



ZAKAWZAY

LABORATORIO TÉCNICO PILOTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL APLICADA

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS VÍTREOS EN TERRITORIO INSULAR.

ISLA SAN CRISTÓBAL – ISLAS GALÁPAGOS – ECUADOR

TIPO DE INTERVENCIÓN

Investigación ambiental aplicada – Infraestructura técnica piloto

DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO

8 meses efectivos de ejecución

(Contados a partir de la disponibilidad de financiamiento y puesta en marcha del equipamiento)

RESPONSABLE DEL PROYECTO

Arq. Lic. José Antonio Díaz Valiente

PRESUPUESTO TOTAL ESTIMADO:

USD 34.000

FECHA

San Cristóbal, Galápagos – 11 de febrero 2026



Contenido

1.	RESUMEN EJECUTIVO	3
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
3.	EL PROBLEMA	5
4.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
4.1.	Objetivo general	6
4.2.	Objetivos específicos	6
5.	ALCANCE DEL PROGRAMA	6
6.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	7
7.	RESULTADOS ESPERADOS	9
8.	DURACIÓN Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	10
9.	PRESUPUESTO	11
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	13



1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto Zakawsay – Piloto propone la implementación del Laboratorio Técnico Piloto de Investigación Ambiental Aplicada en Valorización de Residuos Vítreos de las Islas Galápagos, con sede en la isla San Cristóbal, provincia de Galápagos, Ecuador.

La iniciativa responde a la necesidad de generar conocimiento técnico local sobre el comportamiento, transformación y potencial reutilización del vidrio desechado, donde los costos logísticos, las limitaciones energéticas y las regulaciones territoriales demandan soluciones adaptadas y técnicamente verificables.

Actualmente, si bien el vidrio es considerado un material 100% reciclable en teoría, en contextos insulares como Galápagos su gestión enfrenta restricciones estructurales vinculadas a transporte, almacenamiento, clasificación y viabilidad económica de traslado hacia el continente (Ecuador Continental). Esta realidad plantea la necesidad de evaluar alternativas de valorización in situ que reduzcan la dependencia logística externa y aporten información técnica para futuras decisiones de política pública o inversión privada.

El proyecto contempla la implementación de infraestructura técnica mínima operativa para investigación aplicada, incluyendo:

- Horno de vitrofusión frontal programable de 36 litros (6.6 kW, 220V), con controlador digital de curvas térmicas.
- Sistema básico de trituración adaptado para clasificación granulométrica.
- Instrumentación de monitoreo térmico y eléctrico (medición de consumo energético por ciclo).
- Adecuación eléctrica dedicada con estándares de seguridad industrial.
- Equipamiento de registro técnico y documentación experimental.

Durante ocho meses efectivos de ejecución —contados a partir de la disponibilidad de financiamiento y puesta en marcha del equipamiento— se desarrollarán ensayos progresivos orientados a:

- Determinar curvas térmicas de fusión y recocido adaptadas a vidrio recuperado localmente.
- Evaluar estabilidad estructural, comportamiento de burbujas, tensiones internas y resistencia final del material transformado.
- Medir consumo energético real por ciclo experimental bajo condiciones insulares.
- Sistematizar protocolos técnicos reproducibles.

Esta fase no contempla fines comerciales ni actividades formativas, manteniendo carácter estrictamente investigativo. El objetivo es producir evidencia técnica verificable que permita determinar la viabilidad futura de modelos de valorización de vidrio en territorio insular.

El presupuesto total estimado asciende a USD 34.000, monto que cubre adecuación e instalación eléctrica especializada, adquisición de equipamiento técnico, transporte insular de maquinaria, instrumentación de monitoreo, costos operativos iniciales y mano de obra técnica certificada para montaje y puesta en marcha.

Zakawsay – Piloto constituye una fase exploratoria estratégica que busca sentar bases técnicas sólidas para futuras iniciativas de economía circular aplicada al vidrio en Galápagos, bajo criterios de sostenibilidad, trazabilidad y rigor experimental. El proyecto no implica intervención directa en el sistema municipal de gestión de residuos, sino la generación de información técnica complementaria



2. INTRODUCCIÓN

La provincia de Galápagos constituye un territorio de régimen especial orientado prioritariamente a la conservación ambiental, reconocido internacionalmente por la UNESCO como Patrimonio Natural de la Humanidad desde 1978 debido a su biodiversidad única y su alto nivel de endemismo (UNESCO, 1978). Esta condición impone responsabilidades adicionales en materia de gestión ambiental, particularmente en el manejo de residuos sólidos, considerando la fragilidad de sus ecosistemas y la limitada capacidad de carga territorial.

El crecimiento poblacional y la dinámica turística del archipiélago han incrementado la generación de residuos en las islas habitadas, lo que representa un desafío estructural para los gobiernos autónomos descentralizados municipales encargados de la gestión integral de desechos sólidos, conforme a sus competencias establecidas en la normativa nacional (Consejo Nacional de Competencias [CNC], 2012). Los planes municipales de manejo de desechos en Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal evidencian la necesidad de fortalecer procesos de clasificación, reciclaje y reducción en la fuente como estrategias prioritarias para disminuir la presión sobre los rellenos sanitarios y minimizar impactos ambientales (Gobierno Autónomo Descentralizado de San Cristóbal, s.f.; Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Cruz, s.f.; Gobierno Autónomo Descentralizado de Isabela, s.f.).

En el contexto insular, la gestión de residuos presenta particularidades técnicas y logísticas. La Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos establece un marco normativo orientado a la protección ambiental estricta del territorio, incluyendo disposiciones relacionadas con la prevención de contaminación y el manejo especial de residuos generados en la provincia (LOREG, 2015). Entre los mecanismos aplicados se contempla el traslado periódico de residuos inorgánicos reciclables hacia el continente, lo cual contribuye a evitar acumulaciones críticas, pero al mismo tiempo evidencia una dependencia estructural del transporte externo para la valorización de materiales.

En términos de sostenibilidad global, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconoce en su Objetivo 12 la necesidad de reducir considerablemente la generación de desechos mediante prevención, reciclaje y reutilización (Naciones Unidas, 2015). En este marco, la transición hacia modelos de economía circular resulta especialmente relevante en territorios insulares donde la disponibilidad de suelo y la capacidad de disposición final son limitadas.

El vidrio constituye un material con alto potencial dentro de esquemas de economía circular, dado que puede reciclarse indefinidamente sin pérdida significativa de calidad cuando es sometido a procesos adecuados (European Container Glass Federation [FEVE], 2022). No obstante, la implementación de procesos locales de transformación requiere evidencia técnica que permita evaluar su viabilidad energética, operativa y estructural bajo condiciones específicas como las que presenta el archipiélago de Galápagos.

Actualmente, no se encuentran estudios documentados que analicen de manera aplicada la transformación del vidrio reciclado en condiciones insulares dentro de la provincia. La ausencia de datos técnicos locales sobre comportamiento térmico, consumo energético y estabilidad estructural posterior a procesos de fusión y recocido limita la posibilidad de diseñar alternativas territoriales de valorización con base en información verificable.

En este escenario, resulta pertinente desarrollar investigación ambiental aplicada que permita generar evidencia técnica local sobre la factibilidad de transformar vidrio reciclado en San Cristóbal, alineándose con los principios de sostenibilidad establecidos en el régimen especial de Galápagos y en los compromisos internacionales asumidos por el Ecuador.



3. EL PROBLEMA

La provincia de Galápagos enfrenta desafíos estructurales en la gestión integral de residuos sólidos derivados de su condición insular, su régimen especial de conservación y su dinámica económica basada en el turismo. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales ejercen la competencia directa sobre la gestión de residuos conforme al marco normativo nacional (Consejo Nacional de Competencias [CNC], 2012); sin embargo, la limitada disponibilidad de suelo, los altos costos logísticos y la necesidad de minimizar impactos ambientales condicionan la implementación de soluciones convencionales de disposición y valorización.

La Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos establece un marco de protección ambiental que restringe descargas contaminantes en el territorio y contempla mecanismos para el traslado periódico de residuos inorgánicos reciclables fuera del archipiélago (LOREG, 2015). Este esquema ha permitido evitar acumulaciones críticas de desechos, pero al mismo tiempo ha consolidado una dependencia estructural del transporte hacia el Ecuador continental como principal vía de valorización.

Los planes municipales de manejo de desechos en las islas habitadas reconocen la necesidad de fortalecer procesos de reducción, clasificación y reciclaje en origen (GAD San Cristóbal, s.f.; GAD Santa Cruz, s.f.; GAD Isabela, s.f.). No obstante, estos instrumentos se concentran predominantemente en la gestión operativa de recolección y disposición final, sin desarrollar líneas técnicas orientadas a la transformación local de materiales específicos como el vidrio.

El vidrio, pese a ser un material técnicamente reciclable de manera indefinida sin pérdida significativa de calidad (European Container Glass Federation [FEVE], 2022), no cuenta con procesos documentados de transformación en el territorio insular. En la práctica, el material clasificado es evacuado periódicamente hacia el continente, lo que implica costos logísticos recurrentes, consumo energético asociado al transporte y ausencia de generación de información técnica local sobre su posible valorización in situ.

Esta situación configura una brecha técnica concreta: no existen estudios aplicados en Galápagos que evalúen la viabilidad energética, estructural y operativa de transformar vidrio reciclado bajo condiciones insulares específicas. No se dispone de datos locales sobre comportamiento térmico en hornos de pequeña escala, curvas de recocido adaptadas al entorno, consumo eléctrico real por ciclo experimental ni parámetros mínimos de seguridad operativa para este tipo de procesos.

La ausencia de evidencia técnica limita la toma de decisiones informadas respecto a la posible implementación de modelos de economía circular territorial y restringe la capacidad de evaluar alternativas de valorización local alineadas con el Objetivo 12 de la Agenda 2030, que promueve la reducción sustancial de la generación de desechos mediante prevención, reciclaje y reutilización (Naciones Unidas, 2015).

En consecuencia, el problema central no radica exclusivamente en la generación de residuos vítreos, sino en la falta de información técnica verificable que permita determinar si es viable implementar procesos de transformación del vidrio reciclado en San Cristóbal bajo criterios de sostenibilidad ambiental, seguridad operativa y eficiencia energética. Esta brecha de conocimiento mantiene la dependencia del modelo actual de traslado externo y dificulta la exploración de alternativas basadas en datos experimentales.

La inexistencia de estudios experimentales documentados sobre transformación de vidrio en condiciones insulares constituye, por tanto, el núcleo del problema que el presente Programa Piloto Zakawsay – Investigación Ambiental Aplicada busca abordar mediante investigación ambiental aplicada.



4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

4.1. Objetivo general

Evaluar la viabilidad técnica, energética y operativa de la transformación local del vidrio reciclado en la isla San Cristóbal mediante la implementación de un laboratorio técnico piloto de investigación ambiental aplicada durante un período de ocho meses efectivos, con el propósito de generar evidencia técnica verificable que sustente futuras decisiones estratégicas en materia de economía circular territorial en contexto insular.

4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar el comportamiento térmico del vidrio reciclado local mediante ensayos controlados de trituración, fusión y recocido, determinando parámetros operativos preliminares adaptados a condiciones energéticas y ambientales insulares.
- b) Medir el consumo energético real por ciclo experimental y estimar los costos operativos asociados a los procesos de transformación, a fin de evaluar su viabilidad técnica y eficiencia energética en el contexto de San Cristóbal.
- c) Documentar de manera sistemática los resultados experimentales, incluyendo estabilidad estructural, deformaciones, fallas térmicas y condiciones mínimas de seguridad operativa, con el objetivo de elaborar un protocolo preliminar de transformación del vidrio reciclado aplicable al territorio insular.

5. ALCANCE DEL PROYECTO

El presente Programa Piloto Zakawsay – Investigación Ambiental Aplicada se ejecutará exclusivamente en la isla San Cristóbal, provincia de Galápagos, y tendrá una duración total de ocho (8) meses efectivos de operación técnica.

El período de ejecución iniciará únicamente una vez confirmada la disponibilidad de los recursos financieros requeridos y concluida la instalación operativa del laboratorio piloto, incluyendo la adecuación del espacio físico, la instalación eléctrica dedicada y la puesta en funcionamiento del equipamiento técnico. En consecuencia, el cronograma de ocho meses no se contabiliza desde la fecha de presentación del proyecto, sino desde el inicio formal de las actividades experimentales.

El alcance de esta fase se limita estrictamente a la investigación ambiental aplicada orientada a la generación de evidencia técnica verificable sobre la transformación local del vidrio reciclado bajo condiciones insulares específicas. No contempla en esta etapa:

- Producción comercial.
- Comercialización de productos.
- Contratos de suministro.
- Implementación industrial.
- Procesamiento masivo de residuos.
- Sustitución de los mecanismos actuales de evacuación de residuos reciclables.

Las actividades se circunscriben a ensayos experimentales controlados, medición de variables técnicas, documentación sistemática de resultados y elaboración de un protocolo preliminar adaptado al contexto energético y operativo de San Cristóbal.



El programa no sustituye las competencias municipales en gestión de residuos sólidos ni modifica los mecanismos de evacuación de residuos reciclables establecidos en el marco normativo vigente, particularmente en la Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos (LOREG, 2015). Su carácter es complementario y exploratorio, orientado exclusivamente a evaluar la viabilidad técnica de una posible valorización local futura.

Asimismo, el proyecto no compromete resultados productivos, comerciales ni financieros durante esta fase inicial. Su naturaleza es experimental y los resultados estarán condicionados al comportamiento técnico del material, a las condiciones energéticas reales del territorio y a los hallazgos derivados de los ensayos documentados.

6. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología del Programa Piloto Zakawsay – Investigación Ambiental Aplicada se fundamenta en un enfoque experimental controlado, orientado a generar evidencia técnica verificable sobre la transformación del vidrio reciclado bajo condiciones insulares específicas.

El laboratorio piloto operará bajo un esquema de ensayo progresivo estructurado en fases técnicas interrelacionadas, permitiendo evaluar el comportamiento del material desde su preparación inicial hasta la obtención de prototipos experimentales y la medición de variables energéticas y estructurales.

Fase 1. Clasificación y preparación del material

Se realizará la selección del vidrio recuperado considerando:

- Tipo (envases, vidrio plano, otros).
- Color.
- Espesor aproximado.
- Estado físico.

Se verificará la ausencia de contaminantes (metales, etiquetas, residuos orgánicos) y, cuando sea posible, se registrará la procedencia del material. Cada lote será identificado mediante codificación interna para asegurar trazabilidad durante todo el proceso experimental.

Meta mínima estimada:

- Clasificación y preparación de al menos **250 kg de vidrio recuperado** durante los ocho meses.

Fase 2. Trituración y control granulométrico

Se ejecutarán ensayos de trituración controlada, clasificando el material en granulometrías diferenciadas (fino, medio y grueso). Se evaluará:

- Uniformidad de fragmentación.
- Presencia de partículas indeseadas.
- Comportamiento del material durante compactación.

Cada muestra será etiquetada y registrada en la bitácora técnica.

Meta mínima estimada:

- Generación de al menos **3 categorías granulométricas estandarizadas**.
- Procesamiento experimental de al menos **200 kg de material triturado**.

Fase 3. Ensayos de fusión térmica

Se desarrollarán pruebas escalonadas de temperatura dentro de rangos técnicamente adecuados para vidrio reciclado. Las variables controladas incluirán:

- Temperatura máxima alcanzada.
- Tiempo de permanencia.



- Velocidad de ascenso térmico.
- Configuración de la curva térmica programada.

Durante esta fase se evaluarán:

- Nivel de deformación.
- Presencia de burbujas.
- Homogeneidad del material.
- Estabilidad superficial.
- Integridad estructural preliminar.

Las curvas térmicas aplicadas serán registradas de manera sistemática.

Meta mínima estimada:

- Realización de **30 a 45 ciclos experimentales documentados** durante los ocho meses.
- Evaluación de al menos **5 configuraciones térmicas diferenciadas**.

Fase 4. Recocido y estabilización

Se aplicarán procesos de recocido controlado orientados a reducir tensiones internas del material. Se documentarán:

- Temperatura de recocido.
- Tiempo de mantenimiento.
- Velocidad de enfriamiento progresivo.

Posteriormente, se evaluarán posibles fracturas diferidas, micro fisuras visibles y resistencia básica a manipulación, a fin de identificar parámetros mínimos de estabilidad estructural en contexto experimental.

Meta mínima estimada:

- Evaluación estructural comparativa de los ciclos ejecutados.
- Identificación de rangos térmicos funcionales.
- Registro de comportamiento post-recocido.

Fase 5. Medición energética y evaluación operativa

Durante cada ciclo experimental se medirá el consumo energético real mediante instrumentación dedicada, registrando:

- Consumo en kWh por ciclo.
- Duración total del proceso.
- Relación entre carga de material y energía utilizada.

Esta información permitirá estimar la viabilidad operativa bajo condiciones insulares, considerando que el factor energético constituye una variable crítica en territorios alejados del continente.

Meta mínima estimada:

- Registro energético individual en el **100 % de los ciclos experimentales**.
- Estimación de consumo promedio por ciclo y por kilogramo procesado.

Sistema de registro técnico

- Durante todo el proceso se mantendrá una bitácora técnica estructurada que incluirá:
- Código de ensayo.
- Fecha y hora.
- Tipo y granulometría del material.
- Parámetros térmicos aplicados.
- Consumo energético medido.
- Observaciones técnicas.
- Registro fotográfico.
- Evaluación estructural básica posterior.

Análisis de resultados

Los datos obtenidos serán comparados entre ensayos para identificar:



- Configuraciones térmicas reproducibles.
- Rangos energéticos aceptables.
- Condiciones mínimas de seguridad.
- Limitaciones técnicas detectadas.

El enfoque metodológico no busca optimización industrial inmediata, sino establecer parámetros preliminares adaptados a la realidad territorial de San Cristóbal.

Seguridad y prevención

La metodología se desarrollará bajo principios de prevención de riesgos laborales, utilizando equipos de protección personal adecuados, ventilación controlada y manejo seguro del material vítreo y del equipamiento térmico.

Sistematización final

Al finalizar el período experimental, se elaborará un informe técnico consolidado que incluirá:

- Resultados obtenidos.
- Análisis comparativo.
- Limitaciones identificadas.
- Recomendaciones técnicas para una eventual fase de escalamiento.

7. RESULTADOS ESPERADOS

Al concluir el período de ocho meses efectivos de operación experimental, el Programa Zakawsay – Piloto habrá generado evidencia técnica verificable orientada a reducir la brecha de conocimiento existente en la provincia de Galápagos respecto a la transformación local del vidrio reciclado bajo condiciones insulares específicas.

Los resultados del programa se estructuran en los siguientes niveles:

7.1. Infraestructura técnica operativa

- Implementación y puesta en funcionamiento de un laboratorio piloto con adecuación eléctrica dedicada, condiciones mínimas de seguridad y procedimientos básicos estandarizados para ensayos controlados.
- Sistema de registro técnico estructurado con trazabilidad de material y documentación fotográfica.

7.2. Resultados técnicos experimentales

- Realización documentada de entre 30 y 45 ciclos experimentales controlados.
- Evaluación comparativa de al menos 5 configuraciones térmicas diferenciadas.
- Determinación preliminar de rangos funcionales de temperatura y tiempos de permanencia.
- Identificación de parámetros mínimos de estabilidad estructural posterior al recocido.
- Registro del comportamiento del material según granulometría.

7.3. Resultados energéticos y operativos

- Medición del consumo energético real en el 100 % de los ciclos experimentales.
- Estimación de consumo promedio por ciclo y por kilogramo procesado.
- Identificación de variables críticas que inciden en la eficiencia energética.
- Evaluación preliminar de viabilidad operativa bajo condiciones tarifarias locales.



7.4. Resultados documentales y metodológicos

- Base de datos estructurada de ensayos.
- Bitácora técnica completa.
- Elaboración de un protocolo preliminar de transformación adaptado a condiciones insulares, incluyendo parámetros técnicos funcionales y limitaciones detectadas.
- Desarrollo de prototipos experimentales con fines de validación técnica, no comercial.

7.5 Resultado estratégico del programa

El resultado principal del piloto no será un producto comercial, sino la producción de conocimiento técnico aplicado bajo condiciones reales del territorio insular. Esta evidencia permitirá reducir la incertidumbre sobre la viabilidad operativa de transformar vidrio reciclado en San Cristóbal y proporcionará insumos objetivos para futuras decisiones institucionales en materia de economía circular territorial, en coherencia con el Objetivo 12 de la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2015).

8. DURACIÓN Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El Programa Piloto Zakawsay – Investigación Ambiental Aplicada tendrá una duración total de ocho (8) meses efectivos de operación experimental.

El período de ejecución iniciará únicamente a partir de la disponibilidad confirmada de los recursos financieros necesarios y de la adecuación operativa del laboratorio piloto, incluyendo la contratación del espacio físico, instalación eléctrica dedicada 220V–32A, adquisición de equipamiento técnico y cumplimiento de condiciones básicas de seguridad industrial. En consecuencia, el cómputo del plazo no se contabiliza desde la fecha de presentación del proyecto, sino desde la puesta en funcionamiento del laboratorio.

El cronograma preliminar de ejecución se estructura en cuatro fases consecutivas:

Fase 1 – Instalación y acondicionamiento (Mes 1)

- Adecuación del espacio físico alquilado.
- Instalación eléctrica dedicada y verificación técnica certificada.
- Recepción y montaje del horno y equipamiento complementario.
- Implementación del sistema de registro experimental.
- Pruebas técnicas en vacío para verificación de funcionamiento.

Resultado esperado de la fase es un laboratorio técnico plenamente operativo y seguro para iniciar ensayos.

Fase 2 – Ensayos iniciales y calibración (Meses 2 y 3)

- Pruebas preliminares de trituración y clasificación granulométrica.
- Ensayos exploratorios de fusión con cargas pequeñas.
- Ajuste progresivo de curvas térmicas.
- Evaluación preliminar de consumo energético.
- Identificación de parámetros operativos iniciales.

La meta es la realización de 8 a 12 ciclos experimentales iniciales.

Fase 3 – Ensayos sistemáticos documentados (Meses 4, 5 y 6)

- Desarrollo de pruebas controladas bajo parámetros definidos.
- Comparación de configuraciones térmicas.
- Medición sistemática de consumo energético en cada ciclo.
- Evaluación de estabilidad estructural post-recocido.
- Registro integral mediante bitácoras codificadas.

La meta es la realización acumulada de 20 a 30 ciclos documentados adicionales.



Fase 4 – Análisis, sistematización y elaboración de informe (Meses 7 y 8)

- Procesamiento comparativo de resultados experimentales.
- Identificación de configuraciones reproducibles.
- Elaboración del protocolo preliminar de operación.
- Redacción del informe técnico final.
- Formulación de recomendaciones para una eventual fase de escalamiento.

El Resultado final es la entrega del Informe Técnico Consolidado y base de datos experimental estructurada.

El cronograma podrá ajustarse de manera técnica en función de los hallazgos experimentales, sin alterar la duración total del programa, siempre que las condiciones operativas se mantengan dentro del período establecido.

9. PRESUPUESTO

El presupuesto del Programa Zakawsay – Piloto se presenta como un monto estimado referencial de hasta USD 34.000 (treinta y cuatro mil dólares de los Estados Unidos de América), considerando las particularidades logísticas, técnicas y energéticas propias del territorio insular de Galápagos.

El valor contempla los costos mínimos necesarios para la implementación y operación del laboratorio piloto durante ocho meses efectivos de ejecución experimental. Debido a la naturaleza insular del proyecto, los costos asociados a transporte continental–insular, mano de obra técnica especializada y asistencia certificada pueden presentar variaciones conforme a disponibilidad, tarifas vigentes y requerimientos de desplazamiento de personal técnico.

En caso de requerirse traslado de especialistas desde el territorio continental, los costos de pasajes aéreos, hospedaje y alimentación deberán incorporarse dentro del rubro de mano de obra técnica especializada, pudiendo generar ajustes dentro del techo presupuestario establecido.

El presupuesto se presenta como monto máximo proyectado y podrá ajustarse técnicamente dentro de dicho límite conforme a necesidades operativas debidamente justificadas.

9.1. Presupuesto establecido.

	Rubro	Descripción General	Monto (USD)
1	Adecuación e instalación del laboratorio	Alquiler 8 meses (40–60 m ²), garantía, adecuación eléctrica dedicada 220V–32A (breaker industrial, cableado 8 AWG, tablero independiente), ventilación técnica, señalización y acondicionamiento	5.500
2	Equipamiento técnico principal	Horno vitrofusión frontal 36L programable (6.6 kW), accesorios refractarios, moldes, herramientas térmicas y sistema básico de trituración	6.200
3	Instrumentación y monitoreo técnico	Equipos de medición térmica y eléctrica, báscula digital, monitoreo energético y control complementario	2.000
4	Sistemas de registro técnico	Laptop/tablet técnica, almacenamiento digital, cámara de registro y software básico	1.400
5	Seguridad industrial	EPP térmico certificado, extintor, botiquín y señalética	1.300
6	Transporte insular y logística especializada	Flete continental–insular, embalaje reforzado, manipulación técnica	4.200
7	Costos operativos iniciales (8 meses)	Consumo energético experimental, insumos, mantenimiento preventivo	2.200



8	Mano de obra técnica especializada	Instalación eléctrica certificada, montaje, calibración, pruebas de seguridad, asistencia técnica inicial	10.000
9	Contingencia técnica	Ajustes eléctricos, reposición de componentes, imprevistos operativos	1.200
		TOTAL ESTIMADO	34.000 USD

10. TRANSPARENCIA Y SEGUIMIENTO

El Programa Zakawsay – Piloto adoptará principios de transparencia, trazabilidad técnica y responsabilidad financiera durante toda su ejecución, en coherencia con su carácter experimental y con el uso de recursos destinados exclusivamente a investigación ambiental aplicada.

10.1. Seguimiento técnico

Durante los ocho meses de ejecución se implementará un sistema de control técnico que incluirá:

- Registro codificado de cada ensayo experimental.
- Bitácora técnica actualizada por ciclo.
- Archivo digital de datos energéticos y parámetros térmicos.
- Registro fotográfico sistemático de resultados.
- Respaldo digital periódico de la base de datos experimental.

Los resultados serán organizados de forma estructurada para permitir revisión técnica posterior y verificación metodológica.

10.2. Seguimiento financiero

El uso de los recursos asignados será documentado mediante:

- Registro de adquisiciones con facturas o comprobantes válidos.
- Identificación de rubro presupuestario correspondiente.
- Registro interno de ejecución financiera.
- Archivo digital organizado de respaldo contable.

El presupuesto se ejecutará dentro del límite máximo estimado, priorizando eficiencia en el uso de recursos y evitando desviaciones no justificadas.

10.3. Informes de avance

Se prevé la elaboración de:

- Un informe técnico intermedio (aproximadamente al mes 4), que describa avances metodológicos y ajustes realizados.
- Un informe técnico final al concluir los ocho meses efectivos de operación.

Estos informes incluirán avances experimentales, análisis preliminares y ejecución presupuestaria general.

10.4. Publicación de resultados

Dado el carácter investigativo del programa, el informe técnico final podrá ser publicado en formato digital, con el objetivo de:

- Contribuir al conocimiento técnico local.
- Facilitar análisis institucional.
- Servir como insumo para decisiones futuras en materia de economía circular territorial.



10.5. Principio de responsabilidad

El programa no compromete resultados comerciales ni utilidades durante esta fase. Su objetivo es generar información técnica verificable. Toda inversión estará orientada exclusivamente al cumplimiento de los objetivos experimentales definidos en el presente documento.

11. PROYECCIÓN DE SOSTENIBILIDAD FUTURA (CONDICIONADA A RESULTADOS)

El presente Programa Piloto Zakawsay – Investigación Ambiental Aplicada tiene carácter estrictamente experimental y no contempla actividades comerciales durante su ejecución. No obstante, en caso de que los resultados técnicos obtenidos demuestren viabilidad operativa, energética y estructural bajo condiciones insulares, podrá evaluarse una fase posterior orientada al escalamiento progresivo del modelo. Cualquier eventual continuidad estará condicionada a la obtención de resultados reproducibles, a una evaluación energética favorable en términos de eficiencia, al cumplimiento de condiciones mínimas de seguridad operativa y al análisis del marco normativo vigente en la provincia de Galápagos.

En un escenario de viabilidad comprobada, podrían explorarse alternativas como el desarrollo de microprocesos controlados de valorización local, la elaboración de prototipos demostrativos con fines técnicos, la articulación con actores institucionales o privados interesados en modelos de economía circular territorial y la búsqueda de financiamiento complementario que permita ampliar capacidad técnica instalada.

Sin embargo, cualquier decisión de expansión requerirá estudios adicionales, evaluación normativa específica y análisis independiente de sostenibilidad financiera. El presente programa no asume ni garantiza la implementación automática de una fase productiva posterior. Su propósito es reducir la incertidumbre técnica mediante la generación de evidencia verificable que permita sustentar decisiones futuras con base en datos reales obtenidos en el territorio insular.

12. BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). *Ley Orgánica de Régimen Especial de la Provincia de Galápagos*. Registro Oficial Segundo Suplemento No. 11, 11 de junio de 2015.

Consejo Nacional de Competencias (CNC). (2012). *Resolución sobre competencias de los gobiernos autónomos descentralizados en gestión de residuos sólidos*. Quito, Ecuador.

European Container Glass Federation (FEVE). (2022). *Glass recycling facts*.
<https://feve.org/about-glass/glass-recycling/>

Gobierno Autónomo Descentralizado de San Cristóbal, Santa Cruz, Isabela (s.f.). *Plan de manejo de desechos sólidos*,
https://cursos.gobiernogalapagos.gob.ec/moodle/pluginfile.php/39/mod_folder/content/0/Manejo_desechos_Isabela.pdf?forcedownload=1

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

UNESCO. (1978). *Galápagos Islands – World Heritage List*. <https://whc.unesco.org/en/list/1/>



ZAKAWZAY

