



**Agencia
Nacional de
Investigación
y Desarrollo**

Ministerio de Ciencia,
Tecnología, Conocimiento
e Innovación



Guía Técnica
**Sistema tecnológico para una gestión sostenible e integral de
residuos en Juan Fernández**



Tabla de contenido

1. Contexto de los Desafíos Públicos	3
2. Antecedentes de la Convocatoria para el lanzamiento de los Concursos de Desafíos Públicos.....	4
3. Objetivo y resultados esperados	7
4. Consideraciones para el acceso a la solución final o transferencia y masificación de los resultados.....	9
5. Detalle de Etapas	9
6. Consideraciones de la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández para el desarrollo del proyecto.....	19
7. Resumen del Proyecto	20
8. Anexos	21

1. Contexto de los Desafíos Públicos

Desafíos Públicos es un programa que apoya a organismos del Estado a encontrar soluciones a Desafíos de interés público que requieran Investigación, Desarrollo (I+D) y/o desarrollo tecnológico para ser resueltos y generar un impacto positivo en el desarrollo económico, ambiental y social a nivel país. El programa es una manera de enfrentar problemas complejos que requieren aproximaciones transdisciplinarias y multisectoriales para ser abordados íntegramente. Desde un rol coordinador el Estado fomenta activamente el desarrollo tecnológico e innovación orientados a dar solución a los Desafíos públicos que el país presenta y que afectan a su población ya sea a nivel local, regional o nacional.

Por medio de una metodología de Desafíos, el programa busca desarrollar soluciones a problemas de interés público en ámbitos de acción de organismos públicos mediante Concursos de Innovación Abierta para emprendedoras/es, Startups, equipos universitarios, empresas, entre otros. Cada concurso financia una carrera de desarrollo de prototipos para lograr una aplicación industrial lista para implementar y que el Organismo Público pueda adquirir.

El programa es gestionado en conjunto por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia), el Laboratorio de Gobierno del Ministerio de Hacienda (LabGob) y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID).

El presente instrumento busca contribuir a encontrar soluciones innovadoras a problemas de interés público que requieran de un desarrollo tecnológico e innovación, conectando a quienes demandan estas soluciones, en este caso **Ilustre Municipalidad de Juan Fernández** con potenciales oferentes provenientes del sistema nacional de innovación.

En particular, el problema de interés público que se requiere resolver se denomina "**Sistema tecnológico para una gestión sostenible integral de residuos en Juan Fernández**" cuyo objetivo es Desarrollar un sistema tecnológico integral para la gestión de residuos sólidos en la comuna de Juan Fernández, capaz de procesar y transformar los residuos sólidos de la isla y así promover una economía circular (elaboración de productos y/o materiales a partir de residuos) en ella, con el fin de concienciar a la comunidad a tomar acciones en la gestión de residuos para el tratamiento *in-situ* de éstos.

La función de esta Guía Técnica es orientar a las personas usuarias en la elaboración de su postulación a la convocatoria de Desafíos Públicos 2024: "**Sistema tecnológico para una gestión sostenible integral de residuos en Juan Fernández**", entregando información relevante para ser utilizada en la formulación.

En conjunto con esta Guía Técnica, se acompañarán las Bases del instrumento "**Desafíos Públicos 2024**" y que contienen todas las directrices y normativas respecto del proceso de postulación, admisibilidad, evaluación, seguimiento, cierre de los proyectos y temas administrativos que no forman parte de la Guía Técnica.



2. Antecedentes de la Convocatoria para el lanzamiento de los Concursos de Desafíos Públicos

- Descripción de la situación pública que genera el problema/Desafío a resolver y su estado del arte en Chile.

La Ilustre Municipalidad de Juan Fernández se enfrenta actualmente a un desafío crítico en la gestión de residuos sólidos. Siendo un municipio pequeño, que depende en un 95,35% del fondo común municipal, ha centrado sus escasos recursos humanos y económicos principalmente en necesidades sociales inmediatas y la reconstrucción de infraestructuras dañadas por el tsunami del 27F, periodo en el que la población de la comuna ha crecido exponencialmente, aproximadamente en un 46% en 15 años, llegando a más de 1.000 habitantes hoy en día. Esta explosión demográfica ha acrecentado la economía de cultura lineal, donde los productos son obtenidos desde el continente (vía marítima) y luego descartados en el vertedero municipal, al no existir un modelo económico circular que promueva la reducción, reutilización, reparación, reciclaje *in-situ* y producción local.

Esta suma de factores ha llevado al vertedero municipal al colapso, y es por ello, que desde el año 2014 operan incineradores fabricados de forma artesanal (Ver ANEXO 4) con el fin de tratar los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) no valorizables y no reciclados por la población a partir del método de incineración. Este proceso permite reducir el volumen, peso y modificar la composición de RSD a partir de la oxidación a elevada temperatura, sin embargo, produce emisiones altamente tóxicas como metales pesados tóxicos, dioxinas y furanos, siendo un riesgo inminente para todos los habitantes de la comuna y el frágil ecosistema insular (se considera la categoría de Parque Nacional Juan Fernández, Áreas Marinas Protegidas del Mar de Juan Fernández y es reconocida por la UNESCO como Reserva Mundial de la Biosfera, por lo que urge su preservación).

Con el fin de normalizar el actual vertedero y cumplir con la normativa nacional vigente, tanto en seguridad medioambiental como seguridad laboral, es que el municipio está en el proceso de adquirir un incinerador y construir la infraestructura asociada (Ver ANEXO 2), con esto se espera tener una operación continua con los residuos sólidos no valorizables, lo cual se espera que esté operando para finales del año 2024.

El municipio es el actor clave en articular el manejo de residuos sólidos a nivel comunal, dando cumplimiento efectivo a la Ley 20.920 de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Bajo ese contexto, cabe destacar que desde el año 2014 la comuna separa residuos desde el origen en los puntos limpios del poblado y se aumentarán por medio del proyecto “Estaciones de recepción y reducción volumétrica del material reciclable” (Ver ANEXO 3). Sin embargo, la población percibe una desmotivación y baja participación del reciclaje al no visualizar los resultados de sus esfuerzos de manera local, lo que conllevó el año 2023 a que el 85% de los residuos fueran incinerados (Ver ANEXO 1).

Bajo este contexto, se pueden identificar casos exitosos de gestión de residuos en otras comunas como la Pintana y Ancud. Sin embargo, la singularidad de Juan



Fernández, debido a su condición insular y aislada, así como a la limitada disponibilidad de recursos, impone desafíos únicos. El abastecimiento de la isla, vital para su funcionamiento, está condicionado al transporte marítimo, a cargo de un buque que traslada los diversos productos del continente y se encarga también del retiro de los residuos reciclables (ver ANEXO 4). Bajo este escenario, es fundamental reconocer que la población percibe una necesidad apremiante de contar con materiales de construcción. Esta demanda se ve agravada por la demora en la llegada de estos materiales a través del buque que abastece y la inexistencia de producción local de los mismos. Esta falta de producción no solo genera dependencia total de la importación de materiales, sino que también contribuye a la demora en la consolidación de infraestructura pública y una enorme cantidad de residuos asociados a su embalaje. En ese sentido, es imperativo abordar de manera integral tanto la necesidad de materiales de construcción como los desafíos en la gestión de residuos, siendo crucial la investigación y desarrollo tecnológico adaptado a las necesidades específicas de la comuna, emergiendo como una estrategia clave en mitigar estas problemáticas, promoviendo la producción local, garantizando la compatibilidad con las iniciativas locales en curso y fortaleciendo el sistema de gestión de residuos.

- Descripción del problema/Desafío, justificando la necesidad de resolverlo a través del programa Desafíos Públicos.

La promoción de tecnologías idóneas para el tratamiento y valorización de los residuos, ajustadas a las particularidades de la realidad insular requiere de innovación por razones fundamentales. En primer lugar, el desarrollo de una solución específica para un entorno insular implica la creación de tecnologías que puedan operar eficientemente con volúmenes de residuos relativamente bajos (ver ANEXO 1), lo cual requiere un enfoque diferente y creativo en comparación con las soluciones diseñadas para áreas urbanas o continentales con mayores volúmenes de residuos.

Además, la adaptación de estas tecnologías a la particularidad de Juan Fernández implica consideraciones adicionales, como la logística del transporte marítimo, el espacio limitado disponible y la necesidad de minimizar el impacto ambiental en un entorno sostenible. Por lo tanto, el diseño de tecnología que pueda abordar estas complejidades de manera efectiva y sostenible representa un verdadero avance en el campo de la gestión de residuos en islas pequeñas, generando una solución escalable a zonas aisladas en general.

Adicionalmente, el enfoque en la valorización de residuos en lugar de simplemente eliminarlos, como la incineración, también impulsa la innovación al requerir el desarrollo de tecnologías que puedan transformar los residuos en recursos útiles, como materiales de construcción reciclados u otros elementos.

La creación de una tecnología diseñada específicamente para satisfacer las necesidades locales permitirá al municipio implementar de manera más efectiva prácticas que fomenten una economía circular. Esto incluirá la promoción de la reutilización y el reciclaje de residuos *in-situ* en el vertedero comunal. Al mismo tiempo, esta tecnología facilitará el desarrollo de una estrategia integral de concienciación comunitaria, basada en los principios de la economía circular. Este enfoque motivará a la comunidad a participar activamente en el reciclaje y contribuirá significativamente a mejorar la gestión de residuos sólidos, asegurando así la preservación del frágil ecosistema insular, en conjunto con la salud y bienestar de sus habitantes.

- Descripción de la Experiencia internacional sobre cómo abordan la problemática identificada.

Internacionalmente existen soluciones que han demostrado eficacia en la gestión de residuos sólidos, aplicando tecnologías avanzadas en tratamiento y valorización, junto con políticas integrales de economía circular y responsabilidad extendidas del productor. Países como Alemania, Suiza, Noruega y Japón han implementado con éxito estas medidas que fomentan la reducción, reutilización y recuperación energética de los residuos, como la incineración, pirólisis, compostaje y digestión anaeróbica para reciclar residuos sólidos y generar productos con valor, contribuyendo así la protección del medio ambiente.

En el caso de islas remotas habitadas, el manejo de residuos es uno de los principales desafíos, la falta de recursos, infraestructura y conocimientos, afectando negativamente la capacidad de las islas para establecer sistemas efectivos de gestión de residuos. En el sudeste asiático existen casos efectivos como la pirólisis o la digestión anaeróbica. Sin embargo, son soluciones no escalables a la comuna, considerando la inexistencia de industrias agrícolas o ganaderas que puedan abastecer estos sistemas, por lo que estas soluciones también representan imposibles de implementarse. Cabe destacar que la técnica de incineración es la mayormente utilizada en islas pequeñas, en algunos casos con recuperación de energía.

En el caso de Juan Fernández, está en vías de implementación un incinerador que viene a normalizar la situación actual de vertedero, sin considerar la transformación de energía, debido a la complejidad de implementar sistemas de generación eléctrica dada la baja cantidad de residuos y el precario sistema eléctrico existente. Considerando esta normalización, en conjunto a las acciones actuales en la gestión de residuos en la comuna: el compostaje particular y la separación de origen de residuos por medio de puntos limpios, viene a requerir de lo señalado en diversas investigaciones, donde invertir en reciclaje y tratamiento de residuos adecuadas para las necesidades específicas de cada isla permitirá mejorar la capacidad en la gestión de residuos sólidos en la misma.

En resumen, aunque existen tecnologías exitosas a nivel internacional, su aplicabilidad en la comuna de Juan Fernández se ve restringida por las características únicas del territorio, la limitada disponibilidad de recursos y la falta de espacio para la implementación de infraestructuras adecuadas. Por lo tanto, se requiere un enfoque innovador y adaptado a la realidad insular para abordar eficazmente los desafíos en la gestión de residuos sólidos.

3. Objetivo y resultados esperados

El objetivo general de la convocatoria enmarcado en el instrumento Desafíos Públicos es: **Desarrollar un sistema tecnológico integral para la gestión de residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Juan Fernández, capaz de procesar y transformar los residuos sólidos de la isla y así promover una economía circular en ella (elaboración de productos y/o materiales a partir de residuos), con el fin de concienciar a la comunidad a tomar acciones en la gestión de residuos para el tratamiento *in-situ* de estos.**

El resultado global esperado es: **Un sistema tecnológico integral para el procesamiento y transformación eficiente de los Residuos Sólidos Domiciliarios de la comuna de Juan Fernández, con el objetivo de fomentar una economía circular a través de la elaboración de productos y/o materiales reciclados. Este sistema convertirá a los Residuos Sólidos Domiciliarios en productos y/o materiales reciclados con valor agregado, promoviendo así una economía circular y desalentando la incineración controlada de los residuos.**

Se espera que las soluciones tecnológicas tengan los siguientes atributos que permita abordar el Desafío:

1. Eficiente en la transformación de bajos volúmenes de residuos sólidos

La solución debe destacarse por su capacidad para procesar y transformar los residuos sólidos de manera eficiente, maximizando la reducción, reutilización y reciclaje *in-situ*. Esta eficiencia no sólo implica una gestión más ágil y efectiva de los residuos, sino también la optimización de recursos, lo que podría resultar en ahorros presupuestarios a largo plazo para la Municipalidad de Juan Fernández.

Al priorizar la eficiencia, la solución debe minimizar el desperdicio de recursos y energía, reducir la huella ambiental y maximizar los beneficios del producto obtenido para la comunidad.

2. Cobertura Sistema:

Es necesario que la cobertura del sistema tecnológico asegure el flujo constante de residuos, optimice el procesamiento y transformación de residuos. Para alcanzar su máximo potencial la solución tecnológica debe ser compatible con los sistemas de gestión de residuos existentes en la isla (Ver ANEXO 5 y modelo de operación y negocios de ANEXOS 2 y 3), así como con las regulaciones y normativas en materia ambiental y de salud para poder operar en el vertedero municipal. Esto garantizará una integración sin inconveniente en el contexto insular y facilitará la adopción por parte de la comunidad.



3. Sostenible

Es necesario que la tecnología sea capaz de funcionar de manera autónoma, sin depender en gran medida de la red eléctrica, enfatizando en que la solución utilice fuentes de energía limpia o tenga una demanda energética acorde a la realidad insular (Ver ANEXO 6). Dado el limitado presupuesto municipal y las frecuentes falencias en el suministro eléctrico, contar con un sistema energético propio contribuirá a que la tecnología opere de manera continua y sostenible (se debe considerar la autonomía de funcionamiento del sistema ante imprevistos que afecten a la red eléctrica).

En primer lugar, la tecnología debe estar diseñada con sistemas de almacenamiento que permitan acumular y/o gestionar la energía de manera eficiente. Esto puede incluir baterías y otros dispositivos de almacenamiento que aseguren un suministro continuo de energía incluso en momentos de baja producción o interrupciones en el suministro eléctrico externo.

Además, la solución tecnológica debe ser capaz de optimizar el uso de energía, implementando sistemas de gestión energética inteligente que regulen el consumo de acuerdo con las necesidades operativas y las condiciones. Esto implica la integración de sensores y controles automatizados que monitoreen el rendimiento y ajuste el consumo de energía de manera dinámica.

Otro aspecto crucial es la selección de fuentes de energía renovable y sostenible que sean adecuadas para el contexto insular. Esto puede incluir la integración de paneles solares, turbinas eólicas u otras tecnologías de energía renovable que aprovechen los recursos naturales disponibles en la isla. La diversificación en una fuente de energía propia contribuirá significativamente a la resiliencia del sistema y reducirá la dependencia de combustibles fósiles.

Adicionalmente, este atributo asegura que se respete y proteja el frágil ecosistema del Archipiélago, minimizando su impacto ambiental y manteniendo la integridad del entorno natural.

4. Consideraciones para el acceso a la solución final o transferencia y masificación de los resultados

A continuación, se describen los requerimientos y condiciones necesarias que la Comuna de la Isla de Juan Fernández requiere para la implementación:

Costo asequible: Considerando que el municipio cuenta con recursos financieros limitados, es fundamental que la tecnología propuesta pueda ser adquirida utilizando fondos públicos existentes. Esto garantizará que la inversión en la tecnología sea compatible con las prioridades y políticas de gasto del municipio. Por otra parte, en caso de que un particular quiera adquirir el material desarrollado e implementarlo en la isla, esta debe ser asequible para la inversión de este particular.

Soporte técnico continuo: Tener acceso a un soporte técnico continuo y confiable, incluyendo la disponibilidad de personal técnico capacitado para brindar asistencia y orientación en línea en caso de dudas, problemas operativos o necesidad de mantenimientos. También considera la capacitación apropiada a los operadores del sistema y la redacción de un Manual de Usuario.

Tecnología diseñada para operar en territorio insular: La tecnología desarrollada debe adaptarse a las particularidades insulares de la comuna de Juan Fernández, es decir, debe considerar la fácil operación del sistema, el transporte vía marítima (ser compacto o con instalación modular), operar en un espacio limitado y minimizar el impacto ambiental.

Cumplimiento normativo y regulatorio: La tecnología debe cumplir con todas las regulaciones y normativas ambientales, de salud y seguridad. Es necesario realizar un análisis exhaustivo de los requisitos legales y regulatorios para asegurar la conformidad de la solución y evitar posibles problemas legales o de cumplimiento.

5. Detalle de Etapas

La presente convocatoria tendrá 3 Etapas que se llevarán a cabo en forma consecutiva, las cuales se denominan:

- Etapa 1: Validación de Entornos relevantes o simulados
- Etapa 2: Validación de Entornos reales
- Etapa 3: Implementación y/o escalabilidad demostrada en entorno real (si corresponde)

En cada una de las Etapas se desarrollarán actividades conducentes a alcanzar los resultados esperados en ellas. Asimismo, cada Etapa tendrá un número de proyectos seleccionados, los que serán indicados en este mismo apartado.

A continuación, se detallan las Etapas que contendrá la presente convocatoria:

Etapa 1: Validación de Entornos Relevantes / Simulados

1.1 Inicio de la Etapa 1:

El proceso de admisibilidad, evaluación y adjudicación de los proyectos que ingresen a la Etapa 1, se regirá de acuerdo con lo indicado en el numeral "Evaluación de los Proyectos" de las bases de Desafíos Públicos 2024.

Al momento de la postulación, cada postulante deberá contar con un prototipo validado a nivel de laboratorio. Para la presente convocatoria se entenderá como prototipo validado en laboratorio a un **prototipo que tenga las funciones básicas para el tratamiento del o los residuos sólidos producidos en la comuna tales como, vidrio, plástico, cartón, etc. (Ver ANEXO 1). Con capacidad a nivel de pruebas de concepto (TRL3), para procesar y transformar bajos volúmenes de residuos, ya sea reduciendo o transformando un volumen esperado del proceso insular o similares a residuos disponibles en la isla.**

1.2 Resultado de la Etapa 1:

Se espera que el prototipo cumpla, con al menos, los siguientes requisitos/parámetros/atributos:

a. Eficiencia del proceso:

El prototipo de sistema debe tener la capacidad de realizar sus funciones de manera rápida, precisa y con el menor consumo de recursos posible, garantizando que el sistema pueda procesar y transformar los residuos de manera oportuna y efectiva.

KPI eficiencia del proceso:

- Tasa de procesamiento: se mide en términos de volumen de residuos procesados (kilogramos o toneladas) por unidad de tiempo (1 día = 8 horas). Su tasa de procesamiento debe ser de al menos 1,5 toneladas de residuos mensuales.
- Porcentaje de residuos sólidos domiciliarios tratados: porcentaje de capacidad utilizada en el procesamiento en comparación del total de residuos generados el año 2023. Para efectos de evaluación deberá trabajarse proporcionalmente a los residuos generados en un mes para cada tipo de residuo por la comuna usando de base el total generado en el año 2023 (ANEXO 1).

b. Adaptabilidad a diferentes tipos de residuos sólidos domiciliarios:

Se refiere a la capacidad para procesar y transformar una amplia cantidad de tipos de residuos sólidos generados en los hogares. Esto incluye residuos de papel, cartón, plástico, vidrio y metal, que son los producidos por la comuna de Juan Fernández. La adaptabilidad a diferentes tipos de residuos sólidos domiciliarios es esencial para garantizar que el sistema tecnológico pueda manejar eficientemente la diversidad de residuos, reduciendo al mínimo la generación de residuos no tratados.

KPI en adaptabilidad a diferentes tipos de residuos sólidos domiciliarios:

- Tipo de residuos tratados: se evalúa la cantidad de los diferentes tipos de residuos sólidos domiciliarios tratados con éxito por el sistema.

- Flexibilidad en tecnologías de tratamiento: número y variedad de tecnologías de tratamiento de residuos sólidos domiciliarios empleadas por el sistema, con énfasis en su capacidad para adaptarse a diferentes tipos de materiales.

c. Contextualizado a las situaciones geográficas y climáticas locales:

Considerando las condiciones específicas y particulares de la comuna de Juan Fernández, el prototipo del sistema tecnológico deberá simular y tener en cuenta las características únicas del entorno local, específicamente para esta etapa con las condiciones climáticas y adaptado a la intemperie.

KPI en contexto a las situaciones geográficas y climáticas locales:

- Resistencia a la corrosión: mide la capacidad del sistema para resistir la corrosión causada por la salinidad del aire.
- Tiempo de funcionamiento en humedad alta: evaluar el porcentaje de tiempo que el sistema opera correctamente sin presentar fallos bajo condiciones de alta humedad similar a las de Juan Fernández.
- Resistencia al viento: evaluar la capacidad del sistema para mantener su operatividad y estructuras intactas bajo condiciones de viento fuerte. Porcentaje de tiempo de funcionamiento sin fallos estructurales durante pruebas simuladas con velocidades de viento representativas de las condiciones de Juan Fernández, medidas en un túnel de viento o en un entorno controlado donde se simulan ráfagas de viento de diferentes direcciones e intensidades.

Por tanto, el resultado esperado para esta Etapa será un prototipo validado en entornos relevantes o simulados, que se entenderá como: **Prototipo de sistema tecnológico que permita la transformación de bajos volúmenes de residuos sólidos domiciliarios, capaz de obtener un material versátil con potencial uso en la isla a partir de la transformación de éstos.**

1.3 Plazos de la Etapa 1:

Las actividades de esta Etapa deberán desarrollarse dentro de un plazo máximo de 6 meses.

Para avanzar a la siguiente Etapa todos los proyectos adjudicados en la Etapa 1 deben presentar un informe de resultados y propuesta de continuidad a la Etapa 2 antes del término de la Etapa 1. Junto con esto, deberán declarar todos los gastos correspondientes al presupuesto ejecutado en la Etapa 1.

1.4 Número de proyectos a adjudicar en la Etapa 1:

La presente convocatoria adjudicará en esta Etapa 5 proyectos.

1.5 Monto de subsidio para cada proyecto en la Etapa 1:

El monto de subsidio para cada proyecto adjudicado para la Etapa 1 es de hasta \$40.000.000. El costo total de la Etapa del proyecto debe cumplir con los requisitos de financiamiento y aportes de acuerdo con lo establecido en el numeral



“Financiamiento, aportes del Beneficiario y Asociada(s)” de las bases de los Desafíos Públicos 2024.

1.6 Aportes de Ilustre Municipalidad de Juan Fernández en la Etapa 1:

Para la Etapa 1 los proyectos adjudicados podrán tener acceso a:

- **Información técnica de la gestión de residuos actual:** Se entregará toda la información técnica referente a la gestión de residuos. Se facilitarán los datos detallados sobre la generación, transporte, tratamiento y destino final de los residuos sólidos en la comuna. Esto incluye la información sobre los tipos y cantidades de residuos generados, los puntos de recolección y los procesos que se llevan a cabo.
- **Información base para la generación de herramienta tecnológica:** Se entregarán planimetrías y cartografías existentes del poblado con los puntos limpios existentes. Además, se entregarán las capas georreferenciadas con la información de los lotes existentes del poblado en formato GIS e imágenes aéreas del vertedero tomadas con dron.
- **Información sobre restricciones y condiciones particulares:** Se entregarán las restricciones y condiciones particulares tanto del territorio como del funcionamiento que los equipos innovadores deberán enfrentar al diseñar e implementar sus proyectos. Esto con respecto a la limitación de recursos, ordenanzas locales y cualquier otra restricción que pueda afectar la ejecución de los proyectos, considerando que estamos en un contexto frágil ambientalmente hablando con muchos resguardos medioambientales (Parque Nacional, reserva de la Biosfera, entre otros).
- **Apoyo profesional:** funcionarios de la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) y/o de la Unidad Ambiental brindarán apoyo y orientación durante esta etapa, incluyendo la realización de reuniones periódicas con los equipos innovadores para entregar antecedentes e información necesaria para el buen desarrollo de los prototipos.

Etapa 2: Validación de Entornos Reales

2.1 Inicio de la Etapa 2:

El proceso de evaluación y selección de proyectos que ingresen en la Etapa 2, será lo indicado en el numeral “Informe de continuidad y evaluación de continuidad entre etapas” de las bases de los Desafíos Públicos 2024.

Cada postulante deberá contar, al momento del inicio de la Etapa 2, con un prototipo validado a nivel entornos relevantes/simulados, que corresponde al resultado obtenido en la etapa 1.

Se entenderá como prototipo validado en entornos relevantes/simulados, **un prototipo de sistema tecnológico que permita la transformación de bajos**

volúmenes de residuos sólidos domiciliarios, capaz de obtener un material versátil con potencial uso en la isla a partir de la transformación de éstos.

2.2 Resultado de la Etapa 2:

Se espera que el prototipo cumpla con, al menos, los siguientes requisitos/parámetros/atributos:

a. Versatilidad del material final:

Este atributo indica su capacidad para adaptarse y ser utilizado en una amplia gama de aplicaciones. Un material versátil puede ser empleado en diferentes contextos y para diversos propósitos, ofreciendo flexibilidad en su uso y maximizando su potencial de aplicación.

KPI en versatilidad del material final:

- Aplicaciones diversas: posibles aplicaciones diferentes para las cuales el material es adecuado.
- Compatibilidad con otros materiales: número de sistemas constructivos existentes en los cuales el material final puede integrarse de manera efectiva.
- Grado de satisfacción del material: puntuación promedia obtenida de evaluación técnica de satisfacción respecto a la calidad y utilidad en el contexto insular de los productos finales.

b. Portabilidad:

Se refiere a la capacidad del sistema tecnológico de ajustarse a diferentes entornos y ser transportado fácilmente desde el continente a la isla, manteniendo su funcionalidad. Esto implica que el sistema puede ser modular y/o compacto, facilitando su transporte, asegurando su instalación en áreas remotas de difícil acceso.

KPI en portabilidad:

- Facilidad de montaje: tiempo promedio requerido para ensamblar el sistema en su totalidad
- Volumen y peso total del sistema desmontado: medida del espacio ocupado y el peso total de los componentes del sistema cuando se desmonta para su transporte.
- Estabilidad: evaluación de la capacidad del sistema para soportar condiciones adversas durante el transporte, como vibraciones, impactos y cambios bruscos de temperatura.

Por tanto, el resultado esperado para esta Etapa será un prototipo validado en entornos reales, que se entenderá como: **Sistema tecnológico desarrollado en un entorno urbano similar a Juan Fernández. Incluyendo un prototipo de transformación de residuos *in-situ*, capaz de segregar eficientemente los residuos, con la obtención de un material versátil con sus usos identificados.**

En esta etapa se debe contar con un plan de implementación preliminar para el sistema tecnológico, para la instalación, puesta en marcha y operación del sistema a escala piloto, abordando aspectos claves como la infraestructura necesaria, los



recursos humanos requeridos, los procedimientos operativos estándar y los cronogramas de ejecución, asegurando que todos los componentes funciones de manera conjunta y armoniosa.

2.3 Plazos de la Etapa 2:

Las actividades de esta Etapa deberán desarrollarse dentro de un plazo máximo de 6 meses.

Para avanzar a la siguiente Etapa, todos los proyectos adjudicados en la Etapa 2 deben haber presentado su informe de resultados y su propuesta de continuidad para la Etapa 3 antes del término de la Etapa 2. Junto con esto, deberán haber declarado todos los gastos correspondientes al presupuesto ejecutado en la Etapa 2.

2.4 Número de proyectos a adjudicar en la Etapa 2:

La presente convocatoria adjudicará en esta Etapa 3 proyectos.

2.5 Monto de subsidio para cada proyecto en la Etapa 2:

El monto de subsidio por cada proyecto adjudicado para la Etapa 2 es de hasta \$110.000.000. El costo total de la Etapa del proyecto debe cumplir con los requisitos de financiamiento y aportes de acuerdo con lo establecido en el numeral "Financiamiento, aportes del Beneficiario y Asociada(s)" de las bases de los Desafíos Públicos 2024.

2.6 Aportes de Ilustre Municipalidad de Juan Fernández en la Etapa 2:

Para la Etapa 2 los proyectos adjudicados podrán tener acceso a:

- **Apoyo logístico en el transporte de equipos y espacio de trabajo:** Se apoyará con la logística que considere el traslado a la comuna del equipo humano y de los equipos técnicos necesarios para el levantamiento de información en esta etapa (sea vía área y/o marítima). Se facilitará un espacio de trabajo adecuado para que los equipos innovadores cuenten con condiciones de comodidad mínimas en el momento de la visita técnica a la localidad de San Juan Bautista (comuna de Juan Fernández).
- **Condiciones particulares de funcionamiento:** Descripción de las condiciones particulares de funcionamiento que los equipos innovadores deberán tener en cuenta al diseñar y ejecutar sus proyectos, tales como las restricciones de espacio, recursos disponibles y ordenanzas locales.
- **Apoyo profesional:** Funcionarios de la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) y/o de la Unidad Ambiental brindarán apoyo y orientación durante esta etapa, incluyendo la realización de reuniones periódicas con los equipos innovadores para entregar antecedentes e información necesaria para el buen desarrollo de los prototipos.

- **Visita a terreno (vertedero municipal):** Se realizarán visitas al vertedero municipal con cada equipo innovador para mostrar las condiciones actuales del vertedero y la disposición de residuos (según lo descrito en el Anexo 4).

Etapa 3: Implementación y/o escalabilidad demostrada en entorno real

3.1 Inicio de la Etapa 3:

El proceso de evaluación y selección de proyectos que ingresen en la Etapa 3, será lo indicado en el numeral "Informe de continuidad y evaluación de continuidad entre etapas" de las bases de los Desafíos Públicos 2024.

Cada postulante deberá contar al momento del inicio de la Etapa 3 con un prototipo validado en entorno real. Para la presente convocatoria se entenderá como prototipo validado en entorno real a **sistema tecnológico desarrollado en un entorno urbano similar a Juan Fernández. Incluyendo un prototipo de transformación de residuos *in-situ*, capaz de segregar eficientemente los residuos, con la obtención de un material versátil con sus usos identificados.**

3.2 Resultado de la Etapa 3:

Se espera que la implementación y/o escalabilidad cumpla con al menos los siguientes requisitos/parámetros/atributos:

a. Eficiencia en la transformación de residuos:

El sistema debe ser capaz de transformar los residuos de manera eficiente, maximizando la conversión de residuos en productos y/o materiales finales útiles para el ciclo productivo local. Esto implica minimizar las pérdidas y maximizar el rendimiento de la transformación de residuos en productos aprovechables.

KPI en transformación de residuos:

- Tasa de conversión de residuos a materiales finales: mide la proporción de residuos que se convierten en productos y/o materiales finales útiles en relación con la cantidad total de residuos procesados. Se calcula como el porcentaje de residuos transformados correctamente en productos aprovechables.
- Reducción de residuos: este indicador cuantifica la cantidad de residuos que se reduce o desvía de la incineración y/o volumen enviado al continente como resultado del proceso de transformación. Se mide como el porcentaje de reducción de residuos en comparación con la cantidad de residuos inicialmente procesados.
- Tiempo de procesamiento: evalúa la eficiencia temporal del proceso de transformación, desde la recepción de los residuos hasta la obtención de materiales finales. Se mide como el tiempo promedio requerido para procesar una cantidad específica de residuos y obtener los productos finales correspondientes.

b. Intuitivo en su operación:



La intuición en la operación y del prototipo es esencial para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Esto implica que el sistema debe ser fácil de usar, con una interfaz de usuario intuitiva y amigable, diseñada de manera clara y sencilla para facilitar la navegación y el acceso a las funcionalidades de la solución, permitiendo que el personal encargado de operar la tecnología pueda familiarizarse rápidamente con el sistema y realizar sus tareas de manera eficiente, minimizando así el tiempo de aprendizaje y aumentando la productividad.

KPI en intuición de operación:

- Tiempo de entrenamiento: tiempo necesario para capacitar al personal en la operación del sistema, desde la familiarización con la interfaz de usuario hasta la resolución de problemas comunes.
- Facilidad de acceso a componentes: aseguramiento de accesibilidad y disponibilidad de los componentes del prototipo para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.
- Satisfacción de operarios en Juan Fernández de la interfaz presentada: encuestas de satisfacción del operario local sobre la facilidad de uso y operación del sistema a partir del diseño propuesto.

c. Integración al ciclo productivo local:

La solución debe permitir la integración de los materiales finales obtenidos de la transformación de residuos al ciclo productivo local de la comuna de Juan Fernández (Ver ANEXO 7). Esto implica que los productos resultantes sean compatibles con las necesidades y demandas del mercado local.

KPI en integración al ciclo productivo local:

- Durabilidad del material: este indicador evalúa la capacidad del material para resistir el desgaste y degradación con el tiempo, especialmente en el entorno local. Se puede medir con pruebas de resistencia a la intemperie y análisis de la degradación del material durante un periodo específico de exposición.
- Cumplimiento del material: dependiendo del material propuesto, se deberá evaluar si el material cumple con las normativas y regulaciones pertinentes al uso del material.

Por tanto, el resultado de esta Etapa será la implementación y/o escalabilidad demostrada en entorno real, que se entenderá como: **Implementación del sistema tecnológico desarrollado y validado en la propia comuna de Juan Fernández. Incluyendo un prototipo de transformación de residuos *in-situ*, capaz de segregar eficientemente los residuos, para el desarrollo de productos y/o materiales finales validados que puedan integrarse al ciclo productivo local.**

El resultado esperado de la etapa 3 debe venir acompañado de:

- **Herramientas de capacitación:** es esencial que la tecnología propuesta venga acompañada de programas de capacitación estructurados y bien diseñados para abarcar todos los aspectos relevantes para la operación y mantenimiento de la solución, desde el manejo técnico hasta los



procedimientos de seguridad y mejores prácticas operativas. Específicamente a recursos de capacitación fácilmente accesibles. Esto puede incluir materiales didácticos, manuales de usuario, tutoriales, cursos y sesiones de capacitación en línea. Es importante que estos recursos estén disponibles en formatos diversos y sean de fácil comprensión para garantizar que el personal pueda adquirir los conocimientos necesarios de manera efectiva.

- **Modelo de negocio claro:** la tecnología debe venir acompañada del modelo de negocio para asegurar la viabilidad financiera, proporcionando comprensión detallada de cómo se generará y se gestionará el flujo de ingresos y gastos asociados con la implementación y operación de la tecnología. Definiendo también claramente todos los roles y responsabilidades de todas las partes involucradas en la implementación y operación de la tecnología, incluida la municipalidad, los proveedores de tecnología, los contratistas, los usuarios finales y otros actores relevantes. Esto ayudará a evitar confusiones y conflictos durante el proceso de implementación y garantiza una cooperación efectiva entre todas las partes. Finalmente permitirá visualizar las consideraciones sobre la sostenibilidad financiera a largo plazo de la solución propuesta. Esto implica identificar fuentes de ingreso sostenible, como tarifas de servicio, acuerdos de financiación pública o privada, subsidios y otros mecanismos de financiamiento.

3.3 Plazos de la Etapa 3:

Las actividades de esta Etapa deberán desarrollarse dentro de un plazo máximo de 12 meses.

3.4 Número de proyectos a adjudicar en la Etapa 3

La presente convocatoria adjudicará en esta Etapa 1 proyecto.

3.5 Monto de subsidio para cada proyecto en la Etapa 3:

El monto de subsidio para cada proyecto adjudicado para la Etapa 3 es de hasta \$160.000.000. El costo total de la Etapa del proyecto debe cumplir con los requisitos de financiamiento y aportes de acuerdo numeral "Financiamiento, aportes del Beneficiario y Asociada(s)" de las bases de los Desafíos Públicos 2024.

3.6 Aportes de Ilustre Municipalidad de Juan Fernández en la Etapa 3:

Para la Etapa 3 los proyectos adjudicados podrán tener acceso a:

- **Espacio de trabajo y apoyo logístico en el transporte de tecnología y equipo:** Se facilitará un espacio de trabajo adecuado para que el equipo desarrollador cuente con condiciones de comodidad mínimas en el momento de probar el funcionamiento del prototipo tecnológico en la localidad de San Juan Bautista (comuna de Juan Fernández). De igual forma, se facilitará un espacio adecuado para la realización de reuniones de colaboración entre los actores involucrados en el proyecto. Además, se apoyará con la logística que considere el traslado a la comuna del equipo humano y de los equipos técnicos necesarios para la implementación del sistema (sea vía área y/o marítima).

- 
- **Difusión y acompañamiento con los operadores del servicio de aseo:** Se apoyará con la difusión de actividades a través de redes sociales y otros medios de comunicación, además de facilitar espacios adecuados para interactuar con los operadores del servicio de aseo (servicio externalizado). Se contará con profesionales municipales con experiencia para acompañar y apoyar el proceso de participación, fomentando las actividades que se realicen con los operadores. Se establecerá colaboración con diversos establecimientos públicos (carabineros, colegios, jardines, consultorio, armada, entre otros), pescadores, constructoras y ONG's locales para promover la participación y difusión del proyecto en todos los sectores de la localidad de San Juan Bautista.
 - **Espacio de implementación en el vertedero municipal:** Se dispondrá del espacio dentro del vertedero municipal para implementar la solución tecnológica desarrollada. Esto permitirá llevar a cabo las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto en un entorno adecuado y controlado según lo dispuesto en la presente Guía Técnica y las Bases de "Desafíos Públicos 2024".
 - **Apoyo profesional:** Funcionarios de la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLA) y/o de la Unidad Ambiental brindarán apoyo y orientación al equipo desarrollador durante esta etapa (incluye el apoyo logístico y trabajo con los operadores vistos anteriormente). A la fecha de prueba del prototipo se contará con la implementación de nuevos puntos limpios en la localidad (ver Anexo 3), los cuales se monitorearán de manera constante para asegurar a la comunidad el correcto manejo de los residuos (cuidado del medio ambiente), y al mismo tiempo, mantener una cantidad de Residuos Sólidos Domiciliarios constante para el funcionamiento del prototipo desarrollado.

6. Consideraciones de la Ilustre Municipalidad de Juan Fernández para el desarrollo del proyecto

El entorno insular de la comuna de Juan Fernández presenta particularidades que deben ser consideradas durante el desarrollo de la iniciativa. Entre estas particularidades se encuentran los siguientes aspectos:

- **Servicios básicos y energía autónoma:** la autonomía y el uso de energías limpias son desafíos importantes debido a la limitada disponibilidad de servicios básicos en el territorio. Es crucial que la solución sea autónoma en términos de energía y pueda operar de manera eficiente con recursos renovables. Además, debe tener la capacidad de ser transportada al territorio de manera simple, teniendo en cuenta las limitaciones de transporte a través de avión o barco.
- **Ubicación, infraestructura y permisología:** la solución deberá operar en el terreno que funciona el actual vertedero, lo que implica las consideraciones en términos de espacio y logística operativa. Es importante que el diseño de la solución tenga en cuenta esta limitación y sea compatible con el espacio existente. Además, debe considerar las autorizaciones respectivas para su operación por el servicio de salud.
- **Restricciones medioambientales y protección de ecosistemas:** el territorio de Juan Fernández cuenta con ecosistemas frágiles y protecciones medioambientales, incluyendo la Reserva de la Biosfera por la UNESCO, el Parque Nacional Juan Fernández administrado por CONAF y las Áreas Marinas Protegidas. Por lo tanto, la solución debe considerar estos aspectos medioambientales y garantizar que su puesta en marcha no afecte los ecosistemas locales durante su implementación y operación.
- **Monitoreo y Beneficios Tangibles para la comunidad:** es fundamental establecer un sistema de monitoreo efectivo que permita evaluar el impacto y desempeño de la solución en el tiempo. Este monitoreo debe ir acompañado de medidas tangibles que las familias puedan observar y que generen beneficios directos para la comunidad. Se debe buscar la implementación de medidas que incentiven la creación de productos locales y que generen un beneficio económico los cuales se pueden traducir en productos que se desarrollen en el territorio y sean de uso masivo por la comunidad local.

7. Resumen del Proyecto

En función de los aspectos detallados anteriormente, el desafío se organiza de la siguiente manera:

ítem	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3 (si corresponde)</i>
Nº proyectos a adjudicar	5	3	1
Descripción	Prototipo de sistema tecnológico que permita la transformación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), capaz de obtener un material versátil con un potencial uso como material de construcción a partir de la transformación de estos.	Sistema tecnológico desarrollado en un entorno urbano similar a Juan Fernández. Incluyendo un prototipo de transformación de residuos in-situ, capaz de segregar eficientemente los residuos, con la obtención de un material versátil con sus usos identificados.	Implementación del sistema tecnológico desarrollado y validado en la propia comuna de Juan Fernández. Incluyendo un prototipo de transformación de residuos in-situ, capaz de segregar eficientemente los residuos, para el desarrollo de productos y/o materiales finales validados que puedan integrarse al ciclo productivo local.
Proyectos seleccionados que pasan a la siguiente Etapa	3	1	-

8. Anexos

- **ANEXO 1: Declaración anual de residuos no peligrosos SINADER: Año 2021, Año 2022, Año 2023**
 - a. Declaración anual de residuos no peligrosos año 2021
 - b. Declaración anual de residuos no peligrosos año 2022
 - c. Declaración anual de residuos no peligrosos año 2023

- **ANEXO 2: "Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables para la Comuna de Juan Fernández. (Términos técnicos de referencia, planimetrías y resolución sanitaria)**
 - a. Términos técnicos de referencia
 - b. Modelo de operación
 - c. Resolución sanitaria
 - d. Planos de arquitectura
 - e. Planos de estructura

- **ANEXO 3: "Estaciones de recepción y reducción volumétrica de material reciclable, Comuna de Juan Fernández. (Términos técnicos de referencia y planimetrías)**
 - a. Términos técnicos de referencia
 - b. Modelo de negocio
 - c. Planimetrías de ubicación de puntos limpios

- **ANEXO 4: Registro situación actual del vertedero y gestión de residuos**

- **ANEXO 5: Bases Administrativas Generales y Bases Técnicas "Servicio de aseo y retiro de residuos sólidos y reciclables, Comuna Juan Fernández Año 2021-2022"**

- **ANEXO 6: Informe de justificación de estrategia energética local Comuna de Juan Fernández**

- **ANEXO 7: Gestión de residuos y transformación de materiales: Soluciones de materiales obtenidos de la transformación existentes acordes a la demanda de Juan Fernández y la importancia de su adaptación**