE SISTEMA	DE RESISTENCIAS SÓLIDAS

Tipo de plano	12/02/24
12/02/24	

[illegible]

© 2005 The Authors
Journal compilation © 2005 Blackwell Publishing Ltd

Skonto

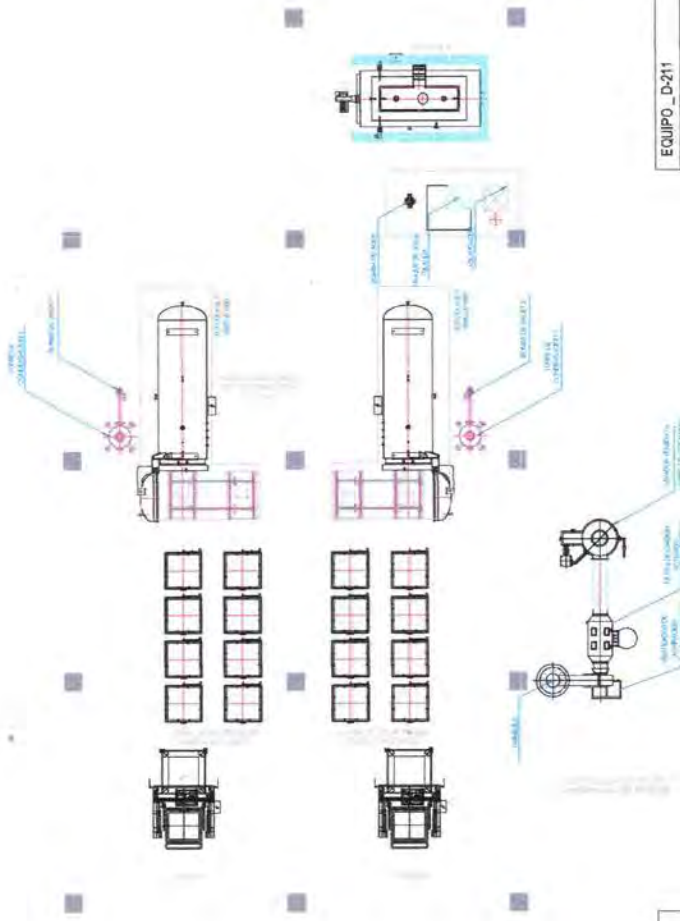
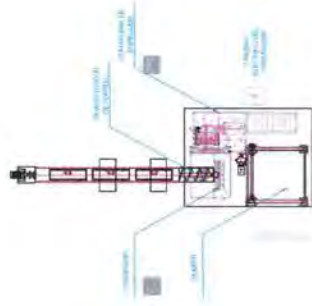
Consultant

Nombre De Proyecto	EQUIPOS DE SISTEMA	DE RESISTENCIAS SÓLIDAS

Tipo de plano	12/02/24
12/02/24	

[illegible]

© 2005 THE UNIVERSITY OF CHICAGO



PLANTA
ESCALA 1/175

NOTA

SE DEBE DE ASEGURAR QUE EL AMBIENTE EN DONDE SE ENCUENTRA EL EQUIPO D-211 CUENTE CON RECIRCULACIÓN DEL AIRE NATURAL EN TODO MOMENTO.

EQUIPO _D-211

RECOMENDACIONES DEL AREA A INSTALAR, ESC 1/175

Localización
Notas

1. VERIFICAR LAS DIMENSIONES Y NIVEL DE ENCUENTRA EN INTINTO, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. VERIFICAR MEDIDAS EN PISA.

Detalle de Referencia

REV. AÑO 16. 0034080

REV. DESCRIPCIÓN

Construcción

Cliente

INTI PUNKU - IPK

Consultor

Gient

Nombre De Proyecto
EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS

132

Tipo de plano
COP de PREINSTALACIÓN

Proyecto
L170224

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

Revisión

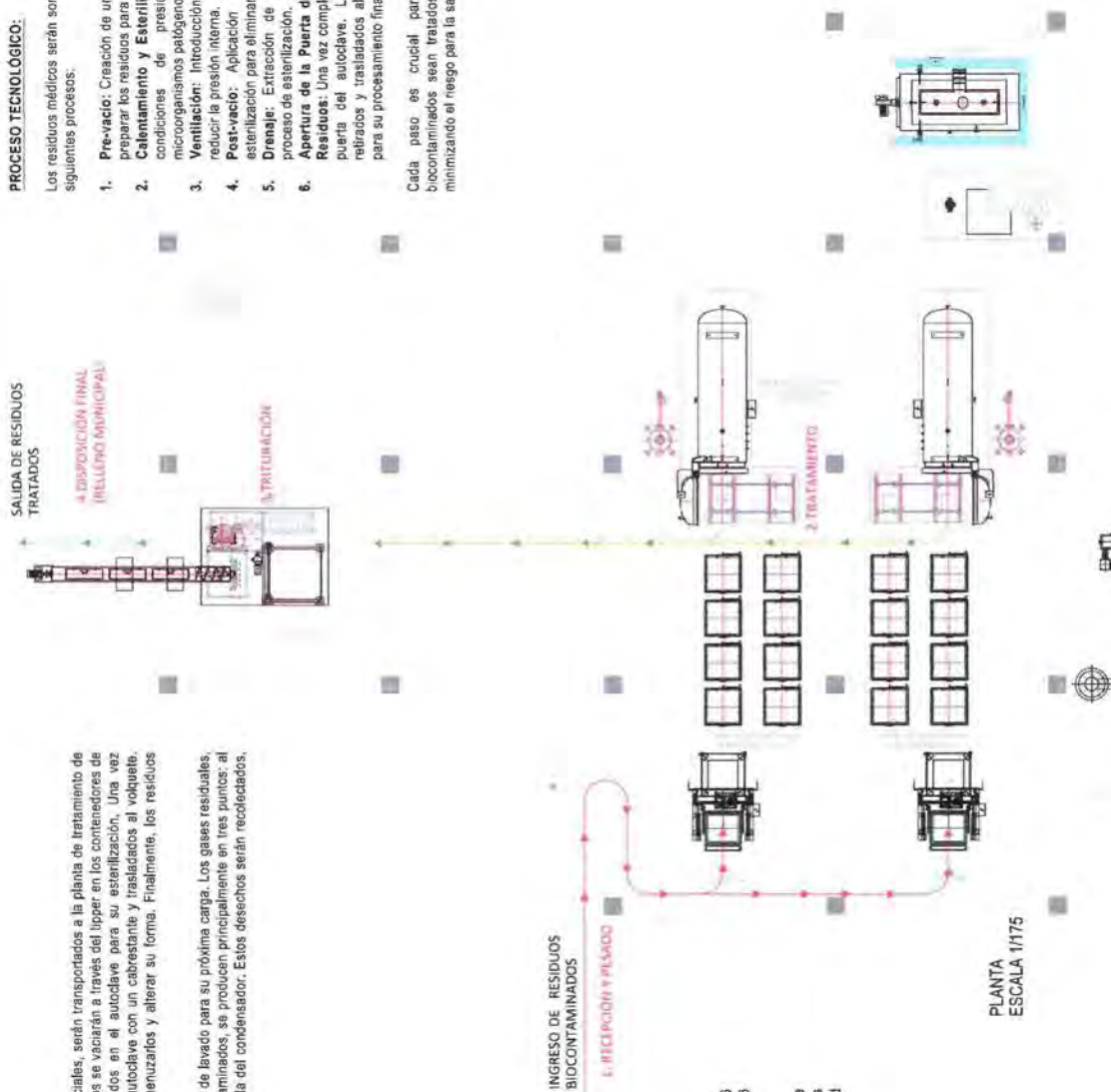
Revisión

Los residuos biocontaminados, que se cargan en contenedores especiales, serán transportados a la planta de tratamiento de residuos médicos mediante una furgoneta especializada. Los desechos se vaciarán a través del tupper en los contenedores de basura y, posteriormente, se introducirán los contenedores cargados en el autoclave para su esterilización. Una vez completada la esterilización, los contenedores serán extraídos del autoclave con un cabrestante y trasladados al volquete. Este volcará los desechos esterilizados en la trituradora para desmenuzados y alterar su forma. Finalmente, los residuos triturados se tratarán como residuos municipales.

Los residuos médicos serán sometidos a tratamiento mediante los siguientes procesos:

1. **Pre-vacio:** Creación de un vacío inicial en el autoclave para preparar los residuos para la esterilización.
2. **Calentamiento y Esterilización:** Aplicación de calor bajo condiciones de presión controlada para destruir microorganismos patógenos.
3. **Ventilación:** Introducción controlada de aire o gas para reducir la presión interna.
4. **Post-vacio:** Aplicación de un vacío después de la esterilización para eliminar cualquier resto de aire o gas.
5. **Drenaje:** Extracción de líquidos acumulados durante el proceso de esterilización.
6. **Apertura de la Puerta del Autoclave y Manipulación de Residuos:** Una vez completada la esterilización se abrirá la puerta del autoclave. Los residuos esterilizados serán retirados y trasladados al sistema de vaciado e inhumación para su procesamiento final.

Cada paso es crucial para asegurar que los residuos biocontaminados sean tratados de manera segura y eficiente, minimizando el riesgo para la salud pública y el medio ambiente.



1. La capacidad nominal de cada autoclave se establece en 9 toneladas por día, asumiendo un funcionamiento diario de 18 horas y una densidad de los residuos de 120 kg/m³.
2. Es importante señalar que la representación gráfica en este Diagrama de Instrumentación y Procesos (PID, por sus siglas en inglés) es únicamente esquemática y no refleja con exactitud la forma y dimensiones reales.

NOTA

SE DEBE DE ASEGURAR QUE EL AMBIENTE EN DONDE SE ENCUENTRA EL EQUIPO D-211 CUENTE CON RECIRCULACION DEL AIRE NATURAL EN TODO MOMENTO.

LEYENDA	
SÍMBOLO	DEFINICIÓN
	FLUJO DE RESIDUO BIOCONTAMINADO
	FLUJO DE RESIDUO TRATADO

133

Monitoreo De Proyecto

Tipo de plano	13/02/74
---------------	----------

Preliminary Data		Final Data		Final Data		Final Data	
Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp
0	25.0	0	25.0	0	25.0	0	25.0
1	25.0	1	25.0	1	25.0	1	25.0
2	25.0	2	25.0	2	25.0	2	25.0
3	25.0	3	25.0	3	25.0	3	25.0
4	25.0	4	25.0	4	25.0	4	25.0
5	25.0	5	25.0	5	25.0	5	25.0
6	25.0	6	25.0	6	25.0	6	25.0
7	25.0	7	25.0	7	25.0	7	25.0
8	25.0	8	25.0	8	25.0	8	25.0
9	25.0	9	25.0	9	25.0	9	25.0
10	25.0	10	25.0	10	25.0	10	25.0
11	25.0	11	25.0	11	25.0	11	25.0
12	25.0	12	25.0	12	25.0	12	25.0
13	25.0	13	25.0	13	25.0	13	25.0
14	25.0	14	25.0	14	25.0	14	25.0
15	25.0	15	25.0	15	25.0	15	25.0
16	25.0	16	25.0	16	25.0	16	25.0
17	25.0	17	25.0	17	25.0	17	25.0
18	25.0	18	25.0	18	25.0	18	25.0
19	25.0	19	25.0	19	25.0	19	25.0
20	25.0	20	25.0	20	25.0	20	25.0
21	25.0	21	25.0	21	25.0	21	25.0
22	25.0	22	25.0	22	25.0	22	25.0
23	25.0	23	25.0	23	25.0	23	25.0
24	25.0	24	25.0	24	25.0	24	25.0
25	25.0	25	25.0	25	25.0	25	25.0
26	25.0	26	25.0	26	25.0	26	25.0
27	25.0	27	25.0	27	25.0	27	25.0
28	25.0	28	25.0	28	25.0	28	25.0
29	25.0	29	25.0	29	25.0	29	25.0
30	25.0	30	25.0	30	25.0	30	25.0
31	25.0	31	25.0	31	25.0	31	25.0
32	25.0	32	25.0	32	25.0	32	25.0
33	25.0	33	25.0	33	25.0	33	25.0
34	25.0	34	25.0	34	25.0	34	25.0
35	25.0	35	25.0	35	25.0	35	25.0
36	25.0	36	25.0	36	25.0	36	25.0
37	25.0	37	25.0	37	25.0	37	25.0
38	25.0	38	25.0	38	25.0	38	25.0
39	25.0	39	25.0	39	25.0	39	25.0
40	25.0	40	25.0	40	25.0	40	25.0
41	25.0	41	25.0	41	25.0	41	25.0
42	25.0	42	25.0	42	25.0	42	25.0
43	25.0	43	25.0	43	25.0	43	25.0
44	25.0	44	25.0	44	25.0	44	25.0
45	25.0	45	25.0	45	25.0	45	25.0
46	25.0	46	25.0	46	25.0	46	25.0
47	25.0	47	25.0	47	25.0	47	25.0
48	25.0	48	25.0	48	25.0	48	25.0
49	25.0	49	25.0	49	25.0	49	25.0
50	25.0	50	25.0	50	25.0	50	25.0

© 2005 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 257: 105–112

INTT BUNKI - TRK

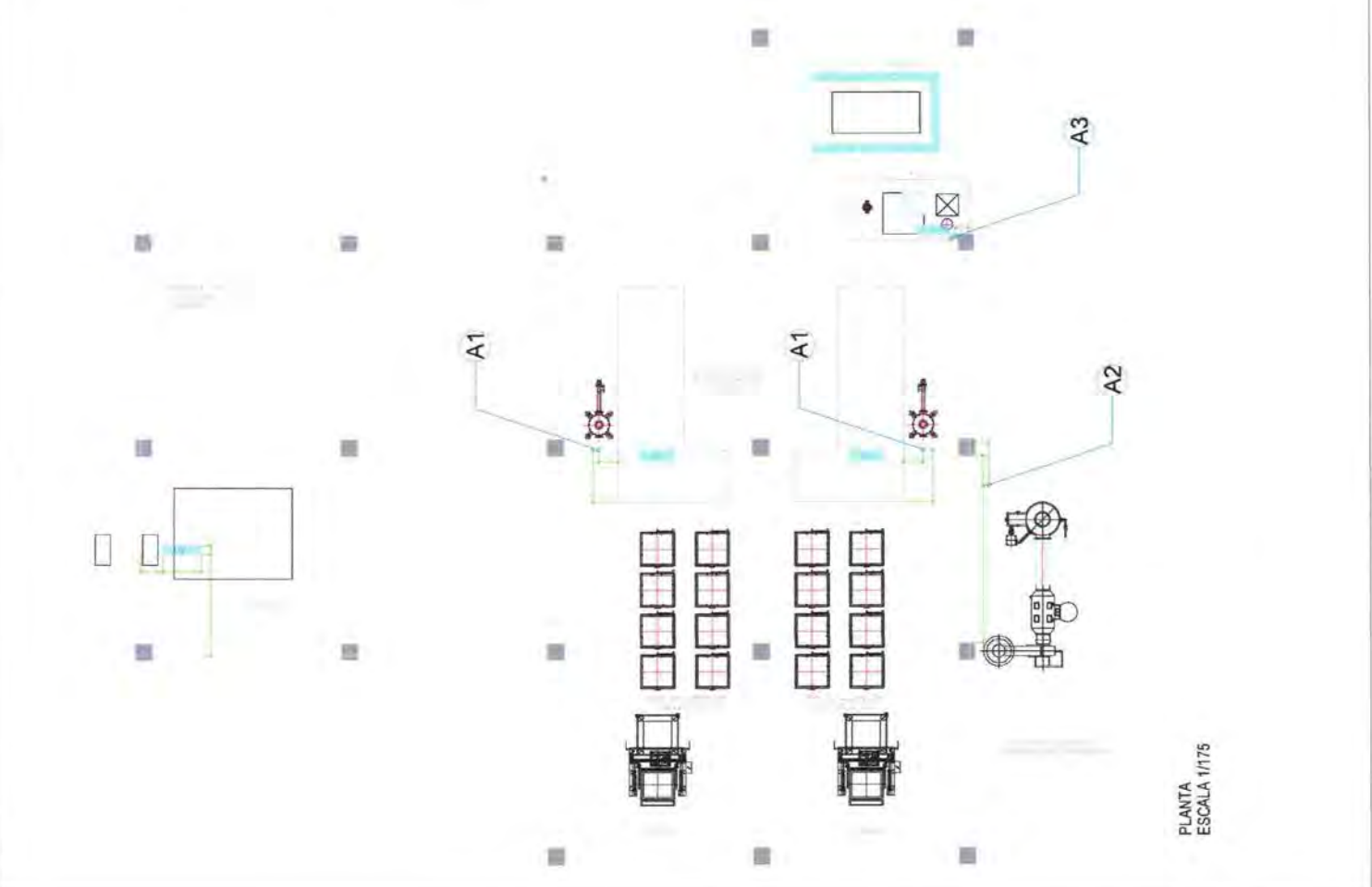
Given

Monitoreo De Proyecto

Tipo de plano	13/02/74
---------------	----------

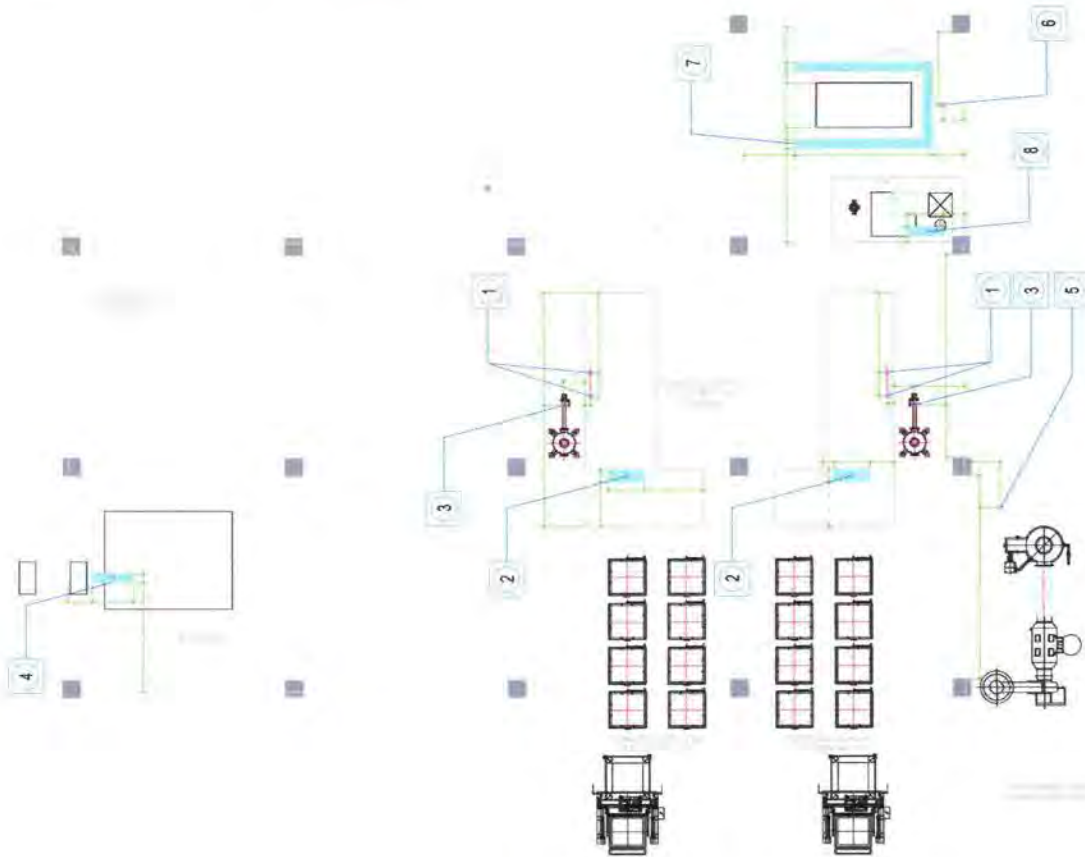
Preliminary Data		Final Data		Final Data		Final Data	
Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp	Time	Temp
0	20	0	20	0	20	0	20
1	20	1	20	1	20	1	20
2	20	2	20	2	20	2	20
3	20	3	20	3	20	3	20
4	20	4	20	4	20	4	20
5	20	5	20	5	20	5	20
6	20	6	20	6	20	6	20
7	20	7	20	7	20	7	20
8	20	8	20	8	20	8	20
9	20	9	20	9	20	9	20
10	20	10	20	10	20	10	20
11	20	11	20	11	20	11	20
12	20	12	20	12	20	12	20
13	20	13	20	13	20	13	20
14	20	14	20	14	20	14	20
15	20	15	20	15	20	15	20
16	20	16	20	16	20	16	20
17	20	17	20	17	20	17	20
18	20	18	20	18	20	18	20
19	20	19	20	19	20	19	20
20	20	20	20	20	20	20	20

© 2005 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 258: 103–110



A3	• INSTALACION DE LLAVE DE PASO EN EL AREA PARA CADA AUTOCLAVE CON EL FIN DE FACILITAR LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.	
	PUNTO DE AGUA DEL ABLANDADOR: • TUBO CU DN32(1"1/4") CON CONECTOR NTP MACHO A 150cm SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO • SUMINISTRO DE AGUA DURA CON UNA PRESION 40 -60 PSI. • INSTALACION DE LLAVE DE PASO EN EL AREA PARA CADA AUTOCLAVE CON EL FIN DE FACILITAR LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.	

LEYENDA	
SÍMBOLO	DEFINICIÓN
1 2	PUNTO DE DRENAJE DEL AUTOCLAVE: 1. TUBO C/DN 100 (11/2") CON CONECTOR NTP MACHO A -33cm SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO. 2. CANALETA CON REJILLA REMOVIBLE CON TUBERÍA DE C/DN 100 (4") A -110cm NIVEL DE PISO TERMINADO. 3. CANALIZACIÓN DEL TUBO DE COBRE ENTERRADA DESDE EL PUNTO DE DRENAJE HASTA LA CAJA DE REGISTRO.
3	PUNTO DE DRENAJE DEL TANQUE DE CONDENSADO: 4. TUBERÍA DE COBRE DN 150 (6") CON CONECTOR NTP MACHO A +10cm SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO. 5. CANALIZACIÓN DEL TUBO DE COBRE ENTERRADA DESDE EL PUNTO DE DRENAJE HASTA LA CAJA DE REGISTRO.
4	PUNTO DE DRENAJE DEL TRIBULADOR: 6. CANALETA CON REJILLA REMOVIBLE CON TUBERÍA DE PVC DN 80 (3") A NIVEL DE PISO TERMINADO. 7. CANALIZACIÓN DEL TUBO DE PVC O CPVC ENTERRADA DESDE EL PUNTO DE DRENAJE HASTA LA CAJA DE REGISTRO.
5	PUNTO DE DRENAJE DEL SISTEMA DE DESODORIZACIÓN: 8. TUBERÍA DE COBRE DN 100 (4") CON CONECTOR NTP MACHO A +10cm SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO. 9. CANALIZACIÓN DEL TUBO DE PVC O CPVC ENTERRADA DESDE EL PUNTO DE DRENAJE HASTA LA CAJA DE REGISTRO.
6 7	PUNTO DE DRENAJE DE LA CALDERA: 10. TUBO C/DN 80 (1 1/2") CON CONECTOR NTP MACHO A 18cm SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO. 11. CANALETA CON REJILLA REMOVIBLE CON TUBERÍA DE C/DN 100 (4") A -20cm NIVEL DE PISO TERMINADO. 12. CANALIZACIÓN DEL TUBO DE COBRE ENTERRADA DESDE EL PUNTO DE DRENAJE HASTA LA CAJA DE REGISTRO.
8	PUNTO DE DRENAJE DEL ABLANDADOR: 13. CANALETA CON REJILLA REMOVIBLE CON TUBERÍA DE PVC DN 80 (3") A NIVEL DE PISO TERMINADO. 14. CANALIZACIÓN DEL TUBO DE PVC O CPVC ENTERRADA DESDE EL PUNTO DE DRENAJE HASTA LA CAJA DE REGISTRO.



PLANTA
ESCALA 1/175

Localización:
Tubos

1. TOMAR LAS DIMENSIONES Y NIVEL DE ELEVACIÓN EN RELACIÓN AL NIVEL DEL MAR.
2. VERIFICAR MEDIDAS EN OBRA.

Dirección de Referencia:
NÚMERO DE 2024000

INDICADA

Correcciones:

Revisión	Fecha	Elaborado por	Revisado por	Calificado	Revisado	Revisado
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Cliente: INTI PUNKU - IPK

Consultor: **Glent**

Nombre De Proyecto: EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

135

Tipo de plan: PLAN DE INSTALACIÓN

Fecha: 11/02/24

Proyecto	Revisión	Revisado	Revisado	Revisado	Revisado	Revisado
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

PLAN DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro Y Construcción A Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 6

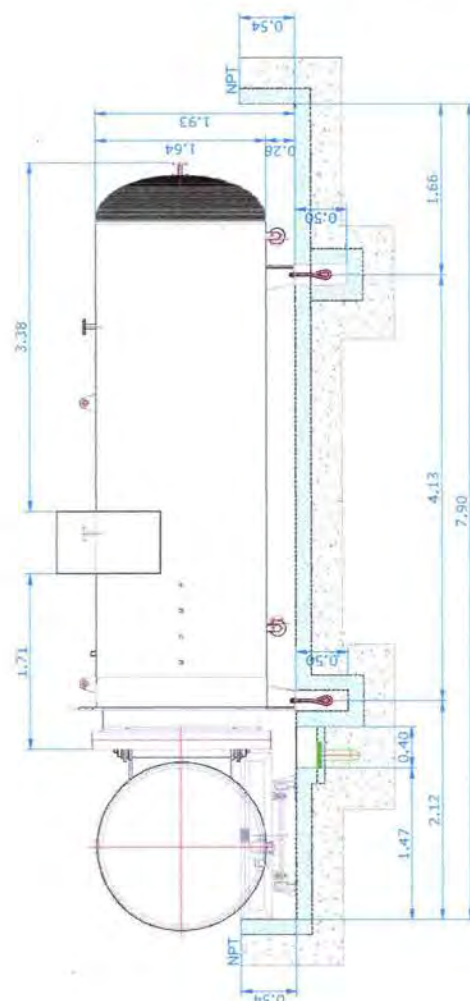
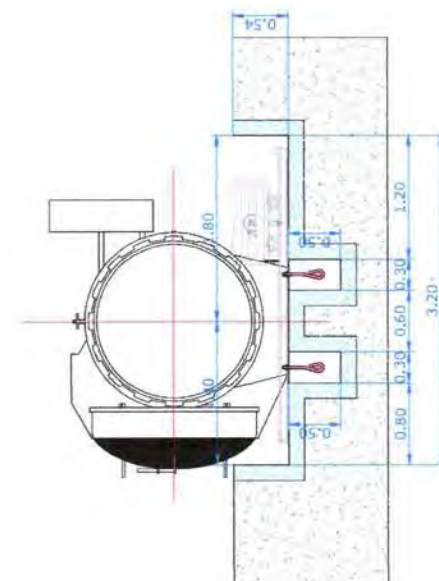
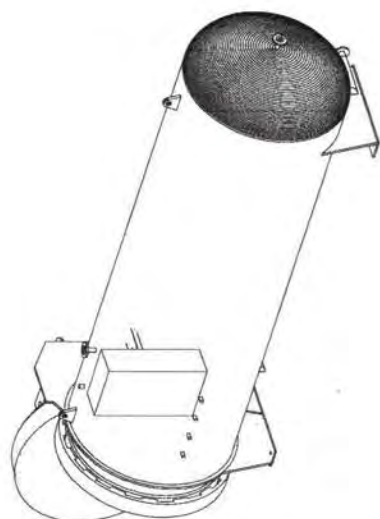
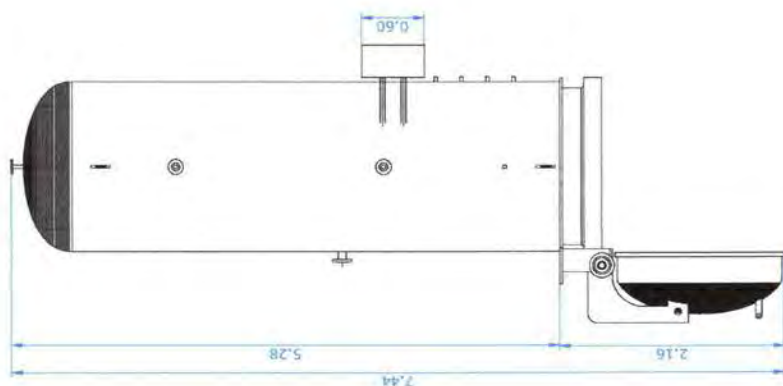
ANEXO 008

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0043				
		N° Rev.:	0				
		Fecha [Date]:	15/11/2023				
		Vendor:	CHONQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

PLANO DIMENSIONAL DE AUTOCLAVES Y TANQUES DE CONDENSACIÓN

[illegible]

Conversations			
---------------	--	--	--

[illegible]

Client:

INTI PUNKU - IPK

Consultant

Client

Nombre De Proyecto

EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO

EQUIPOS DE SISTEMA DE
DE RESIDUOS SÓLIDOSTubo de plano
AUTOCALVE 1Tipo de plano
AUTOCLAVE I

13/02/24

13/02/24

FUNDING FOR		Details	Source	Year
		Details	Source	Year
		Details	Source	Year

and the U.S. State
Department
(U.S. State Dept.)

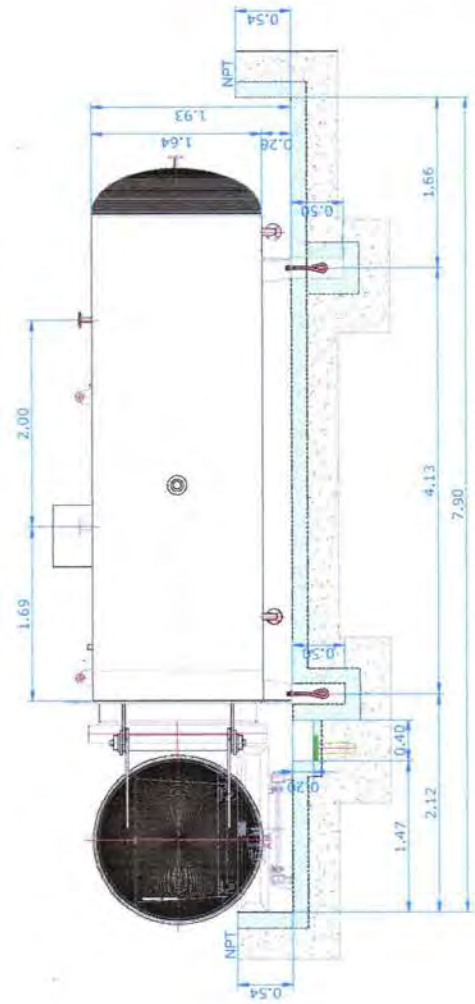
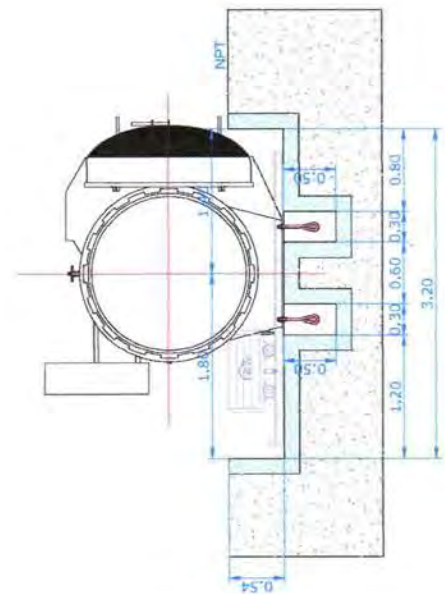
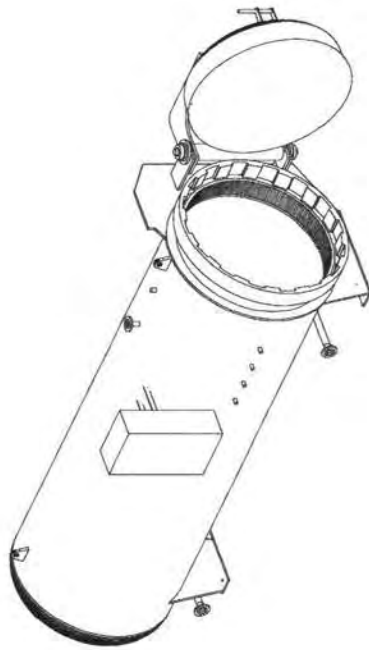
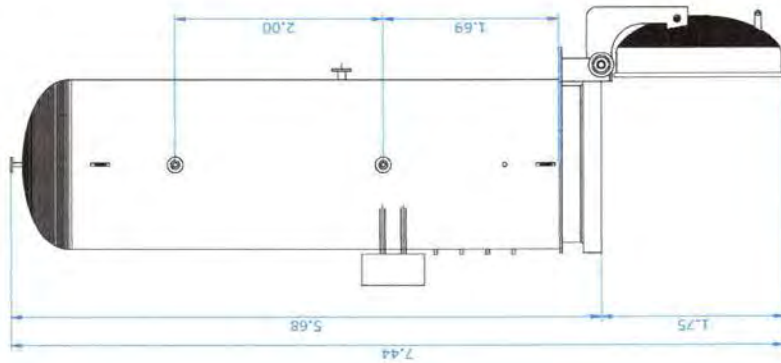
VISTA LATERAL DERECHA

VISTA DE PLANTA

VISTA ISOMÉTRICA

137

PLANO DIMENSIONAL DEL AUTOCUAVE 1



VISTA DE PLANTA

VISTA ISOMÉTRICA

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL DERECHA

Localización
Notas

1. Pinta las diagonales y trázalas como en ejemplos a) y b) que se indican los colores.
2. Verticaliza las medidas en solas.

[illegible]

Convecciones

Year	Fertilizer	Emulsion (ml)	Oil (g)	Dose (g)	Rate (g)	Cost
1	10000	10000	10000	10000	10000	10000
2	10000	10000	10000	10000	10000	10000
3	10000	10000	10000	10000	10000	10000
4	10000	10000	10000	10000	10000	10000
5	10000	10000	10000	10000	10000	10000
6	10000	10000	10000	10000	10000	10000
7	10000	10000	10000	10000	10000	10000
8	10000	10000	10000	10000	10000	10000
9	10000	10000	10000	10000	10000	10000
10	10000	10000	10000	10000	10000	10000
11	10000	10000	10000	10000	10000	10000
12	10000	10000	10000	10000	10000	10000
13	10000	10000	10000	10000	10000	10000
14	10000	10000	10000	10000	10000	10000
15	10000	10000	10000	10000	10000	10000
16	10000	10000	10000	10000	10000	10000
17	10000	10000	10000	10000	10000	10000
18	10000	10000	10000	10000	10000	10000
19	10000	10000	10000	10000	10000	10000
20	10000	10000	10000	10000	10000	10000
21	10000	10000	10000	10000	10000	10000
22	10000	10000	10000	10000	10000	10000
23	10000	10000	10000	10000	10000	10000
24	10000	10000	10000	10000	10000	10000
25	10000	10000	10000	10000	10000	10000
26	10000	10000	10000	10000	10000	10000
27	10000	10000	10000	10000	10000	10000
28	10000	10000	10000	10000	10000	10000
29	10000	10000	10000	10000	10000	10000
30	10000	10000	10000	10000	10000	10000
31	10000	10000	10000	10000	10000	10000
32	10000	10000	10000	10000	10000	10000
33	10000	10000	10000	10000	10000	10000
34	10000	10000	10000	10000	10000	10000
35	10000	10000	10000	10000	10000	10000
36	10000	10000	10000	10000	10000	10000
37	10000	10000	10000	10000	10000	10000
38	10000	10000	10000	10000	10000	10000
39	10000	10000	10000	10000	10000	10000
40	10000	10000	10000	10000	10000	10000
41	10000	10000	10000	10000	10000	10000
42	10000	10000	10000	10000	10000	10000
43	10000	10000	10000	10000	10000	10000
44	10000	10000	10000	10000	10000	10000
45	10000	10000	10000	10000	10000	10000
46	10000	10000	10000	10000	10000	10000
47	10000	10000	10000	10000	10000	10000
48	10000	10000	10000	10000	10000	10000
49	10000	10000	10000	10000	10000	10000
50	10000	10000	10000	10000	10000	10000

Revisión

Consultor

Nombre De Proyecto

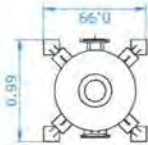
EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS		precio
Tipo de equipo		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

13/02/24	AUTOCALVE 2		
13/02/24	13/02/24	13/02/24	13/02/24

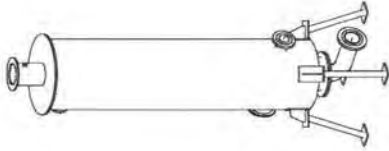
[illegible]

Completado por el Sr. (apellidos)	Fecha
(14 de agosto de 1974, Madrid)	

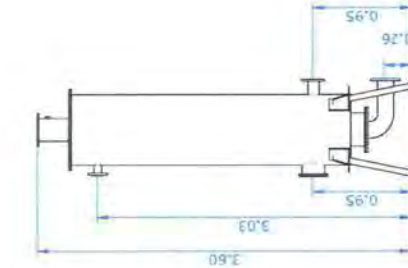
PLANO DIMENSIONAL DEL AUTOCLAVE 2



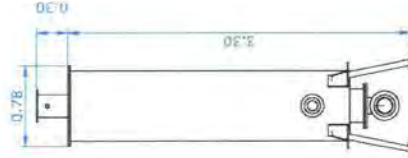
VISTA DE PLANTA



VISTA ISOMÉTRICA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA

Localización
Nota

1. Verificar dimensiones y niveles con el instalador, a efectos de su correcta instalación.
2. Verificar los niveles de agua.

Dibujos de Referencia	
NO	DESCRIPCIÓN
1	3000000
2	3000000
3	3000000
4	3000000
5	3000000
6	3000000
7	3000000
8	3000000
9	3000000
10	3000000
11	3000000
12	3000000
13	3000000
14	3000000
15	3000000
16	3000000
17	3000000
18	3000000
19	3000000
20	3000000
21	3000000
22	3000000
23	3000000
24	3000000
25	3000000
26	3000000
27	3000000
28	3000000
29	3000000
30	3000000
31	3000000
32	3000000
33	3000000
34	3000000
35	3000000
36	3000000
37	3000000
38	3000000
39	3000000
40	3000000
41	3000000
42	3000000
43	3000000
44	3000000
45	3000000
46	3000000
47	3000000
48	3000000
49	3000000
50	3000000
51	3000000
52	3000000
53	3000000
54	3000000
55	3000000
56	3000000
57	3000000
58	3000000
59	3000000
60	3000000
61	3000000
62	3000000
63	3000000
64	3000000
65	3000000
66	3000000
67	3000000
68	3000000
69	3000000
70	3000000
71	3000000
72	3000000
73	3000000
74	3000000
75	3000000
76	3000000
77	3000000
78	3000000
79	3000000
80	3000000
81	3000000
82	3000000
83	3000000
84	3000000
85	3000000
86	3000000
87	3000000
88	3000000
89	3000000
90	3000000
91	3000000
92	3000000
93	3000000
94	3000000
95	3000000
96	3000000
97	3000000
98	3000000
99	3000000
100	3000000

Revisión	
NO	DESCRIPCIÓN
1	3000000
2	3000000
3	3000000
4	3000000
5	3000000
6	3000000
7	3000000
8	3000000
9	3000000
10	3000000
11	3000000
12	3000000
13	3000000
14	3000000
15	3000000
16	3000000
17	3000000
18	3000000
19	3000000
20	3000000
21	3000000
22	3000000
23	3000000
24	3000000
25	3000000
26	3000000
27	3000000
28	3000000
29	3000000
30	3000000
31	3000000
32	3000000
33	3000000
34	3000000
35	3000000
36	3000000
37	3000000
38	3000000
39	3000000
40	3000000
41	3000000
42	3000000
43	3000000
44	3000000
45	3000000
46	3000000
47	3000000
48	3000000
49	3000000
50	3000000
51	3000000
52	3000000
53	3000000
54	3000000
55	3000000
56	3000000
57	3000000
58	3000000
59	3000000
60	3000000
61	3000000
62	3000000
63	3000000
64	3000000
65	3000000
66	3000000
67	3000000
68	3000000
69	3000000
70	3000000
71	3000000
72	3000000
73	3000000
74	3000000
75	3000000
76	3000000
77	3000000
78	3000000
79	3000000
80	3000000
81	3000000
82	3000000
83	3000000
84	3000000
85	3000000
86	3000000
87	3000000
88	3000000
89	3000000
90	3000000
91	3000000
92	3000000
93	3000000
94	3000000
95	3000000
96	3000000
97	3000000
98	3000000
99	3000000
100	3000000

Cliente
INTI PUNKU - IPK

Consultor
Gient

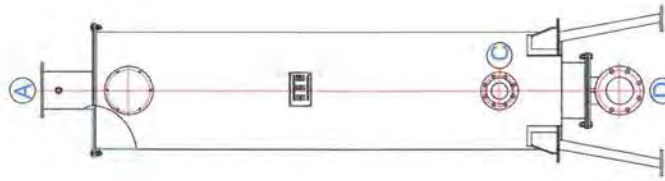
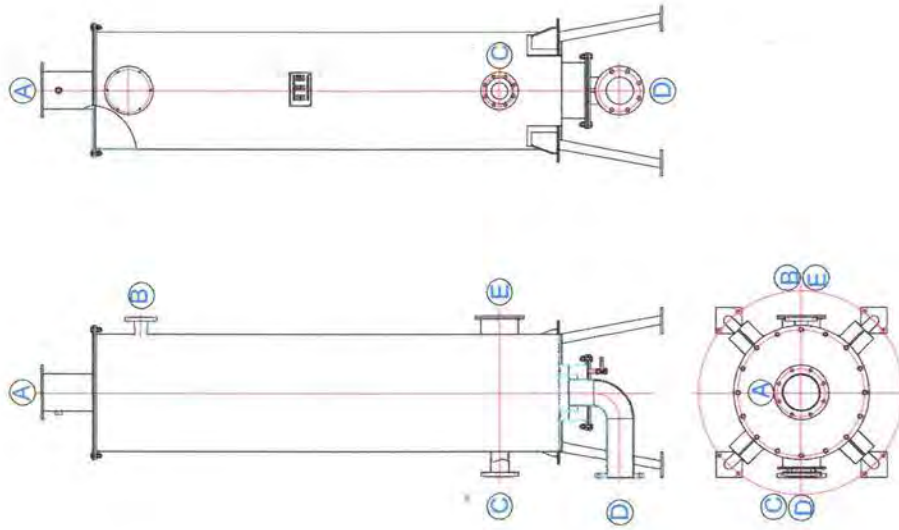
Agencia De Proyecto
EQUIPOS DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS

Tipo de plano
Tubo de conexión
11/02/24

NO	DESCRIPCIÓN	FECHA	REVISIÓN
1	3000000	11/02/24	1
2	3000000	11/02/24	2
3	3000000	11/02/24	3
4	3000000	11/02/24	4
5	3000000	11/02/24	5
6	3000000	11/02/24	6
7	3000000	11/02/24	7
8	3000000	11/02/24	8
9	3000000	11/02/24	9
10	3000000	11/02/24	10
11	3000000	11/02/24	11
12	3000000	11/02/24	12
13	3000000	11/02/24	13
14	3000000	11/02/24	14
15	3000000	11/02/24	15
16	3000000	11/02/24	16
17	3000000	11/02/24	17
18	3000000	11/02/24	18
19	3000000	11/02/24	19
20	3000000	11/02/24	20
21	3000000	11/02/24	21
22	3000000	11/02/24	22
23	3000000	11/02/24	23
24	3000000	11/02/24	24
25	3000000	11/02/24	25
26	3000000	11/02/24	26
27	3000000	11/02/24	27
28	3000000	11/02/24	28
29	3000000	11/02/24	29
30	3000000	11/02/24	30
31	3000000	11/02/24	31
32	3000000	11/02/24	32
33	3000000	11/02/24	33
34	3000000	11/02/24	34
35	3000000	11/02/24	35
36	3000000	11/02/24	36
37	3000000	11/02/24	37
38	3000000	11/02/24	38
39	3000000	11/02/24	39
40	3000000	11/02/24	40
41	3000000	11/02/24	41
42	3000000	11/02/24	42
43	3000000	11/02/24	43
44	3000000	11/02/24	44
45	3000000	11/02/24	45
46	3000000	11/02/24	46
47	3000000	11/02/24	47
48	3000000	11/02/24	48
49	3000000	11/02/24	49
50	3000000	11/02/24	50
51	3000000	11/02/24	51
52	3000000	11/02/24	52
53	3000000	11/02/24	53
54	3000000	11/02/24	54
55	3000000	11/02/24	55
56	3000000	11/02/24	56
57	3000000	11/02/24	57
58	3000000	11/02/24	58
59	3000000	11/02/24	59
60	3000000	11/02/24	60
61	3000000	11/02/24	61
62	3000000	11/02/24	62
63	3000000	11/02/24	63
64	3000000	11/02/24	64
65	3000000	11/02/24	65
66	3000000	11/02/24	66
67	3000000	11/02/24	67
68	3000000	11/02/24	68
69	3000000	11/02/24	69
70	3000000	11/02/24	70
71	3000000	11/02/24	71
72	3000000	11/02/24	72
73	3000000	11/02/24	73
74	3000000	11/02/24	74
75	3000000	11/02/24	75
76	3000000	11/02/24	76
77	3000000	11/02/24	77
78	3000000	11/02/24	78
79	3000000	11/02/24	79
80	3000000	11/02/24	80
81	3000000	11/02/24	81
82	3000000	11/02/24	82
83	3000000	11/02/24	83
84	3000000	11/02/24	84
85	3000000	11/02/24	85
86	3000000	11/02/24	86
87	3000000	11/02/24	87
88	3000000	11/02/24	88
89	3000000	11/02/24	89
90	3000000	11/02/24	90
91	3000000	11/02/24	91
92	3000000	11/02/24	92
93	3000000	11/02/24	93
94	3000000	11/02/24	94
95	3000000	11/02/24	95
96	3000000	11/02/24	96
97	3000000	11/02/24	97
98	3000000	11/02/24	98
99	3000000	11/02/24	99
100	3000000	11/02/24	100

TUBERIAS, INSTRUMENTOS Y VALVULAS

Nº	Código	Descripción	Cantidad	Observaciones
A	API F-3005	Valvula 30005, PN13	21	
B	API F-3005	Extrusor de agua 30005, PN13	21	
C	API F-3005	Extrusor de agua 30005, PN13	21	
D	API F-3005	Extrusor de agua 30005, PN13	21	
E	API F-3005	Extrusor de agua 30005, PN13	21	



Localización
Notas

1. Todas las conexiones y uniones deben ser fuertes, y deben estar bien selladas.
2. Verificar las medidas en el sitio.
3. El tipo de material de construcción de la tubería debe ser adecuado.

Detalle de Referencia

Nº	Detalle de Referencia	Detalles	Observaciones
1	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
2	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
3	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
4	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
5	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
6	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
7	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
8	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
9	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
10	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia

Conexiones

Nº	Detalle de Referencia	Detalles	Observaciones
1	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
2	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
3	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
4	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
5	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
6	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
7	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
8	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
9	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
10	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia

Revisión

Cliente
INTI PUNKU - IPK

Consultor
Gient

Nombre Del Proyecto
EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS

140

Tipo de plano
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Nº	Detalle de Referencia	Detalles	Observaciones
1	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
2	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
3	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
4	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
5	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
6	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
7	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
8	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
9	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia
10	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia	Detalle de Referencia

PLANO DE MONTAJE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



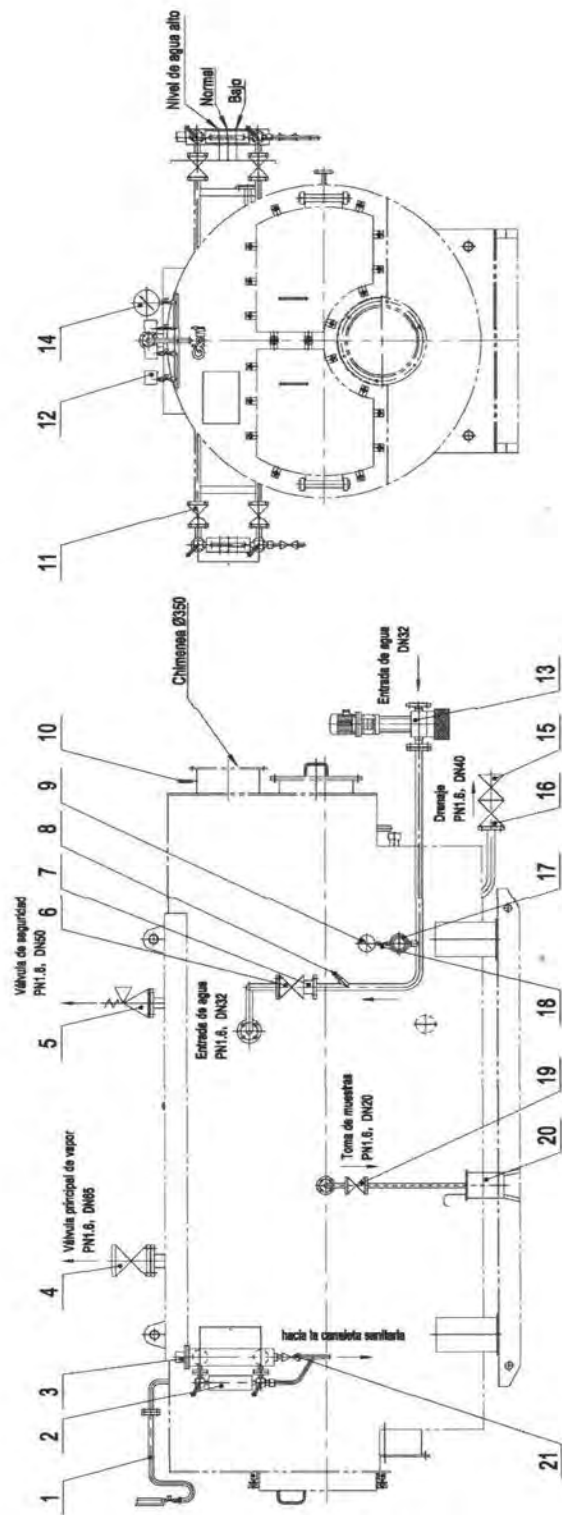
4. Este diagrama ilustra exclusivamente el diseño de la base para el autoclave n.º 1, destinado al tratamiento con vapor a alta temperatura. La construcción de la base para el autoclave n.º 2, que también se utiliza para el tratamiento con vapor a alta temperatura, deberá realizarse siguiendo un enfoque simétrico al adoptado para el autoclave n.º 1.

PLANO DIMENSIONAL DEL SISTEMA DE RESCUEBIZACIÓN

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 1
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 4

ANEXO 009

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"						
Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0046			
		Nº Rev.:	1			
		Fecha [Date]:	09/01/2024			
		Vendor:	CHONQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD			
		OC:	20545286719FIL01120.I00003			
		Cod. Doc. Interno:	NA			
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información
Título [Title]:						
PLANO DIMENSIONAL, MONTAJE Y CIMENTACIÓN DE LA CALDERA						



TUBERÍAS, INSTRUMENTOS Y VÁLVULAS

Nº	CONDICIÓN	DESIGNACIÓN	DETALLE	COMENTARIOS
1	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
2	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
3	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
4	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
5	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
6	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
7	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
8	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
9	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
10	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
11	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
12	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
13	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
14	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
15	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
16	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
17	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
18	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
19	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
20	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN
21	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN	CONDICIÓN

Clave

INTI PUNKU - IPK

Consultor

Gient

Nombre De Proyecto:
EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS

144

Tipo de plano:
CALCULO

Fecha:
11/03/24

APROBADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR

PLANO DE MONTAJE DE LA CALDERA

Diagrama de un tanque de almacenamiento de agua con drenaje en la parte superior. El tanque tiene una longitud total de 2.15 m y una anchura total de 1.35 m. El drenaje se encuentra a un nivel superior, con una altura de 0.22 m desde el fondo del tanque. El drenaje está conectado a una canalización sanitaria que se extiende hacia el exterior del tanque. El drenaje está etiquetado como "Drenaje a nivel del suelo con canalización sanitaria". El tanque está etiquetado como "Cimentación de la caldera".

Technical drawing of a rectangular plate. The main dimensions are 2.15 (length) and 0.10 (width). A small rectangular feature is shown on the top edge with a width of 0.15 and a height of 0.05.

VISTA LATERAL DERECHA

1. La ubicación de esta cimentación en la sala de calderas se establece de acuerdo con el plano de distribución. La provisión de los materiales para la cimentación y la ejecución de la construcción serán responsabilidades a cargo del cliente.
2. Una vez que la cimentación haya sido compactada, se aplicará sobre la superficie una capa de hormigón. El espesor de esta capa será determinado por el Instituto de Diseño, basándose en las condiciones específicas del suelo. El peso total de la cámara, incluyendo el agua, es de aproximadamente 12 toneladas, distribuido de manera uniforme. El espesor del hormigón oscilará entre 200 y 300 mm. La base de apoyo se elevará 50 mm por encima del nivel del suelo. Por razones de seguridad y mantenimiento, se dejarán zanjais en el lado izquierdo y trasero de la caldera para facilitar la evacuación de sustancias contaminantes.
3. El cableado del controlador se instalará dentro de un tubo de PVC o metálico corrugado, asegurando así una protección adecuada. Dicho cableado se conectará tanto a la caja de conexiones como al armario de control, garantizando la integración y funcionalidad del sistema de control.

INTI PUNKU - IPK

Cient

EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS

Tipo de plano	04/02/24	5
CAIXA		

[illegible]

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM” NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

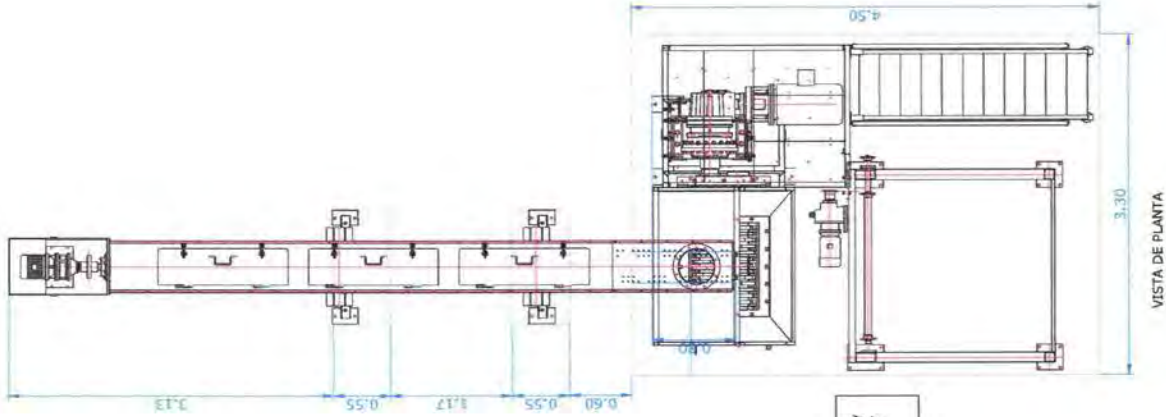
ANEXO 010

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”

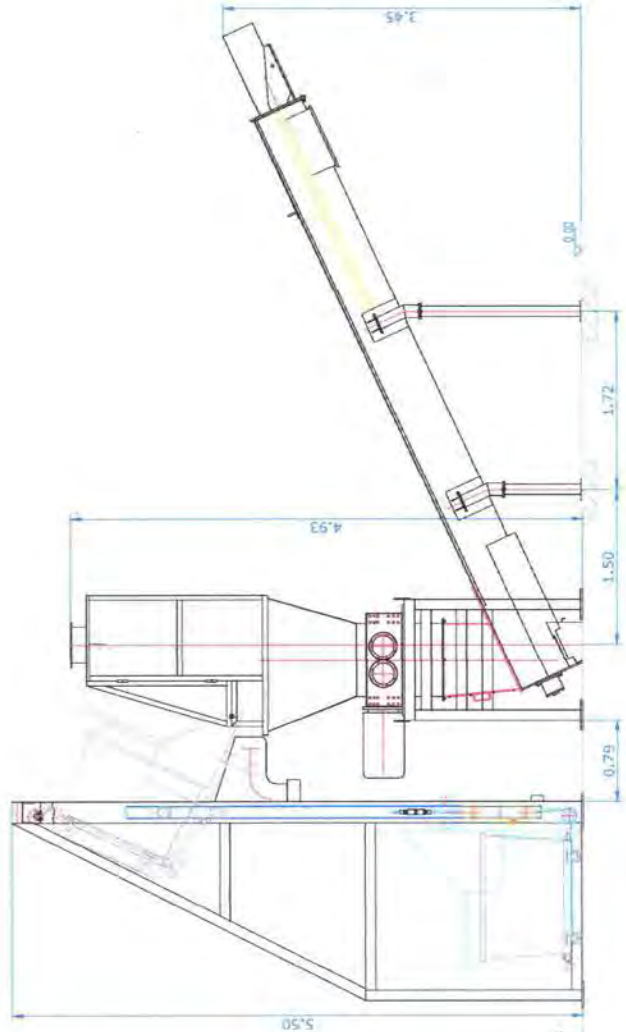
Pequete de Trabajo:	WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0044				
		N° Rev.:	2				
		Fecha [Date]:	09/01/2024				
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

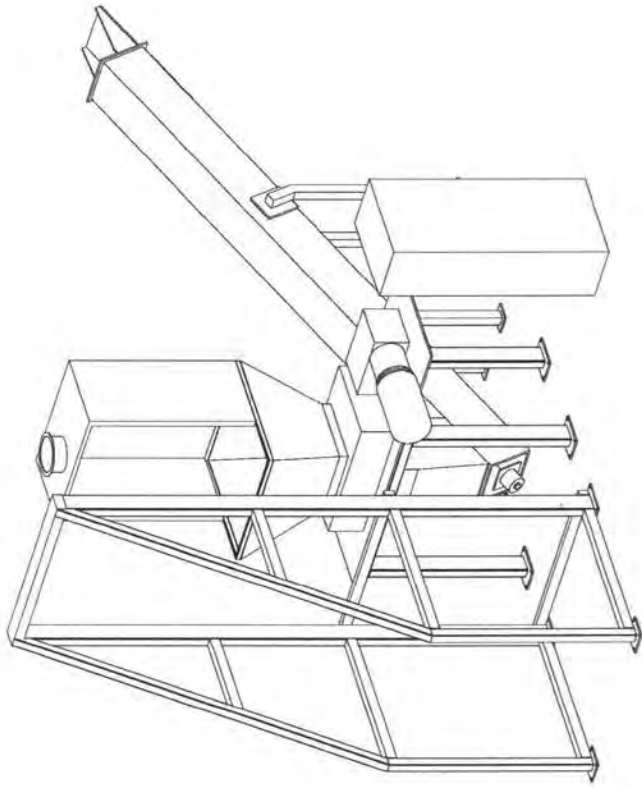
PLANO DIMENSIONAL Y DE CIMENTACIÓN DEL TRITURADOR



VISTA DE PLANTA



VISTA LATERAL DERECHA



VISTA ISOMÉTRICA

Localización

Nota

1. Todas las especificaciones y medidas deben ser consultadas al cliente y a la norma que se aplica.
2. Verificar las medidas en sitio.

Calcular las Referencias

ITEM MATERIAL DEL DOMINIO CANTIDAD UNIDAD OBSERVACIONES

Conexiones

Cliente

INTI PUNKU - IPK

Consultor

Glent

Nombre Del Proyecto
EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE RESIDUOS SÓLIDOS

147

Tipo de Plano
DETALLE

Fecha
11/02/24

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre	Nombre	Nombre
Apellido	Apellido	Apellido
Fecha	Fecha	Fecha

PLANO DIMENSIONAL DEL TRATAMIENTO

Technical drawing of a floor plan showing a large rectangular area with dimensions 3.30m by 4.50m. A smaller rectangular area is shown with dimensions 1.00m by 0.40m. A dimension of 0.30m is also indicated. A note "Cimentación de la caldera" points to a specific area. A note "Drenaje a nivel del suelo con canaleta sanitaria" points to a drainage area. Dimensions 0.55, 0.61, 1.17, and 2.10 are also shown.

VISTA DE PLANTA

REQUISITOS TÉCNICOS

1. La ubicación de esta cimentación en la sala de calderas se establece de acuerdo con el plano de distribución. La provisión de los materiales para la cimentación y la ejecución de la construcción serán responsabilidades a cargo del cliente.
2. TRITURADOR: Peso neto: 4200Kg, peso en operación: 4800Kg.
3. DUMPER: Peso neto: 2100 Kg, peso en operación: 2700Kg.
4. SCREW CONVEYOR: Peso neto: 1500 Kg, peso en operación: 2100Kg.

[illegible][illegible]

Client:

INTI PUNKU - IPK

Consultor

Client

Umbrae De Pluvio

Nombre De Proyecto

Tipo de plano

Tipo de plano	TRIBUTADOR
Emite	04/02/74

100	100
-----	-----

	1
--	---

5	
8	

[illegible]

US ARMY CENTER

TABLE 1

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 2
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 5

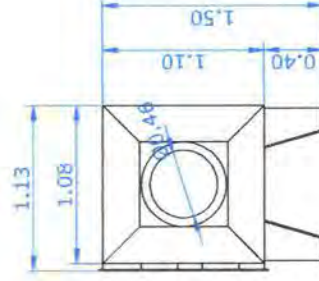
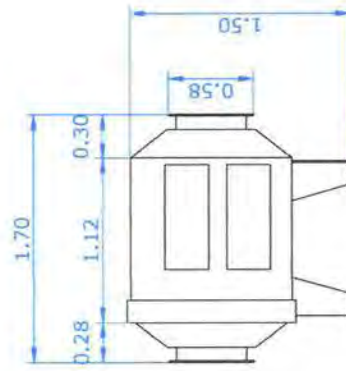
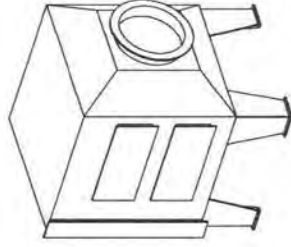
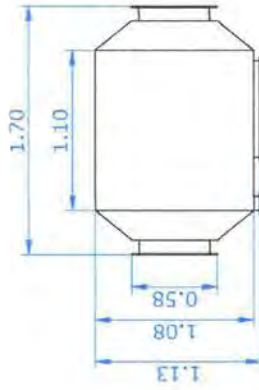
ANEXO 011

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0047					
		N° Rev.:	2					
		Fecha [Date]:	18/03/2024					
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD					
		OC:	20545286719FIL01120.I00003					
		Cod. Doc. Interno:	NA					
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

PLANO DIMENSIONAL DEL SISTEMA DE DESODORIZACIÓN



escala 1/50

Localización	NOTAS
--------------	-------

1. Todas las organizaciones y personas están en conflicto, a menos que se realice lo contrario.
2. Cuando se las maneja con calma.

[illegible]

Conversations	
---------------	--

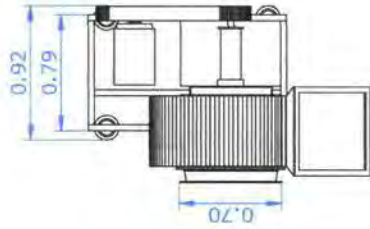
[illegible]

INTI PUNKU - IPK

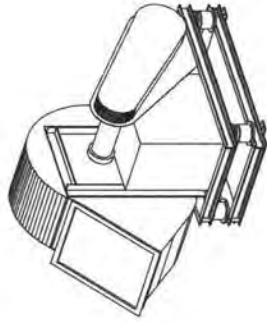
Consultor

Nombre De Proyecto	15
EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS	

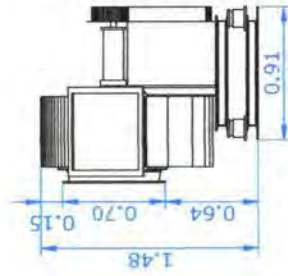
[illegible]



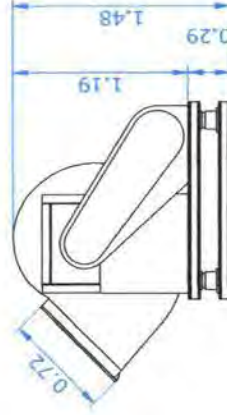
VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMÉTRICA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHA

Localisation	NOTES
--------------	-------

1. Todas las impresoras y todas las tarjetas de interfaz de comunicación.
2. Verificar las unidades en obra.

[illegible]

Assumptions

[illegible]

cliente

INTI PUNKU - IPK

Contributor	
-------------	--

Client

Nombre De Proyecto
EQUIPOS DE SISTEMAS
DE RESERVA SÓLIDOS

Nombre de Proyecto: **EQUIPOS DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

152

Tipos de plano

VENTILADOR DE ASPIRACIÓN

04/02/24

1

Project/Activity		Start	End	Period
Project/Activity	Start	End	Period	Period
	Start	End	Period	Period
	Start	End	Period	Period

PLANO DIMENSIONAL DEL SISTEMA DE DISCOPORTACIÓN

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 012

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.100003-0051				
		N° Rev.:	0				
		Fecha [Date]:	12/06/2025				
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.100003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información

Título [Title]:

**CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE
ESTERILIZACIÓN N° 2506-0149-001
MODELO MWI-1000X4, N° SERIE R23053**

CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN N° 2506-0149-001

Orden de Trabajo	: OT-2506-0149
Cliente	: LIMA AIRPORT PARTNERS S.R.L.
Domicilio Legal	: AV. ELMER FAUCETT NRO. SN (AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ) PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
Lugar de Prueba	: AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ - Avenida Néstor Gambetta s/n – Callao
Servicio Solicitado	: Verificación de la eficacia del proceso de esterilización del Equipo UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT modelo MWI-1000X4, N° de serie R23053 para el tratamiento de los residuos biocontaminados (Evaluación microbiológica).
Producto Utilizado (Bioindicador)	: Sterikon® plus Bioindicator 5.0*10 ⁵ - 1.0*10 ⁷ Spores / Unit - Merck
Fecha de muestreo	: 12 de Junio del 2025, 14:30 horas.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio INTERLABS. 12 de Junio del 2025. 20:30 horas

BIOINDICADOR	TIEMPOS DE INCUBACIÓN A 60 ± 2 °C				RESULTADO
	12 HORAS	24 HORAS	36 HORAS	48 HORAS	
Sterikon® plus Bioindicator for checks on autoclaving INGRESADO A UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT, modelo MWI-1000X4, N° de serie: R23053	COLOR VIOLETA ROJIZO	COLOR VIOLETA ROJIZO	COLOR VIOLETA ROJIZO	COLOR ROJO VIOLETA PALIDO	PROCESO DE ESTERILIZACIÓN SATISFACTORIO

CONTROLES DE CALIDAD DE LA PRUEBA REALIZADOS EN LABORATORIO					
BIOINDICADOR	CARACTERÍSTICAS				RESULTADO
CONTROL POSITIVO (CON INCUBACION)	COLOR VIOLETA	COLOR AMARILLO – LEVE TURBIDEZ	COLOR AMARILLO – LEVE TURBIDEZ	COLOR AMARILLO – LEVE TURBIDEZ	CONTROLES DE CALIDAD DE LA PRUEBA CONFORMES
CONTROL NEGATIVO TESTIGO (SIN INCUBACION)	COLOR VIOLETA	COLOR VIOLETA	COLOR VIOLETA	COLOR VIOLETA	

Av. San Diego De Alcalá Mza. W2 Lote. 01 urb. San Diego Vipol - San Martín de Porres

 FL-002
 Versión: 01
 F.E.: Noviembre 2023

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo solo es válido para la muestra del protocolo o del lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. International Laboratories S.A.C. no es responsable de la información proporcionada por el cliente que pudieran afectar la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto II de autenticidad se establece mediante el uso del código QR que se encuentra en la parte inferior del documento y/o con la comparación del eslogan electrónico que posee International Laboratories S.A.C. Para los informes en físico se adjunta un holograma único por informe.



**CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE
ESTERILIZACIÓN
N° 2506-0149-001**

Orden de Trabajo	: OT-2506-0149
Cliente	: LIMA AIRPORT PARTNERS S.R.L.
Domicilio Legal	: AV. ELMER FAUCETT NRO. SN (AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ) PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
Lugar de Prueba	: AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ - Avenida Néstor Gambetta s/n – Callao
Servicio Solicitado	: Verificación de la eficacia del proceso de esterilización del Equipo UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT modelo MWI-1000X4, N° de serie R23053 para el tratamiento de los residuos biocontaminados (Evaluación microbiológica).
Producto Utilizado (Bioindicador)	: Sterikon® plus Bioindicador 5.0×10^5 - 1.0×10^7 Spores / Unit - Merck
Fecha de muestreo	: 12 de Junio del 2025. 14:30 horas.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio INTERLABS. 12 de Junio del 2025. 20:30 horas

CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados del proceso de incubación del producto bioindicador **Sterikon® plus Bioindicador - Merk** ingresado al equipo UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT modelo MWI-1000X4 de serie: SERIE: R23053 durante el proceso de esterilización de la Unidad de tratamiento de Residuos biocontaminados de origen portuario el 12 de junio del 2025, se concluye que EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS BIOCONTAMINADOS EN LA CÁMARA DEL AUTOCLAVE HA SIDO EFICAZ Y LOS RESIDUOS TRATADOS EN EL EQUIPO HAN SIDO COMPLETAMENTE ESTERILIZADOS.

Emitido en Lima, el 24 de Junio del 2025.

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM” NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 013

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”

Paquete de Trabajo:	WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0052				
		N° Rev.:	0				
		Fecha [Date]:	12/06/2025				
		Vendor:	CHONGQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información

Título [Title]:

**CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE
ESTERILIZACIÓN N° 2506-0149-002
MODELO MWI-1000X4, N° SERIE R23054**

CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN N° 2506-0149-002

Orden de Trabajo	: OT-2506-0149
Cliente	: LIMA AIRPORT PARTNERS S.R.L.
Domicilio Legal	: AV. ELMER FAUCETT NRO. SN (AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ) PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
Lugar de Prueba	: AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ - Avenida Néstor Gambetta s/n – Callao
Servicio Solicitado	: Verificación de la eficacia del proceso de esterilización del Equipo UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT modelo MWI-1000X4, N° de serie R23054 para el tratamiento de los residuos biocontaminados (Evaluación microbiológica).
Producto Utilizado (Bioindicador)	: Sterikon® plus Bioindicador $5.0 \cdot 10^5$ - $1.0 \cdot 10^7$ Spores / Unit - Merck
Fecha de muestreo	: 13 de Junio del 2025. 10:30 horas.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio INTERLABS. 13 de Junio del 2025. 12:00 horas

BIOINDICADOR	TIEMPOS DE INCUBACIÓN A $60 \pm 2^\circ\text{C}$				RESULTADO
	12 HORAS	24 HORAS	36 HORAS	48 HORAS	
Sterikon® plus Bioindicador for checks on autoclaving INGRESADO A UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT, modelo MWI-1000X4, N° de serie: R23054	COLOR VIOLETA ROJIZO	COLOR VIOLETA ROJIZO	COLOR VIOLETA ROJIZO	COLOR ROJO VIOLETA PALIDO	PROCESO DE ESTERILIZACIÓN SATISFACTORIO

CONTROLES DE CALIDAD DE LA PRUEBA REALIZADOS EN LABORATORIO					
BIOINDICADOR	CARACTERÍSTICAS				RESULTADO
CONTROL POSITIVO (CON INCUBACION)	COLOR VIOLETA	COLOR AMARILLO – LEVE TURBIDEZ	COLOR AMARILLO – LEVE TURBIDEZ	COLOR AMARILLO – LEVE TURBIDEZ	CONTROLES DE CALIDAD DE LA PRUEBA CONFORMES
CONTROL NEGATIVO TESTIGO (SIN INCUBACION)	COLOR VIOLETA	COLOR VIOLETA	COLOR VIOLETA	COLOR VIOLETA	

Av. San Diego De Alcalá Mza. W2 Lote. 01 urb. San Diego Vipol - San Martín de Porres

FL-002
Versión: 01
F.E.: Noviembre 2023

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo sólo es válido para la muestra del protocolo o del lote sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. International Laboratories S.A.C. no es responsable de la información proporcionada por el cliente que pudieran afectar la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto (i) de autenticidad se establece mediante el uso del código QR que se encuentra en la parte inferior del documento y/o con la comparación del ejemplar electrónico que posee International Laboratories S.A.C. Para los informes en físico se adjunta un holograma único por informe.



CERTIFICADO DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN

Orden de Trabajo	: OT-2506-0149
Cliente	: LIMA AIRPORT PARTNERS S.R.L.
Domicilio Legal	: AV. ELMER FAUCETT NRO. SN (AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ) PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
Lugar de Prueba	: AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ - Avenida Néstor Gambetta s/n - Callao
Servicio Solicitado	: Verificación de la eficacia del proceso de esterilización del Equipo UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT modelo MWI-1000X4, N° de serie R23054 para el tratamiento de los residuos biocontaminados (Evaluación microbiológica).
Producto Utilizado (Bioindicador)	: Sterikon® plus Bioindicador 5.0×10^5 - 1.0×10^7 Spores / Unit - Merck
Fecha de muestreo	: 13 de Junio del 2025. 10:30 horas.
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio INTERLABS. 13 de Junio del 2025. 12:00 horas

CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados del proceso de incubación del producto bioindicador **Sterikon® plus Bioindicador - Merk** ingresado al equipo UNIDAD DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOCONTAMINADOS DE ORIGEN AEROPORTUARIO marca GIENT modelo MWI-1000X4 de serie: SERIE: R23054 durante el proceso de esterilización de la Unidad de tratamiento de Residuos biocontaminados de origen portuario el 12 de junio del 2025, se concluye que EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS BIOCONTAMINADOS EN LA CÁMARA DEL AUTOCLAVE HA SIDO EFICAZ Y LOS RESIDUOS TRATADOS EN EL EQUIPO HAN SIDO COMPLETAMENTE ESTERILIZADOS.

Emitido en Lima, el 24 de Junio del 2025

Av. San Diego De Alcalá Mza. W2 Lote. 01 urb. San Diego Vipol - San Martín de Porres

FL-002
Versión: 01
F.E.: Noviembre 2023

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad de International Laboratories S.A.C. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo solo es válido para la muestra del control o de la que sometida a análisis, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. International Laboratories S.A.C. no es responsable de la información proporcionada por el cliente que pudieran afectar la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de International Laboratories S.A.C. y para todo efecto [] de autenticidad se establece mediante el uso del código QR que se encuentra en la parte inferior del documento y/o con la comparación del código electrónico que posee International Laboratories S.A.C. Para los informes en físico se adjunta un holograma único por informe.

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 2

ANEXO 014

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0053					
		N° Rev.:	0					
		Fecha [Date]:	22/12/2022					
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD					
		OC:	20545286719FIL01120.I00003					
		Cod. Doc. Interno:	NA					
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

**MEMORIA DE CÁLCULO RESIDUOS DISEÑADO EN ANTEPROYECTO
A DENSIDAD 80KG/M³
VERSUS
MEMORIA CÁLCULO RESIDUO TRATADO A DENSIDAD 100KG/M³**


GIENT | MEMORIA CALCULO RESIDUO DISEÑADO EN ANTEPROYECTO AEROPUERTO JORGE CHAVEZ 230203

DENSIDAD = 80 kg/m³ → 10,000.00 L/día → 2 Autoclaves 6,000L c/u

	Kilograms per day, kg	Density 1, Expansion Jorge Chavez Airport,	Density 2, Expansion Jorge Chavez Airport,	Volume of Treatment per day, Liter	Number of cycles per day per autoclave	Volume of treatment per cycle, per autoclave Liters
Peso de tratamiento, kg/día	12,517.00	80.00		156,462.50	32	5,000.00
Reduccion Volumen despues trituracion				80.00%		
Volumen diario, Litros				31,292.50		
Peso Diario, Kilos						12,517.00

GIENT | MEMORIA CALCULO RESIDUO TRATADO Y PRODUCIDO AEROPUERTO JORGE CHAVEZ 230203

DENSIDAD = 100 kg/m³ → 8,000.00 L/día → 2 Autoclaves 4,000L c/u

	Kilograms per day, kg	Density 1, Expansion Jorge Chavez Airport,	Density 2, Expansion Jorge Chavez Airport,	Volume of Treatment per day, Liter	Number of cycles per day per autoclave	Volume of treatment per cycle per autoclave Liters
Peso de tratamiento, kg/día	12,517.00	100.00		125,170.00	32	4,000.00
Reduccion Volumen despues trituracion				60.00%		
Volumen diario, Litros				50,068.00		
Peso Diario, Kilos						12,517.00

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 3
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 14

ANEXO 015

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0054				
		N° Rev.:	3				
		Fecha [Date]:	04/05/2023				
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

OFERTA TÉCNICA GIENT N° 124203-2023

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS



Sistema de Tratamiento de Residuos Sólidos



(Las imágenes se presentan para referencia, por favor conforme a los productos finales)

OFERTA TECNICA 124203-2023
PREPARADA PARA:

Sr. Jaime Flores – PROCURA IPK

Proyecto de Tratamiento de Residuos Sólidos Biocontaminados en el Aeropuerto Jorge Chávez, Lima-Perú

PRESENTADO POR

César YANG

Gient Heating Industry Co., Ltd.

Fecha: 04 de mayo de 2023

00. ÍNDICE DE CONTENIDO

	Carátula	s/n
00.	Índice del Contenido	1
01.	Perfil de Gient	2
02.	Introducción técnica	3
2.1	Resumen de la propuesta	3
2.2	Principio de Operación	3
2.3	Gráfico y Descripción del Proceso de Operación	3
03.	Composición y Especificaciones del Sistema	4
3.01	Especificaciones Técnicas de la Autoclave	5
3.02	Estándar ASME U	5
3.03	Material de la Autoclave	5
3.04	Tecnología de Recubrimiento interno anticorrosivo e impermeable	5
3.05	Sistema de puerta de la Autoclave	6
3.06	Bomba de vacío	6
3.07	Torre de Desodorización y Condensación	6
3.08	Control de olores – Tecnología de Desodorización Térmica	6
3.09	Bin de autoclave y Contenedores plásticos de 1100 litros	6
3.10	Plataforma de carga y descarga automatizada	7
3.11	Sistema de Control	7
3.12	Sistema de Trituración	7
3.13	Caldera de vapor	8
3.14	Sistema de Recolección y Desodorización del aire en la Planta	9
3.15	Sistema de Control Centralizado	10
04.	Requisitos de Operación	11
05.	Características y Ventajas de Gient	11
06.	Servicio	12



01. Perfil de Gient

Establecida en 1995 como una empresa de tecnología punta, Gient se especializa en diseño, ingeniería y fabricación de sistemas de esterilización y tratamiento de desechos médicos para las plantas de tratamiento centralizado y para el tratamiento interno.

Con cerca de 30 años de experiencia en la industria de residuos médicos, hemos desarrollado esterilizadores de alta presión de residuos médicos, autoclaves integradas con trituradoras, sistemas de tratamiento móvil, calderas de vapor especializadas, trituradoras, lavadoras de contenedores plásticos, sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de recolección y desodorización de aire, etc. Ofrecemos a los clientes soluciones completas de un solo fabricante para el tratamiento de residuos médicos.

Contamos con decenas de patentes y know-how de liderazgo mundial y utilizamos los procesos de tratamiento de residuos médicos más avanzados para lograr la máxima eficiencia para cumplir con los estándares ambientales más estrictos del mundo. Con nuestro equipo de I+D, hemos desarrollado soluciones innovadoras y disruptivas complementarias para tratamiento de residuos farmacéuticos y químicos. Para las plantas de tratamiento de residuos médicos, nos comprometemos a lograr plantas de residuos cero a través de la tecnología de reciclaje y eliminación final de residuos médicos.

Cumplimos con los estándares CE (Directivas europeas), ASME (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos), ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, que hacen que nuestros productos cumplan con los estándares mundiales y gestionen nuestros negocios y operaciones, comprometidos con la calidad, la protección del medio ambiente, de salud y de seguridad de personal.

Hemos suministrado con éxito cientos de unidades de sistemas de autoclave de desechos médicos en más de 30 países de los cinco continentes. Nuestros clientes incluyen también las organizaciones de las Naciones Unidas, China Energy Conservation and Environmental Protection Group (CECEP), Veolia, etc.

GIENT está listo para convertirse en su socio de confianza a largo plazo en el negocio de residuos médicos.



02. Introducción Técnica

2.1 Resumen de Propuesta

- Esta es una recomendación preliminar para establecimientos de tratamiento de residuos sólidos.
- El sistema de tratamiento de residuos está diseñado para el tratamiento de residuos infecciosos, objetos punzantes y algunos residuos patológicos o convencionales según las autoridades locales.
- El tiempo de trabajo diario en esta propuesta se calcula en dos turnos (16h), sin embargo, se tiene la capacidad para operar tres turnos (16-24h) en caso de emergencia.
- La densidad promedio de desechos sólidos en esta propuesta se calcula en 100 kg/m³.
- Capacidad de procesamiento: una unidad de autoclave MWC-1000×4 procesa aproximadamente 4.000L/ciclo, 400 kg/ciclo basado en un tiempo de ciclo de 45 a 60 minutos. La capacidad diaria es de aproximadamente 6.4 toneladas con tiempo de trabajo de dos turnos (16h).

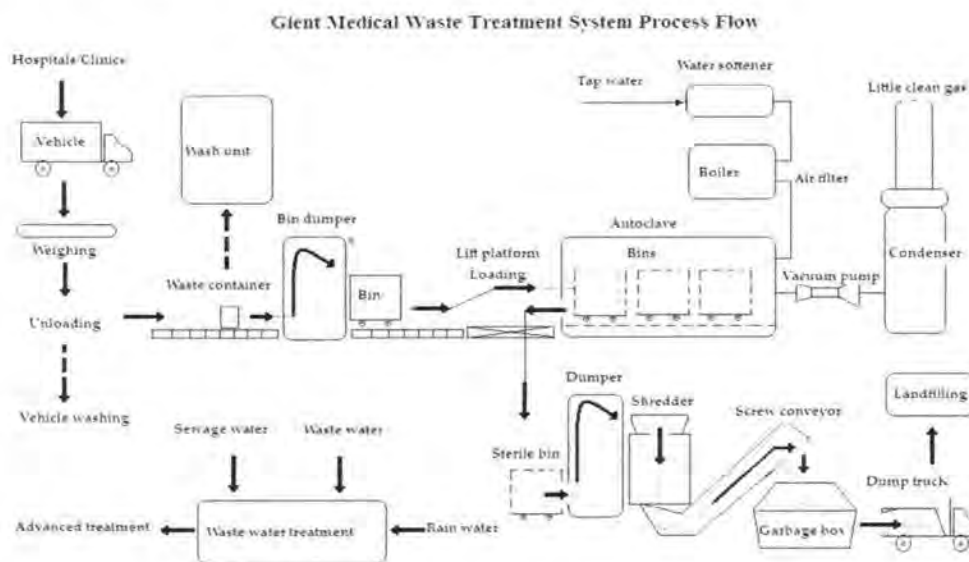
El estampado ASME contempla el diseño estructural antisísmico de los anclajes y soportes respectivos. Se emitirá el Reporte ASME como parte del entregable.

Nota: Como planta de tratamiento de desechos sólidos, se recomienda encarecidamente tener un margen del 50% en la capacidad de diseño.

2.2 Principio de Operación

En el sistema de tratamiento de residuos médicos, los residuos médicos se desinfectan o esterilizan dentro de la autoclave y posteriormente se destruyen en el sistema de trituración. Los residuos estériles y triturados se envían a las plantas de tratamiento de residuos urbanos o domésticos para su desecho final.

2.3 Gráfico y Descripción del Proceso de Operación



Carga de Residuos: carga de residuos sólidos desde los contenedores plásticos (waste containers) de 1100 Litros en los bins de acero inoxidable. Se realiza mediante el volteador (tipper) de contenedores plásticos.

Carga de bins: Los bins se cargan en la autoclave a través de la **plataforma automática de carga y descarga (lift platform loading)**, y la puerta de la autoclave se cierra en forma automática. La autoclave opera automáticamente al iniciar el proceso de tratamiento.

Pre-vacío: El ciclo comienza con un proceso de prevacío. La **Bomba de vacío impulsada por vapor** expulsa o



desplaza el aire y reduce la presión interna a **-0.09Mpa en ≤5 minutos**. Este **proceso de alto vacío** asegura la esterilización completa y efectiva que viene a continuación. **Se mezcla plenamente el aire biocontaminado descargado con vapor y lo desinfecta.**

Esterilización: El sistema de autoclave comienza a elevar la temperatura a la de esterilización (la temperatura recomendada es de 134°C, que se puede ajustar de acuerdo con la normativa local hasta 152°C). El vapor saturado se mantiene durante unos 30 minutos (a 134°C, si aumenta la temperatura, el tiempo de esterilización puede resultar más corto) para garantizar que los residuos sólidos en cualquier lugar dentro de la cámara puedan ser completamente esterilizados y para superar la **inactivación microbiana de 6 log¹⁰ (99.9999%)**.

Post-vacío: Durante este proceso, el vapor de mal olor y la humedad **se descargan a través de la bomba de vacío y se condensan completamente a través de la torre de desodorización y condensación**. Sin descarga de vapor al aire libre, y los residuos tratados salen secos y fríos al final del ciclo.

Registro: El sistema de autoclave tiene un registrador e impresora automatizados que registran los datos importantes del proceso de operación e imprimirlos después de cada ciclo.

Descarga: Al final del ciclo, la puerta se abre y **los bins se retiran automáticamente de la autoclave**.

Trituración: Se elevan y se vierten los desechos transportados en bins en la trituradora por el dumper (elevador) y los desechos triturados caen directamente a través de una **cinta transportadora cerrada** en los contenedores o en los vehículos en los que se envían a sitios destinados a efectuar los procesos posteriores.

Vertedero: los residuos sólidos finalmente tratados se convierten en partículas, reducidos en aproximadamente un 60% en volumen, iguales que los residuos domésticos, que se pueden transportar directamente al sistema de residuos urbanos (transportados a vertederos o plantas de tratamiento de residuos urbanos).

03.Composición y Especificaciones del Sistema

El sistema de tratamiento de desechos sólidos se compone principalmente de autoclave de desechos sólidos, trituradora, caldera de vapor dedicada, contenedores de plásticos de desechos sólidos, bins de la autoclave, sistema de recolección y desodorización de aire en la planta, sistema de control centralizado de GIENT, componentes auxiliares, etc.

Autoclave para residuos sólidos





Sistema de esterilización en autoclave de alta temperatura, alta presión y alto vacío. La autoclave de residuos sólidos consta principalmente de bins de autoclave, bomba de vacío, condensador y desodorización, plataforma automatizada de carga y descarga de bins y sistema de control.

3.01 Especificaciones Técnicas

Parámetros Generales

Ítem	Unidad	Modelo MWC-1000×4
Dimensiones (Longitud*Ancho*Altura)	mm	6700×2200×2280
Material de Cámara	-	Acero para recipientes a presión
Peso Neto	tonelada	4.9
Potencia Nominal	kW	1
Cantidad de Puertas	-	Una
Parámetros de Operación		
Volumen de Carrito	Litro	1000
Cantidad de Carrito	Und	4
Volumen de Procesamiento	Litros/ciclo	4000
Densidad de Desechos*	kg/m ³	100
Capacidad de Tratamiento	kg/ciclo	400
Duración de Tiempo por Ciclo	min	45-60 (Depende de la temperatura y el tiempo de esterilización)
Tiempo de Esterilización	min	30 (El tiempo de esterilización puede ser más corto según la normativa local)
Peso de Procesamiento Diario	tonelada	6.4 (basado en 16 horas continuas de funcionamiento)
Temperatura de Esterilización	°C	134
Presión de Procesamiento	MPa	0.2
Presión de Pre-vacío	MPa	-0.09
Temperatura de Diseño	°C	152
Presión de Diseño	MPa	0.4
Inactivación Microbiana	-	6Log ¹⁰ (99.9999%)

3.02 Estándar ASME U

La autoclave se fabrica y se prueba de acuerdo con el estándar ASME.

Se incluye el estampado ASME para cada una de las autoclaves. Incluye reporte ASME con data antisísmica.

3.03 Material de la Autoclave

El material de la cámara de autoclave es acero a presión; El exterior de la autoclave está cubierto con una capa de aislamiento térmico de fibra de vidrio; Placa de acero inoxidable.

3.04 Tecnología de Recubrimiento Interno Anticorrosivo e Impermeable

Los residuos sólidos son muy corrosivos en el proceso de esterilización a alta temperatura. En particular, los residuos sólidos liberan una gran cantidad de iones de cloro durante el proceso, que ni el acero carbono ni el



acero inoxidable resisten. En Gient aplicamos la tecnología de recubrimiento interno anticorrosivo e impermeable de la autoclave para evitar perforaciones (pitting) corrosivas y prolonga significativamente la vida útil de la autoclave.

3.05 Sistema de Puerta de Autoclave

Puerta de apertura automática y rápida con enclavamientos de seguridad eléctricos y mecánicos, los enclavamientos de seguridad están conectados con el PLC para evitar que las puertas se abran antes de que se alcance la presión requerida en autoclave o la presión aumente durante la apertura de la puerta, lo que asegura una operación fácil y segura. La puerta de la autoclave está sellada por una empaquetadura que evita las fugas en operaciones de alta presión y temperatura.

3.06 Bomba de Vacío

La bomba de vacío de vapor de alta eficiencia es capaz de evacuar aire a una presión negativa a -13 psi en poco tiempo. El pre-vacío facilita la penetración del vapor para la esterilización y asegurar la eficacia de la inactivación microbiana; El post-vacío está diseñado para hacer que los residuos tratados sean más secos, frescos y con menos olor. El aire vaciado se desinfecta directamente a través del vapor sin necesidad de otros equipos o consumibles. No se consume electricidad durante el vacío.

3.07 Torre de Desodorización y Condensación

La autoclave de residuos sólidos fabricado por Gient está equipado con torre de condensación y desodorización. La torre condensa todo el vapor descargado de la autoclave y se utiliza para desodorizar.

3.08 Control de Olores - Tecnología de Desodorización Térmica

El control del olor es un factor clave en el tratamiento de esterilización de residuos sólidos. La autoclave de GIENT adopta la tecnología de desodorización térmica, que puede controlar la descarga de vapor maloliente al aire libre durante todo el proceso de tratamiento y lo condensa todo. El aire emitido se somete a un proceso de esterilización, lavado y desodorización, lo que reduce fundamentalmente la emisión de olor en el tratamiento de residuos sólidos.

3.09 Bin de Autoclave y Contenedores de plástico de 1100 Litros

Los bins están fabricados de acero inoxidable 304 y especialmente diseñados para cargar desechos sólidos y permanecer en autoclave durante la esterilización. Se aplica un revestimiento antiadherente de la pared interior, que evita que el plástico fundido de las bolsas rojas se pegue a la pared interna de los bins.

Se considera 8 bins por autoclave, un total de 16 bins para las dos autoclaves.

Se incluyen 100 contenedores plásticos de 1100 litros de capacidad.



Foto bin con recubrimiento antiadherente

3.10 Plataforma de Carga y Descarga Automatizada

La plataforma automatizada de carga y descarga de bins envía y retira fácilmente los bins sin intervención del operador. La plataforma de traslación automática tiene una doble protección: mecánica y eléctrica, lo que garantiza el movimiento estable de los bins.

3.11 Sistema de Control

El sistema de control está compuesto por un panel frontal, sensores, válvulas de control y un sistema de controlador lógico programable (PLC). El panel frontal utiliza una pantalla táctil de color de Siemens HMI. Todos los componentes electrónicos también son proporcionados por marcas de renombre mundial como Siemens. Las características del sistema de control incluyen, pero no se limitan a:

- Visualización y almacenamiento en tiempo real de las condiciones de funcionamiento, incluida la fase actual, la temperatura, la presión y el tiempo
- La precisión del sensor es de $\pm 1^\circ\text{C}$ temperatura, $\pm 1,6\%$ de presión y $\pm 1\%$ de tiempo. El sistema es cambiabile entre el modo de control totalmente automático y el modo de control manual.
- Alarma de fallo y parada de emergencia en situaciones anormales como sobrecalentamiento y sobrepresión
- El dispositivo de bloqueo en la puerta de la autoclave garantiza que la puerta se mantenga cerrada durante la operación.
- El sistema de controlador lógico programable puede ser actualizado y almacenar datos de forma remota
- Varios idiomas disponibles de la interfaz: chino, inglés, francés, español, entre otros
- La micro impresora registra los principales parámetros de cada ciclo

3.12 Sistema de Trituración



La trituradora está diseñada para moler y triturar desechos sólidos en partículas irreconocibles y funciona de forma independiente de la autoclave. El sistema de trituración está compuesto por una trituradora, un dumper (elevador) automático de bin, una tolva de carga, un armario de control, y una faja transportadora cerrada (screw conveyor) de 6 metros de longitud.

Especificaciones Técnicas

Ítem	Unidad	Modelo GS-30
Dimensión (Longitud*Ancho*Altura)	mm	4500×3150×5500*
Peso Neto	ton	5.8
Potencia Nominal	kW	32
Tiempo de Trituración por Bin	min	Aprox. 2-3
Productividad	tonelada/hora	2.4 (Depende también del material de desecho)
Capacidad de Bin Compatible	-	1000L
Carga	-	Automático por el dumper (elevador)
Descarga	-	Cae directamente en un contenedor

Nota: 1. Las dimensiones incluyen la trituradora, tolva de carga y dumper (elevador) del bin (sterile bin). Se le adiciona la longitud de la faja transportadora cerrada.

Características del Sistema de Trituración

- Trituradora de doble eje de baja velocidad y alta torsión adecuada para diferentes tipos de residuos sólidos.
- Las cuchillas están hechas de acero aleado resistente al desgaste y se utilizan específicamente para el tratamiento de residuos sólidos.



Foto: Cuchillas de trituradora

- Equipado con propulsor hidráulico a fin de empujar los desechos hacia la parte inferior
- El sistema PLC inteligente controla todo el proceso reconociendo el material y ajustando el modo de trituración.
- Está controlado por un controlador lógico programable, que puede identificar automáticamente los movimientos hacia adelante y hacia atrás, protección contra sobrecarga, sistema anti-atasco, etc.
- Dumper (elevador) de gran potencia, con característica de estabilidad y durabilidad, equipado con un mecanismo avanzado de accionamiento de piñón.
- El diseño controlado por enclavamiento garantiza que el dumper (elevador) comience a funcionar solo si la puerta está cerrada.

3.13 Caldera de Vapor





La caldera de vapor es un equipo clave para garantizar la eficiencia de la autoclave. La caldera de Gient está diseñada especialmente para autoclaves de residuos sólidos y se ajusta completamente a la curva de carga de dichos esterilizadores.

El cliente suministrará un tanque para el acopio de agua de una capacidad no menor de 4000 Litros. Esa agua será para alimentar la caldera.

Gient suministra la bomba de alimentación la cual es colocada entre el tanque de agua y el cuerpo del caldero.

El consumo de agua es igual al consumo de vapor. Para este modelo de caldero, se ha calculado que el peso requerido en forma aproximada es de 300 Kg/ciclo/hora por autoclave.

La caldera es tipo piro-tubular, con una capacidad de 2,000kg/hr y una presión de 1 MPa.

La caldera incluye el cuerpo de la caldera, la bomba de suministro de agua, el ablandador de agua, las válvulas y los medidores, y el armario de control.

Incluye adicionalmente las tuberías que van de la caldera a cada autoclave y el revestimiento externo de las tuberías.

Estándar ASME U

La caldera se fabrica y se prueba de acuerdo con el estándar ASME.

Incluye un estampado ASME U. Incluye reporte ASME con data antisísmica

Especificaciones Técnicas de la Caldera

Sistema de Caldera	Unidad	WNS2.0-1.0-Y(Q)
Dimensiones (Longitud*Ancho*Altura)	mm	4310×2040×2340
Peso Neto	tonelada	6.8
Peso con Agua Llena	tonelada	12
Potencia Nominal	kW	9
Evaporación Nominal	kg/h	2000
Presión de Vapor	MPa	1
Opción de Combustible	-	LPG

* Especificaciones para referencia, sujeta a confirmación final.

Características de la Caldera

- Suministro eficiente y masivo de vapor especialmente diseñado para la desinfección de residuos sólidos
- Suministro estable de vapor de alta calidad
- Ahorro de energía

Nota: 1. La estación de suministro independiente de LPG debe ser proporcionada por parte del cliente.

2. GIENT no proporciona ni recomienda el uso de flujómetro para medir el consumo de combustible y la emisión de vapor por su escasa precisión. Si el cliente requiere el uso del flujómetro, será suministrado e instalado por ellos.

3.14 Sistema de Recolección y Desodorización de Aire en la Planta



Cada sistema de autoclave ofrecido por Gient integra la función de desodorización térmica. Durante el proceso de vacío, el aire dañado emitido se desinfecta, el vapor maloliente se condensa a través de la torre de condensación, y solo una pequeña cantidad de gas no condensable entra en el sistema de desodorización de recolección de aire de la planta.

El sistema de recolección y desodorización del aire está compuesto por un ventilador de corriente inducida. El aire extraído a través de la campana recolectora y la tubería pasa por la torre de rociado (scrubber) el cual incluye el desempañador, el absorbedor de carbón activado y luego se descarga a gran altura el tubo de escape (el tubo de escape tiene una longitud de 9 metros, 1 metro más alto por encima de la planta). Elimina contaminantes como microorganismos, compuestos orgánicos volátiles y metales pesados de los gases de escape y elimina los olores producidos durante el tratamiento.

El diseño de la tubería de recolección de aire es fácil de mantener. Hay un total de tres dispositivos para la recolección de aire, dos (equipados con campanas) de los cuales se colocan por encima de las autoclaves y el otro (sin campana) cerca de la trituradora.

Nota: el cliente debe confirmar con GIENT las especificaciones finales del sistema de recolección y desodorización del aire de la planta de acuerdo con los reglamentos locales.

3.15 Sistema de Control Centralizado

Para plantas inteligentes, Gient ha desarrollado un sistema de control centralizado que en adición a controlar conjuntamente los equipos de manera inteligente, también permite que los integrantes de los equipos de gestión y operadores monitorear y gestionar las operaciones desde la oficina (forma remota).

- El control conjunto inteligente entre equipos, como el que se realiza entre autoclave y caldera de vapor, autoclave y sistema de recolección y desodorización de gas, trituradora y sistema de recolección y desodorización de aire, coordina eficazmente todo el proceso de tratamiento.
- Todos los procesos se muestran dinámicamente en tiempo real, y los cambios en tiempo real de los parámetros y el estado de arranque y parada del equipo se pueden mostrar en la posición correspondiente del diagrama de flujo del proceso. El diagrama está diseñado de acuerdo con el proceso real, lo que permite al operador comprender el sitio de manera más intuitiva y fácil de operar. Los principales diagramas incluyen: sistema de autoclave, sistema de caldera, sistema de trituración, sistema de recolección y desodorización de aire en la planta.
- Función de alarma automática para la configuración de parámetros de equipos clave como el nivel de líquido de la caldera y la presión de vapor.



Foto. Proceso de monitoreo en la oficina



04. Requisitos de Operación

Ítem	Unidad	Valor	Notas
Infraestructura			
01 Fuente de Agua	m ³ /h MPa	10-15 0.4	Con el sistema de circulación de agua
02 Fuente de Potencia	kW	60	La especificación de potencia estará de acuerdo con la fuente de alimentación local La fuente de potencia local debe ser estable
03 Sistema de Alcantarillado	-	-	Las aguas residuales se producen en: 1. agua condensada (desinfectada). 2. la caldera de vapor produce una pequeña cantidad de aguas residuales. De acuerdo con los requisitos de la normativa local, las aguas residuales se pueden descargar en el sistema de alcantarillado urbano o en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
04 Gas Residual	-	-	Gracias a la tecnología de desodorización térmica, la mayoría de los gases de escape se condensan y se desodorizan. Solo se emiten gases de escape esporádicos. Los clientes pueden elegir si están equipados con sistemas de recogida y desodorización de aire de acuerdo con las necesidades de los clientes.

Requisitos de Instalación

01 Tamaño de Planta: consulte a GIENT sobre estándares o diseños personalizados.

*Si la planta es más pequeña, consulte a GIENT.

05. Características y Ventajas de GIENT

Confiable y durable

- Tecnología anticorrosiva de residuos sólidos corrosivos contra presencia de iones de cloro
- Configuración de alto nivel, piezas de marcas de renombre internacional, operación de baja falla a largo plazo
- Diseño de gran potencia. La autoclave está diseñada para tener una vida útil de más de 15 años

Simple y eficiente

- Una automatización moderada e inteligente reduce en gran medida el trabajo manual.
- El tiempo de tratamiento más corto del mundo bajo el mismo estándar.
- Funciona hasta 365 días al año.
- Disponibilidad de plantas totalmente automatizadas.

Económico

- Bajo costo de operación y de mantenimiento.
- Ahorro de energía por el diseño de sistemas térmicos integrados.
- Suministro de piezas de repuesto económicas y eficientes de por vida.

Ambientalmente amigable

- Procesos verdes sin emisiones nocivas, sin productos químicos ni radiación.
- Tecnología avanzada de control de olores.
- Cumple con los estándares ambientales más estrictos del mundo.
- El sistema de tratamiento y recuperación de aguas residuales y el sistema de recolección de gases residuales



- pueden lograr emisiones ultra bajas en toda la planta de acuerdo con las necesidades de los clientes



06. Servicio

Instalación

GIENT proporciona supervisión de instalación in situ, puesta en marcha y capacitación necesaria. Por favor, encuentre más información en las cotizaciones.

Garantía

El período de garantía es de 28 meses después de la fecha del conocimiento de embarque de las mercancías y 24 meses después de la finalización de la instalación, prevalecerá lo que ocurra primero. (excluyendo piezas vulnerables y consumibles).

Servicio Postventa

Cuando el proyecto sea aceptado y transferido al cliente, GIENT brindará un servicio gratuito de respuesta a cualquier pregunta durante la operación y mantenimiento de las instalaciones, y orientaciones para resolver fallas en los equipos.



	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM” NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 016							
Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”							
Paquete de Trabajo:	WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0055				
		N° Rev.:	0				
		Fecha [Date]:	04/05/2023				
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información	
Título [Title]: MEMORIA DE CÁLCULO BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA							



MEMORIA DE CÁLCULO DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

1. Definición del Sistema (2 Autoclaves GIENT Modelo MWC-1000*4)

1.1. **Entradas:** Residuos biopeligrosos e infecciosos – BPI (sólidos + humedad), vapor, aire (inicial)

1.2. **Salidas:** Residuos esterilizados (sólidos + menor humedad), condensando, aire expelido, calor perdido.

2. Balance de Materia (Base: 1 ciclo/batch; duración 60 minutos)

Componentes	Flujo de entrada (m_{in})		Flujo de salida (m_{out})		Notas	
Residuos BPI	m_{BPIin} (kg)	790	m_{BPIout} (kg)	± 790	$m_{BPIin} \approx m_{BPIout}$	Desestimable
Humedad en BPI	m_{Hin} (kg)	10	m_{Hout} (kg)	± 5		
Vapor Agua Autoclaves	m_{Vin} (kg)	800	m_{Vout} (kg)	± 10	Vapor a alta temperatura y presión	
Enfriamiento + Condensado			m_{ECout}	± 800	Enfriamiento y Condensado al finalizar ciclo.	
Aire y Gases	m_{Ain} (kg)	5	m_{Aout} (kg)	≈ 0	Salida por purga	
TOTAL	Σm_{in}	1605	Σm_{out}	± 1605	$\Sigma m_{in} - \Sigma m_{out}$	≈ 0

2.1. **NOTA 1.** El agua de enfriamiento y condensado es procesado y transferido a la planta de tratamiento de agua de ósmosis inversa que tiene el NAIJC en una nave contigua a la planta de tratamiento de Residuos Biopeligrosos e Infecciosos.

3. Balance de Energía (Base: 1 ciclo/batch; duración 60 minutos)

3.1. Calor del Vapor:

$Q = m_{vapor} * \lambda$ (donde λ es la entalpía específica del vapor saturado a la presión de trabajo 52PSI.

$m_{vapor} = 800$ kg (fuente diseño GIENT)

$\lambda = 2156.15$ kJ/kg (Fuente TLV Steam Table)

3.2. $Q = (800 \text{ kg}) * (2156.15 \text{ kJ/kg}) = 1'724,920 \text{ kJ}$



5. Parámetros Operacionales Típicos

- 5.1. **Temperatura:** 134°C (a 52PSI).
- 5.2. **Tiempo de esterilización:** 10 minutos.
- 5.3. **Tipos de Residuos:** Biopeligrosos e Infecciosos.
- 5.4. **Bioindicador:** Sterikon® plus Biondicator $5.0 \cdot 10^5$ – $1.0 \cdot 10^7$ Spores/Unit – Merck o equivalente para verificar la eficiencia del balance de energía y el objetivo de lograr la inactivación microbiana $10\log^6$ (99.9999%) reducción de la presencia de esporas, agentes patógenos.

6. Consideraciones para la Eficiencia

- 6.1. **Optimización del vapor:** El exceso de vapor aumenta el consumo energético. El caldero GIENT Modelo WNS2-1.0-(Y) está diseñado especialmente para ser usados con las autoclaves MWC-1000*4, posee PLC para control eficiente del quemador para GLP.
- 6.2. **Secado:** La etapa de secado eficiente está garantizado con el componente "condensador" (una por cada autoclave), accesorio crítico que permite la reducción de la humedad final y la masa del residuo esterilizado.

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. AA
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 2

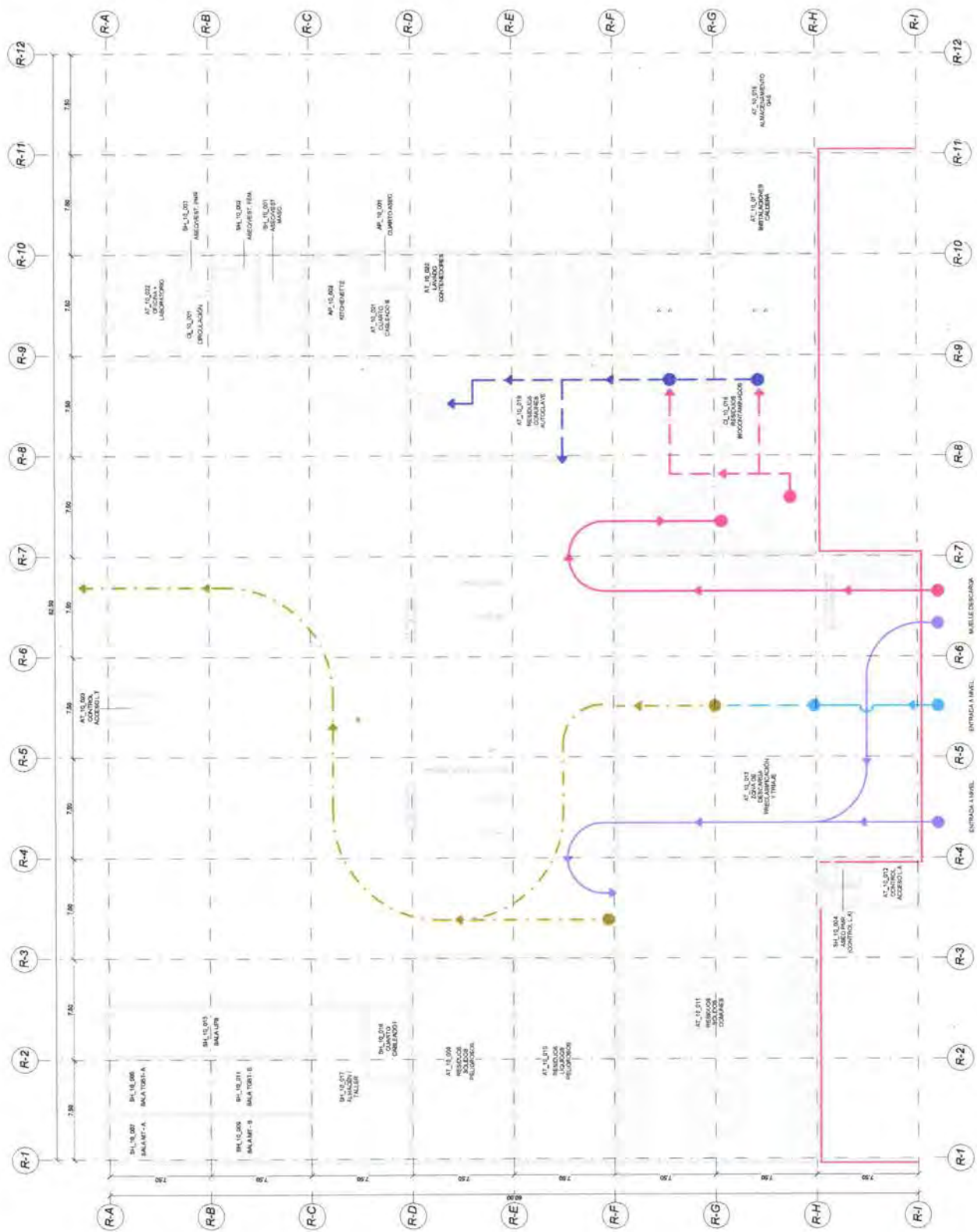
ANEXO 017

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0056				
		N° Rev.:	AA				
		Fecha [Date]:	20/02/2023				
		Vendor:	CHONGQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

ARQUITECTURA
EDIFICIO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
FLUJOS DE RESIDUOS COMUNES Y BIOCONTAMINADOS L.A.
PLANO N° 2213-B-APF-1P10-U01150-003



	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 07R
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 6

ANEXO 018

**Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del
Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"**

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0057				
		N° Rev.:	07R				
		Fecha [Date]:	01/06/2023				
		Vendor:	CHONGQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

OFERTA ECONOMICA 124207R
SUMINISTRO DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS
SÓLIDOS
ANEXO 1

		Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro, PreComisionamiento, Supervision de Instalacion, Capacitacion a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”	
OFERTA ECONOMICA 124207R - SUMINISTRO DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS			
DOC N°		1893-2213-P00-DS-MRQ-0001-ANEXO 1	
DATE/ FECHA	ITEM	DESCRIPCION	
	1	SUMINISTRO DE EQUIPOS	
	1.0	COMPONENTES DE RECOLECCION DE RESIDUOS INFECCIOSOS	
	1.0.1	TIPPER O VOLTEADOR PARA DESCARGA DE RESIDUOS INFECCIOSOS A BIN. CODIGO TC-MWC-1000x4	2.00
	1.1	SISTEMA DE AUTOCLAVE	
	1.1.1	AUTOCLAVE MODELO MWC 1000*4 PARA DESECHOS MEDICOS, EL CUAL INCLUYE: - PLATAFORMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATIZADA. - BOMBA DE VACIO. - JUEGO DE 4 BINS DE ACERO INOXIDABLE 304 DE 1000L. CONDENSADOR. - SISTEMA DE CONTROL	2.00
	1.1.2	CONTENEDOR DE ACERO INOXIDABLE 304. CODIGO MWC-1000-CONT, 1000L, 4 EA/SET	2.00
	1.1.3	AUTOCLAVE ASME U STAMP, CODIGO ASME-AUTOCLAVE	2.00
	1.2	SISTEMA DE TRITURACION MODELO GS-30	1.00
		ELEVADOR DE CONTENEDORES (DUMPER)	
		TRITURACION	
		TOLVA DE CARGA	
		TABLERO DE CONTROL	
		FAJA TRANSPORTADORA (SCREW CONVEYOR)	
	1.3.1	SISTEMA DE CALDERO DE VAPOR ALIMENTADO CON GLP, MODELO WNS1.5--1.0-Y(Q)	1.00
		CALDERA	
		TABLERO DE CONTROL	
		ABLANDADOR DE AGUA	
		BOMBA DE AGUA	
		VALVULA DE SEGURIDAD	

DATE/ FECHA	ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	NOTAS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
		INSTRUMENTACION			Alcance base		
		TUBERIAS Y CUBIERTA EXTERNA DE TUBERIAS DESDE CALDERA A DOS AUTOCLAVES			Alcance opcional		
	1.3.2	CALDERO ASME U STAMP, CODIGO ASME-BOILER	GLB	1.00	Alcance opcional	\$10,000.00	\$10,000.00
	1.4	MISCELANEOS (OPCIONAL)	GLB	1.00			
	1.4.1	LAVADORA PORTATIL ALTA PRESION PARA CONTENEDORES PLASTICOS DE 1100L. CODIGO LPCP-1100	UND	1.00	Alcance Opcional	\$7,000.00	\$7,000.00
	1.4.2	SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO CODIGO CIGS. (INCLUYE HARDWARE Y SOFTWARE). CONTROL DE AUTOCLAVES, LINEA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA, CALDERO, TRITURADORA, CINTA TRANSPORTADORA (SCREW CONVEYOR), LAVADORA, SISTEMA DE RECOLECCION Y DEODORIZACION	GLB	1.00	Alcance Opcional	\$20,000.00	\$20,000.00
	1.4.3	SISTEMA DE DEODORIZACION DE AIRE. CODIGO SDA-MWC-1000x4. INCLUYE CAMPANAS RECOLECTORAS Y CONDUCTORAS DE AIRE. TORRE DE ROCIADO. ABSORBEDOR DE CARBON ACTIVADO. VENTILADOR. TUBO DE EXTRACCION.	GLB	1.00	Alcance Opcional	\$45,000.00	\$45,000.00
	1.4.4	PIEZAS DE REPUESTOS PARA 2 AÑOS. 2 AUTOCLAVES.	GLB	1.00	Alcance Opcional	\$5,680.00	\$5,680.00
	1.4.5	PIEZAS DE REPUESTOS PARA 2 AÑOS. 1 SHREDDER	GLB	1.00	Alcance Opcional	\$9,160.00	\$9,160.00
	1.4.6	PIEZAS DE REPUESTOS PARA 2 AÑOS. 1 CALDERO	GLB	1.00	Alcance Opcional	\$2,040.00	\$2,040.00
	1.5	PRECIO EX FABRICA CHONGQING, CHINA	GLB	1.00			\$617,880.00
	5	NOTAS					
	5.1	PRIMER HITO: 10% RECEPCION DE ADELANTO CON ORDEN DE COMPRA Y CONTRATO PARA INICIO DE FABRICACION DEL SISTEMA PROPUESTO. SEGUNDO HITO: 10% A LOS 60 DIAS DE INICIADO LA FABRICACION Y SUPERVISION DE INSPECTOR DESIGNADO POR COMPRADOR. TERCER HITO: 80% DESPUES DE REALIZARSE PRUEBA FAT DEL SISTEMA Y ANTES DEL EMBARQUE.					
	5.2	ENTREGA: 120 DIAS CALENDARIOS DE SATISFECHO PUNTO 5.1					
	5.3	PAQUETE: EMBALAJE MARITIMO, 4 CONTENEDORES DE 40HC					
	5.4	VALIDEZ DE OFERTA: 60 DIAS CALENDARIOS					
	5.5	PERIODO DE GARANTIA: EL PERIODO DE GARANTIA ES DE 28 MESES DESPUES DE LA FECHA DEL CONOCIMIENTO DEL EMBARQUE O 24 MESES DESPUES DE LA FINALIZACION DE LA PUESTA EN OPERACION Y EMITIDA EL ACTA DE CONFORMIDAD, LO QUE OCURRIESE PRIMERO. SE EXCLUYEN LOS CONSUMIBLES Y PIEZAS DE DESGASTE.					
	5.6	FECHA DE EMISION DE OFERTA: 01 DE JUNIO DE 2023					





Spare parts system for Inti Punku project for 2 years

SN	Name	Spec.	Qty	Unit	Unit price	Total price	Remark
1. For Autoclave							
1.1 Consumable parts list							
1	Seal ring	TFTY1500-01-20	20	pcs	\$100.00	\$2,000.00	Replace every 3 months
2	Printing paper	L×D=57×30mm, thermal paper	20	rolls	\$1.00	\$20.00	
1.2 Spare parts list							
1	E.C press. Gauge	Range:-0.1~0.5MPa	2	pc	\$160.00	\$320.00	
2	Thermometer	Range: 0~200°C	2	pc	\$140.00	\$280.00	
3	Pressure transmitter	Range:-0.1~0.5MPa	2	pc	\$1,220.00	\$2,440.00	
4	Limit switches	OMRON	2	pc	\$60.00	\$120.00	
5	Needle valve	For Gauges	2	pc	\$30.00	\$60.00	
6	Al wheel	Universal	2	pcs	\$100.00	\$200.00	
9	Al wheel	Directional	2	pcs	\$100.00	\$200.00	
10	Silencer	SLW-8A	4	pcs	\$10.00	\$40.00	
		PRICE FCA CHONGQING				\$5,680.00	



Spare parts system for Inti Punku project for 2 years

SN	Name	Spec.	Qty	Unit	Unit price	Total price	Remark
2 For shredding system							
2.1 Consumable parts list							
1	Rotatable blades	GS330x900-03-004	1	set	\$7,550.00	\$7,550.00	28pcs/set, there is 1 set in the shredder
2	Stationary blades	GS330x900-03-006c	2	pc	\$60.00	\$120.00	
3	Lantern ring	GS330x900-03-005	2	pc	\$60.00	\$120.00	
2.2 Spare parts list							
1	Chain	24A	3	m	\$30.00	\$90.00	
2	Bearing	23028CC/W33	2	pc	\$135.00	\$270.00	
3	Bearing	23028CK/W33+H3028	2	pc	\$360.00	\$720.00	
4	Shaft oil seal		10	set	\$20.00	\$200.00	
5	Lock washer & round nut		2	set	\$20.00	\$40.00	
6	AC contactor		1	pc	\$50.00	\$50.00	
		PRICE FCA CHONGQING				\$9,160.00	



Spare parts system for Inti Punku project for 2 years

SN	Name	Spec.	Qty	Unit	Unit price	Total price	Remark
3 For Boiler system							
3.1 Consumable parts							
1	Manhole gasket	Non-asbestos	10	pc	\$100.00	\$800.00	
2	Handhole gasket	Non-asbestos	20	pc	\$20.00	\$360.00	
3.2 Spare parts							
1	Pressure controller	Range:0~1.6MPa	1	pc	\$150.00	\$150.00	
2	Check valve	DN25	1	pc	\$100.00	\$100.00	
3	Light for gauge		1	pc	\$50.00	\$50.00	
3.3 Spare parts list for water softener							
1	Strainer	Matched with softener	1	pc	\$80.00	\$80.00	
2	Adapter	Matched with softener	1	pc	\$100.00	\$100.00	
3	Switch valve	Matched with softener	1	pc	\$100.00	\$100.00	
4 Air compressor							
1	Air filter	Matched with air compressor	4	pc	\$50.00	\$200.00	
2	Air pipe	Φ6	1	pc	\$50.00	\$50.00	10m
3	Air pipe	Φ12	1	pc	\$50.00	\$50.00	10m
PRICE FCA CHONGQING						\$2,040.00	

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 2

ANEXO 019

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0058				
		N° Rev.:	0				
		Fecha [Date]:	11/05/2026				
		Vendor:	CHONGQING GIEN HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	PI [FI] Información

Título [Title]:

**COSTO TOTAL CAPEX BIENES PUESTO EN ALMACÉN
NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ**



COSTO TOTAL CAPEX BIENES EN PLANTA NAIJC

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TIPPER O VOLTEADOR PARA DESCARGA DE RESIDUOS INFECCIOSOS A BIN. CODIGO TC-MWC-1000x4	GLB	2.00	\$6,000.00	\$12,000.00
2	AUTOCLAVE MODELO MWC 1000*4 PARA DESECHOS MEDICOS	GLB	2.00	\$140,000.00	\$280,000.00
3	CONTENEDOR DE ACERO INOXIDABLE 304, CODIGO MWC-1000-CONT, 1000L, 4 EA/SET	GLB	2.00	\$16,000.00	\$32,000.00
4	AUTOCLAVE ASME U STAMP, CODIGO ASME-AUTOCLAVE	GLB	2.00	\$10,000.00	\$20,000.00
5	SISTEMA DE TRITURACION MODELO GS-30	GLB	1.00	\$120,000.00	\$120,000.00
6	SISTEMA DE CALDERO DE VAPOR ALIMENTADO CON GLP, MODELO WNS2.0-1.0-Y	GLB	1.00	\$55,000.00	\$55,000.00
7	CALDERO ASME U STAMP, CODIGO ASME-BOILER	GLB	1.00	\$10,000.00	\$10,000.00
8	LAVADORA PORTATIL ALTA PRESION PARA CONTENEDORES PLASTICOS DE 1100L. CODIGO LPCP-1100	GLB	1.00	\$7,000.00	\$7,000.00
10	SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO CODIGO CICS. [INCLUYE HARDWARE Y SOFTWARE]	GLB	1.00	\$20,000.00	\$20,000.00
11	SISTEMA DE DEODORIZACION DE AIRE	GLB	1.00	\$45,000.00	\$45,000.00
12	PIEZAS DE REPUESTOS PARA 2 AÑOS. 2 AUTOCLAVES,	GLB	1.00	\$5,680.00	\$5,680.00
13	PIEZAS DE REPUESTOS PARA 2 AÑOS. 1 SHREDDER	GLB	1.00	\$9,160.00	\$9,160.00
14	PIEZAS DE REPUESTOS PARA 2 AÑOS. 1 CALDERO	GLB	1.00	\$2,040.00	\$2,040.00
	PRECIO EX FABRICA CHONGQING, CHINA	GLB	1.00		\$617,880.00
	FLETE MARITIMO CHONGQING - CALLAO	GLB	1.00		\$20,000.00
	SEGURO	GLB	1.00		\$5,000.00
	PRECIO CIF CALLAO	GLB	1.00		\$642,880.00
	IMPUESTOS	GLB	1.00	18.00%	\$115,720.00
	PERCEPCION	GLB	1.00	3.50%	\$22,500.00
	TRANSPORTE 5 CONTENEDORES A PLANTA NAIJC	GLB	1.00		\$2,000.00
	RESGUARDO POLICIAL	GLB	1.00		\$500.00
	CUADRILLA DESCARGA CONTENEDORES	GLB	1.00		\$2,000.00
	COMISION AGENTE ADUANA	GLB	1.00	0.80%	\$5,140.00
	COSTO SISTEMA PUESTO EN PLANTA TRATAMIENTO NAIJC INCLUYENDO IMPUESTOS	GLB			\$790,740.00
	COSTOS DE INSTALACION DE EQUIPOS COMPLEJOS	GLB		35.00%	\$276,760.00
	COSTO TOTAL CAPEX PUESTO EN PLANTA NAIJC				\$1,067,500.00

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 7
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 020

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0059					
		N° Rev.:	7					
		Fecha [Date]:	01/06/2023					
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD					
		OC:	20545286719FIL01120.I00003					
		Cod. Doc. Interno:	NA					
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

OFERTA ECONÓMICA 124207

SERVICIOS DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

ANEXO 2

	Contrato Diseño, Ingeniería, PreComisionamiento, Supervision de Instalacion, Capacitacion a Suma Alzada (EPC) – WP3 - “Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM”						
OFERTA ECONOMICA 124207 -SERVICIOS INGENIERIA Y SUPERVISION DE INSTALACION DE EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS							
DOC N°		1893-2213-P00-DS-MRQ-0001-ANEXO 1					
DATE/ FECHA	ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	NOTAS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	2	INGENIERIA + SUPERVISION					
	3.1.2	PRECOMISIONAMIENTO DEL SISTEMA QUE SERA SUMINISTRADO.	GLB	1.00	Alcance base	\$11,040.00	\$11,040.00
	3.1.2.1	Desarrollo de trabajo de pre-ingeniería compatibilizando con Especificaciones Técnicas	GLB	1.00	Alcance base	\$2,880.00	\$2,880.00
	3.1.2.2	Supervisión pre comisionado (2 Autoclaves)	GLB	1.00	Alcance base	\$1,920.00	\$1,920.00
	3.1.2.3	Supervisión pre comisionado trituradora	GLB	1.00	Alcance base	\$960.00	\$960.00
	3.1.2.4	Supervisión pre comisionado caldero	GLB	1.00	Alcance base	\$960.00	\$960.00
	3.1.2.5	Supervisión pre comisionado sistema de recolección y desodorización de aire (Opcional)	GLB	1.00	Alcance base	\$960.00	\$960.00
	3.1.2.6	Supervision pre comisionado Trabajos eléctricos (cableado)	GLB	1.00	Alcance base	\$960.00	\$960.00
	3.1.2.7	Documentos pre comisionado. Ingeniería dossier calidad, planos, guías, cronograma	GLB	1.00	Alcance base	\$2,400.00	\$2,400.00
	2.1	INGENIERIA DE DETALLE Y TALLER	GLB	1.00	Alcance base	\$16,000.00	\$16,000.00
	2.1.1	SUPERVISOR BIM (2 sueldos/ 1 cada mes)	GLB	1.00	Alcance base	\$5,400.00	\$5,400.00
	2.1.2	DOCUMENTS CONTROLLER (2 sueldos/ 1 cada mes)	GLB	1.00	Alcance base	\$5,400.00	\$5,400.00
	2.1.3	TRADUCCIÓN DE MANUALES (CHINO O INGLÉS A ESPAÑOL)	GLB	1.00	Alcance base	\$2,200.00	\$2,200.00
	2.1.4	DOCUMENTACION FINAL DE OBRA, PLANOS AS BUILT, MODELO 3D EN REVIT 2021-1 LOD 400 (ITEM ORIGINAL 2.8)	GLB	1.00	Alcance base	\$3,000.00	\$3,000.00
	3.1.1	SUPERVISION DE INSTALACIÓN	GLB	1.00	Alcance base	\$36,220.00	\$36,220.00
	3.1.1.1	Supervision Instalacion Autoclave 1	GLB	1.00	Alcance base	\$4,000.00	\$4,000.00
	3.1.1.2	Supervision Instalacion Autoclave 2	GLB	1.00	Alcance base	\$4,000.00	\$4,000.00
	3.1.1.3	Supervision Instalacion trituradora	GLB	1.00	Alcance base	\$4,000.00	\$4,000.00
	3.1.1.4	Supervision Instalacion caldero	GLB	1.00	Alcance base	\$8,000.00	\$8,000.00
	3.1.1.5	Supervision Instalacion sistema de recolección y desodorización de aire (Opcional)	GLB	1.00	Alcance base	\$6,660.00	\$6,660.00
	3.1.1.6	Supervision Instalacion Software de control	GLB	1.00	Alcance base	\$2,670.00	\$2,670.00
	3.1.1.7	INTERPRETE (ESPAÑOL - CHINO / CHINO-ESPAÑOL)	GLB	1.00	Alcance base	\$1,670.00	\$1,670.00

DATE/ FECHA	ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	NOTAS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	3.1.1.8	Alimentacion Personal Peruano, Ing. Gient (10 dias), interprete (6 dias)	GLB	1.00	Alcance base	\$2,130.00	\$2,130.00
	3.1.1.9	Hotel (ING. GIENT)	GLB	1.00	Alcance base	\$1,380.00	\$1,380.00
	3.1.1.10	Movilidad local (TODOS)	GLB	1.00	Alcance base	\$460.00	\$460.00
	3.1.1.11	EPP's (TEAM EA, INTERPRETE, ING. GIENT)	GLB	1.00	Alcance base	\$180.00	\$180.00
	3.1.1.12	Otros: permisos, carnet o fotocheck, exámenes médicos	GLB	1.00	Alcance base	\$540.00	\$540.00
	3.1.1.13	Suministro materiales para pruebas y puesta en marcha de todos los equipos. Como cinta, aceite, empaques, cables, etc	GLB	1.00	Alcance base	\$530.00	\$530.00
	3.1.3	SERVICIO COMISIONADO O START UP (PUSTA EN MARCHA, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DE OPERACION)	GLB	1.00	Alcance base	\$13,370.00	\$13,370.00
	3.1.3.1	Start Up Autoclave 1	GLB	1.00	Alcance base	\$1,610.00	\$1,610.00
	3.1.3.2	Start Up Autoclave 2	GLB	1.00	Alcance base	\$1,610.00	\$1,610.00
	3.1.3.3	Start Up trituradora	GLB	1.00	Alcance base	\$1,610.00	\$1,610.00
	3.1.3.4	Start Up generador de vapor	GLB	1.00	Alcance base	\$1,610.00	\$1,610.00
	3.1.3.5	Start Up Software	GLB	1.00	Alcance base	\$1,610.00	\$1,610.00
	3.1.3.6	Start Up sistema de recolección y desodorización de aire (Opcional)	GLB	1.00	Alcance base	\$1,610.00	\$1,610.00
	3.1.3.7	Prueba Microbiologica (1 por autoclave)	GLB	1.00	Alcance base	\$3,710.00	\$3,710.00
	2.5	FORMACION / CAPACITACION DE PERSONAL.	GLB	1.00	Alcance base	\$4,860.00	\$4,860.00
	2.7	GARANTIA DE EQUIPOS / SISTEMA A SUMINISTRAR POR 2 AÑOS DESPUES DE ENTREGADA EL PROYECTO AL CONTRATISTA. INCLUIDO EN 4.3, DE ACUERDO CON 5.5	GLB	1.00	Alcance base	\$0.00	\$0.00
		PRECIO CHONGQING, CHINA				4.3	
	5	NOTAS					\$81,490.00

5.1	ITEM 3.1.1 INCLUYE 15% RETENCION IMPUESTO A LA RENTA POR SERVICIO DE SUPERVISION
5.2	ITEM S 3.1.3 Y 2.1 INCLUYE 30% DE RETENCION IMPUESTO A LA RENTA POR EJECUCION DE TRABAJOS FACTURADO POR GIENT
5.3	FORMA DE PAGO: 40% A LA FIRMA DEL CONTRATO, 60% A LA EMISION DEL ACTA DE CONFORMIDAD POR EL SUPERVISOR DE OBRA DEL CONSORCIO INTI PUNKU
5.4	VALIDEZ DE LA OFERTA: 60 DIAS CALENDARIOS
5.5	PERIODO DE GARANTIA: 28 MESES DESPUES DE LA FECHA DE CONOCIMIENTO DE EMBARQUE O 24 MESES DESPUES DE LA FINALIZACION DE LA PUESTA EN OPERACION Y EMITIRSE EL ACTA DE CONFORMIDAD. LO QUE OCURRIESE PRIMERO. SE EXCLUYEN CONSUMIBLES Y PIEZAS DE DESGASTE.
5.6	FECHA DE EMISION DE OFERTA: 01 DE JUNIO DE 2023



	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 5

ANEXO 021

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0060				
		N° Rev.:	5				
		Fecha [Date]:	01/08/2023				
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:	PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

**REPORTE MONITOREO GASES DE COMBUSTIÓN Y PARTÍCULAS
CALDERO GIENT, MODELO WNS2-1.0-(Y), NÚMERO DE SERIE
R23053**



Reporte Monitoreo Gases de Combustion y Partículas de Caldero

Marca: GIENT

Modelo: WNS2-1.0-(Y)

Número de Serie: R23053

Límites de Comparación

Límites máximos permisibles tomados como referencia para la evaluación de resultados.

Parámetros	Unidad	Límite Máximo Permisible	Norma de Referencia
Partículas	mg/m ³	≤150 if justified by environmental assessment (*)	IFC/BM Corporación de Finanzas Internacional del Banco Mundial. General Environmental Guidelines
Dióxido de Azufre	mg/Nm ³	≤2,000 (*)	
Óxidos de Nitrógeno	mg/Nm ³	≤320	
Monóxido de Carbono	mg/Nm ³	≤1,150 ppm)	Decreto N° 638/1995 (Venezuela)

(*): Para combustible líquido.

Punto de Monitoreo

Descripción y Código de Punto de Monitoreo

Tipo de Monitoreo	Código	Descripción del Punto de Monitoreo
1. Emisiones Gaseosas	EMC-01	Caldera MWS2-1.0-(Y)

Parámetros y Métodos de Análisis

Determinación	Norma de Referencia	Descripción
Dióxido de Azufre	EPA CFR Title 40, Appendix A-4 to part 60. Method 6C. 2022	Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary
Material Particulado	NTP 900.005, 2021.	Determination of particulate matter emissions from stationary sources. 2nd Edition
Óxidos de Nitrógeno	CTM-034 / 1999.	Determination of Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen from Stationary Sources For Periodic Monitoring (Portable Electrochemical Analyzer Procedure).
Monóxido de carbono	CTM-034 / 1999.	Determination of Oxygen, Carbon Monoxide and Oxides of Nitrogen from Stationary Sources For Periodic Monitoring (Portable Electrochemical Analyzer Procedure).

Resultados del Monitoreo

Emisiones Gaseosas: EMC-01

Parámetros	Fecha	19-08-2025			Promedio	Límite Máximo Permisible
	Hora	13:30	14:55	16:20		
Flujo volumétrico	m ³ /s	0,24	0,24	0,24	0,24	
Partículas	mg/m ³	1,50	1,40	1,60	1,50	≤150
Velocidad	m/s	1,30	1,30	1,30	1,30	
Tiempo de Emisión ^(a, b)	h/d	8	8	8	8	
Flujo Másico	Kg/h	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Monóxido de Carbono	mg/Nm ³	< 0,19	< 0,19	0,31	0,23	≤1,150
Óxidos de Nitrógeno	mg/Nm ³	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	≤320
Dióxido de Azufre	mg/Nm ³	< 2,9	< 2,9	< 2,9	< 2,9	≤2 000

(a) Dato proporcionado por la planta.

(b) El valor indica el promedio diario de operación del equipo.

Parámetros Complementarios	Fecha	19-08-2025			Promedio
	Hora	13:15	14:40	16:05	
Oxígeno	% O ₂	20,68	21,37	21,62	21,22
Temperatura de Gases	°K	296,41	296,50	296,50	296,47
Temperatura Ambiente	°C	25,58	25,16	24,49	25,08
Dióxido de Carbono	%	< 1,14	< 1,14	< 1,14	< 1,14
Eficiencia de Combustión	%	97,43	96,49	95,07	96,33

Datos de la Chimenea		
Altura	m	8,50
Diámetro Equivalente	m	0,50

Características del Combustible	
Tipo ^(a)	GLP
Consumo, gal/día ^(a)	50

(a) Dato proporcionado por la planta.



Conclusiones

- ❶ Las concentraciones de todos los parámetros regulados evaluados en la chimenea de la caldera GIENT Modelo WNS2-1.0-(Y), número de serie R23053, se encontraron por debajo de los límites permisibles establecidas en las guías generales del Banco Mundial.

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 3

ANEXO 022

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0061				
		N° Rev.:	0				
		Fecha [Date]:	05/05/2026				
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD				
		OC:	20545286719FIL01120.I00003				
		Cod. Doc. Interno:	NA				
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión	

Título [Title]:

**COSTO OPEX PLANTA NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL
JORGE CHÁVEZ**



COSTO OPEX PLANTA NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ

Categoría	Concepto / Item	Numero Operadores para dos turnos	Monto Mensual por Operador	Monto Total por 6 operadores	Monto Total Vida Util
Personal	Salario operadores	6	\$1,300.00	\$7,800.00	
	Cargas Sociales, %		45.00%	\$3,510.00	
	Salario operadores con beneficios			\$11,310.00	
	Numero meses			12	
	Salario anual			\$135,720.00	
	Vida util, años			20	
	Salario Total Vida Util PRRSS			\$2,714,400.00	\$2,714,400.00
	Concepto / Item	Cantidad anual	Unitario	Total/año	
	EPP Seguridad, 2 juegos/año	240	\$50.00	\$12,000.00	\$12,000.00
	TOTAL PERSONAL				\$2,726,400.00

Categoría	Concepto / Item	Consumo Vida util	Costo Unitario	Costo total	Costo Total Vida Util
Servicios	Energia electrica, kw-hr	934,400	\$0.1210	\$113,060.00	\$113,060.00
	Agua potable, m3	93,440	\$2.00	\$186,880.00	\$186,880.00
	Consumo Nominal GLP, kg	15,884,800			
	Consumo Real GLP, 40%, kg	6,353,920			
	Consumo GLP x horas servicio, 16/26 = 66.67%	4,238,065	\$0.70	\$2,966,645.25	\$2,966,645.00
	TOTAL SERVICIOS				\$3,266,585.00

Categoría	Concepto / Item	Consumo Vida util	Costo Unitario	Costo total	Costo Total Vida Util
Insumos	Productos limpieza, pk/mes	240	\$1,200.00	\$288,000.00	\$288,000.00
	Placas revestidas bin, sets	320	\$1,600.00	\$512,000.00	\$512,000.00
	TOTAL INSUMOS				\$800,000.00

Categoría	Concepto / Item	Consumo Vida util	Costo Unitario	Costo total	Costo Total Vida Util
Control	Control Biologico, frecuencia anual por autoclave	40	\$1,200.00	\$48,000.00	\$48,000.00
	Control cinta testigo, frecuencia semanal x autoclave	2,080	\$15.00	\$31,200.00	\$31,200.00
	TOTAL CONTROL				\$79,200.00



Categoría	Concepto / Item	Consumo Vida util	Costo Unitario	Costo total	Costo Total Vida Util
Mantto	Mantenimiento Preventivo, anual por el sistema	20	\$30,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00
	Repuestos y consumibles, anual	20	\$25,000.00	\$500,000.00	\$500,000.00
	Mantenimiento Overhaul, cada 10 años	2	\$125,000.00	\$250,000.00	\$250,000.00
	TOTAL MANTENIMIENTO				\$1,350,000.00
GRAN TOTAL OPEX					\$8,222,185.00

	Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM" NL_3000_CN_FRM_IP3_NNA_QA_000032	Rev. 0
	PORTADA DOCUMENTO VENDOR	Página 1 de 2

ANEXO 023

Contrato Diseño, Ingeniería, Suministro y Construcción a Suma Alzada (EPC) – WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"

Paquete de Trabajo:	WP3 - "Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez – newLIM"	Cod. Doc.:	20545286719FIL01120.I00003-0062					
		N° Rev.:	0					
		Fecha [Date]:	05/05/2026					
		Vendor:	CHONGQING GIENT HEATING INDUSTRY CO. LTD					
		OC:	20545286719FIL01120.I00003					
		Cod. Doc. Interno:	NA					
		Finalidad [Purpose]:		PA [FA] Aprobación	X	PR [FR] Revisión		PI [FI] Información

Título [Title]:

**COSTO PROYECTADO TERCERIZACIÓN DE SERVICIOS NUEVO
AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ**



COSTO PROYECTADO TERCERIZACIÓN SERVICIOS NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHÁVEZ

EGRESOS SERVICIOS EXTERNOS TRATAMIENTO RRSS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD
1	(RESIDUOS SÓLIDOS BIOPELIGROSOS E INFECCIOSOS)/DÍA	12,800	KG
2	NÚMERO DÍAS/AÑO	365	DÍAS
3	(RESIDUOS SÓLIDOS BIOPELIGROSOS E INFECCIOSOS)/AÑO	4,672,000	KG
4	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL SISTEMA	20	AÑOS
5	PESO TOTAL / VIDA ÚTIL DEL SISTEMA	93,440,000	KG
6	COSTO TRATAMIENTO EXTERNO TRATAMIENTO RESIDUOS BIOPELIGROSOS E INFECCIOSOS / KG	\$0.30	
7	COSTO TRATAMIENTO PROYECTADO A VIDA ÚTIL	\$28,032,000.00	