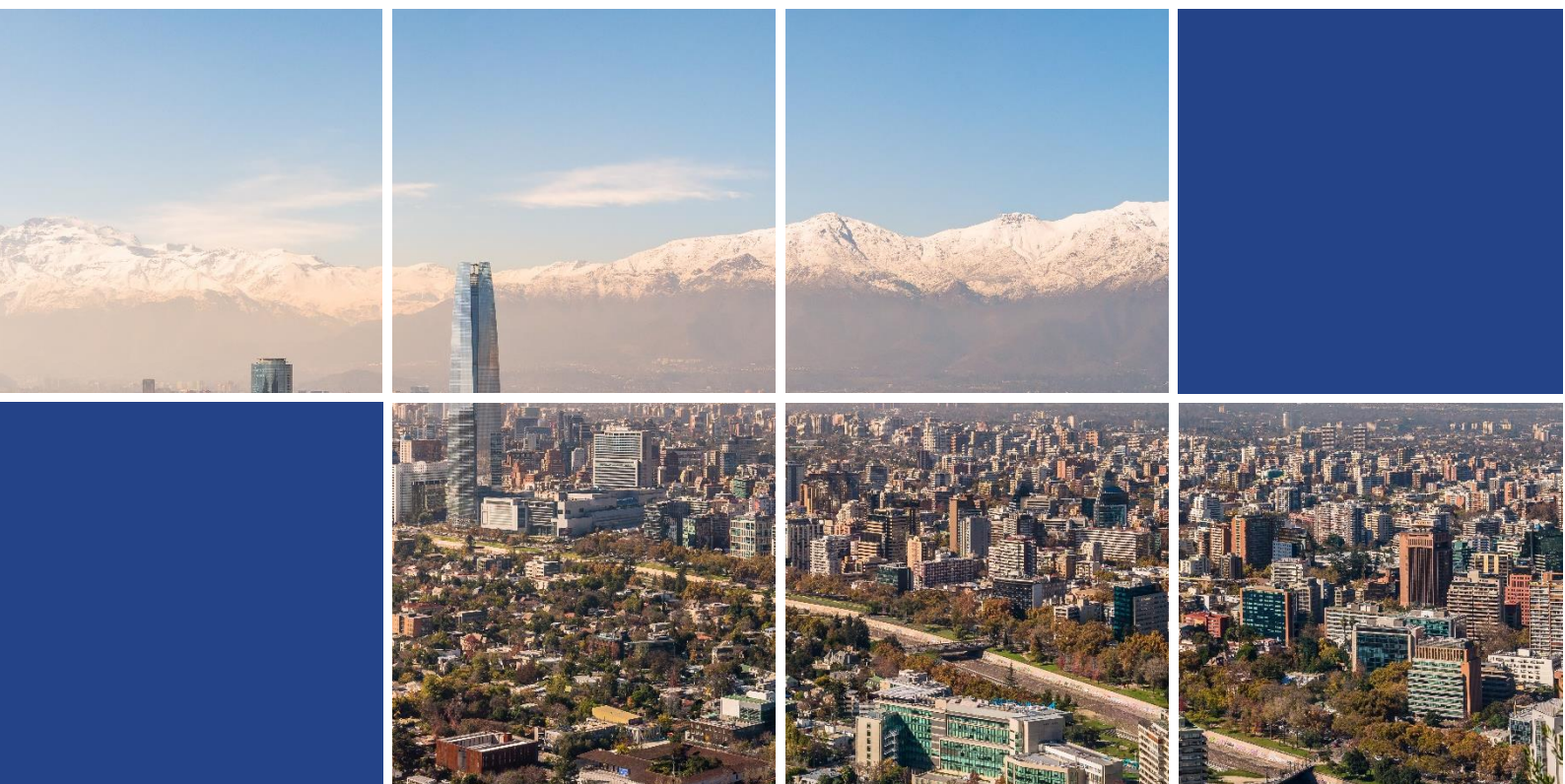


# Technology Needs Assessment (TNA) and Technology Action Plan (TAP) for Chile's NDC implementation

Producto 3.2: Identificación y priorización de tecnologías - Anexo



Elaborado para:



**Consultancy:**

Technology Needs Assessment (TNA) and Technology Action Plan (TAP) for Chile's NDC implementation

**Client:**

Climate Technology Centre and Network (CTCN)

CTCN, UN City, Marmorvej 51, 2100 Copenhagen, Denmark

<https://www.ctc-n.org/>

**Produced by:**

DEUMAN

Av. Vitacura 2909, Las Condes, Santiago, Chile

+56 2 32247478

[www.deuman.com](http://www.deuman.com)

**Contact details:**

Itala Ferrer

[iferrer@deuman.com](mailto:iferrer@deuman.com)

**Place and date of presentation:**

Santiago, 5 de April de 2024.

## Índice de contenido

Índice de contenido.....	3
1. Inventario de las tecnologías seleccionadas.....	5
2. Energía .....	8
2.1. Subsector Red eléctrica .....	8
2.1.1. Red Inteligente .....	8
2.1.2. Microaerogeneradores.....	10
2.1.3. Minired Solar para zonas rurales.....	13
2.1.4. Almacenamiento basado en baterías .....	14
2.1.5. Plantas de Concentración Solar en Potencia (CSP) .....	16
2.2. Subsector Transporte .....	18
2.2.1. Sistema de autobús de tránsito rápido (BRT) .....	18
2.2.2. Estaciones de carga solar para vehículos eléctricos .....	21
2.2.3. Desarrollo Orientado al Tránsito.....	23
2.2.4. Movilidad inteligente.....	25
2.2.5. Hidrógeno verde como combustible para vehículos pesados .....	27
3. Subsector forestal y agrícola .....	29
3.1. Uso de drones .....	29
3.2. Climate Fieldview™ Software .....	32
3.3. Agrosmart.....	33
3.4. Machine Learning (ML) .....	35
3.5. Monitoreo satelital.....	37
3.6. Sistema de Alertas Tempranas (SAT).....	39
4. Gestión de residuos municipales.....	41
4.1. Planta de compostaje de residuos orgánicos municipales.....	41
4.2. Vermicompostaje de residuos orgánicos municipales .....	43
4.3. Fermentación en estado sólido.....	45
4.4. Pirólisis de residuos orgánicos .....	47
4.5. Tratamiento biológico de residuos orgánicos municipales mediante larvas de mosca soldado-negra .....	49
4.6. Planta de digestión anaerobia .....	52
4.7. Recuperación de gases de vertedero (LFG).....	54
4.8. Gasificación .....	56
4.9. Upgrading de metano.....	57
4.10. Generación de electricidad a partir de biogás con microturbinas .....	59
5. Recursos hídricos.....	62
5.1. Agua potable urbana .....	62
5.1.1. Machine Learning para la detección y localización de fugas en redes de distribución de agua .....	62
5.1.2. Herramientas de monitoreo hidrometeorológico.....	64
5.1.3. Modelos de proyección hidrológica .....	66
5.1.4. Sistemas de alerta temprana.....	68
5.1.5. Plantas desaladoras .....	70

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

---

5.1.6.	Sistemas Aqua 4D .....	72
5.1.7.	Reúso de Aguas Grises .....	73
5.2.	Agua potable rural.....	75
5.2.1.	Sanitización de agua mediante plasma .....	75
5.2.2.	Biofiltros para tratamiento de aguas servidas.....	76
5.2.3.	Producción de agua a partir de humedad atmosférica.....	78
5.3.	Agua potable rural y urbana (transversal) .....	80
5.3.1.	Captación, tratamiento y almacenamiento de agua lluvia.....	80
5.3.2.	Tecnología SLAMDAN.....	82

## 1. Inventario de las tecnologías seleccionadas

A continuación, se enlista por sector el inventario de tecnologías seleccionadas para el proceso de priorización de tecnologías sectoriales.

**Tabla 1. Inventario de las tecnologías seleccionadas – Sector energía**

Subsector	Desafíos	Tecnología
Red eléctrica	Resiliencia climática de la red eléctrica (incluyendo métricas de resiliencia para la toma de decisiones) y la red de suministro de combustibles	Red inteligente
	Soluciones integrales para la transición energética justa y un autoconsumo energético sostenible (generación renovable y almacenamiento, distribución de demanda activa, combinaciones híbridas)	Microaerogeneradores Minired Solar para zonas rurales. Almacenamiento basado en baterías. Red inteligente. Plantas de Concentración Solar en Potencia (CSP)
	Asegurar la cadena de suministro de la red de energía (combustibles fósiles y disponibilidad de agua)	
	Expansión sostenible de la Red Eléctrica	Almacenamiento basado en baterías. Red inteligente.
	Coordinación hidrotermal del Sistema Eléctrico Nacional (incluyendo flexibilidad del Sistema Eléctrico Nacional y diversificación de tecnologías).	
	Certificación y trazabilidad de energía	Red inteligente
	Información climática (hidráulica, radiación eólica y eventos extremos)	Desafío que no fue priorizado en el Taller del Producto 2.1.
Transporte	Logística de transporte de carga (enfoque en Última Milla)	Desarrollo Orientado al Tránsito
	Movilidad como servicio (enfoque en la gestión de datos, plataformas, micro movilidad, sistema de arquitectura para sistema de transporte inteligente)	Movilidad inteligente Desarrollo Orientado al Tránsito
	Fomento del Hidrógeno Verde para transporte público y de carga.	Hidrógeno verde como combustible para vehículos pesados
	Infraestructura de soporte y tecnologías de carga para electromovilidad.	Estaciones de carga solar para vehículos eléctricos. Almacenamiento basado en baterías.
	Gestión de transporte urbano (enfoque en análisis para la toma de decisiones)	Sistema de autobús de tránsito rápido (BRT) Desarrollo Orientado al Tránsito

**Producto 3.2: Priorización de tecnologías**

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

**Tabla 2. Inventario de las tecnologías seleccionadas – Sector silvoagropecuario**

Subsector	Desafíos	Tecnología
Forestal	Gestión de información climática silvo agrícola a nivel nacional	Redes neuronales artificiales y sensoramiento remoto satelital para predicción de sequías
		Monitoreo satelital
Agricultura	Información agroclimática	Uso de drones
		Climate Fieldview™ Software
		Agrosmart
		Sistema de Alertas Tempranas (SAT)

**Tabla 3. Inventario de las tecnologías seleccionadas – Sector gestión de residuos**

Subsector	Desafíos	Tecnología
Residuos municipales	Economía circular aplicada a los residuos municipales orgánicos	Planta de compostaje de residuos orgánicos municipales
		Vermicompostaje de residuos orgánicos municipales
		Fermentación en estado sólido
		Pirólisis de residuos orgánicos
		Tratamiento biológico de residuos orgánicos municipales mediante larvas de mosca soldado-negra
		Planta de digestión anaerobia
		Recuperación de gases de vertedero (LFG)
		Gasificación
		Purificación de metano
		Generación de electricidad a partir de biogás con microturbinas

**Tabla 4. Inventario de las tecnologías seleccionadas – Sector recursos hídricos**

Subsector	Desafíos	Tecnología
Agua potable urbana	Sequía y disponibilidad de agua	Plantas desaladoras
		Herramientas de monitoreo y modelo hidrometeorológicos
	Continuidad del suministro y gestión de riesgos de desastres en empresas de agua	Sistemas de alerta temprana
		Tecnología SLAMDAN
		Plantas desaladoras
	Fuentes alternativas de agua	Captación, tratamiento y almacenamiento de agua lluvia
	Mejora de eficiencia en el uso del recurso	Detección y localización de fugas mediante algoritmos computacionales

**Producto 3.2: Priorización de tecnologías**

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Reúso de aguas (grises y residuales tratadas)	Sistemas de reúso de aguas grises
	Disminución de pérdidas en sistema integrado de agua potable (captación, tratamiento, almacenamiento, distribución, saneamiento, depuración)	Detección y localización de fugas mediante algoritmos computacionales
<b>Agua potable rural</b>	Acceso a agua potable en zonas rurales	Captación, tratamiento y almacenamiento de agua lluvia.
		Producción de agua a partir de humedad atmosférica
		Pozos perforados para suministro de agua doméstica
		Sistema de sanitización de agua mediante plasma
	Tecnología para la operación y mantención de sistemas rurales de agua potable	Sanitización de agua mediante plasma
		Tecnología SLAMDAN
	Calidad de agua potable en zonas rurales	Sanitización de agua mediante plasma
	Tratamiento y reúso de aguas residuales	Biofiltros para tratamiento de aguas servidas
Fortalecimiento de comunidades en la gestión de agua potable en zonas rurales	Producción de agua a partir de humedad atmosférica (atrapanieblas)	

## 2. Energía

### 2.1. Subsector Red eléctrica

#### 2.1.1. Red Inteligente

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Red inteligente
	Nombre opcional	Smart Grid <sup>1</sup>
	Desafío	-
	Sector	Energético
	Subsector	Red eléctrica
	Descripción general	<p>Se define como una red eléctrica que comprende una variedad de medidas operativas y energéticas, incluidos medidores inteligentes, electrodomésticos inteligentes, recursos de energía renovable y recursos de eficiencia energética. Su finalidad es asegurar la eficiencia de las operaciones de todos los elementos interconectados, desde el generador hasta los consumidores, para generar una electricidad económica y sostenible.</p> <p>La red inteligente no es una tecnología en particular, sino que consiste en un conjunto de tecnologías. Por ejemplo, un sistema de control central regula los elementos que intervienen en la red eléctrica, como generadores en las centrales eléctricas, generación distribuida, transmisión, consumidores industriales y consumidores residenciales. Mientras que los medidores inteligentes miden las lecturas de medidores electrónicos al proveedor de energía automáticamente para fines de monitoreo y facturación.</p>
	Emisiones GEI del subsector	Industrias de la energía (1.A.1.) - Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.) <sup>2</sup> : 32.648 kt CO <sub>2</sub> eq (29% de las emisiones nacionales).
	Escala	Gran escala.
Disponibilidad	Mediano plazo.	
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el	<p>Las actividades que se incluyen para dar paso a una red inteligente son:</p> <p>Un monitoreo en tiempo real de la generación y la transmisión ayuda a los operadores del sistema para la protección, el control y la automatización a través de la red del sistema de energía. Los sistemas y el software se utilizan para la toma de decisiones, para resolver perturbaciones y para desarrollar confiabilidad.</p>

<sup>1</sup> <https://www.ctc-n.org/technologies/smart-grid>

<sup>2</sup> Considera las emisiones de la generación eléctrica, excluyendo a la autoproducción (MMA, 2018). <https://snichile.mma.gob.cl/sector-energia/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	<p>ClimateTechWiki, Seminarios, etc.</p>	<p>La generación renovable y distribuida integrada a la red inteligente en cualquier punto, desde la generación hasta el consumidor.</p> <p>Aplicaciones de mejora de la transmisión y red de distribución para aumentar la confiabilidad y la seguridad de la red de transmisión y distribución. El monitoreo en tiempo real a través de diferentes tecnologías ayuda a administrar la ubicación de fallas, ajustar el nivel de voltaje, optimizar la energía, etc.</p> <p>La infraestructura de medición avanzada (AMI) reemplaza a los medidores inteligentes y puede realizar comunicaciones bilaterales al compartir información y datos del consumidor a las empresas de servicios públicos y viceversa.</p> <p>La infraestructura de carga de vehículos eléctricos incluye varias funciones inteligentes para la carga inteligente (de la red al vehículo) cuando la demanda de electricidad es baja.</p> <p>Los sistemas del lado del cliente implican la regulación de la electricidad para diferentes precios y cargas, generación distribuida, electrodomésticos eficientes, dispositivos de almacenamiento de energía, etc.</p> <p>Países como Japón, China, Singapur, Corea del Sur y Australia tienen mandatos regulatorios que requieren que las empresas de servicios públicos modernicen las redes existentes para que contribuyan a la red inteligente y sus objetivos de energía verde.</p> <p>Por otro lado, el país ya ha establecido metas en relación a la temática en su Hoja de Ruta Energética 2050 la cual establece que el 100% de las edificaciones en zonas urbanas y rurales cuentan con medidores inteligentes al 2035 y que el 100% de las edificaciones nuevas y existentes cuenten con sistemas de control y gestión inteligente de la energía al 2050<sup>3</sup>.</p>
	<p>Supuestos de implementación de la tecnología ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?</p>	<p>Para la implementación de la tecnología es necesario desarrollar opciones de políticas que se adapten tanto al consumidor como a las empresas de servicios públicos. Algunas cuestiones importantes deben abordarse en las opciones de política: el gobierno debe proporcionar fondos para el desarrollo de estándares nacionales para redes inteligentes y la implementación de las mismas en calidad de infraestructura nacional de comunicaciones, además de aumentar la conciencia entre todas las partes interesadas<sup>4</sup>.</p> <p>Por otra parte, las empresas eléctricas deben de afrontar el desafío de compatibilizar lo ya existente (sus infraestructuras, equipamientos, sistemas informáticos y de comunicaciones), con las nuevas tecnologías<sup>5</sup>.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	<p>Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático</p>	<p>Se prevé que la tecnología contribuya a la reducción de las emisiones de GEI al reducir la pérdida energética, aumentar la eficiencia y la conservación, promover la energía renovable, la integración de la generación distribuida y facilitar los vehículos eléctricos, incluyendo híbridos, enchufables (PHEV).</p>
	<p>Prioridades de desarrollo social</p>	<p>Un estudio desarrollado para la GIZ (2020)<sup>6</sup>, determinó que, “en las ciudades de Chile, estas tecnologías permitirían a los consumidores proporcionar servicios a la red de una manera que sería técnicamente desafiante o inviable de otro modo y aprovechar recursos como paneles fotovoltaicos en techos y vehículos eléctricos. Mientras que, en las zonas rurales, las microrredes se han utilizado como solución</p>

<sup>3</sup> [https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/hoja\\_de\\_ruta\\_cc\\_e2050.pdf](https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/hoja_de_ruta_cc_e2050.pdf)

<sup>4</sup> <https://www.ctc-n.org/technologies/smart-grid>

<sup>5</sup> <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1422&ni=smart-grids-incorporando-inteligencia-en-las-redes-electricas>

<sup>6</sup> [https://www.energypartnership.cl/fileadmin/user\\_upload/chile/media\\_elements/Studies/CHL\\_20201130\\_Prospection\\_in\\_Energy\\_Digitalization\\_in\\_Chile\\_01.pdf](https://www.energypartnership.cl/fileadmin/user_upload/chile/media_elements/Studies/CHL_20201130_Prospection_in_Energy_Digitalization_in_Chile_01.pdf)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		energética para comunidades alejadas de las redes de distribución y tienen un suministro eléctrico deficiente, o ningún suministro, en muchos casos, fomentando fuentes de energía sostenibles y el desarrollo local".
	Prioridades de desarrollo económico	Mejorar la operación de la red y la infraestructura de la red. Reducir los costos operativos de los servicios públicos. Reducir los gastos en electricidad por parte de los diferentes consumidores.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reducir los impactos ambientales
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	En Chile, se tiene planeada la instalación de cerca de 6.000.000 de medidores inteligentes para el monitoreo del consumo eléctrico para el año 2025 con un costo estimado de 1.000 millones USD. Se estima que el costo de inversión por unidades estaría entre los 100 USD y 132 USD. Considerando una capacidad instalada de 28.495 MW (al 2021), se calcula el costo de 3,509 USD por cada kW de capacidad instalada en el país <sup>7</sup> .

### 2.1.2. Microaerogeneradores

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Microaerogeneradores <sup>8</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	2. Soluciones integrales para la transición energética justa y un autoconsumo energético sostenible (generación renovable y almacenamiento, distribución de demanda activa, combinaciones híbridas)
	Sector	Energía
	Subsector	Energía estacionaria
	Descripción general	Las microturbinas eólicas o microaerogeneradores son adecuadas para aplicaciones a escala de edificios y otras construcciones, tanto urbanas como rurales, y pueden o no estar conectadas a la red. Los sistemas fuera de la red requieren almacenamiento de batería para el excedente de electricidad, proporcionando así un suministro de electricidad más estable. Su aplicación en áreas rurales y remotas, como aldeas remotas y pequeñas islas aisladas, brinda una mayor utilidad al no tener una conexión directa a la red eléctrica.

<sup>7</sup>[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32492/1/BCN\\_Matriz\\_energetica\\_electrica\\_en\\_Chile.pdf#:~:text=En%20Chile%2C%20a%20julio%20de,de%20la%20capacidad%20instalada%20total.](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32492/1/BCN_Matriz_energetica_electrica_en_Chile.pdf#:~:text=En%20Chile%2C%20a%20julio%20de,de%20la%20capacidad%20instalada%20total.)

<sup>8</sup> <https://www.ctc-n.org/technologies/building-integrated-wind-turbines>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		Los aerogeneradores pequeños se diseñaron originalmente con un eje horizontal. Para reducir la necesidad de una torre alta y por razones estéticas, las turbinas eólicas de eje vertical se vuelven cada vez más populares para aplicaciones de construcción integrada. Además, las turbinas de eje vertical también son más silenciosas (lo que genera menos molestias por ruido) durante su funcionamiento.
	Emisiones GEI del subsector	Industrias de la energía (1.A.1.) - Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.) <sup>9</sup> : 32.648 kt CO <sub>2</sub> eq (29% de las emisiones nacionales).
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>En la actualidad, las palas de las turbinas eólicas están diseñadas con materiales livianos y principios aerodinámicos, de modo que sean sensibles a los pequeños movimientos de aire, también la tecnología ha avanzado para tener eficiencia en zonas con vientos con menores velocidades y generar menos ruido.</p> <p>Entre las experiencias en otros países, resalta la de Mongolia que ya cuenta con alrededor de 250.000 microturbinas eólicas instaladas, y su uso se considera una norma. Por otro lado, el World Trade Center de Bahrein tiene 3 aerogeneradores de eje horizontal (con un diámetro de rotor de 29 m cada uno) que generan entre 1.100MWh a 1.300MWh al año, cubriendo entre el 11% al 15% de la demanda de electricidad del edificio, además el costo total de las turbinas eólicas fue de alrededor del 3,5% del costo total del proyecto. Mientras que Edificio Strata en Londres, también tiene 3 aerogeneradores, pero de 9 metros en la parte superior del edificio con una potencia nominal de 19 kW cada uno y pueden generar una energía combinada de 50 MWh al año, suficiente para abastecer energía a las zonas comunes del edificio<sup>10</sup>.</p> <p>Cabe mencionar que la Agenda Energía 2022 – 2026<sup>11</sup> de Chile presenta como compromiso revisar la Ley Eléctrica en los aspectos relacionados a sistemas eléctricos menores a 1.500 kW para que las comunidades de las zonas aisladas cuenten con acceso a la energía fomentando el uso de energías renovables. Por lo cual, la tecnología de microaerogeneradores aporta a responder a dichas necesidades.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Según el ClimateTechWiki, se requiere un mapeo local del viento para comprender la velocidad, la frecuencia y las direcciones del viento a varias alturas y en varios entornos. Estos datos permiten determinar la viabilidad y los tipos adecuados de aerogeneradores que se implementarán en un área en particular. Si el estudio de factibilidad muestra resultados positivos, con un retorno de la inversión factible, se deben implementar políticas de apoyo y mecanismos financieros para hacer que la construcción de turbinas eólicas integradas sea comercialmente viable para su adopción a gran escala por parte de propietarios de edificios, desarrolladores y profesionales y oficios relacionados.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	La implementación de aerogeneradores integrados en la construcción contribuye positivamente al medio ambiente como una opción de mitigación del cambio climático.

<sup>9</sup> Considera las emisiones de la generación eléctrica, excluyendo a la autoproducción (MMA, 2018). <https://snichile.mma.gob.cl/sector-energia/>

<sup>10</sup> <https://es.fttechnologies.com/estudios-de-casos/rascacielos-aerogeneradores-integrados/>

<sup>11</sup> [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/agenda\\_energia\\_2022\\_-\\_2026.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/agenda_energia_2022_-_2026.pdf)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Prioridades de desarrollo social	Mejorar la calidad de vida de los habitantes de áreas rurales, similar a la de los sistemas domésticos solares, dotar de energía renovable limpia. También se puede aplicar estos sistemas en edificios residenciales y comerciales en áreas urbanizadas.
	Prioridades de desarrollo económico	Menos carga financiera para los hogares debido a menores costos de electricidad. Oportunidades para que los propietarios de viviendas/edificios vendan el excedente de electricidad a la red.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reducción de emisiones, al ser una fuente limpia.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	En países como España, el costo de aerogenerador para un edificio público oscila entre los USD 1075 a USD 2150 por kW de potencia y se estima que se recuperaría la inversión en un plazo de 8 a 10 años. En Perú se realizó una estimación del costo de instalación de un aerogenerador de 1,8 kW por un valor total de USD 7615 (4.230 USD/kW) <sup>12</sup> .

<sup>12</sup> [https://www.windustry.org/how\\_much\\_do\\_wind\\_turbines\\_cost](https://www.windustry.org/how_much_do_wind_turbines_cost)

### 2.1.3. Minired Solar para zonas rurales

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Minired Solar para zonas rurales
	Nombre opcional	Paneles fotovoltaicos
	Desafío	2. Soluciones integrales para la transición energética justa y un autoconsumo energético sostenible (generación renovable y almacenamiento, distribución de demanda activa, combinaciones híbridas)
	Sector	Energía
	Subsector	Energía estacionaria
	Descripción general	<p>Las minirredes solares<sup>13</sup> permiten abastecer de electricidad a pueblos enteros independientemente de la red eléctrica y son muy competitivos para aquellos alejados de la red de suministro.</p> <p>Una minired solar se compone generalmente de los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una planta de energía solar fotovoltaica con potencias que van desde 10 KWp hasta cientos de KWp.</li> <li>• Baterías para almacenar energía producida con energía solar durante el día y abastecer a los usuarios durante la noche</li> <li>• Un convertidor de la corriente continua que producen los paneles solares a corriente alterna.</li> <li>• Una red de distribución de energía.</li> </ul>
	Emisiones GEI del subsector	Industrias de la energía (1.A.1.) - Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a) <sup>14</sup> : 32.648 kt CO <sub>2</sub> eq (29% de las emisiones nacionales).
	Escala	Pequeña y mediana escala (individual y local)
	Disponibilidad	Corto Plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Según la experiencia de Djibouti <sup>15</sup> , los costos estimados para la implementación de esta tecnología son de 1.350.000 USD, para el establecimiento de minirredes solares fotovoltaicas para unas 16 aldeas y una potencia total de 950 KW en un horizonte temporal de 2022 a 2030. Mientras que en Argentina en diversas localidades se construye mini redes fotovoltaicas gracias al Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) <sup>16</sup> .

<sup>13</sup> UNED (2022). TECHNOLOGIE DES MINI-RESEAUX SOLAIRES PV POUR L'ELECTRIFICATION RURALE [Enlace]

<sup>14</sup> Considera las emisiones de la generación eléctrica, excluyendo a la autoproducción (MMA, 2018). <https://snichile.mma.gob.cl/sector-energia/>

<sup>15</sup> <https://tech-action.unepccc.org/country/djibouti/>

<sup>16</sup> <https://www.argentina.gob.ar/noticias/permer-4-mini-redes-de-energias-renovables-daran-electricidad-localidades-rurales>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		<p>En Chile, la tecnología también tiene cierta madurez de implementación, experiencias en la zona rural de Aysén<sup>17</sup> o el Programa Casa Solar<sup>18</sup>, programa que cofinancia paneles solares en hogares, siendo en este año el cofinanciamiento de 3.500 sistemas fotovoltaicos.</p> <p>La Hoja de Ruta Energía 2050<sup>19</sup> tiene como meta que el 100% de los territorios insulares habitados (o zonas aisladas) cuente con sistemas energéticos innovadores basados en tecnologías de energía renovable al 2050 (50% al 2035). En ese sentido, la inserción de micro redes fotovoltaicas (o híbridas con aerogeneradores) ayudan a su cumplimiento, pero que, debido a los costos asociados al CAPEX (compra) e instalación de la tecnología necesitan de un financiamiento base.</p>	
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	En primer lugar, se requiere un estudio técnico de la capacidad instalada necesaria para abastecer energéticamente a las poblaciones aisladas a beneficiar, así como su viabilidad económica. En segundo lugar, es necesario un programa de financiamiento del mismo, dependiendo de las condiciones de la localidad y de la potencia necesaria, es recomendable hacer instalaciones híbridas, por ejemplo, con aerogeneradores.	
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El uso de fuentes de energía renovables implica una reducción de emisiones de GEI al reducir el consumo energético proveniente de la red eléctrica.	
	Prioridades de desarrollo social	Las minirredes solares permiten abastecer de electricidad a pueblos enteros independientemente de la red eléctrica. Son muy competitivos para pueblos alejados de la red eléctrica. En ambos casos, mejorando la calidad de vida de la población.	
	Prioridades de desarrollo económico	La implementación de energía solar en la zona rural implica costos asociados con la instalación, adquisición y mantenimiento de paneles solares, así como de baterías. Dado que se trata de una fuente renovable, los costos asociados a la red eléctrica son inexistentes.	Según el Programa Casa Solar, los sistemas de 1kWp o 2kWp presentan un ahorro estimado de \$150.000 o \$300.000 anuales respectivamente, a cada familia.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reducción de emisiones ligados al uso de energías renovables.	

#### 2.1.4. Almacenamiento basado en baterías

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Almacenamiento basado en baterías
	Nombre opcional	BESS: Battery Energy Storage System
	Desafío(s)	1. Resiliencia climática de la red eléctrica y la red de suministro de combustibles. 2. Soluciones integrales para la transición energética justa y un autoconsumo energético sostenible (generación renovable y almacenamiento, distribución de demanda activa, combinaciones híbridas).

<sup>17</sup> <https://energia.gob.cl/noticias/aysen-del-general-carlos-ibanez-del-campo/proyectos-fotovoltaicos-en-sectores-rurales-de-aysen>

<sup>18</sup> <https://www.casasolar.cl/>

<sup>19</sup> [https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/hoja\\_de\\_ruta\\_cc\\_e2050.pdf](https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/hoja_de_ruta_cc_e2050.pdf)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		4. Expansión sostenible de la Red Eléctrica. 11. Infraestructura de soporte y tecnologías de carga para electromovilidad.
	Sector	Energía
	Subsector	Energía estacionaria
	Descripción general	Los BESS se basan en baterías secundarias que se pueden cargar y descargar muchas veces sin sufrir daños. Las baterías son dispositivos electroquímicos y almacenan energía al convertir la energía eléctrica en energía química, siendo esta energía química liberada nuevamente para producir energía eléctrica <sup>20</sup> .  “Para sistemas de almacenamiento conectados a red, aunque hay tecnologías maduras como las baterías de sodio-azufre (NaS), no han tenido un despliegue importante. Otras tecnologías como las baterías de Ion-Litio, de flujo y níquel-metal hidruro se encuentran también en fases avanzadas de desarrollo, siendo las dos primeras las más prometedoras para aplicaciones de red. Las baterías de Ion-Litio son las más desarrolladas y con mejores prestaciones a nivel general” <sup>21</sup> .
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Gran escala (plantas de generación eléctrica) y mediana escala (mini redes fotovoltaicas o micro aerogeneradores en zonas rurales).
	Disponibilidad	Corto plazo – costos asociados
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
	Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada?	Se selecciona la tecnología de almacenamiento basado en batería, al ser una tecnología habilitante para el desarrollo de otras tecnologías de producción energética y ser prioritaria en relación con uno de los desafíos prioritarios en el sector sobre las otras tecnologías.
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Las baterías de iones de litio se han posicionado como la tecnología principal para proporcionar almacenamiento estacionario, gracias a la gran reducción de sus costes y a sus múltiples aplicaciones. Además, las baterías electroquímicas, especialmente las baterías de iones de litio presentan múltiples ventajas al disponer de una respuesta muy rápida y de la posibilidad de conformar sistemas de almacenamiento con suficiente capacidad para permitir la gestión de potencias altas (en el entorno de 100 MW) durante varias horas (en el entorno de 4 horas) (PwC, 2021).  Entre las desventajas, se encuentra que los sistemas de baterías se caracterizan por tiempos de respuesta rápidos cuando absorben y liberan energía, pero envejecen con el tiempo y la cantidad de ciclos que han pasado. Algunos pierden carga con el tiempo, lo que limita su uso para el almacenamiento a largo plazo (Breeze, 2018).  Los costos de los sistemas de almacenamiento energético (SAE) (baterías de iones de litio) han descendido desde los US\$1.100 por kilovatio-hora en 2010 hasta 137 US\$/kWh en 2020 <sup>22</sup> .

<sup>20</sup> Breeze, P. (2018). Large-Scale Batteries. Power System Energy Storage Technologies, 33–45. doi:10.1016/b978-0-12-812902-9.00004-3

<sup>21</sup> PwC (2021). El papel del almacenamiento en la Transición Energética. <https://static.smartgridsinfo.es/media/2021/05/almacenamiento-transicion-energetica-espana-baterias-informe-naturgy.pdf>

<sup>22</sup> [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32752/1/BCN\\_\\_RoL\\_de\\_tecnologi\\_\\_as\\_de\\_almacenamiento\\_en\\_transicio\\_\\_n\\_energe\\_\\_tica.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32752/1/BCN__RoL_de_tecnologi__as_de_almacenamiento_en_transicio__n_energe__tica.pdf)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Actualmente, Chile está avanzando en la aprobación del proyecto de Ley que promueve el almacenamiento de energía eléctrica y fomenta la electromovilidad, ley que promoverá tecnologías para el almacenamiento de energía de las fuentes renovables, posibilitando la aceleración del retiro de centrales a carbón. Es necesaria la aprobación de dicha Ley y su reglamento que permita el almacenamiento energético. A gran escala se debe establecer la obligatoriedad de la instalación de almacenamiento en las plantas de generación fotovoltaicas o eólicas para evitar el vertimiento de energía renovable. A nivel local, las plantas de generación eléctrica en zonas aisladas necesitarán de un fomento económico que permita su inserción.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Las baterías evitan directamente las emisiones en el transporte y contribuyen a permitir que las energías renovables sean una fuente fiable de energía para desplazar la producción de energía basada en el carbono, lo que evitará, aproximadamente, el 30 % de las reducciones de emisiones requeridas en estos sectores hasta 2030 <sup>23</sup> .
	Prioridades de desarrollo social	Ayudar a brindar acceso a la electricidad a las comunidades sin conexión a la red.
	Prioridades desarrollo económico	Contribuye al desarrollo de industrias como la minería del litio y el hidrógeno verde.
	Prioridades de desarrollo ambiental	El almacenamiento juega un rol fundamental para habilitar la integración masiva de energías renovables fotovoltaica y eólica, y posibilitar el retiro del carbón  El almacenamiento permite reducir congestiones que generan vertimiento de energía renovable, y optimizar las inversiones en la red de transmisión <sup>24</sup> .
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Los costos de baterías del tipo ion litio es se encuentran entre 900-3500 USD/kW.  La estandarización de los costos de almacenamiento utilizando baterías de iones de litio para el año 2020 se estimó en un promedio de \$1900/kW, costo estimado para un ciclo de almacenamiento de 6 horas por día. Adicionalmente, se estiman costos de operación y mantenimiento de \$35/kW <sup>25</sup> .  Vida útil estimada: 15 años

### 2.1.5. Plantas de Concentración Solar en Potencia (CSP)

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Plantas de Concentración Solar en Potencia
	Nombre opcional	-
	Desafío(s)	2. Soluciones integrales para la transición energética justa y un autoconsumo energético sostenible (generación renovable y almacenamiento, distribución de demanda activa, combinaciones híbridas).
	Sector	Energía

<sup>23</sup> World Economic Forum (2019). A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation [Enlace]

<sup>24</sup> Generadoras Chile (2022). El rol habilitante del almacenamiento en la incorporación masiva de renovables. [Enlace]

<sup>25</sup> <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/79236.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Subsector	Energía estacionaria
	Descripción general	Las Plantas de Concentración Solar en Potencia son campos de espejos que reflejan los rayos solares hacia una torre central que contiene un fluido que se va a calentar, y que luego pasará por la turbina para generar electricidad,
	Emisiones GEI del subsector	Industrias de la energía (1.A.1.) - Producción de electricidad y calor como actividad principal (1.A.1.a.) <sup>26</sup> : 32.648 kt CO <sub>2</sub> eq (29% de las emisiones nacionales).
	Escala	Mediana – Gran Escala
	Disponibilidad	Mediano Plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Cerro Dominador: planta termosolar ubicado en María Elena, en pleno desierto de Atacama, capaz de generar 210MW de energía limpia aproximadamente, suficiente para abastecer a 382 mil hogares sin cortes. En pleno desierto se han instalado 10.600 heliostatos con una superficie de 140 m <sup>2</sup> , que concentran la radiación solar reflejada en un receptor ubicado en lo alto de una torre de 250 m de altura, donde circulan las sales fundidas para absorber el calor.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	En primer lugar, se requiere el fomento de un marco regulatorio y fiscal que favorezca la inversión en proyectos de energía solar concentrada. En segundo lugar, es necesario estimular la colaboración público-privada e identificar ubicaciones estratégicas con alto potencial solar y acceso a la red eléctrica.
<b>Contribución desarrollo del país</b>	al Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El uso de fuentes de energía renovables implica una reducción de emisiones de GEI al reducir el consumo energético proveniente de la red eléctrica y fortalece la resiliencia del sector energético ante los impactos del cambio climático.
	Prioridades de desarrollo social	Generación de empleos locales y mejora del acceso a la energía en comunidades rurales o remotas al almacenar energía para la noche.
	Prioridades desarrollo económico	Reducción de costos por energía al tener capacidad de almacenamiento de la energía producida.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reducción de emisiones ligados al uso de energías renovables.

<sup>26</sup> Considera las emisiones de la generación eléctrica, excluyendo a la autoproducción (MMA, 2018). <https://snichile.mma.gob.cl/sector-energia/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Los gastos de capital se determinan mediante modelos de costes de fabricación y se comparan con los datos del sector, El rendimiento y el coste de los CSP se basan en la tecnología de torre de energía de sales fundidas con refrigeración seca para reducir el consumo de agua. Este sistema contaría con un gasto de capital de \$6000 USD/kW. Es el caso de 247 Solar, quienes para la instalación de la primera Planta de Concentración Solar en Marruecos con una capacidad de 400kW, estimaron un CAPEX de \$5900/kW.
---------------	--	---

## 2.2. Subsector Transporte

### 2.2.1. Sistema de autobús de tránsito rápido (BRT)

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Sistema de autobús de tránsito rápido
	Nombre opcional	BRT, BRTS, busway, transitway
	Desafío	12. Gestión de transporte urbano
	Sector	Energía
	Subsector	Transporte
	Descripción general	<p>El sistema de tránsito rápido de autobuses (BRT) es un sistema de transporte masivo para mitigar las causas típicas de retraso de los autobuses, combinando la capacidad y la velocidad de un tren ligero o un sistema de metro con la flexibilidad, el costo y la simplicidad de un sistema de autobuses<sup>27</sup>. El sistema BRT se basa en autobuses de alta calidad que brindan servicios rápidos, cómodos y rentables<sup>28</sup>. Este requiere:</p> <p>Carriles reservados: ciertos tramos de la vía están reservados para la circulación de autobuses del sistema BRT</p> <p>Estaciones de embarque y desembarque de pasajeros, generalmente situadas en el centro de la calzada pero que también pueden estar situadas a los lados de la calzada</p> <p>Un sistema automatizado de control de embarque y desembarque de pasajeros para permitir operaciones rápidas y frecuentes</p> <p>En un carril exclusivo de BRT se pueden transportar de 10.000 a 20.000 pasajeros por hora y, en algunos casos, más de 40.000, pero en niveles más altos existe el riesgo de que los autobuses se amontonen en las paradas, lo cual puede reducir con múltiples puertas en el autobús y estaciones bien diseñadas.</p>
	Emisiones GEI del subsector	Sector energía - subsector Transporte (1.A.3.): 28.615 kt CO <sub>2</sub> eq

<sup>27</sup> CTCN. Bus rapid transit. Disponible en: <https://www.ctc-n.org/technologies/bus-rapid-transit>

<sup>28</sup> UNEP (2022). CIRCULATION RAPIDE DES BUS (BUS RAPID TRANSIT OU BRT). Disponible en: <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2022/07/notes-politique-brt.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Escala	Gran escala
	Disponibilidad	Largo plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	<p>e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.</p>	<p>Según ClimateTechWiki su principal inconveniente frente a otros sistemas de transporte urbano es su demanda de espacio urbano, es por ello que deben ser parte de una estrategia integral que incluya el aumento de los impuestos a los vehículos y al combustible, controles estrictos del uso de la tierra, límites y tarifas más altas para el estacionamiento e integración de los sistemas de tránsito en un paquete más amplio de movilidad para todo tipo de viajeros. Debe verse principalmente en competencia con tipos de sistemas de transporte rápido masivo, principalmente sistemas basados en rieles como el metro o el tren ligero. La principal ventaja de un BRT en comparación con otras opciones de transporte rápido masivo es el costo de inversión sustancialmente más bajo, mientras que su principal inconveniente es su demanda de espacio en una ciudad.</p> <p>Entre las ciudades con BRT son el tránsito masivo de Bogotá, Ciudad de México, Yakarta, Beijing, Kunming, Chengdu, Guangzhou, Estambul, Ahmedabad (India), París, Los Ángeles, Pittsburgh, Miami, Boston y Brisbane.</p> <p>En relación con las otras opciones de transporte rápido masivo eficientes que pueden aplicarse al país se encuentran<sup>29</sup>:</p> <p>Sistemas de trenes: pueden transportar 50.000 (hasta incluso 80.000) pasajeros por hora en una dirección en una línea, y son adecuados para las principales rutas urbanas arteriales, así como para viajes regionales y de larga distancia.</p> <p>Sistemas de trenes ligeros: es atractivo para las ciudades que desean regenerar corredores o proporcionar un sistema de mayor capacidad donde haya espacio en la calzada. Los últimos modelos ya no requieren cables aéreos, ya que las baterías se pueden recargar en las paradas.</p> <p>Sistemas de autobuses: Incluyen autobuses convencionales, que deben compartir carriles con el resto del tráfico, y normalmente sólo llevan un máximo de 5.000 pasajeros por hora en una ruta. Los autobuses ofrecen flexibilidad y conexión con los sistemas de transporte público más rápidos y de mayor capacidad. Los autobuses pueden brindar un servicio más seguro y cómodo y, con el GPS instalado, los pasajeros en las paradas pueden saber exactamente cuándo llegarán.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>Los carriles especializados para autobuses han existido durante mucho tiempo en los países desarrollados sin instalaciones de estación específicas, pero solo con ubicaciones previstas para las paradas, así como para las estaciones de salida y terminal. Por lo tanto, el BRT requiere importantes trabajos de desarrollo de vías, así como una reconfiguración de las vías, carriles dedicados, paradas fuera de la carretera, embarque y desembarque rápidos, abordaje nivelado, recolección o control justo antes del embarque, servicio frecuente, gran capacidad, señalización clara y pantallas de información en tiempo real, tecnologías de motor limpias, prioridad de señal y un control inteligente sistemas.</p> <p>El Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo establece que los elementos más importantes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derecho de paso dedicado para garantizar que los autobuses puedan moverse rápidamente y sin obstáculos por la congestión.</li> </ul>

<sup>29</sup> UNEP (2019). <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/04/tnahandbook-transport.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Múltiples rutas con transbordos gratuitos entre líneas, las estaciones en el medio de la carretera que sirven en ambas direcciones hacen que los traslados sean más convenientes.</li> <li>• Una frecuencia punta de preferencia de por lo menos 8 buses por hora, y una frecuencia fuera de punta de por lo menos 4 buses por hora.</li> <li>• Un centro de control para monitorear las operaciones de los autobuses, identificar problemas y responder rápidamente a ellos, integrándose la tecnología de localización automática de vehículos (GPS) para gestionar los movimientos de los vehículos.</li> <li>• Tecnologías de vehículos limpios (electromovilidad) para reducir las emisiones con el fin de disminuir las emisiones de GEI.</li> <li>• Buena calidad de pavimento que asegura un mejor servicio y operación por un período más largo al minimizar la necesidad de mantenimiento.</li> <li>• Estaciones seguras y cómodas con un ancho interno de al menos 3 m. Las estaciones deben estar protegidas contra la intemperie y tener seguridad. La distancia entre las estaciones debe ser, en promedio, entre 300 y 800 m.</li> <li>• Mapas de ruta y señalización claros, e información de pasajeros en tiempo real tanto en las estaciones como en los autobuses.</li> <li>• Acceso para clientes con necesidades especiales, pero también acceso seguro para todos los peatones sin cruces viales peligrosos. Se necesita un estacionamiento seguro para bicicletas en la estación y carriles para bicicletas a las estaciones para alentar a las bicicletas como alimentadores del sistema BRT.</li> <li>• Integración con otros transportes públicos, que incluye puntos de transferencia físicos, sistema tarifario integrado e información integrada.</li> </ul> <p>En ese sentido, la inserción de esta tecnología para las regiones del país que no cuentan con un sistema integrado de transporte se puede aplicar, como la experiencia de Transantiago.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Este sistema es más eficiente energéticamente que los sistemas de autobuses convencionales por persona-kilómetro debido a las velocidades más altas y los autobuses de mayor capacidad, lo cual conlleva una reducción de emisiones de GEI, siendo estas reducciones totales si el cambio es por autobuses eléctricos.
	Prioridades de desarrollo social	El BRT puede respaldar un cambio hacia más transporte público, lo que generará una variedad de beneficios, incluida la reducción de la congestión (tiempo reducido), la contaminación del aire y los gases de efecto invernadero y un mejor servicio para las personas en los países en desarrollo.
	Prioridades de desarrollo económico	Reducción de costos individuales del ciudadano/a al usar un BRT en lugar de vehículos particulares. Además, también facilita que las personas que no pueden pagar vehículos privados, o que no pueden conducirlos, lleguen a sus destinos.
	Prioridades de desarrollo ambiental	La eficiencia energética representa emisiones reducidas de contaminantes locales como el CO, SOx, NOx y material particulado, siendo estas reducciones nulas si el cambio es por vehículos eléctricos. Por otro lado, conlleva a una reducción de niveles de ruido.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Los costos de instalación de los BRT pueden variar entre 1 a \$15.000.000 USD por km, dependiendo de la capacidad requerida, el contexto urbano y la complejidad del proyecto <sup>30</sup> .

<sup>30</sup> <https://www.ctc-n.org/technology-library/land-transport/bus-rapid-transit>

## 2.2.2. Estaciones de carga solar para vehículos eléctricos

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Estaciones de carga solar de vehículos eléctricos
	Nombre opcional	-
	Desafío	11. Infraestructura de soporte y tecnologías de carga para electromovilidad.
	Sector	Energía
	Subsector	Transporte
	Descripción general	La tecnología consiste en que las estaciones de carga de los vehículos eléctricos funcionan con paneles solares y contengan almacenamiento de batería que proporcione un suministro de electricidad en todo instante <sup>31</sup> .
	Emisiones GEI del subsector	Sector energía - subsector Transporte (1.A.3.): 28.615 kt CO <sub>2</sub> eq
	Escala	Pequeña escala y Mediana escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Actualmente, Chile presenta experiencia en esta tecnología con la electroterminal en la comuna de Maipú, “El Conquistador”, <sup>32</sup> con un sistema de autogeneración de paneles fotovoltaicos para 57 cargadores que permita cargar 110 buses eléctricos, lo cual implicó una inversión total de US\$80 millones, donde también estuvo la incorporación de 215 buses eléctricos.  Por su parte México <sup>33</sup> tiene experiencia en dos electrolinerías para buses eléctricos que son alimentadas por paneles solares en Jalisco. Mientras que los países de Santo Tomé y Príncipe <sup>34</sup> y el estado de Antigua y Barbuda <sup>35</sup> han presentado su Policy brief relacionada a esta tecnología.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	La tecnología propuesta se enmarca en la <i>Línea de Acción 2: Infraestructura de carga y regulación</i> de la Estrategia de Electromovilidad <sup>36</sup> y tiene como lineamiento expandir la red de carga en regiones y promover soluciones de carga. En ese sentido, no solo se espera su implementación en las nuevas electrolinerías, sino en carreteras y en edificios, que deberá acompañarse con fomentos económicos que faciliten su inserción, así como la instalación de sistemas de almacenamiento de energía.

<sup>31</sup> UNEP (2022). Policy brief EV and solar charging stations in Antigua and Barbuda. Disponible en [Enlace]

<sup>32</sup> Generadoras (2020). Buses eléctricos: ponen en marcha el electroterminal más grande del país. Disponible en [Enlace]

<sup>33</sup> Portal Movilidad (2019). Construyen dos electrolinerías para buses eléctricos alimentadas por paneles solares en Jalisco. Disponible en [Enlace]

<sup>34</sup> <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2022/04/policy-brief-electric-public-transportation-sao-tome-principe.pdf>

<sup>35</sup> <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2022/04/policy-brief-ev-and-solar-charging-stations-antigua-and-barbuda.pdf>

<sup>36</sup> 'Ministerio de Energía (2021). Estrategia de Electromovilidad. Disponible en [Enlace]

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Estos sistemas son sostenibles y no producen ninguna emisión de GEI ya que no funcionan con electricidad basada en combustibles fósiles.
	Prioridades de desarrollo social	Su aplicación se enmarca en dar sustento a la electromovilidad, la cual tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas con la reducción de emisiones y garantizando una movilidad eficiente y sustentable. Además, su inserción en edificios públicos, comerciales y viviendas garantiza la reducción de costos asociados a la electricidad consumida.
	Prioridades de desarrollo económico	Al ser una fuente renovable de energía, los costos se reducen a los de instalación y mantenimiento.
	Prioridades de desarrollo ambiental	La implementación de estaciones de carga solar garantiza que los vehículos se carguen utilizando energía limpia en lugar de utilizar la energía de la red. Además de acompañar a la inserción de nuevos vehículos eléctricos.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Las estaciones de carga para motocicletas eléctricas son un sistema compuesto por el módulo fotovoltaico genérico con un costo de 6.916 USD, un sistema de almacenamiento con un costo estimado en 40.000 USD y el convertidor del sistema con costo de 3500 USD. Así, se estima que el sistema total tendría un costo capital de 50.416 USD. Mientras que el precio de una estación de carga de vehículos eléctricos fuera de la red (fotovoltaica) promedio es de unos 65,000 USD <sup>37</sup> .

<sup>37</sup> <https://chargedevs.com/features/solar-powered-off-grid-ev-charging-stations-offer-surprisingly-attractive-cost-advantages/>

### 2.2.3. Desarrollo Orientado al Tránsito

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Desarrollo Orientado al Tránsito <sup>38</sup>
	Nombre opcional	Transit Oriented Development (TOD)
	Desafío	12.Gestión de transporte urbano (enfoque en análisis para la toma de decisiones)
	Sector	Energía
	Subsector	Transporte
	Descripción general	Es un proceso de política que vincula el uso de la tierra para aprovechar al máximo el sistema de tránsito ayudando a reducir la dependencia del automóvil brindando entornos amigables para los peatones y estrechamente conectados con una estación de transporte público de calidad.  Los TOD están destinados no solo a lograr un desarrollo comunitario de alta calidad, sino también a ser parte de las estrategias generales de crecimiento a lo largo de los corredores o para áreas metropolitanas enteras, estrategias para disminuir la expansión urbana y la dependencia del automóvil.
	Emisiones GEI del subsector	Sector energía - subsector Transporte (1.A.3.): 28.615 kt CO <sub>2</sub> eq
	Escala	Gran escala.
	Disponibilidad	Largo plazo.
	<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El TOD también se describe como la planificación del transporte y el uso del suelo que hace que los usos de la bicicleta, la caminata y el tránsito sean convenientes y deseables, y que maximiza la eficiencia de los servicios de transporte público existentes al enfocar el desarrollo alrededor de las estaciones públicas, paradas e intercambios.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Al elegir los modos de tránsito más apropiados para cada una de las regiones, se debe considerar una variedad de factores, como el costo, la densidad de población y si hay espacio para construir líneas ferroviarias o carriles exclusivos para BRT o tren ligero. Además, el desarrollo orientado al tránsito es un concepto de planificación urbana que involucra costos iniciales, que son enormes en la mayoría de los casos e involucran la construcción de propiedades, infraestructura de transporte y otras comodidades asociadas. Por lo cual se requiere tanto de un estudio técnico como de una fuente de financiamiento, así como de regulaciones de planificación urbana.

<sup>38</sup> <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/04/tnahandbook-transport.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Creutzig et al. (15), en su estudio, estimó que el potencial de mitigación de la planificación urbana es de alrededor del 25% en 2050 en comparación con un escenario BAU.
	Prioridades de desarrollo social	Ofrecen opciones de viaje y comodidad. La proximidad de la infraestructura y los servicios de tránsito a hogares, trabajos, tiendas, escuelas, universidades, otras actividades diarias y eventos especiales hace que los viajes diarios sean más fáciles y rápidos.  Promueven estilos de vida saludables. La planificación TOD pone especial énfasis en caminar y andar en bicicleta.  Ahorran viajes innecesarios y benefician a quienes no pueden o eligen no conducir.
	Prioridades de desarrollo económico	Reducen el costo de vida, al agrupar una combinación de usos a poca distancia de las estaciones, el desarrollo puede disminuir la dependencia de los automóviles y otros vehículos privados. Una evaluación de la economía doméstica de los TOD encontró que los residentes de TOD usan automóviles aproximadamente un 50% menos y ahorran alrededor de un 20% en los ingresos del hogar, ya que necesitan un automóvil menos por hogar.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Hacen un uso más eficiente de la tierra: limitan el estacionamiento de automóviles, lo que libera fondos y terrenos para otros fines.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	La ciudad de Phoenix contará con un monto de inversión de \$1.000 USD para la planificación del DOT a lo largo de la línea de metro ligero propuesta a inaugurarse en 2024. El monto será invertido en apoyo a viviendas asequibles, aumento de acceso a peatones y bicicletas a los centros de tránsito.  Por otro lado, el Departamento de Transporte y Obras Públicas de Miami contará con un presupuesto de \$840.000 USD para el desarrollo de su DOT a lo largo del corredor de tránsito del noroeste. La agencia se asociará con los propietarios para alentar a TOD a lo largo del corredor para mejorar la movilidad, mejorar la conectividad y la accesibilidad, proporcionar acceso para bicicletas y peatones a las estaciones, aumentar el desarrollo de uso mixto e identificar oportunidades para asociaciones público-privadas <sup>39</sup> .

<sup>39</sup> <https://www.transit.dot.gov/funding/grants/grant-programs/fiscal-year-2022-transit-oriented-development-tod-planning-projects>

## 2.2.4. Movilidad inteligente

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Movilidad inteligente
	Nombre opcional	Smart Mobility
	Desafío	2. Movilidad como servicio (enfoque en la gestión de datos, plataformas, micro movilidad, sistema de arquitectura para sistema de transporte inteligente)
	Sector	Energía
	Subsector	Transporte
	Descripción general	<p>La movilidad inteligente es el proceso y las prácticas mediante la tecnología de la información y la comunicación y otras innovaciones de alta tecnología adoptadas por el transporte (Noy y Givoni, 2018). La movilidad inteligente consiste en el uso de datos, conectividad, inteligencia artificial y otras tecnologías para mejorar el funcionamiento de los sistemas de transporte, su objetivo es contribuir a la reducción del tráfico, la contaminación y crear flujos inteligentes promoviendo una movilidad accesible para todos.</p> <p>Estas soluciones se orientan a temas de seguridad, gestión del transporte y el medio ambiente, incluida la descarbonización del transporte; además incluye soluciones de movilidad bajo demanda (por ejemplo, coche o bicicletas compartidos) hasta soluciones integradas (como la movilidad como servicio o aplicaciones para la planificación informada de viajes multimodales) <sup>40</sup>.</p> <p>Las tres áreas principales que han abierto la era de la movilidad inteligente son los sensores, las tecnologías de la información y la comunicación y los avances en informática (ciencia de datos e inteligencia artificial en particular). Por ejemplo, adquirir información de tráfico en tiempo real.</p>
	Emisiones GEI del subsector	Sector energía - subsector Transporte (1.A.3.): 28.615 kt CO <sub>2</sub> eq
	Escala	Gran escala
	Disponibilidad	Mediano Plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Cuando se aplican soluciones de movilidad inteligente, en su mayoría son un componente de otras soluciones de transporte que se han agregado para mejorar su eficiencia general. Por eso, las ciudades que usan soluciones de movilidad inteligente deben considerar los costos iniciales de la tecnología y los requisitos de habilidades y conocimientos para ejecutar operaciones de movilidad inteligente.

<sup>40</sup> <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2021/10/2021-06-tna-cities-guidebook-web.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>Las tecnologías inteligentes proporcionarán un entorno propicio para los usuarios del sistema de transporte público, integrando los sistemas con otras infraestructuras de transporte y basado en la demanda, por lo que su funcionamiento en las ciudades, como Santiago, que cuentan con un sistema de transporte integrado es más sencillo.</p> <p>Además, la tecnología tiene su funcionamiento en aplicaciones inteligentes, por lo que su aplicación debe estar acompañada de manuales/guías/inducción de su empleo, además que debe ser de fácil uso para todos los sectores de la población.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	La movilidad inteligente mejora la eficiencia del transporte público, reduciendo el consumo de combustible o energética, por lo que se prevé un mayor uso de esta, reduciendo así las emisiones GEI por un cambio a transporte público en lugar de un vehículo particular.
	Prioridades de desarrollo social	Una red inteligente mejora la capacidad vial y disminuye los niveles de congestión, reduciendo los tiempos de traslado.
	Prioridades de desarrollo económico	La mejora de la eficiencia del transporte público impulsa que más personas reemplacen el uso de vehículos particulares, generando ahorros.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Del mismo modo, se reduce el consumo de combustible o de cantidad energética consumida de los vehículos públicos.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Para las ciudades de Los Ángeles y Filadelfia en Estados Unidos, se estimó que el costo de inversión de la implementación de un sistema de tarjetas inteligentes para los principales operadores del sistema de Transporte Público sería de 35,5 millones USD y 47.8 millones USD, respectivamente para cada ciudad. Estos costos incluirían la compra y mejora de equipamientos e infraestructura que compone el nuevo sistema <sup>41</sup> .

<sup>41</sup> [https://www.transitwiki.org/TransitWiki/images/7/78/Evaluating\\_Smart\\_Cards.pdf](https://www.transitwiki.org/TransitWiki/images/7/78/Evaluating_Smart_Cards.pdf)

## 2.2.5. Hidrógeno verde como combustible para vehículos pesados

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Hidrógeno verde como combustible para vehículos pesados
	Nombre opcional	-
	Desafío	Fomento del Hidrógeno Verde para transporte público y de carga.
	Sector	Energía
	Subsector	Transporte
	Descripción general	El Hidrógeno Verde (HV) es el hidrógeno obtenido mediante electrólisis donde se utiliza energía eléctrica para disociar la molécula de agua generando gas hidrógeno (H2) y gas oxígeno (O2). El enfoque actual para el transporte del hidrógeno verde está en los vehículos eléctricos de celdas de combustibles, que usan celdas de combustibles para convertir hidrógeno en electricidad y esta alimenta al vehículo a través de un motor eléctrico.
	Emisiones GEI del subsector	Sector energía - subsector Transporte (1.A.3.): 28.615 kt CO <sub>2</sub> eq
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano Plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Chile tiene experiencias piloto en el sector minero en los camiones de extracción de minerales y del piloto de caminos eléctricos de hidrógeno con una autonomía de mil kilómetros. De acuerdo con H2 Chile, actualmente diferentes empresas mineras como Codelco, han planificado como estrategia de mitigación de GEI el cambio de camiones CAEX clásicos de alto consumo de diésel por una nueva flota que cuente con celdas de hidrógeno verde. Empresas como Engie y Cirso Chile han desarrollado algunos pilotajes de CAEX propulsados por celdas de combustible de H <sub>2</sub> <sup>42</sup> . Además, el año 2021 el Servicio Nacional de Geología y Minería, publicó la "Guía de pilotos y validación de tecnologías que utilizan hidrógeno como combustible en minería" donde establece los requisitos y procedimientos que deben seguir las empresas para implementar dichos vehículos a sus flotas <sup>43</sup> .
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	En primer lugar, se requiere la colaboración público-privada mediante alianzas estratégicas para abordar desafíos tecnológicos y financieros. En segundo lugar, se implementarán pilotos en lugares definidos para probar la viabilidad y eficiencia de la tecnología. También ayudará a visualizar los desafíos para su implementación a gran escala en un futuro. En tercer lugar, se difundirán campañas de concientización y beneficios sobre el hidrógeno verde.

<sup>42</sup> [https://h2chile.cl/wp-content/uploads/2021/10/20210802\\_H2\\_forklifts.pdf](https://h2chile.cl/wp-content/uploads/2021/10/20210802_H2_forklifts.pdf)

<sup>43</sup> [https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2021/10/Gui%CC%81a-de-Hidro%CC%81geno\\_web.pdf](https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2021/10/Gui%CC%81a-de-Hidro%CC%81geno_web.pdf)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Estudios en diferentes países han demostrado una reducción en su porcentaje de emisiones de GEI entre vehículos pesados propulsados por hidrógeno, entre 89 – 87% en comparación con camiones de diésel en Canadá <sup>44</sup> y entre 60 a 77% en China <sup>45</sup> .
	Prioridades de desarrollo social	Programas de formación y capacitación específicos sobre el manejo de la tecnología.
	Prioridades de desarrollo económico	Reducción de costos a largo plazo ocasionados por los vehículos tradicionales, esto debido a la eficiencia del hidrógeno.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reducción del consumo de combustible o de cantidad energética consumida de los vehículos de carga pesada.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Se estimó que el costo de inversión para la adquisición de una celda de hidrógeno en el año 2020 para un FCET 2020 (Fuel Cell Electrical Truck: Camión eléctrico de pila de combustible) fue de aproximadamente 384 200 NOK (39108 USD) <sup>46</sup> .

<sup>44</sup> Lajevardi, M.S., Aksen, J., Crawford, C. (2019). Comparing alternative heavy-duty drivetrains based on GHG emissions, ownership, and abatement costs: Simulations of freight routes in British Columbia. Transportation Research Part D: Transport and Environment 76, 19-55.

<sup>45</sup> Li, Y., Taghizadeh-Hesary, F. (2022). The economic feasibility of green hydrogen and fuel cell electric vehicles for road transport in China. Energy Policy 160, 112703.

<sup>46</sup> <https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1372698/FULLTEXT01.pdf>

### 3. Subsector forestal y agrícola

#### 3.1. Uso de drones

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Drones <sup>47</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	Información agroclimática
	Sector	Silvoagropecuario
	Subsector	Agricultura
	Descripción general	<p>Los drones (plataformas no tripuladas UAV) están equipados con cámaras y sensores que pueden ser manejados y controlados a distancia y permiten visualizar en forma y tiempo real las imágenes, por lo que los responsables pueden realizar seguimientos sin tener que acceder a los terrenos logrando un monitoreo constante de los sembradíos. En ese sentido, sirve para almacenar y procesar información sobre cambios en alguna condición climática que afecte la calidad de estos sembradíos.</p> <p>Estas herramientas tecnológicas permiten, entre otras cosas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el estado de vigor del cultivo</li> <li>• Estimar el rendimiento del cultivo</li> <li>• Detectar posibles plagas que están afectando una zona determinada</li> <li>• Conocer el estado hídrico para detectar deficiencias de riego</li> <li>• Hacer tratamientos fitosanitarios desde el aire</li> <li>• Optimizar el uso de fertilizantes.</li> </ul>
	Emissiones GEI del subsector	11801,6 kg de CO2e (sector agricultura, 2016)
	Escala	Pequeña a mediana escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí

<sup>47</sup> Centro Nacional de Competitividad (CNC) (2022). Estudio de Caso: Nuevas tecnologías en el sector agropecuario. Disponible en [\[Enlace\]](#)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>La información agroclimática que puede obtenerse tiene un gran alcance a nivel del cultivo, lo que genera información confiable a la hora de tomar decisiones por parte de los productores. En un estudio desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina<sup>48</sup>, se determinó que el índice NDVI<sup>49</sup> calculado a partir de fotografía aérea multiespectral otorga información similar a la que se obtiene con sensores en un dron, resultando en menor tiempo para la aplicación de fertilización. Otros países ya han implementado esta tecnología para el control y monitoreo de campos de cultivo. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Perú determinó parámetros fisiológicos y la presencia de anomalías para un control fitosanitario adecuado, teniendo como resultado el incremento del rendimiento y productividad de alfalfa y maíz en la región de Arequipa; dicho proyecto tuvo una inversión de aproximadamente 80.367 USD para beneficiar a 56 productores quienes fueron capacitados a través de 28 talleres<sup>50</sup>.</p> <p>Por ejemplo, la solución de agricultura basada en drones de PrecisionHawk, que incluye drones, sensores y Precision Analytics Agriculture, permite tomar decisiones agrícolas más efectivas y eficientes. La tecnología consta de un software instalado en un avión no tripulado, de bajo costo, que permite capturar datos vitales de la finca, el suelo, la humedad, etc., y los transfiere de forma inalámbrica y de manera inmediata a un software manejado por el cliente. Con esta información, el usuario llegaría a saber exactamente las necesidades del suelo y del cultivo y prepararía los productos necesarios para satisfacer esas necesidades. Se pueden observar las tendencias de crecimiento, además de contar y clasificar las plantas, generar mapas de prescripción, identificar indicadores tempranos de estrés en las plantas y medir la eficiencia zonal de una granja. Este software procesa automáticamente imágenes aéreas en mapas 2D y modelos de elevación 3D, presenta una biblioteca en constante expansión de herramientas de análisis bajo demanda y facilita el intercambio de datos. En Chile, actualmente existen iniciativas de drones agrícolas, donde se incentiva la participación en capacitaciones.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>El mercado de tractores está en declive, y el de drones en alza. En todo el mundo está aumentando la producción de drones, por lo cual, la implementación masiva de estos en la agricultura no será en un largo plazo. La implementación de drones en el sector requiere de inversión, por lo cual el estado debe fomentar su incorporación en proyectos públicos. Gracias al caso de éxito realizado en Chile, este puede ser un punto clave para comenzar a difundir la información del uso de drones.</p> <p>La tecnología podría ser subsidiada por parte del estado para los agricultores con sembradíos de mediana a gran escala, con el objetivo de que puedan incorporar tecnologías en su cadena de producción para volver eficientes sus cultivos. Otro punto a tener en cuenta es el tipo de cámara, que puede ser desde una básica modelo Go Pro, a cámaras de fotos comunes o pasando a cámaras multiespectrales, térmicas, lo cual dependerá de lo que se desee procesar y conocer de los cultivos. Esta elección debe ir acompañada de transferencia de capacidades tecnológicas para la eficiencia en su uso.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Con la ayuda de los drones, los agricultores pueden estudiar grandes extensiones de tierras de cultivo, mejorar la eficiencia de la fumigación, monitorear su ganado y sistemas de irrigación, entre otros. Además, esto influye en la gestión de información

<sup>48</sup> EEA INTA Manfredi (s.f.). Los drones como herramienta para el monitoreo de cultivos. <https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/drones.pdf>

<sup>49</sup> El Índice Normalizado de Vegetación (NDVI en sus siglas en inglés) refleja la condición de la cobertura vegetal a través del análisis de la relación de la luz del infrarrojo cercano (NIR) y el rojo visible en la reflectancia captada por un sensor.,

<sup>50</sup> <https://www.gob.pe/institucion/pnia/noticias/154693-productores-realizan-monitoreo-con-dron-en-campos-de-cultivo>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		climática silvo agrícola a nivel nacional. Este tipo de software obtendría información exacta sobre las necesidades del cultivo, reduciría el consumo de agua, energía y hasta materiales en los cultivos, por lo cual se reduciría las emisiones de GEI en el sector.
	Prioridades de desarrollo social	Aumentan la eficiencia de la toma de decisiones en los cultivos por parte de los productores, ayudan a ahorrar tiempo en la exploración de los cultivos y eliminan el estudio manual
	Prioridades desarrollo económico	Supone un mayor rendimiento y calidad en la producción de los cultivos
	Prioridades de desarrollo ambiental	Los drones son útiles también para la aplicación dirigida de insumos, diagnóstico oportuno de deficiencia de nutrientes, monitoreo de la salud de los cultivos y para una rápida evaluación del rendimiento y pérdidas de los cultivos, lo que supone un correcto e ideal uso de materiales en el cultivo.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Dependiendo de los equipos, el costo puede bordear desde los USD 14.000 hasta casi los USD 19.000 por dron, dependiendo de su funcionalidad: aplicar pesticidas, herbicidas, polinizar, sembrar las semillas, mapear y monitorear la salud de los cultivos, entre otros <sup>51</sup> . Por ejemplo, el modelo Agras T30 que cuenta con una cámara dual FPV y un tanque de 30 L puede costar USD 14.400. Asimismo, el DJI Matrice 300 RTK puede servir para análisis de salud de plantas, monitoreo de campo o seguros y con un sensor Micasense RedEdge-MX con un kit de integración de montaje rápido puede costar casi USD 20.000.

<sup>51</sup> <https://dronescan.cl/526-serie-agras>

### 3.2. Climate Fieldview™ Software

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Climate Fieldview™ Software <sup>52</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	Información agroclimática
	Sector	Silvoagropecuario
	Subsector	Agricultura y Forestal
	Descripción general	Es un sistema complejo para el monitoreo detallado del clima, realización de predicciones y análisis del mismo. La información ayuda a los agricultores a cultivar de manera más eficiente, porque les permite tomar decisiones inteligentes que le garanticen producir más alimentos utilizando menos recursos. Es conocida como una ciencia de datos y transforma una amplia gama de datos en conocimientos y recomendaciones para que el agricultor pueda saber cuándo sembrar o cambiar un programa de riego porque no está dando los resultados deseados. El software ayuda a recopilar, almacenar y ver fácilmente datos de campo para obtener más de las entradas que administra a lo largo de la temporada.
	Emisiones GEI del subsector	-65.492,3 kt CO2 eq
	Escala	Pequeña a mediana escala
	Disponibilidad	Corto a mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El software permite supervisar el progreso y detectar problemas potenciales en tiempo real a medida que pasa por el campo, rastreando la tasa de población de semillas en la siembra, las tasas de aplicación durante la temporada de crecimiento y el rendimiento en la cosecha, para que se pueda aprovechar al máximo cada cultivo.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	La plataforma Climate FieldView brinda a los agricultores una comprensión más profunda de sus campos para que puedan tomar decisiones operativas más informadas para optimizar los rendimientos, maximizar la eficiencia y reducir el riesgo; por ende, se podría emplear la tecnología para beneficiar a los agricultores a nivel nacional. Sin embargo, existe una brecha para la implementación de tecnologías de inteligencia artificial, por lo cual se deberían crear alianzas entre el sector público y la corporación de la tecnología para elaborar proyectos piloto y capacitar a los usuarios.

<sup>52</sup> <https://climate.com/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El sistema reúne información agroclimática que expone o predice los resultados de las actividades de cultivo, por lo cual, recomienda qué procesos obtienen buen resultado y cuáles podrían mejorar. En ese sentido, la reducción en consumo de agua, energía y transporte mitiga la emisión de GEI. El software también ayuda a manejar el riesgo, especialmente el riesgo climático, independientemente del tamaño de la finca, del cultivo o de los recursos del productor <sup>53</sup> .
	Prioridades de desarrollo social	El sistema permite tener un panorama completo a los productores de sus cultivos, lo cual les permite tomar mejores decisiones para mejorar la eficiencia y rendimiento de estos. Brinda capacitaciones sobre la tecnología.
	Prioridades de desarrollo económico	Las recomendaciones que brinda el sistema gracias al monitoreo completo de riesgo climático permiten que el productor no invierta en vano en tecnologías que no son las ideales para su cultivo, de acuerdo a las condiciones climáticas que estén presentes.
	Prioridades de desarrollo ambiental	La data que proporciona el sistema ayuda a que no se incorporen actividades o tecnologías que no permitan ahorrar costes de producción, y/o que no exista desperdicio de recursos como agua, energía o materiales.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Filedview Drive asciende a un costo de USD 379 a USD 439) (El costo se incrementa si viene con accesorios). Drive es un dispositivo que se enchufa en el puerto de diagnóstico del equipo o se conecta a un monitor de control. Esto le permite recopilar datos sobre la sembradora, pulverizador y cosechadora compatibles. Los datos se almacenan de forma segura en la nube, lo que permite acceder a datos desde su teléfono, tableta o computadora de escritorio.  Fieldview Seed Scripts: Impulsado por modelos científicos y de investigación únicos, junto con sus datos de campo, permite crear fácilmente prescripciones de plantación de tasa variable adaptadas a campos por solo USD 1/acre. Por otro lado, el programa completo puede ascender a USD 99/año <sup>54</sup> .

### 3.3. Agrosmart

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Agrosmart <sup>55</sup>
	Nombre opcional	Agrointeligente

<sup>53</sup> [https://www.vertica.com/wp-content/uploads/2019/01/Climate-Corp\\_Success-Story-FINAL.pdf](https://www.vertica.com/wp-content/uploads/2019/01/Climate-Corp_Success-Story-FINAL.pdf)

<sup>54</sup> <https://climate.com/pricing/>

<sup>55</sup> <https://agrosmart.cl/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Desafío	Información agroclimática
	Sector	Silvoagropecuario
	Subsector	Agricultura
	Descripción general	Es un sistema de irrigación inteligente, mecanizado y automatizado que cubre las áreas de administración, producción, operación y finanzas aumentando la eficiencia y competitividad de empresas agrícolas. Agrosmart ofrece un sistema de monitoreo remoto en tiempo real que analiza 10 variables ambientales y del terreno. Con base en dicha información realiza recomendaciones para optimizar la aplicación de riego. La prescripción que genera Agrosmart aumenta la eficiencia en el uso del agua y el consumo de combustible para los equipos de irrigación, lo cual incrementa la productividad y reduce costos en los principales cultivos.
	Emissiones GEI del subsector	11801,6 kg de CO <sub>2</sub> e (sector agricultura, 2016)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Corto a mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	AGROsmart viene con una gran volúmen de datos precargados, que contribuye a la fluidez en el ingreso de la información. Por ejemplo, el sistema viene con más de 6.500 contribuyentes del país cargados en el sistema, cientos de recursos, todas las especies, variedades, porta injertos, unidades de medida, cargos, tipos de maquinarias, marcas, y muchos más. Todo lo que se pueda cargar para facilitar el proceso de carga, el sistema lo puede hacer. En la actualidad, el software cuenta con 5.495 hectáreas atendidas, y más de 30 clientes.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El sistema actualmente está adaptado para el uso de empresas agrícolas dedicadas al sector frutícola. Puede ser usado por gobiernos y entidades gubernamentales, empresas pequeñas, medianas o grande, sin importar su ubicación geográfica dentro y fuera de Chile <sup>56</sup> . Además, no requiere instalación, ya que al ser un software a service, completamente en la nube, se puede acceder desde cualquier computador o dispositivo móvil desde cualquier tipo de navegador. En ese sentido, solo se necesita un equipo computador portátil, Tablet o Smartphone y acceso a internet, para poder comenzar a operar con la plataforma AGROsmart.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	La disminución en el uso de equipos para riego evita emisiones de CO <sub>2</sub> al ambiente. Además, el monitoreo de variables ambientales permite al productor conocer las necesidades de su cultivo y adaptarse a las condiciones del clima.
	Prioridades de desarrollo social	Optimiza el tiempo de los agricultores

<sup>56</sup> <https://agrosmart.cl/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Prioridades económico	desarrollo	Reduce costos y aumenta la productividad
	Prioridades ambiental	de desarrollo	Reducción en el consumo de agua y energía, además optimiza procesos de riego y vuelve más eficiente la producción.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos		Un sistema de irrigación inteligente es Agrosmart, la cual opera bajo un modelo de suscripción anual que oscila entre USD 35 y USD 98.000. El valor final depende del tamaño de los cultivos y del nivel de complejidad de los servicios <sup>57</sup> . El costo promedio es de USD 7500.

## 3.4. Machine Learning (ML)

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Machine Learning (ML)
	Nombre opcional	Redes neuronales artificiales
	Desafío	Gestión de información climática silvo agrícola a nivel nacional
	Sector	Silvoagropecuario
	Subsector	Agricultura y Forestal
	Descripción general	Una <i>machine learning</i> es una forma de inteligencia artificial en la que el sistema aprende a partir de los datos suministrados, en lugar de ser programado de manera directa. Dentro se encuentran las Redes Neuronales Artificiales (RNA), las cuales son sistemas de procesamiento de la información, cuya estructura y funcionamiento están inspirados en las redes neuronales biológicas. Las RNA están conectadas entre sí, para transmitir señales para la predicción de series temporales. Esto último es

<sup>57</sup> BrazilJournal (2019). Como a Agrosmart está criando as fazendas do futuro. Tecnología. Brazil Journal. [\[Enlace\]](#)

**Producto 3.2: Priorización de tecnologías**

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		un conjunto de muestras tomadas a intervalos de tiempo regulares; para el análisis de su comportamiento a mediano y largo plazo, logrando detectar patrones de conducta, que permiten hacer pronósticos de cómo será su comportamiento futuro.
	Emissiones GEI del subsector	-65.492,3 kt CO2 eq
	Escala	Gran escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>El espectro de aplicación de las redes neuronales es muy amplio y también incluye la agricultura. Entre las experiencias se encuentran<sup>58</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el gorgojo del grano en el trigo mediante la masa, diámetro equivalente, humedad y dureza del grano.</li> <li>• Examinar el impacto de la variedad y las condiciones climáticas en la concentración de ácido ferúlico, deoxinivalenol y nivalenol en el grano de trigo de invierno.</li> <li>• Identificar plagas de cultivos y hojas de plantas. El método se basa en el almacenamiento y la recuperación de la memoria, y combina una red neuronal convolucional (CNN) y una red antagónica generativa (GAN).</li> <li>• Modelar las respuestas dinámicas del crecimiento de las plantas afectadas por un cambio en la temperatura de la zona de la raíz en plantas de ají hidropónico.</li> <li>• Estimar el rendimiento del grano de maíz mediante la medición de seis índices de vegetación (NDVI, NDRE, WDRVI, EXG, TGI, VARI), cobertura de dosel y densidad de plantas.</li> </ul> <p>Actualmente, el INIA (Instituciones de Investigaciones Agropecuarias) de Chile, desarrolla un proyecto de predicción de sequía agrícola utilizando redes neuronales artificiales y sensoramiento remoto satelital en diferentes horizontes de tiempo para una mejor administración del agua en las regiones de O'Higgins, Maule, Ñuble, Biobío y Araucanía<sup>59</sup>. El sistema de predicción de sequía está basado en la respuesta de la vegetación frente a la falta de agua, es decir, se utiliza a la planta como "sensor", La predicción es obtenida a través de su respuesta espectral que es capturada por satélites de la NASA Terra y Aqua que proporcionan las imágenes del sensor MODIS<sup>60</sup>.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	En Chile, esta tecnología podría aplicarse para la identificación de especies, modelar respuestas dinámicas de crecimiento de las plantas afectadas por cambios de temperatura, entre otros. Como se mencionó, también se puede usar para la predicción de sequías agrícolas o inclusive para averiguar el estado de madurez de ciertos cultivos y predecir el rendimiento de los cultivos teniendo en cuenta variables climáticas. Los agricultores y actores relacionados deben estar capacitados para poder implementar la tecnología y usarla en su máximo potencial.

<sup>58</sup> Kujawa, S. Gniewko N. (2021). "Redes neuronales artificiales en agricultura" Agricultura 11, no. 6: 497. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060497>

<sup>59</sup> INIA (2020). INIA desarrollará proyecto de predicción de sequía agrícola utilizando redes neuronales artificiales y sensoramiento remoto satelital. <https://web.inia.cl/blog/2020/06/23/inia-desarrollara-proyecto-de-prediccion-de-sequia-agricola-utilizando-redes-neuronales-artificiales-y-sensoramiento-remoto-satelital/>

<sup>60</sup> <https://www.innovaspain.com/chile-redes-neuronales-artificiales-y-teledeteccion-para-prevenir-sequias/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Permite adaptar el sector silvoagrícola en relación a cambios de temperatura e impactos de la variedad y condiciones climáticas en distintos tipos de cultivos.
	Prioridades de desarrollo social	La tecnología permitirá una mejor administración del agua, a instituciones y a las asociaciones de canalistas de las regiones, lo que finalmente repercutirá en beneficios para los agricultores y ganaderos del país. Se brindará capacitaciones sobre la tecnología.
	Prioridades de desarrollo económico	Con la información el gobierno podrá adquirir con tiempo alimentos y forraje para los animales, lo que permitiría obtenerlos con valores normales y no con sobreprecios debido a la alta demanda que se podría producir en momento de escasez, situación que también perjudica al agricultor.
	Prioridades de desarrollo ambiental	La tecnología permite administrar mejor los recursos, en especial el agua, en condiciones de escasez. Una mejor administración del agua, y una anticipación del escenario disminuirán sustancialmente las pérdidas en medidas de control, permitiendo una planificación eficiente de los recursos asociados a las medidas de mitigación y control
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Por ejemplo, una tecnología de machine learning es un sistema de control de calidad utilizando redes neuronales para la clasificación del estado de un cultivo. En este caso, los costos totales de recursos materiales ascienden a S/1569, los costos operacionales a S/ 7.000, los costos reservan de gestión a S/ 7.000 y los costos de costos Inversión a S/ 9.569. En total, los costos CAPEX ascenderían a aproximadamente USD 3.200. Este monto puede variar dependiendo del tamaño del cultivo, además del tipo de método que se use.

## 3.5. Monitoreo satelital

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Monitoreo satelital <sup>61</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	Gestión de información climática silvo agrícola a nivel nacional
	Sector	Silvoagropecuario
	Subsector	Forestal

<sup>61</sup> Ministry of Science, Technology and Innovations, UNEP (2021). Report on the technology needs assessment for the implementation of climate action plans in Brazil: mitigation. – Brasília. Disponible en [\[Enlace\]](#)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Descripción general	Los sistemas de seguimiento por satélite permiten obtener datos sobre una zona concreta mediante la captación de imágenes aéreas. Estas imágenes permiten identificar si una zona tiene una cubierta vegetal autóctona o exótica, el nivel de degradación, el uso del suelo (actividades agrícolas o de otro tipo) e identificar las características específicas del paisaje.
	Emisiones GEI del subsector	-65.492,3 kt CO2 eq
	Escala	Mediana a gran escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El seguimiento por satélite puede aplicarse a las principales características del paisaje y las actividades rurales, especialmente para el seguimiento de la deforestación, la restauración de los bosques y la agricultura de precisión.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	El sector público, con el fin de introducir mejores tecnologías a los subsectores agricultura y forestal, podría crear un fondo para permitir que los productores y personas encargadas de prevenir la deforestación puedan acceder a dicha tecnología.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Con el monitoreo satelital se pueden detectar zonas que están siendo deforestadas o el nivel de degradación del suelo, por lo cual se tomaría una acción más rápida y se ejecutarían medidas de prevención para que los bosques se adapten mejor a las condiciones y con ello, un aumento en la absorción de CO2.
	Prioridades de desarrollo social	Permite conservar los servicios ecosistémicos que proveen los bosques y suelos, como la generación de medios de vida (agricultura, ganadería, actividad forestal y pesca).
	Prioridades desarrollo económico	La detección temprana de zonas con suelo degradado o con deforestación permitirá que se realicen acciones que eviten la pérdida de bosques o cultivos, lo cual significa una reducción en costos operativos.
	Prioridades de desarrollo ambiental	La detección temprana de zonas con suelo degradado o con deforestación permitirá que se realicen acciones que eviten la pérdida de bosques o cultivos, lo cual significa conservación del ambiente, protección de sumideros de carbono y absorción de CO2.
<b>Costos</b>		Usando datos satelitales comerciales con un tamaño de píxel de 10 a 30 m, el costo del servicio oscila entre 65.000 y 68.000 € por temporada de cultivo. El costo de los datos satelitales comprendería alrededor del 25% del costo total del servicio. Si se necesitan

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Costos asociados a la tecnología y supuestos	datos de muy alta resolución espacial (p. ej., tamaño de píxel de 5 m) (p. ej., para cubrir un mayor nivel de fragmentación del campo, parcelas más pequeñas), el costo de los datos satelitales alcanzaría alrededor del 40 % del costo total. Con la disponibilidad de datos satelitales gratuitos de la próxima misión Sentinel-2 (con una resolución espacial de 10 a 30 m), se prevé un costo promedio del servicio de alrededor de 50.000 € por temporada de cultivo. Este costo se reducirá aún más con la automatización de varios pasos de procesamiento como, por ejemplo, la corrección atmosférica
--	--	--

## 3.6. Sistema de Alertas Tempranas (SAT)

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Sistema de Alertas Tempranas (SAT)
	Nombre opcional	-
	Desafío	Gestión de información climática silvo agrícola a nivel nacional
	Sector	Silvoagropecuario
	Subsector	Agricultura y Forestal
	Descripción general	Un sistema de alertas tempranas es un sistema integrado que permite a la población, saber cuándo se avecinan eventos climáticos extremos como sequías, marejadas, incendios forestales, heladas, entre otros, e informa a los tomadores de decisiones y comunidades cómo actuar para minimizar los impactos que puedan generarse. Los SAT son una medida eficaz y viable de adaptación al cambio climático, que además de salvar vidas puede mitigar otros impactos como las pérdidas económicas y el incremento de desigualdades por cuenta de la ocurrencia de eventos extremos.
	Emisiones GEI del subsector	11801,6 kg de CO <sub>2</sub> e (sector agricultura, 2016)
	Escala	Mediana a gran escala

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), cuenta con un Centro de Alerta Temprana que monitorea distintas variables de amenazas que puedan generar desastres en el país. Sin embargo, existen grandes extensiones de Chile que no cuentan con estaciones de monitoreo, como la Isla de Pascua, algunas zonas alejadas de la Patagonia Chilena y ciertas zonas de la cordillera de los Andes lo que impide el seguimiento de las variables hidrometeorológicas con alta precisión en estos lugares <sup>62</sup> .
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	En Chile, para el desarrollo de esta tecnología, se deberá considerar el fortalecimiento de conocimiento tanto a agricultores como a otros involucrados del sector y la población.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El Sistema de alerta temprana ayuda al manejo preventivo de incendios forestales, contribuyendo a la reducción de emisiones y fortaleciendo las capacidades de respuesta en las comunidades frente a eventos adversos.
	Prioridades de desarrollo social	Reduce la pérdida de cosechas de los agricultores.
	Prioridades desarrollo económico	Reduce costos y aumenta la productividad.
	Prioridades de desarrollo ambiental	La tecnología permite que se realicen acciones que eviten la pérdida de bosques o cultivos, lo cual conlleva a la conservación del ambiente.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	En el caso de Argentina, el proyecto busca implementar el uso de herramientas tecnológicas para modernizar el sistema de prevención, monitoreo y alerta temprana de incendios forestales de las provincias de Neuquén, Río Negro y Tierra del Fuego. Demandó una inversión de más de \$6.000.000, de los cuales \$4.600.000 fueron financiados por Nación. Esto corresponde aproximadamente a USD 35.000.

<sup>62</sup> [https://www.cigiden.cl/wp-content/uploads/2021/04/PP\\_SMAT\\_v06-con-ISBN-DIGITAL.pdf](https://www.cigiden.cl/wp-content/uploads/2021/04/PP_SMAT_v06-con-ISBN-DIGITAL.pdf)

## 4. Gestión de residuos municipales

### 4.1. Planta de compostaje de residuos orgánicos municipales

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Planta de compostaje de residuos orgánicos municipales
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	El compostaje es una tecnología de tratamiento de desechos a través de la cual la materia orgánica es estabilizada por acción microbiana y convertida en compost, un abono natural, rico en nutrientes y de fácil aplicación en los cultivos. Al ser un proceso biológico, el compostaje depende directamente del crecimiento y la actividad de los distintos microorganismos (bacterias, actinomicetos y hongos). Su fuente de nutrientes y energía son los mismos desechos, que son sometidos a un proceso bio-oxidativo de sustancias. Los sustratos más comunes son desechos orgánicos, subproductos de actividades agrícolas y/o ganaderas <sup>63</sup> . Las plantas de compostaje pueden ser instaladas en comunas urbanas y utilizar el compost generado localmente.
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>En Chile, una persona genera, en promedio, 1,25 kilos de basura diariamente, y aproximadamente el 50% corresponde a residuos orgánicos que terminan en rellenos sanitarios. Por esta composición, el compostaje adquiere suma importancia. Aunque algunas personas recién se están familiarizando con el concepto, destacan diferentes iniciativas difundidas en redes y emprendimientos que promueven este hábito en sus hogares e inclusive a gran escala. En la localidad de Crucero, dentro de la comuna de Purranque, existe una mega planta abierta de compostaje perteneciente a la empresa Zero Corp. La empresa recolecta residuos orgánicos de diferentes industrias que operan en el sur de Chile, en su mayoría de las regiones de Los Lagos y Los Ríos. En promedio, la planta es capaz de procesar la exorbitante cifra de 3.600 toneladas mensuales desde las ciudades industriales<sup>64</sup>.</p> <p>En la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos de Chile 2040<sup>65</sup>, se pretende elaborar un reglamento específico para establecer un estándar a nivel nacional para el diseño y operación de las plantas de compostaje a distinta escala, así como para las plantas</p>

<sup>63</sup> [https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/UNFCCC\\_docs/tap\\_ecuador\\_mitigation\\_la\\_tecnologia\\_de\\_compostaje\\_0.pdf](https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/UNFCCC_docs/tap_ecuador_mitigation_la_tecnologia_de_compostaje_0.pdf)

<sup>64</sup> Farfán, C. G. (2022, 10 junio). Zero Corp: la mega planta de compostaje que funciona de forma abierta en el sur de Chile. País Circular. [\[Enlace\]](#)

<sup>65</sup> Ministerio de Medio Ambiente (2021). Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2010. [\[Enlace\]](#)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		<p>de digestión anaeróbica, las cuales podrán considerar las normas asociadas a valorización de residuos orgánicos, elaboradas por el Instituto Nacional de Normalización (INN)<sup>66</sup>.</p> <p>Por otro lado, según los resultados del estudio “Asesoría sobre el manejo de residuos orgánicos a nivel municipal en Chile”<sup>67</sup>, las tecnologías con mayor posibilidad de aplicación en el país son el compostaje, vermicompostaje/lombricultura, digestión anaeróbica y secado térmico, siendo esta última una tecnología incipiente que aún no ha sido utilizada de forma masiva a nivel mundial.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>A través de programas que respondan a la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos y con el apoyo de actores de la sociedad civil, academia y sector público. A gran escala, el tratamiento de grandes cantidades de residuos orgánicos, separados previamente en origen, se implementará en plantas industriales controladas que necesitan un espacio considerable en el entorno urbano. El compost obtenido en este caso puede tener diferentes utilidades, en función de la calidad final y el tipo de gestión de la planta<sup>68</sup></p> <p>La comuna de Santa Juana en la Región del Biobío, por ejemplo, cuenta con una Planta Integrada de Manejo de Residuos Sólidos que se instaló en el terreno del antiguo vertedero a aproximadamente 10 km del pueblo, la cual incluye una planta para el acopio y pretratamiento de envases y embalajes y para el compostaje de residuos orgánicos.</p>
<b>Contribución al desarrollo Del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Al reciclar los residuos orgánicos se contribuye a la reducción de los desechos destinados a rellenos sanitarios, mitigando así el Cambio Climático.
	Prioridades de desarrollo social	Genera conciencia y responsabilidad medioambiental en los ciudadanos, así como mejora la calidad de vida a través del mantenimiento de áreas verdes (uso del compost)
	Prioridades desarrollo económico	Supone un ahorro en costo de compra de compostajes, se puede usar el abono para los parques comunales o inclusive se obtienen ganancias por la venta del compost. Además, se reduce el monto gastado en transporte de residuos, siempre y cuando la planta de compostaje esté más cerca que el relleno sanitario o botadero.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y la mejora en la calidad del aire. Además, contribuye al incremento de materia orgánica de los suelos agrícolas, y por tanto a la mejora de su fertilidad, estructura y retención hídrica, previniendo así su erosión y degradación.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	En relación con una planta de compostaje de 500 ton/año: los costos CAPEX (compostador cilíndrico automático, rodamientos, motor, ventilador, trituradora, medidor de temperatura y ph, pala, carretilla, terreno, infraestructura, equipo eléctrico, cañerías y contingencias) ascienden a un promedio de USD 100.000; mientras que para gastos OPEX, se considera aproximadamente USD 45.000 (mano de obra con 5 obreros y un supervisor), agua y electricidad y mantención de equipos. Los costos CAPEX y OPEX disminuirán dependiendo de la cantidad de ton/año <sup>69</sup> .

<sup>66</sup> Ministerio del Medio Ambiente. (2018, 6 diciembre). Compostaje: Una tendencia para combatir el Cambio Climático. [\[Enlace\]](#)

<sup>67</sup> ImplementaSur (2019). Asesoría sobre el manejo de residuos orgánicos generados a nivel municipal en Chile. ID 608897-104-LE18 [\[Enlace\]](#)

<sup>68</sup> Amigos de la Tierra (s.f.). Ventajas del compostaje. [\[Enlace\]](#)

<sup>69</sup> <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181792/Analisis-de-prefactibilidad-tecnica-economica-para-el-desarrollo-del-compostaje-acelerado-de-residuos-solidos-organicos-%28RSO%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 4.2. Vermicompostaje de residuos orgánicos municipales

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Vermicompostaje de residuos orgánicos municipales
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	<p>El Vermicompostaje es una técnica que consiste en un proceso de bio-oxidación y estabilización de la materia orgánica, mediado por la acción combinada de lombrices de tierra y microorganismos, del que se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost o humus de lombriz, muy apreciado en el mercado. Se puede desarrollar a múltiples escalas como lo es el vermicompostaje comunitario, el cual se entiende como un proceso en el que un grupo de personas lleva sus restos de comida y otros desechos orgánicos a un lugar central dentro y/o cercano a la comunidad.</p> <p>En principio, las materias primas para el vermicompostaje son las mismas que para el compostaje, aunque con algunos conceptos referentes a las condiciones y contenidos necesarios para que las lombrices puedan llevar a cabo su metabolismo<sup>70</sup>. Para mantener en condiciones óptimas las lombrices y conseguir un buen vermicompost deben cumplirse una serie de requisitos:</p> <p>Ausencia de luz: las lombrices viven debajo de la superficie del suelo, no toleran bien la luz, por lo que aparte deben estar en un recipiente tapado.</p> <p>Humedad: la presencia de cutícula permeable hace que pierda agua fácilmente, no les conviene que baje drásticamente la humedad, porque no sólo paraliza la actividad, sino que puede reducir la población.</p> <p>Temperatura: el óptimo debe oscilar entre los 20°C, aunque resisten temperaturas entre los 4-30°C. Así cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.</p> <p>pH: no soportan valores inferiores a 4.5, la acidez les resulta desagradable, aunque algo leve pueden tolerarla.</p> <p>Alimentación: prefieren los restos vegetales algo descompuestos con una relación C/N (relación entre el carbono y nitrógeno) relativamente baja, esto hace que presenten una fuerte selectividad con respecto a la vegetación que existe sobre el suelo. Los restos de verduras y frutas de cocina son de su agrado en cuanto a la relación C/N.</p> <p>El vermicompostaje</p>
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Pequeña escala o gran escala
	Disponibilidad	Corto plazo

<sup>70</sup> AgroWaste (s.f.). Vermicompostaje. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/sostenibilidad/vermicompostaje.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

Priorización	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Existen varios emprendimientos e iniciativas relacionadas al vermicompostaje a nivel comunal. En la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos de Chile 2040 <sup>71</sup> , se disponen de metas intermedias al 2030 en donde se considera la instalación de vermicomposteras y composteras en viviendas, además de incluir la presente tecnología en establecimientos educacionales. Se menciona que, el contar con este tipo de equipamiento en hogares chilenos se ha vuelto cada vez más común.  Según los resultados del estudio “Asesoría sobre el manejo de residuos orgánicos a nivel municipal en Chile” <sup>72</sup> , las tecnologías con mayor posibilidad de aplicación en el país son el compostaje, vermicompostaje/lombricultura, digestión anaeróbica y secado térmico, siendo esta última una tecnología incipiente que aún no ha sido utilizada de forma masiva a nivel mundial.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	La tecnología puede ser implementada a nivel de hogares, barrios y/o comunas, a través de programas que busquen responder a las metas y objetivos de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos de Chile 2040. En general, los sistemas de lombricultura son camas rectangulares con desnivel, buen drenaje y preferiblemente cubiertas. Existen sistemas a pequeña y gran escala. La eficiencia del sistema depende de la facilidad de cosechar el humus libre de lombrices, por lo que se prefieren sistemas en los que las lombrices migran de acuerdo con la provisión de alimentación (flujo vertical o flujo horizontal).  A nivel de pequeña escala, se consideran vermicomposteras comunales o en cada casa. En una vermicompostera a pequeña escala es importante considerar que las lombrices pueden alimentarse de una amplia gama de alimentos que deben ser blandos y muy bien picados; (2-4 cm. como máximo) para facilitar su descomposición en el intestino y así reducir la duración del proceso de obtención del vermicompost <sup>73</sup> .  Por otro lado, a nivel industrial o de gran escala, se implementa una planta de vermicompostaje. En este caso, se debe tomar en cuenta especialmente los malos olores emitidos, el control de las moscas, hormigas, y el consumo de agua que se use para controlar el sistema <sup>74</sup> .
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Al reciclar los residuos orgánicos se contribuye a la reducción de los desechos destinados a rellenos sanitarios, mitigando así el Cambio Climático.
	Prioridades de desarrollo social	Genera conciencia y responsabilidad medioambiental en los ciudadanos
	Prioridades económicas de desarrollo	Supone un ahorro en costos pues el compost se usa para mezclas de macetas, germinación de semillas, entre otros. La tecnología es económica y supone la reducción del costo asociado a la recolección y transporte de estos residuos.
	Prioridades de desarrollo ambiental	El vermicompost tiene pH neutro, y es idóneo para la mayoría de las plantas. Además, es una forma de incorporar los efectos beneficiosos que las lombrices aportan al terreno, reduciendo la cantidad de materia orgánica que podría ir al vertedero.

<sup>71</sup> Ministerio de Medio Ambiente (2021). Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2010. [Enlace]

<sup>72</sup> ImplementaSur (2019). Asesoría sobre el manejo de residuos orgánicos generados a nivel municipal en Chile. ID 608897-104-LE18 [Enlace]

<sup>73</sup> TNA Report Ecuador (s.f.). Lombricultura. <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2013/12/ref35x21-35.pdf>

<sup>74</sup> AgroWaste (s.f.). Vermicompostaje. <https://www3.gobiernododecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/sostenibilidad/vermicompostaje.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	El costo de inversión para una planta de producción de 5.000 ton de humus anuales asciende a USD 120.000 (gastos notariales, compra de cabinas, galpón, habilitación de agua, radier, máquina volteadora, lombrices, construcción de lechos, servicio de preparación de terreno, harnero eléctrico, camioneta). Por otro lado, los costos de terreno pueden ascender a USD 200 000. Finalmente, los costos de funcionamiento pueden ascender a USD 100,000 (electricidad, agua, mantención de materiales e infraestructura, pruebas de laboratorio, mantención del terreno, máquina retroexcavadora). Aquí es importante considerar los ingresos que supone la venta del humus, que puede ascender a USD 425 por tonelada <sup>75</sup> .
---------------	--	---

### 4.3. Fermentación en estado sólido

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Fermentación en estado sólido
	Nombre opcional	Solid State Fermentation (SSF)
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	SSF es una técnica de cultivo tradicional de tecnología de alimentos e involucra todos los cultivos de microorganismos en un sustrato sólido sin fase líquida libre <sup>76</sup> . Se define como una fermentación llevada a cabo en ausencia o casi ausencia de agua libre. Esta tecnología permite utilizar desechos orgánicos sólidos como sustratos sin pretratamiento obligatorio, asemejándose a un ambiente natural para que prosperen los microorganismos. Se han reportado muchos procesos exitosos en la producción de una variedad de bioproductos tales como enzimas hidrolíticas, en su mayoría carbohidrasas para la producción de bioetanol y, en menor medida, aromas, biosurfactantes, bioplaguicidas, bioplásticos, ácidos orgánicos o compuestos fenólicos <sup>77</sup> .
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No

<sup>75</sup> [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111261/cf-astudillo\\_rc.pdf?sequence=1](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111261/cf-astudillo_rc.pdf?sequence=1)

<sup>76</sup> Peralta, R. M., da Silva, B. P., Gomes Córrea, R. C., Kato, C. G., Vicente Seixas, F. A. & Bracht, A. (2017). Enzymes from Basidiomycetes—Peculiar and Efficient Tools for Biotechnology. *Biotechnology of Microbial Enzymes*, 119-149. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803725-6.00005-4>

<sup>77</sup> Cerda, A. et al (2019). Innovative Production of Bioproducts From Organic Waste Through Solid-State Fermentation. *Frontiers*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00063/full>.

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>SSF es una herramienta esencial para llenar los vacíos en la transición a una bioeconomía circular. Sin embargo, es necesario desarrollar procesos eficientes para que SSF sea competitivo con los sistemas de producción comerciales basados en Fermentación sumergida<sup>78</sup> (SmF) y otras tecnologías consolidadas de valorización al final del proceso.</p> <p>En general, existe un gran potencial para procesar grandes cantidades de residuos y subproductos y reutilizarlos como fuentes de energía o materiales útiles. Uno de los bioproductos estudiados consiste en bioplaguicidas, especialmente los derivados de <i>Bacillus thuringiensis</i>. Hay varios informes sobre este tema, utilizando muchos residuos orgánicos diferentes como sustratos, como la fibra de soja, los biorresiduos o incluso el digestato de biorresiduos.</p> <p>SSF es una tecnología atractiva. Sin embargo, existen algunas limitaciones que dificultan su implementación a gran escala (la literatura científica a menudo cubre experimentos a escala de laboratorio), siendo el más relevante el diseño del reactor y el efecto de aumento de escala en la productividad del proceso.</p>
	Supuestos de implementación de la tecnología ¿Cómo será implementada y difundida en el subsector?	Además de las enzimas hidrolíticas, otros bioproductos atractivos, pero menos estudiados obtenidos por FES son los antibióticos, ácidos orgánicos, biopesticidas, aromas, biocombustibles, bioplásticos y biosurfactantes. La mayoría de los estudios reportados destacan el uso de residuos orgánicos como sustrato para su posterior valorización. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se realizaron a escala de laboratorio utilizando pequeñas cantidades de sustratos. Se debe tener en cuenta que los organismos crecen lentamente y, en consecuencia, existe una limitación en la formación de productos <sup>79</sup> .
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Al usar residuos orgánicos como reemplazo de un sustrato de fase no líquida, se permite recuperar los residuos que inicialmente podrían terminar en un relleno o botadero, reduciendo la emisión de GEI.
	Prioridades de desarrollo social	Solución a la acumulación de vertederos y microbasurales.
	Prioridades de desarrollo económico	Relativamente económico. Se encuentran bajos requerimientos de energía y agua, bioproductos concentrados; además requiere menos inversión de capital.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Es considerado como un proceso amigable con el medio ambiente.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Para los recursos físicos se considera un capital de inversión de USD 4.000 (batería de reactores, termocuplas, equipo de cómputo, caudalímetro y sensor de oxígeno). Estos recursos corresponden a reactores de fermentación a escala de laboratorio con un volumen operacional de un litro y su respectiva instrumentación <sup>80</sup> .

<sup>78</sup> SmF se ha definido como el cultivo de microorganismos en un medio nutritivo con un exceso de agua que fluye libremente. Las fermentaciones sumergidas (SmF) y las fermentaciones en estado sólido (SSF) son los dos métodos ampliamente empleados para la producción de amilasas.

<sup>79</sup> Aryal, S. (2022, 5 septiembre). Solid State Fermentation (SSF). Microbe Notes. <https://microbenotes.com/solid-state-fermentation-ssf/>

<sup>80</sup> [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17969/1/2020\\_Fermentacion\\_Estado\\_Solido.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17969/1/2020_Fermentacion_Estado_Solido.pdf)

--	--	--

## 4.4. Pirólisis de residuos orgánicos

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Pirólisis de residuos orgánicos <sup>81</sup>
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	La pirólisis es una tecnología de conversión que utiliza un proceso termoquímico para convertir compuestos orgánicos en presencia de calor y ausencia de oxígeno en productos valiosos que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Las transformaciones químicas de las sustancias generalmente van acompañadas de la ruptura de los enlaces químicos, lo que conduce a la conversión de moléculas más complejas en moléculas más simples que también pueden combinarse entre sí para formar nuevamente moléculas más grandes. Los productos de la pirólisis no suelen ser los componentes básicos de la sustancia descompuesta, sino que se modifican estructuralmente (por ejemplo, por ciclación y aromatización o reordenamiento). La pirólisis convierte la biomasa en tres subproductos: líquidos (bio-aceite), sólido (bio-carbón) productos gaseosos que comprenden CO <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> <sup>82</sup> . Existen, además, diferentes tipos de pirólisis de residuos orgánicos, por ejemplo: torrefacción y pirólisis lenta.
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO <sub>2</sub> eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
	Antecedentes/ Notas / Descripción	Tanto las plantas de pirólisis como las de gasificación permanecen aún en una fase de investigación y experimentación en Europa y EE. UU. Solo la pirólisis de neumáticos y de madera tiene una aplicabilidad ligeramente más amplia en Europa. En Chile, Chiloé se ha planteado la

<sup>81</sup> Tech4Biowaste. (s. f.). Pyrolysis. Recuperado 3 de noviembre de 2022, de <https://www.tech4biowaste.eu/wiki/Pyrolysis>

<sup>82</sup> Gosgot Angeles, W., Rivera López, R. Y., Rascón, J., Barrera Gurbillón, M. N., Ordinola Ramirez, C. M., Oliva, M. & Montenegro Santillan, Y. (2021). Valorización energética de residuos orgánicos mediante pirolisis. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 5(2), 26. <https://doi.org/10.25127/aps.20212.766>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Antecedentes e implementación</b>	corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>implementación de una planta de pirólisis; mientras que, a escala nacional, se dispone a nivel de laboratorio de hornos de pirólisis con capacidad limitada de producción. Sin embargo, desde el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondecyt) trabajando para generar hornos a nivel predial, que significa una solución factible para que los productores puedan disponer de sus residuos para la elaboración de biocarbones en su mismo predio, potenciando la economía circular<sup>83</sup>.</p> <p>El biochar (también llamado carbón vegetal) es un residuo sólido rico en carbono, resultado de la pirolización de cualquier tipo de residuos sólidos orgánicos. Las características del biochar generado por pirólisis dependen del grado de temperatura y tiempo al que son expuestos los residuos y se obtiene al someter desechos naturales, como cáscaras de frutas o verduras, a temperaturas entre 500 a 600 C° sin presencia de oxígeno<sup>84</sup>. En Perú se ha elaborado este subproducto, siendo utilizado como fertilizante para enmendar o acondicionar los suelos, ajustando sus nutrientes u otros componentes, y, de esta manera, mejorar su calidad<sup>85</sup>.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>Diseño e instalación de una planta de pirólisis a mediana escala, siendo inicialmente una planta piloto. Por ejemplo, en Chile, con el fin de ser un aporte en la reducción de los residuos sólidos, investigadores de la Universidad Católica del Norte (UCN) ejecutaron el proyecto “Planta de Valorización Energética de Residuos Sólidos para San Pedro de Atacama”. Este sistema implicó la creación de una planta piloto en la que se ingresan los residuos para ser descompuestos mediante pirólisis<sup>86</sup>.</p> <p>Existe otro caso en Perú, en donde en la Sección Química de la Pontificia Universidad Católica del Perú se ha diseñado y construido una planta piloto de tipo pirólisis flash, para maximizar el rendimiento de bioaceite a partir de desechos orgánicos de la misma universidad<sup>87</sup>.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	La pirólisis es importante porque ayuda a controlar la contaminación del aire asociada con la incineración. También ayuda a reducir la cantidad de desechos entrantes y la generación de desechos estériles, lo que prolonga la vida útil del vertedero y mejora la calidad del vertedero.
	Prioridades de desarrollo social	La pirólisis es considerada como una de las soluciones más sostenibles en la gestión y valorización de los residuos.
	Prioridades desarrollo económico	Esta tecnología permite la recuperación, facilita el transporte, almacenamiento y aprovechamiento de los residuos y, además, es de fácil y bajo costo de operación y mantenimiento <sup>88</sup>
	Prioridades de desarrollo ambiental	La pirólisis es importante porque ayuda a controlar la contaminación del aire asociada con la incineración.

<sup>83</sup> Luza, V. (2022, 17 junio). Investigan material que se forma a partir de residuos orgánicos que podría recuperar miles de hectáreas de suelos pobres para la agricultura. [\[Enlace\]](#)

<sup>84</sup> Gosgot Angeles, W., Rivera López, R. Y., Rascón, J., Barrera Gurbillón, M. N., Ordinola Ramirez, C. M., Oliva, M. & Montenegro Santillan, Y. (2021). Valorización energética de residuos orgánicos mediante pirolisis. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 5(2), 26. <https://doi.org/10.25127/aps.20212.766>

<sup>85</sup> RPP. (2022). Biochar: el carbón hecho a base de desechos vegetales que beneficia al medio ambiente. RPP Noticias. [\[Enlace\]](#)

<sup>86</sup> Cabello, M. (s. f.). Inauguran planta para convertir residuos sólidos en insumos energéticos. Reporte Minero | El portal de minería en Chile. [\[Enlace\]](#)

<sup>87</sup> Klug, M. (s. f.). Pirólisis, un proceso para derretir la biomasa. Revista de Química PUCP, 26(1-2), 37. [\[Enlace\]](#)

<sup>88</sup> Gosgot Angeles, W., Rivera López, R. Y., Rascón, J., Barrera Gurbillón, M. N., Ordinola Ramirez, C. M., Oliva, M. & Montenegro Santillan, Y. (2021). Valorización energética de residuos orgánicos mediante pirólisis. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 5(2), 26. <https://doi.org/10.25127/aps.20212.766>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Para determinar los costos de inversión de un proyecto de pirólisis se tienen en cuenta parámetros tales como el costo del terreno, el costo de la maquinaria y los costos de construcciones y edificaciones, lo cual es información económica necesaria para introducir los valores de las variables de entrada que requiere el proyecto, y que es esencial para el correcto análisis financiero del mismo. Para el costo de las construcciones y edificaciones se toma en cuenta un valor de USD 125/m <sup>2</sup> . El total de los costos de inversión corresponden a USD 214.000 (Esto es considerando el producto de mayor producción bioaceite, razón por la cual se realizó el análisis de la demanda para el mismo, teniendo un valor de 27.083.860 de barriles para el año 2021) <sup>89</sup>
---------------	--	---

## 4.5. Tratamiento biológico de residuos orgánicos municipales mediante larvas de mosca soldado-negra

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Tratamiento biológico de residuos orgánicos municipales mediante larvas de mosca soldado-negra
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	La mosca soldado negro (MSN) se alimenta de los residuos orgánicos y su larva puede ser usada como una fuente de alimento para animales como pollos, peces y cerdos. En el método de descomposición por especies biológicas, el tratamiento de larvas de MSN es una de las tecnologías que reúne tres términos principales: compostaje de desechos, recuperación de nutrientes y generación de ingresos en su aplicación; lo que la hace una alternativa que se destaca con respecto a las otras pues se considera de bajo costo, bajo mantenimiento, requiere una operación menos sofisticada, tiene una baja huella ecológica y un potencial económico más alto <sup>90</sup> .
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO <sub>2</sub> eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano plazo

<sup>89</sup> <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8645/1/6162924-2021-2-IQ.pdf>

<sup>90</sup> Cabrera, D. & López, A. (s. f.). EVALUACIÓN DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA (*Hermetia Illucens*) COMO ALTERNATIVA PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS [Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Química]. Universidad de América.

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>Existe un caso de éxito local de una planta industrial de mosca soldado negro ubicada en la séptima región, comuna de Maule, en donde se muestran alternativas de colaboración con los municipios para el procesamiento de sus residuos orgánicos con la tecnología de la mosca soldado negro<sup>91</sup>. Esta especie se puede cultivar y cosechar en instalaciones simples que no requieren grandes habilidades operativas y respecto a otros insectos tienen la ventaja de convertir los desechos en alimento, generar valor y cerrar los circuitos de nutrientes a medida que reducen la contaminación y los costos<sup>92</sup>.</p> <p>En Maule, esta tecnología se propuso en el marco de un proyecto desarrollado por BlackForest Solutions GmbH, empresa que contratada por la Cámara Alemana - AHK Chile, realizó un estudio que en su primera fase consideró un análisis de la situación actual de la gestión de residuos sólidos, con enfoque en residuos orgánicos, en cada municipio. En su segunda fase contempla el desarrollo de planes de acción para cada municipio con el fin de apoyar la implementación de la estrategia nacional de gestión de residuos orgánicos de Chile. Para ello, la empresa viene realizando un fuerte intercambio a través de grupos de trabajo entre expertos alemanes y chilenos, con el objetivo de crear competencias y compartir experiencias que puedan ser utilizadas por todas las municipalidades en Chile.</p> <p>La actividad es parte del programa de cooperación chileno-alemana en materia de residuos orgánicos, que ha impulsado AHK Chile en vista de los desafíos que plantea la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se debe implementar una planta industrial de cría de la mosca soldado negro, donde las larvas procesan el residuo orgánico, las que, al secarse, son vendidas como alimento para distintos animales.

<sup>91</sup> AHK Chile. (2022). Mosca soldado negro, la innovadora propuesta para la gestión de residuos orgánicos municipales. AHK Chile. [\[Enlace\]](#)

<sup>92</sup> Cabrera, D. & López, A. (s. f.). EVALUACIÓN DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA (Hermetia Illucens) COMO ALTERNATIVA PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS [Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Química]. Universidad de América.

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Se trata de una tecnología extremadamente eficiente, ya que reduce mucho más las emisiones de efecto invernadero que una planta de compostaje.
	Prioridades de desarrollo social	Maximiza beneficios ambientales para ciudades y municipalidades
	Prioridades desarrollo económico	Se destaca con respecto a las otras pues se considera de bajo costo, bajo mantenimiento, requiere una operación menos sofisticada
	Prioridades de desarrollo ambiental	Tiene una baja huella ecológica y un potencial económico más alto <sup>93</sup>
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	El costo fijo asociado a la producción de abono orgánico a partir de desechos sólidos orgánicos usando la larva <i>Hermetia illucens</i> como método de degradación asciende a USD 1.000 (proceso de tratamiento de 35.62 kg diarios de residuos orgánicos). También se consideran los costos variables que son representados por la materia prima, servicios y mano de obra <sup>94</sup> (Se considera el uso de <i>Hermetia Illucens</i> ).

<sup>93</sup> Cabrera, D. & López, A. (s. f.). EVALUACIÓN DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA (*Hermetia Illucens*) COMO ALTERNATIVA PARA LA DEGRADACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS [Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Química]. Universidad de América.

<sup>94</sup> <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8329/1/6152687-2021-1-IQ.pdf>

## 4.6. Planta de digestión anaerobia

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Planta de digestión anaerobia
	Nombre opcional	Planta
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	En este proceso, también denominado biometanización, interviene una serie de microorganismos que degradan la biomasa en ausencia de oxígeno y se lleva a cabo dentro de reactores herméticos o biodigestores. Como resultado de esta biometanización, se obtiene una mezcla de gases (metano y dióxido de carbono) conocida como biogás que puede ser aprovechado en el ámbito doméstico e industrial, o como combustible para los vehículos <sup>95</sup> . Un residuo de esta tecnología es el digestato, el cual contiene macro y micronutrientes para el crecimiento de las plantas, donde la enmienda del suelo con digestato influye en la actividad microbiana, la estructura de la biomasa microbiana y el tamaño, lo que a su vez mejora la fertilidad y la calidad del suelo y, por lo tanto, mejora la seguridad alimentaria.
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>En Chile existen biodigestores y plantas de Biogás. Además, el Ministerio de Energía cuenta con un manual para la implementación de este tipo de tecnologías<sup>96</sup>. Como país, numerosos factores apuntan a esta tendencia: la energía escasea y su valor es alto, abunda la materia prima para realizar esta tecnología, la tecnología está disponible, resuelve problemas ambientales, y los proyectos pueden ser muy grandes, pero también a pequeña escala<sup>97</sup>.</p> <p>En el país se están desarrollando proyectos de biogás a diferentes escalas y para distintos usos energéticos. El mayor número de proyectos de biogás en Chile, según los datos del estudio “Modelos de negocio que rentabilicen aplicaciones de biogás en Chile y su fomento<sup>98</sup>”, corresponde a purines y estiércoles, así como rellenos sanitarios y vertederos, con 10 casos cada uno. Los siguen los de agroindustrias (8) y plantas de tratamiento de aguas servidas o PTAS (7). El 60% se encuentra operando o con un proyecto piloto en</p>

<sup>95</sup> Genia Bioenergy. (s. f.). Waste to energy: conversión de residuos en energía renovable. [Enlace]

<sup>96</sup> Ministerio de Energía de Chile (2011). Manual de Biogás. [https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/manual\\_de\\_biogas.pdf](https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/manual_de_biogas.pdf)

<sup>97</sup> Redagícola Chile. (2017). Biogás en Chile y el mundo: Tecnología que transforma un costo en beneficio. Redagícola Chile. [Enlace]

<sup>98</sup> Gamma Ingenieros (2011). Modelos de negocio que rentabilicen aplicaciones de biogás en Chile y su fomento. N° 584105-8-LE10 [Enlace]

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		<p>funcionamiento; un 11% está en construcción o construido, pero todavía sin operar; igual porcentaje para los que están en fase de ingeniería básica o ingeniería de detalle; un 17% se halla en estudio.<sup>31</sup></p> <p>En la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos de Chile 2040<sup>99</sup>, se pretende elaborar un reglamento específico para establecer un estándar a nivel nacional para el diseño y operación de las plantas de compostaje a distinta escala, seguido de uno particular para las plantas de digestión anaeróbica, los cuales podrán considerar las normas asociadas a valorización de residuos orgánicos, elaboradas por el Instituto Nacional de Normalización (INN) 31.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se debe implementar una planta de generación de biogás. Las ubicaciones ideales para la instalación de una planta de biogás son todos aquellos lugares donde exista producción de aguas o lodos residuales orgánicos: explotaciones agrícolas y ganaderas, estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) y procesos industriales con generación de efluentes con alta materia orgánica, como aceites y sueros, entre otros <sup>100</sup> .
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Permite producir biogás naturalmente, con un elevado poder calorífico, para ser utilizado como combustible, evitando así la extracción de combustibles no renovables
	Prioridades de desarrollo social	Una planta de biogás permite prescindir al usuario de los combustibles derivados del petróleo, ya que se genera energía térmica y eléctrica para autoconsumo.
	Prioridades desarrollo económico	La planta de biogás constituye una solución efectiva en la gestión de los residuos orgánicos, tratándolos “in situ” y generando riqueza. Sin embargo, se suele mencionar los altos costos de operación causados por los altos consumos de energía, la falta de parámetros y criterios claros para el diseño y la dificultad que presentan los lodos digeridos aeróbicamente para ser separados mediante centrifugación y filtración al vacío.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Se obtiene energía limpia de residuos contaminantes, por tanto, se convierten los desechos en energía utilizable y se evita su impacto sobre el medio ambiente.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Los costes orientados a instalaciones dependen del tamaño y motor y/o calderas según la potencia necesaria para el aprovechamiento de la energía producida. En relación al coste de obra civil e instalaciones, el presupuesto de ejecución/volumen de digestor puede ir desde USD 350 hasta USD 2.000 por m <sup>3</sup> . Por otro lado, el coste de motores varía teniendo en cuenta la potencia eléctrica (kW), y va desde USD 46.000 (30 kW) hasta los USD 250.000 (300 kW) aproximadamente. El coste de la caldera varía por la potencia nominal y puede ir desde USD 570 (35 kW) hasta los USD 11.000 (2.000 kW). El uso del motor de cogeneración o caldera dependerá de las características y tamaño de la instalación <sup>101</sup> .

<sup>99</sup> Ministerio de Medio Ambiente (2021). Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2010. [\[Enlace\]](#)

<sup>100</sup> ProCycla. (2022). Biodigestores y plantas de biogás. ProCycla | Soluciones Ambientales Integradas. <https://procycla.cl/biodigestores/>

<sup>101</sup> <http://www.arc.cat/es/altres/purins/guia/pdf/ficha6.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

--	--	--

## 4.7. Recuperación de gases de vertedero (LFG)

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Recuperación de gases de vertedero (LFG)
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	<p>La recuperación de gases de vertedero (LFG) es el proceso por el cual el gas metano se recolecta a partir de desechos sólidos depositados en un vertedero. El gas de vertedero es un subproducto natural de la descomposición de material orgánico en los vertederos.</p> <p>Para hacer que el gas pueda utilizarse, primero debe tratarse para eliminar malos olores, agua y partículas. El gas puede utilizarse como un combustible de baja energía para motores, turbinas o calderas de vapor a gas. Además, el gas puede venderse a proyectos comerciales de generación o cogeneración de energía. El procesamiento adicional del gas mediante filtros moleculares se realiza para eliminar el dióxido de carbono e impurezas. Este procesamiento adicional hace que el gas pueda venderse a una compañía de transmisión de gas o servicio público.<sup>35</sup></p> <p>Durante el proceso, se usan una serie de pozos y un sistema de soplado/antorcha o vacío para recolectar el gas. Una vez en el punto de ubicación central, el gas se somete a lavado, deshidratación, compresión y procesamiento. Desde el sistema de recolección central, el gas puede ser utilizado beneficiosamente en proyectos de recuperación de energía de gas de vertedero<sup>102</sup>.</p>
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Corto plazo
	<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?

<sup>102</sup> Gardnerdenver. (s. f.). *Compresores para recuperación de gas de vertedero*. <https://www.gardnerdenver.com/es-ni/leroi/industries/landfill-gas-recovery-process>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/Notas Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	El proyecto de Captura de Gas en el vertedero Santa Marta implica la recolección y el uso de gas de vertedero para la generación de electricidad. Este reduce las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante la captura, quema y generación de electricidad a partir del gas metano (LFG) producido en el relleno sanitario.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Puede implementarse en rellenos con suficiente infraestructura. Por ejemplo, como lo realizado en Santa Marta, el sitio es adecuado para la gestión de residuos sólidos municipales y además corresponde a uno de los vertederos más importantes localizados en la ciudad de Santiago en Chile. En principio, se debe diseñar, construir y operar sistemas de recuperación de energía. Los proyectos de energía de la LFG involucran ingenieros, empresas de construcción, proveedores de equipos y servicios públicos, o usuarios finales de la energía producida <sup>103</sup> .
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Además de evitar que el metano migre a la atmósfera y contribuya a la acumulación de smog a nivel local y al cambio climático a nivel mundial, agrega un valor agregado recuperando la energía generada.
	Prioridades de desarrollo social	Muchos de los costos de los proyectos a nivel local corresponden a gastos en perforación, tuberías, construcción y personal operativo. Estos gastos locales ayudan a las comunidades a recibir beneficios económicos generados por el aumento del empleo y las ventas a nivel local.
	Prioridades desarrollo económico	Los proyectos de energía de la LFG generan ingresos por la venta del gas de la planta de recuperación de gases de vertedero. Los negocios locales ahorran gastos asociados al uso de la LFG como un reemplazo de los costosos combustibles fósiles. Algunas compañías podrían ahorrar millones de dólares durante la vida útil de sus proyectos de energía de LFG.
	Prioridades de desarrollo ambiental	El gas del vertedero se utiliza como una fuente de energía renovable. Además, ayuda a reducir los olores y otros peligros asociados con emisiones.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Dentro de un relleno sanitario, la implementación del sistema de captura y quemado asciende a USD 48.088 de acuerdo a la información de la UNFCC. La inversión en un sistema efectivo de recolección de gas, tapa hermética del vertedero y equipo de quema ascenderá a USD 2.279.515 adicionales a la inversión mínima requerida para cumplir a cabalidad con las normas y la seguridad. Se espera que los costos adicionales de operación y mantenimiento en la Alternativa 3, en comparación con la Alternativa 1, sean de US\$ 85.020 anuales <sup>104</sup> .  Alternativa 1: Esta alternativa corresponde a la captura y quema de una pequeña cantidad de GRS generado en Santa Marta según lo reglamentado por el Ministerio del Medio Ambiente.  Alternativa 2: El operador del vertedero invertiría en equipos de recolección de biogás, equipos de generación de energía y una conexión a la red para suministrar energía a la red nacional chilena (Sistema Nacional Interconectado, SIC).  Alternativa 3: El operador del vertedero invertiría en un sistema de recolección de gas de vertedero de alta efectividad (la actividad de proyecto propuesta).

<sup>103</sup> Gardner Denver. (s. f.). *Compresores para recuperación de gas de vertedero*. <https://www.gardnerdenver.com/es-ni/leroi/industries/landfill-gas-recovery-process>

<sup>104</sup> <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1165902714.87/view>

## 4.8. Gasificación

<b>Datos Generales</b>	Nombre de la tecnología	Gasificación
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	<p>La gasificación consiste en un proceso de oxidación parcial de la materia orgánica transformándola en un gas combustible. De esta manera, la energía química contenida en la materia orgánica se convierte en energía química contenida en un gas. Dicho gas se utiliza como combustible para la obtención de energía en motores, turbinas de gas o calderas. El proceso de gasificación "Cool Plasma" convierte cualquier desecho en productos comercialmente viables utilizando dinámicas de la física del plasma. Los residuos pasan por un campo eléctrico de plasma en una cámara procesadora sin la presencia de oxígeno. Así se produce un ambiente de temperatura extremadamente alta (1300°C), descomponiendo de manera instantánea los desechos en sus componentes moleculares. Este proceso de calentamiento extremo sin oxígeno es distinto a la incineración y no genera las emisiones problemáticas de gas de escape que se produce cuando se encienden los desechos.</p> <p>En ese sentido, se separan componentes básicos y da la posibilidad de producir electricidad en forma rentable, sin contaminar el medio ambiente. Es un producto que puede ser empleado para producir combustibles, productos químicos o energía eléctrica y térmica<sup>105</sup>.</p>
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	En Chile, existe una planta de generación de energía en base a gasificación de biomasa, pero usando los residuos forestales y madereros <sup>106</sup> . Aquella planta está generando 30 kWh de electricidad, usados en las aplicaciones comerciales e industriales de Comercial San Cristóbal, así como inyección del remanente a la red de Edelayésen, generando 60 kWh térmicos para calefacción de las oficinas y salas de ventas. A nivel de residuos sólidos municipales, existen investigaciones en donde se considera la generación eléctrica mediante gasificación por plasma <sup>107</sup> .

<sup>105</sup> UNIDECO (s.f). Tecnología de Gasificación de RSU. <https://www.unideco.com/AMBIENTAL/Residups%20solidos%20urbanos%20RSU/Gasificacion/GasificacionBinder1.pdf>

<sup>106</sup> Ministerio de Energía. (2018). Inauguran primera planta de generación de energía en base a gasificación de biomasa en Chile | Ministerio de Energía. Ministerio de Energía. [\[Enlace\]](#)

<sup>107</sup> Guerra, N. (s. f.). Generación Eléctrica mediante Gasificación por plasma de Residuos Sólidos Municipales [Título de Ingeniero Civil Mecánico]. Universidad de Chile.

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Los residuos son una fuente de energía descentralizada, es decir, repartida por cada lugar donde se asienta una población. Existe la posibilidad de desarrollar una planta de generación eléctrica a gran escala, donde se reúnan los residuos generados de distintas poblaciones alejadas entre sí, para centralizar el proceso. De este modo se podría concentrar la producción y distribuir posteriormente la electricidad producida en mayores proporciones. Sin embargo, la logística complicaría gravemente el proceso, puesto que los costes de transporte aumentarían considerablemente.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Las plantas de gasificación producen cantidades significativamente menores de contaminantes del aire. El proceso reduce el impacto ambiental de la eliminación de desechos porque permite el uso de productos de desecho como materia prima.
	Prioridades de desarrollo social	Es un producto que puede ser empleado para producir combustibles, productos químicos o energía eléctrica y térmica.
	Prioridades desarrollo económico	Es una tecnología rentable y disminuye el consumo energético.
	Prioridades de desarrollo ambiental	A diferencia de la Incineración, la Gasificación realiza la reducción o transformación de RSU en ausencia de oxígeno y a temperaturas más altas, evitando las emisiones de CO2 a la atmósfera
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	La inversión asciende a USD MM 87 aproximadamente (considerando la inversión en planta y preclasificación, obras civiles, conexión a la red y facilidades, inversión en camiones (cada 5 años), inversión en selección y capacitación). El monto más significativo es la planta de procesamiento de basura. Las otras inversiones son menores <sup>108</sup> .

## 4.9. Upgrading de metano

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Purificación de metano
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	Mediante la técnica conocida como upgrading se logra una concentración y purificación del metano del biogás con el fin de aumentar su proporción, convirtiéndolo en biometano, un producto muy similar en composición, características, posibilidad de usos y potencial energético

<sup>108</sup> <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115340/Instalacio%CC%81n-de-una-planta-para-la-conversio%CC%81n-de-residuos-so%CC%81lidos-municipales-en-energi%CC%81a-localizada-en.pdf?sequence=4>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		al gas natural. Así, se puede obtener un gas renovable con características similares al gas natural, que puede ser inyectado a la gasista o como combustible (bio-GNC o bio-GNL) <sup>109</sup> . Además del biogás y el biometano, esta tecnología Waste-to-Energy aplicada sobre los residuos orgánicos permite la recuperación de materia orgánica tras el proceso, a través de los digestatos generados. Estos digestatos son la materia sólida y líquida que queda tras el proceso de biometanización, rica en materia orgánica y mineral, y que tras un adecuado control y tratamiento pueden emplearse como biofertilizante o compost.
	Emissiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana o gran escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	<p>El Ministerio de Energía cuenta con una guía denominada "Guía para el instalador de plantas de biogás de mediana y gran escala"<sup>110</sup> donde se considera el proceso de Upgrading y las distintas tecnologías disponibles para acondicionar la planta a ello: Tecnologías basadas en adsorción, absorción, en membranas, entre otras.</p> <p>El Grupo HAM y CycleØ, junto a Lipigas, se ha adjudicado la construcción y explotación de la primera planta bioGNL de Chile que contará con un equipo upgrading, desarrollado por FNX Liquid Natural Gas, que permitirá purificar el biogás, que contiene un 50-60% de metano, incrementando su calidad y obteniendo una pureza de metano superior al 99%<sup>111</sup>.</p>
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>El proceso de conversión de biogás en biometano debe pasar por las siguientes fases<sup>112</sup>, dentro de una planta de enriquecimiento de biogás:</p> <p>Los residuos orgánicos son introducidos en plantas depuradoras.</p> <p>Una vez en la planta, los desechos comienzan a tratarse y separarse. El agua depurada que se genera es devuelta a la naturaleza, mientras que los residuos (denominados también lodos) son retenidos.</p> <p>Posteriormente, los residuos o lodos son introducidos en unos tanques herméticos, a la temperatura adecuada y sin oxígeno.</p> <p>En las condiciones anteriormente citadas, la materia orgánica es transformada por la acción de bacterias y otros microorganismos.</p> <p>A partir de dicha transformación se obtiene el biogás, que tiene una composición variable de metano, aunque la media suele ser un 60%.</p> <p>A continuación, se aplica el proceso de upgrading para eliminar del biogás el CO2 y otras sustancias, mediante la combinación de diversas técnicas de absorción.</p>

<sup>109</sup> Genia Bioenergy. (s. f.-a). Descubre el Upgrading. El paso entre el biogás y el biometano. <https://geniabioenergy.com/descubre-el-upgrading-el-paso-entre-el-biogas-y-el-biometano/>

<sup>110</sup> Ministerio de Energía (2018). Guía para el instalador de plantas de biogás de mediana y gran escala. <https://4echile.cl/wp-content/uploads/2020/10/Gu%C3%ADa-para-el-instalador.pdf>

<sup>111</sup> Roca, J. A. (2022, 13 octubre). CycleØ y Grupo HAM construirán la primera planta de bioGNL de Chile. El Periódico de la Energía. [Enlace]

<sup>112</sup> Genia Bioenergy. (s. f.-a). Descubre el Upgrading. El paso entre el biogás y el biometano. <https://geniabioenergy.com/descubre-el-upgrading-el-paso-entre-el-biogas-y-el-biometano/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	No contamina el medioambiente ni genera costes adicionales al de implementación o mantenimiento ya que no genera aguas residuales ni se usan productos químicos en el proceso
	Prioridades de desarrollo social	Generar electricidad para todo tipo de uso: en el hogar, en espacios públicos, todo tipo de negocios, industria, etc. Otra funcionalidad muy interesante del biometano es propulsar vehículos mediante dos tipos de sistemas: el Gas Natural comprimido (GNC) y el Gas Natural Licuado (GNL). Es una energía comercialmente viable y, contando con las infraestructuras adecuadas, las industrias pueden obtener energía para autoconsumo, y a veces para vender a terceros, mediante la transformación de sus propios residuos.
	Prioridades de desarrollo económico	La integración de esta tecnología aumenta el rendimiento de gas metano y mejora la eficiencia global de una planta de enriquecimiento pues se obtiene biometano con calidad para automoción y/o inyección a la red de gas natural.
	Prioridades de desarrollo ambiental	El biometano se ha convertido en una de las energías renovables más apreciadas actualmente por ser ecológico, renovable y sostenible, por lo que es una fuente de energía capaz de dar respuesta a las necesidades de energía actuales y futuras, cumpliendo con las nuevas exigencias legales en materia medioambiental.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Para la purificación de metano se estima un costo de más de USD 12.000/equipo y 0.5 S/Nm <sup>3</sup> de biogás filtrado, respectivamente <sup>113</sup> . Existen otras fuentes que ubican el upgrading en torno a los USD 2.700 a USD 3.100 por m <sup>3</sup> . Sin embargo, existe también una alternativa más económica basada en un nuevo absorbente de bajo costo a partir de dos compuestos: carbonato de sodio (también conocido como bicarbonato de sodio) y sílica, con un costo estimado de entre USD 700 a USD 1.600 por m <sup>3</sup> <sup>114</sup> .

## 4.10. Generación de electricidad a partir de biogás con microturbinas

<b>Datos Generales</b>	Nombre de la tecnología	Generación de electricidad a partir de biogás con microturbinas
	Nombre opcional	No aplica
	Desafío	Economía circular aplicada a residuos orgánicos municipales
	Sector	Residuos
	Subsector	Residuos municipales
	Descripción general	Las microturbinas de gas son una tecnología prometedora para la generación de electricidad a partir de biogás. Estas pequeñas turbinas de combustión operan a altas velocidades de rotación y en el rango de 20 a 250 kW. Con las microturbinas, el aire se aspira a alta velocidad y presión y luego se mezcla con el combustible y se quema en la cámara de combustión. Los gases producidos a altas

<sup>113</sup> Peña, G et al. (2020). Purificación del Biogás para la producción de Biometano, a través de sistemas de filtración de CO<sub>2</sub> y vapor de agua. <https://doi.org/10.35286/veritas.v21i2.277>

<sup>114</sup> <https://www.agritotal.com/nota/tecnologia-para-purificar-el-biogas-a-bajo-costo/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		temperaturas se expanden en la turbina, que acciona un generador. El calor de los gases de escape se puede utilizar en el proceso para calentar el aire antes de la combustión. <sup>115</sup>
	Emisiones GEI del subsector	6957,6 kt CO2 eq (Sector residuos, Año 2018)
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
<b>Antecedentes e Implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	A nivel internacional, existen estudios e investigaciones sobre la aplicación de microturbinas como sistemas de cogeneración eléctrica <sup>116</sup> . De manera general, las tecnologías que permiten usos de biogás son las turbinas a vapor, las turbinas a gas (incluidas microturbinas), los motores de combustión interna y los ciclos combinados gas-vapor.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Se puede implementar una planta de energía eléctrica a base de biogás con el fin de aprovechar los residuos orgánicos. Generalmente las plantas con turbina de gas se utilizan para cubrir cargas de punta, como sistema de respaldo o bien, si se tiene acceso a un combustible barato, para cubrir la carga base. Los componentes básicos de una planta con turbina de gas son: un compresor, una cámara de combustión y una turbina.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Las turbinas de combustión, o turbinas de gas, son de gran utilidad para generar energía desde hace décadas a escala comercial debido a su bajo coste, bajo mantenimiento y bajas emisiones
	Prioridades de desarrollo social	Tecnología escalable a nivel comercial.
	Prioridades desarrollo económico	Suponen costos de mantenimiento relativamente bajos.
	Prioridades de desarrollo ambiental	El biogás puede ser aprovechado energéticamente mediante el uso de tecnologías que conviertan la energía química del combustible en energía útil, como energía térmica, eléctrica o mecánica.
<b>Costos</b>	Costos asociados a la tecnología y supuestos	Los costos asociados a la generación de energía eléctrica pueden separarse en tres factores a considerar: costo del combustible (biogás), costos de operación y mantenimiento, y costo de capital. El costo del combustible es la variable fundamental que permite ver la viabilidad del proyecto, ya que la energía producida en KWh representa aproximadamente el 50% de los costos. Por otro lado, se puede estimar que para una planta de características medianas los costos de operación y mantenimiento suponen alrededor del 20% del costo global de producción de la energía eléctrica producida. En los costos de mantenimiento para un motor a biogás se puede considerar que un mantenimiento mayor a las unidades se dá a unas 60.000 horas de funcionamiento y para los costos de operación considerando la mano de obra para operar la planta se debe considerar la capacidad instalada en la planta y la zona del

<sup>115</sup> Ministry of Science, Technology and Innovations. Governo Federal (2021). Report on the Technology Needs Assessment for the Implementation of Climate Action Plans in Brazil: Mitigation. [Enlace](#)

<sup>116</sup> Moisés, O. & Correa, E. (s. f.). Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10KW usando biogás en la UNAN-Managua. [Seminario de Graduación]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/8274/1/69520.pdf>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

---

		<p>país en donde se opere. Finalmente, se considera como el factor costo del capital a la representación de aproximadamente el 30% de los costos de producción del kWh<sup>117</sup>.</p> <p>De acuerdo con un proyecto realizado en Nicaragua, el costo de implementación de un sistema de generación de energía eléctrica a través de turbina de 10kW usando biogás puede ascender a USD 8.800 dólares aproximadamente (Posa de biodigestor, Motor de agitador, Campana de biodigestor, Turbina a gas, Tuberías de biogás, Panel de control, Cerco, Caseta de turbina, Medidor de biogás, Filtro, Cables eléctricos, Mantenimiento biodigestor, Mantenimiento turbina, Mano de obra de construcción)<sup>118</sup>.</p>
--	--	---

---

<sup>117</sup> [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0614\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0614_EA.pdf)

<sup>118</sup> <https://repositorio.unan.edu.ni/8274/1/69520.pdf>

## 5. Recursos hídricos

### 5.1. Agua potable urbana

#### 5.1.1. Machine Learning para la detección y localización de fugas en redes de distribución de agua

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Machine Learning para la detección y localización de fugas en redes de distribución de agua <sup>119</sup>
	Nombre opcional	Uso de redes neuronales para la detección y localización de fugas en redes de distribución de agua.
	Desafío	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de pérdidas en sistema integrado de agua potable (captación, tratamiento, almacenamiento, distribución, saneamiento, depuración).</li> <li>Mejoramiento de la eficiencia en el uso del recurso.</li> </ul>
	Sector	<b>Recurso hídrico</b>
	Subsector	Subsector agua potable urbana
	Descripción general	Consiste en detectar y localizar fugas en una red de agua potable a través de la recolección y procesamiento de datos usando un modelo hidráulico junto con un algoritmo de clasificación basado en redes neuronales.
	Emisiones GEI del subsector	No aplica
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Las redes neuronales han sido utilizadas junto a la teledetección para proyectar la ocurrencia de sequías en zonas agrícolas. No se cuenta con costos estimados de esta tecnología. En Chile, por ejemplo, la empresa Pipeline Intelligence trabaja con este tipo de tecnología para realizar inspecciones internas en tuberías y ductos.

<sup>119</sup> Lobos J. (2022). Tesis de grado: Detección y localización de fugas en redes de distribución de agua potable en una gran ciudad de Chile mediante un algoritmo de clasificación de redes neuronales.

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185782>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Desarrollo de proyectos piloto para evaluar su escalamiento y formación técnica en los operarios de las plantas. Además, se deben desarrollar capacidades técnicas que permitan su ejecución. Es necesario también generar capacidades a mediano plazo para poder complementar la implementación de la tecnología.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Ante la ocurrencia de sequías, la disminución de pérdidas de agua por fallas en los sistemas de distribución permitiría aumentar la capacidad de adaptación de los sistemas de agua potable.
	Prioridades de desarrollo social	Evitar los cortes de agua repentinos que privan a la población del recurso hídrico.
	Prioridades de desarrollo económico	Evitar los grandes costos relacionados a la Identificación de las fugas presentes en la red debido a que la mayoría no se manifiestan a simple vista, requiriendo el uso de equipo especializado para su detección.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Evitar el desperdicio del recurso hídrico por no poder identificar la ocurrencia y localización de fugas.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Al ser una tecnología nueva, no se cuentan con muchas experiencias de aplicación para estimar un costo promedio para su implementación; sin embargo, algunos autores han estimado el ahorro producido en comparación con las tecnologías in situ tradicionales para la detección de fugas. Por ejemplo, para las ciudades de Taoyuan y Hsinchu en Taiwán, se estimó que la implementación de una red neuronal reduciría en un 26% los costos de detección de fugas, teniendo en consideración que la obra tuvo un costo de 2,78 billones de dólares taiwaneses <sup>120</sup>

<sup>120</sup> Yao - Long T., Hung - Chih C., Shih- Neng L., Ai - Huei C. y Tin - Lai L. Using Convolutional Neural Networks in the Development of a Water Pipe Leakage and Location Identification System. Appl. Sci. 2022, 12, 8034. <https://doi.org/10.3390/app12168034>

### 5.1.2. Herramientas de monitoreo hidrometeorológico

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Herramientas de monitoreo hidrometeorológico
	Nombre opcional	Monitoreo de variables hidrológicas y meteorológicas
	Desafío	Continuidad del suministro y gestión de riesgos de desastres en empresas de agua.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable urbana
	Descripción general	<p>Además de la evaluación de amenazas, las redes de monitoreo también son la base de los sistemas de pronóstico y alerta temprana. Tanto en periodos secos como húmedos, una evaluación fiable de las variables meteorológicas y de la disponibilidad y calidad del agua, así como sus perspectivas a corto y largo plazo, depende de los siguientes datos (Necesidades de datos para la evaluación integrada):</p> <p>Datos de cantidad de agua: precipitación, evapotranspiración, humedad del suelo, agua subterránea, reservorios y niveles de ríos, flujo de corriente, manto de nieve.</p> <p>Datos de calidad de agua: turbidez, análisis patogénico, análisis químico, intrusión de agua salada en las zonas costeras.</p> <p>VARIABLES meteorológicas: temperatura, velocidad y dirección del viento (anemómetro), predicciones meteorológicas estacionales, pronósticos de lluvia estacionales, mensuales, semanales y diarios.</p> <p>El uso de estas herramientas hidrológicas depende principalmente de la disponibilidad de datos y tecnología informática adecuadas.</p>
	Emisiones GEI del subsector	-
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Las agencias/organismos con responsabilidades en el monitoreo del clima y el suministro de agua y saneamiento normalmente realizan el monitoreo, pero las agencias responsables de recopilar, analizar y difundir datos e información pueden variar de un país a otro. Se debe emprender un análisis de la red existente y su tarea.

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>Toda la información recopilada por las redes de monitoreo debe estar disponible para todas las organizaciones responsables, incluidos los sistemas de salud pública, los administradores de embalses y represas y los operadores de servicios de agua que podrían verse afectados por los impactos, tanto a nivel nacional como transfronterizo.</p> <p>Para los administradores de servicios públicos, en lugar de redes duplicadas, es preferible desarrollar acuerdos cooperativos que sirvan para muchos propósitos. En este sentido, las grandes empresas de agua cuentan con sus propios sistemas de monitorización, normalmente vinculados al sistema de control remoto de la empresa, y están tecnológicamente equipados para contrarrestar los fallos de suministro eléctrico en condiciones climáticas extremas. Las empresas más pequeñas generalmente no están equipadas con estos dispositivos/instalaciones, y las conexiones entre los proveedores a nivel local y transfronterizo deben organizarse adecuadamente.</p> <p>Debe haber tablas y mapas disponibles que brindan detalles sobre las ubicaciones de monitoreo, parámetros, sensores, registradores, equipos de telemetría y otros datos relacionados. Además, se deben inventariar los sitios de monitoreo en cuencas adyacentes. En cuencas de bajo relieve, los datos podrían ser muy útiles. Se debe realizar un análisis para identificar las subcuencas que son hidrológica o meteorológicamente similares. También puede darse el caso de que la información de las redes nacionales de monitoreo sea inadecuada (arquitectura, tecnologías, etc.) para la evaluación a nivel local o transfronterizo.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Al obtener pronósticos, permitirá aumentar la capacidad de adaptación de las empresas.
	Prioridades de desarrollo social	Permitirá un mejor planeamiento interno en la empresa en relación con la gestión de riesgos de desastres y suministro de agua.
	Prioridades desarrollo económico	Al poder monitorear las características hidrometeorológicas, el operador de una planta de agua potable puede adecuar los procesos de sanitización para ser más eficientes y reducir los costos operativos.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Utilizando los instrumentos adecuados se puede medir y establecer el comportamiento atmosférico para analizarlo y evaluar los cambios en fenómenos climáticos.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	El costo de los equipos necesarios para la implementación de una estación de monitoreo es variable, pero en base a experiencias en Colombia, Perú y Chile se puede estimar el costo en USD 20.000 (Equipos de monitoreo de lluvia y caudal). Es importante mencionar que el costo puede elevarse con el desarrollo de otras actividades necesarias para fortalecer la red de monitoreo tales como: (i) Diagnóstico de la operatividad y necesidades puntuales de monitoreo; (ii) Evaluación de sitios de implementación y logística de operación; (iii) Acciones de seguimiento y monitoreo a la red, etc <sup>121122</sup>

<sup>121</sup> BID (sf.) Estudio de impacto ambiental para la construcción de la doble calzada Pamplona - Cúcuta, UF 1 variante Pamplona. Capítulo 11 Planes y programas - Plan de inversión 1%. [\[Enlace\]](#)

<sup>122</sup> CONDESAN (2015). Caracterización y Análisis de la cuenca del río Shullcas (Huaytapallana) y de la cuenca alto del río Cachi, como fuentes de agua y de servicios ecosistémicos hidrológicos para las empresas de agua potable locales. [\[Enlace\]](#)

### 5.1.3. Modelos de proyección hidrológica

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Modelos hidrológicos en base a proyecciones de cambio climático
	Nombre opcional	Herramientas de proyección hidrológica a partir de proyecciones de cambio climático.
	Desafío	Continuidad del suministro y gestión de riesgos de desastres en empresas de agua.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable urbana
	Descripción general	La proyección hidrológica es la aplicación de tecnología y ciencia para establecer con antelación las posibles condiciones hidrológicas de las principales corrientes hídricas. Hay varias herramientas hidrológicas disponibles para el análisis de peligros de inundaciones o sequías. El análisis hidrológico debería ser obligatorio durante la fase de planificación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento dadas las nuevas condiciones por impacto del cambio climático. El uso de estas herramientas hidrológicas depende principalmente de la disponibilidad de datos y tecnología informática adecuados. Esta tecnología involucra el uso de modelos hidrológicos a partir de proyecciones de cambio climático, no en base a información histórica.
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
	Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada?	
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Estos sistemas son capaces de producir una amplia gama de proyecciones, desde las condiciones de la corriente que ocurrirá en unas pocas horas hasta pronósticos probabilísticos estacionales con meses de anticipación para ríos más grandes. La selección del sistema modelo depende de la cantidad de datos disponibles, la complejidad de los procesos hidrológicos que se modelarán, la precisión y confiabilidad requeridas, el tiempo de espera requerido, el tipo y la frecuencia de las inundaciones que ocurren y los requisitos del usuario. En relación al uso de la tecnología, es muy probable que empresas grandes ya la implementen <sup>123</sup> , pero se sugiere también la implementación en empresas medianas y pequeñas.

<sup>123</sup> La Dirección de Planificación de la empresa ha estudiado los escenarios futuros, incluyendo la demanda y el comportamiento de las fuentes de agua y sus conclusiones anticipan un empeoramiento. Revisar en: <https://www.aguasandinas.cl/documents/20450/77036359/Reporte+Integrado+Aguas+Andinas+2021.pdf/1f180c1a-247c-316c-3206-82cf4b6465c9>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	<p>Los sistemas actuales de proyección hidrológica son bastante asequibles y potentes, pero la eficacia depende de personal capacitado. Algunas de las herramientas que se pueden utilizar son:</p> <p>Análisis de frecuencia: el análisis de frecuencia de inundaciones o sequías se utiliza para estimar la relación entre la magnitud máxima de la inundación o el flujo mínimo de la sequía, así como la frecuencia.</p> <p>Técnicas de regionalización: para ser utilizadas en el análisis de frecuencia cuando los datos observados están disponibles sólo para períodos cortos o pocas estaciones (el análisis de frecuencia regional produce resultados que son más confiables que el análisis de frecuencia en un solo sitio).</p> <p>Modelos de lluvia/escorrentía: si los datos de flujo de corriente son limitados, pero por otro lado hay datos de lluvia disponibles, otra herramienta que se puede usar para el análisis de peligro de inundación consiste en los modelos de lluvia/escorrentía.</p> <p>Modelado hidrológico: Para producir un pronóstico de inundaciones para las comunidades y lugares en riesgo, debe haber una capacidad de modelado hidrológico que utilice datos meteorológicos e hidrológicos. Los modelos hidrológicos utilizan datos de caudal y precipitación en tiempo real. Los modelos proyectarían las condiciones futuras de la corriente.</p> <p>Modelos climáticos globales (y reducción de escala): se puede utilizar una combinación de técnicas y modelos regionales para reducir la escala de los modelos, simular los extremos climáticos y la variabilidad en los climas futuros.</p>
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Permite obtener información de caudales, sequías y por ende contribuye al planeamiento estratégico y gestión de riesgos de cambio climático en las empresas.
	Prioridades de desarrollo social	Permitirá un mejor planeamiento interno en la empresa en relación a la gestión de riesgos de desastres y suministro de agua.
	Prioridades de desarrollo económico	Al poder proyectar la ocurrencia de una sequía o un recrudescimiento del periodo de lluvias, permitirá al organismo proveedor adaptarse y reducir los costos derivados de una falta de preparación ante el riesgo de desastre.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Permite hacer un seguimiento a las variables y considerar datos hidrológicos en el planeamiento.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Considerando que la predicción hidrológica es una capacidad técnica que se basa en la adecuada implementación de estaciones hidrometeorológicas, el costo recae en estos equipos cuyo costo está asociado a las siguientes actividades: (i) Asistencia a la elaboración del plan de distribución de dispositivos de observación hidrometeorológica; (ii) Asistencia a la creación de sistemas de alerta temprana; y (iii) Colocaciones de dispositivos de observación hidrometeorológica y creación de sistema de alerta temprana. En base a los costos unitarios promedios recomendados por JICA, el costo total sería de USD 5,25 millones. <sup>124</sup>

<sup>124</sup> JICA (sf.) Políticas vigentes de gestión de riesgo según fenómenos. [\[Enlace\]](#)

### 5.1.4. Sistemas de alerta temprana

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Sistemas de alerta temprana
	Nombre opcional	Early-warning systems
	Desafío	Continuidad del suministro y gestión de riesgos de desastres en empresas de agua.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable urbana
	Descripción general	<p>Una advertencia significa que el peligro ya es una realidad y que se deben tomar medidas. La alerta temprana es vital para muchas actividades de respuesta. Los principales elementos de la cadena de alerta temprana son:</p> <p>Detectar y pronosticar eventos extremos inminentes para formular alertas sobre la base del conocimiento científico y el monitoreo, y la consideración de los factores que afectan la gravedad y frecuencia de los desastres.</p> <p>Difundir información de alerta, complementada con información sobre los posibles impactos en las personas y la infraestructura (es decir, evaluación de la vulnerabilidad), a las autoridades políticas para una mayor comunicación a la población amenazada, incluidas las recomendaciones apropiadas para la acción urgente.</p> <p>Responder a los avisos, por parte de los operadores de los servicios públicos, la población en riesgo y las autoridades locales, a partir de una adecuada comprensión de la información, y posterior aplicación de las medidas de protección.</p>
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	La eficacia de la alerta depende de su fiabilidad, la interpretación experta de la señal de alerta, el intercambio y la cooperación interactiva entre los diferentes sistemas de alerta temprana (salud pública, meteorología, medio ambiente, gestores y proveedores de agua) y las operaciones de emergencia/rescatos subsiguientes. Cuanto mayor sea el tiempo de espera, más útil será la advertencia, ya que el número de opciones de reacción es mayor. Para mejorar la cooperación y evitar conflictos, un mecanismo de comunicación abierto y transparente entre el administrador de alertas, el difusor, el receptor y hasta los operadores que deben tomar medidas es un requisito previo.

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		En Chile, por ejemplo, a través de las compañías de telefonía, se cuenta con un sistema para la difusión de alertas tempranas a los celulares, con información sobre riesgos de tsunami (SIPAT <sup>125</sup> ), sismos de mayor intensidad (Sismo Detector) <sup>126</sup> , erupciones volcánicas <sup>127</sup> e incendios forestales <sup>128</sup> .
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Los datos y la información pertinentes sobre la variabilidad y las tendencias hidrometeorológicas, la disponibilidad de la calidad del agua y los riesgos para la salud deben ponerse a disposición de los operadores de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.  La comunicación a lo largo de la cadena de alerta temprana debe ser bidireccional e interactiva. Los creadores, difusores y usuarios finales deben estar en contacto continuo entre sí para que el sistema responda a las necesidades, prioridades y decisiones de las personas. El sistema tiene que ajustarse a los usuarios; no de la otra manera. Por otro lado, se deben manejar externalidades negativas, como: falta de financiamiento para manejar y procesar la información, así como para actuar rápidamente ante alertas.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	La información obtenida permitirá aumentar la capacidad de adaptación de las empresas, permitiendo una mejor toma de decisión y acción rápida para mitigar posibles impactos.
	Prioridades de desarrollo social	Esta información sintetizada y en tiempo real, permite a los usuarios y tomadores de decisión adoptar medidas precautorias ante el riesgo.
	Prioridades desarrollo económico	Genera información procesada y centralizada en sistemas digitales, permitiendo tomar acciones en menor tiempo y conducir estrategias de gestión integradas más eficientes.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Aunque existen sistemas de alerta temprana a nivel nacional, éstos pueden ser desarrollados en empresas, conectando toda la información disponible, de manera de mantener a los usuarios informados y preparados ante un eventual riesgo natural o antrópico.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	La implementación de un sistema de alerta temprana tiende a comprender las siguientes actividades: (i) Asistencia a la elaboración del plan de distribución de dispositivos de observación hidrometeorológica; (ii) Asistencia a la creación de sistemas de alerta temprana; y (iii) Colocaciones de dispositivos de observación hidrometeorológica y creación de sistema de alerta temprana. En base a los costos unitarios promedios recomendados por JICA, el costo total sería de USD 5,25 millones. <sup>129</sup>

<sup>125</sup> <https://www.cigiden.cl/como-opera-el-actual-sistema-de-alerta-temprana-de-tsunamis-en-chile/>

<sup>126</sup> <https://forbes.co/2021/09/03/tecnologia/chile-sistema-deteccion-terremotos-sismos-cable-fibra-optica/>

<sup>127</sup> <https://www.onemi.gov.cl/noticia/las-5-claves-para-entender-el-monitoreo-de-volcanes/>

<sup>128</sup> <http://www.sae.gob.cl/>

<sup>129</sup> JICA (sf.) Políticas vigentes de gestión de riesgo según fenómenos. [\[Enlace\]](#)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

#### 5.1.5. Plantas desaladoras

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Plantas desaladoras <sup>130</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	Fuentes alternativas de agua/Sequía y disponibilidad de agua.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable urbana
	Descripción general	Es una instalación industrial que convierte el agua salada del mar (o salobre) en agua apta para el consumo humano, usos industriales o de riego por medio de dos tipos principales de tecnologías de desalinización: la desalinización por membrana (RO) y la desalinización térmica (MED, MVC y MSF). La desalinización por ósmosis inversa (RO) utiliza el principio de ósmosis para eliminar la sal y otras impurezas, transfiriendo el agua a través de una serie de membranas semipermeables, además, se permitirá el uso del agua de rechazo. La desalinización térmica utiliza el calor, frecuentemente el calor residual de centrales eléctricas o refinerías, para evaporar y condensar el agua para purificarla. En las plantas desalinizadoras más avanzadas, como las que construye la empresa "IDE Technologies", el agua es sometida a un pretratamiento para mejorar la eficiencia de las plantas.
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Gran escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
	Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada?	
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	Actualmente, existen 23 plantas desalinizadoras distribuidas a lo largo de Chile, siendo la industria minera la responsable del 80% de la capacidad. Uno de ellos corresponde al proyecto de desalinización "Agua para Los Quinquelles" que busca aumentar la disponibilidad de agua para los habitantes del sector Playa Los Quinquelles junto con asegurar la calidad, cantidad y continuidad de este recurso <sup>131</sup> .

<sup>130</sup> Arellano, M (2021). Tesis de grado: Estudio de las variables que influyen en la escasez hídrica en la zona norte de Chile y análisis crítico de los planes existentes. [\[Enlace\]](#)

<sup>131</sup> <https://www.fundacionamulen.cl/agua-para-los-quinquelles-sector-playa/>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Para superar los costos de producción de agua potable y aumentar la eficiencia del proceso de desalinización, algunos autores sugieren que el uso de tecnologías inteligentes como <a href="#">Blockchain, big data, la inteligencia artificial y el machine learning permitirían incrementar la rentabilidad operativa</a> de las plantas desalinizadoras. Otros autores sugieren utilizar plantas solares, lo que permitiría reducir los costos energéticos de estas tecnologías <sup>132</sup> .																									
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	La desalinización puede ayudar a la adaptación al cambio climático, principalmente a través de la diversificación del suministro de agua y la resiliencia a la degradación de la calidad del agua.																									
	Prioridades de desarrollo social	La desalinización puede proporcionar acceso al agua potable segura, debido a la alta calidad del agua de salida, para áreas potencialmente áridas o con escasez de agua (como el norte de Chile). También puede proporcionar agua a otros sectores, como industrias y la minería que necesitan fuentes de agua.																									
	Prioridades desarrollo económico	Los principales inconvenientes de los procesos de desalinización actuales incluyen altos costos de inversión y por el consumo de energía en la desalinización de agua de mar, en comparación con otras tecnologías tradicionales utilizadas para el agua dulce superficial o subterránea. Asimismo, posee algunos impactos ambientales por los residuos que generan. Sin embargo, en muchos casos, la ósmosis inversa es una tecnología de desalinización más económica que los métodos térmicos para tratar el agua de mar <sup>133</sup> .																									
	Prioridades de desarrollo ambiental	Las tecnologías de desalinización también brindan resistencia a la degradación de la calidad del agua porque generalmente pueden producir agua muy pura, incluso a partir de fuentes de agua altamente contaminadas. Sin embargo, se debe analizar la disposición y eliminación de la corriente de desechos concentrados de sales y los efectos de las entradas y salidas en los ecosistemas locales.																									
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Los costos de inversión dependen de la producción de agua tratada y disminuirán en proporción al aumentar la cantidad de agua tratada.																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Producción de agua tratada (desalinizada para diversos usos) (m<sup>3</sup>/día)</th> <th>Costo de Inversión en equipamiento de desaladora (USD)</th> <th>Costo de producción / m<sup>3</sup> con operador (USD)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>65.000</td> <td>1,46</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>200.000</td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>498.000</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>1.000</td> <td>596.400</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>2.000</td> <td>871.200</td> <td>0,54</td> </tr> <tr> <td>8.640</td> <td>9.000.000</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>43.200</td> <td>45.000.000</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>86.400</td> <td>90.000.000</td> <td>0,46</td> </tr> </tbody> </table>	Producción de agua tratada (desalinizada para diversos usos) (m <sup>3</sup> /día)	Costo de Inversión en equipamiento de desaladora (USD)	Costo de producción / m <sup>3</sup> con operador (USD)	10	65.000	1,46	100	200.000	0,99	500	498.000	0,57	1.000	596.400	0,55	2.000	871.200	0,54	8.640	9.000.000	0,47	43.200	45.000.000	0,47	86.400
Producción de agua tratada (desalinizada para diversos usos) (m <sup>3</sup> /día)	Costo de Inversión en equipamiento de desaladora (USD)	Costo de producción / m <sup>3</sup> con operador (USD)																									
10	65.000	1,46																									
100	200.000	0,99																									
500	498.000	0,57																									
1.000	596.400	0,55																									
2.000	871.200	0,54																									
8.640	9.000.000	0,47																									
43.200	45.000.000	0,47																									
86.400	90.000.000	0,46																									

<sup>132</sup> <https://blogs.iadb.org/agua/es/desalinizacion-el-futuro-del-agua/>

<sup>133</sup> <https://www.ctc-n.org/technologies/seawater-desalination>

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

Fuente: Plantas desaladoras en Chile (Baeza E., 2022)<sup>134</sup>

#### 5.1.6. Sistemas Aqua 4D

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Aqua 4D
	Nombre opcional	-
	Desafío	Continuidad del suministro y gestión de riesgos de desastres en empresas de agua
	Sector	Recursos Hídricos
	Subsector	Agua potable urbana
	Descripción general	Es una solución puramente física que funciona sin la adición de productos químicos para evitar la formación de depósitos de cal, la corrosión y de micropelículas bacterianas en las tuberías de agua residual y potable. Es una tecnología de bajo consumo energético y que no requiere mantenimiento. Esta tecnología se basa en la instalación de un tubo de control en el sistema de tubería existente, el cual vibra de manera temporizada para evitar la calcificación y formación de óxidos. De esta manera, se evitan los altos costos asociados a la limpieza y renovación. A diferencia de los descalcificadores de agua salada, esta tecnología funciona con cualquier tipo de agua, independientemente de su composición química y grado de dureza. Los ablandadores de agua se ajustan a un nivel específico de dureza del agua y la calidad del agua actual varía mucho a lo largo del año debido a la interconexión de las diversas fuentes de suministro <sup>135</sup> .
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Corto plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
	Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada?	
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el	Instituciones como la <a href="#">Fundación Suiza del Clima</a> y la <a href="#">Comisión Europea</a> han reconocido y recomendado el uso de estos sistemas en edificios municipales. Asimismo, ha aprobado procesos de certificación medioambiental como LEEDs, Green Building Council, etc.

<sup>134</sup> [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33266/2/Minuta\\_Desaladoras\\_en\\_Chile.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33266/2/Minuta_Desaladoras_en_Chile.pdf)

<sup>135</sup> Aqua 4D (2020). Tratamiento sostenible del agua por AQUA 4D. [\[Enlace\]](#)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	A través de proyectos piloto en edificios públicos, se evaluaría la eficiencia de los equipos y, en caso que sea exitoso, se fomentaría su utilización en el sector privado y civil.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Aumentar el tiempo de vida de las tuberías de agua así como eliminar algunos de los contaminantes presentes en ella por medio de una tecnología inocua reduce la sensibilidad de las personas.
	Prioridades de desarrollo social	Es de fácil instalación y puede ser monitoreado en cualquier momento sin necesidad de contar con un experto
	Prioridades desarrollo económico	Posee un bajo consumo energético y evita los gastos en reparación y reemplazo de tuberías.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Mantiene el nivel de calidad en el sistema de agua, disminuyendo la necesidad de aplicar productos químicos que pueden resultar nocivos para el medio ambiente y/o las personas.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Los costos varían dependiendo de las características del edificio en que se aplique: sin embargo, según la experiencia de la empresa en la propiedad de la Avenue de la Gare en Sion, se redujo los costos de utilización de un sistema de intercambiadores de iones debido al alto contenido de cal del agua potable. Además, se logró un ahorro de 10% en el agua potable.

### 5.1.7. Reúso de Aguas Grises

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Sistemas descentralizados para la reutilización de aguas grises.
	Nombre opcional	Reúso de Aguas Grises
	Desafío	Reúso de aguas grises y residual tratadas
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable urbana.
	Descripción general	Un sistema de reutilización de aguas grises aprovechará las aguas grises domésticas, es decir, las aguas residuales provenientes de tinajas de baño, duchas, lavaderos y lavatorios, excluyendo las aguas negras, para fines ornamentales, ambientales, recreativos y/o industriales. Para ello, se conecta una válvula desviadora a la manguera de desagüe de la lavadora/tina/lavatorio para que las aguas grises puedan descargarse en la zona paisajística deseada o en algún sistema de saneamiento (e.g., tratamientos biológicos, membranas, etc). No son necesariamente complejos por lo que pueden o no ser instalados por un experto.

**Producto 3.2: Priorización de tecnologías**

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Corto plazo (Fomentar la tecnología)
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
	Racionalidad del proyecto ¿Por qué la opción ha sido considerada inapropiada?	
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	En febrero de 2018 se publica la Ley 21.075 que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Esta tiene por objeto regular la recolección y disposición de las aguas servidas domésticas, en las áreas urbanas y rurales, con el propósito de ahorrar y reutilizar el vital elemento.  En EE UU, varios estados han desarrollado programas de líneas de financiamiento para apoyar a los ciudadanos a implementar sistemas de reúso de aguas residuales de lavandería, así como programas de asistencia.
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Desarrollo de proyectos piloto para evaluar su escalamiento y formación de capacidades a los ciudadanos para su aprovechamiento.
<b>Contribución desarrollo del país</b>	al Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El reúso de aguas grises domésticas es una oportunidad para minimizar el consumo de fuentes naturales y adaptarse a escenarios de sequía.
	Prioridades de desarrollo social	Asegurar un sistema de tratamiento de aguas residuales de fácil implementación y que no necesita una gran capacidad técnica para asegurar su funcionamiento.
	Prioridades desarrollo económico	Es considerada una tecnología de bajo costo de implementación y mantenimiento.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Mantiene una fuente de agua de una calidad mínima que no contamina ni afecta a las especies vegetales beneficiadas.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	En Chile se han desarrollado estudios que estiman el costo de implementar sistemas de recolección y disposición de aguas grises a jardines. En general, los resultados indican que la aplicación en varias casas cercanas abarata el costo en comparación de aplicarla en una sola casa. En una sola casa de 4 personas, el costo sería de 2 millones de pesos, pero si fueran 10 casas contiguas, de 3.4 millones de pesos. Estos costos incluyen materiales como: depósitos

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	reguladores, tuberías de entrada, válvula de entrada, prefiltros, medidores de caudal, dosificadores, estanques de bombeo, sedimentación y almacenamiento, entre otros. <sup>136</sup>
--	--

## 5.2. Agua potable rural

### 5.2.1. Sanitización de agua mediante plasma

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Sistema de sanitización de agua mediante plasma <sup>137</sup>
	Nombre opcional	Plasma Water Sanitation System
	Desafío	Acceso a agua potable en zonas rurales/Tecnología para la operación y mantención de sistemas rurales de agua potable.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable rural
	Descripción general	El equipo bombea el agua ejerciendo alta presión durante el transporte hasta un tubo de vidrio en que se eleva la velocidad a 320 m/s, originando una caída repentina de la presión hasta que el agua entra en un estado bifásico, líquido y gas. Se produce la sanitización al pasar el agua a través de un campo eléctrico de 5,000 V, donde se ionizan las partículas de agua generando un estado de plasma estable, el cuarto estado de la materia. Los microorganismos mueren al entrar en contacto con las altas temperaturas del estado plasmático. Se recombina y condensa para retornar al estado líquido en condiciones seguras para ingerir.
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Mediana escala
	Disponibilidad	Largo plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes e implementación</b>	Antecedentes/ Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc. / Notas / desde el	En el año 2011, se instaló el primer prototipo de la tecnología en el campamento San José en Cerrillos, Santiago. Este prototipo permitió validar en el terreno la tecnología, establecer costos de operación y mantenimiento, y desarrollar un equipo ya operativo que cuenta con mejoras técnicas. Posteriormente, en el año 2014, comenzó un proyecto piloto de escalamiento de la tecnología a cinco localidades de la zona central de Chile,

<sup>136</sup> Franco M. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile

<sup>137</sup> [https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/estudio\\_de\\_soluciones\\_sanitarias\\_para\\_el\\_sector\\_rural\\_1.pdf](https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/estudio_de_soluciones_sanitarias_para_el_sector_rural_1.pdf)

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	En base a los resultados previos de los proyectos piloto en diversas localidades del país, se debe preparar la asistencia técnica necesaria para que los equipos puedan ser operados con personas locales para garantizar su implementación a largo plazo. Finalmente, se deberían diseñar e implementar sistemas a mediana escala y buscar financiamiento para la escalación de esta tecnología.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El impacto del cambio climático podría afectar la salud de las personas por lo que se hacen necesarias tecnologías que aseguren alcanzar altos niveles de sanitización en el agua potable para incrementar la capacidad de adaptarse de las poblaciones.
	Prioridades de desarrollo social	Asegurar una fuente de agua potable de alta calidad a las familias rurales y capacitarlas en el manejo de esta tecnología.
	Prioridades desarrollo económico	Existen programas de financiamiento para la implementación de esta tecnología.
	Prioridades de desarrollo ambiental	No se utilizan químicos que pueden llegar a ser dañinos.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	El costo de implementación de este sistema sería de unos USD 200 y se estima que ocupando solo 100 watts de energía es posible sanitizar 35 litros de agua en 5 minutos, y 10 mil litros al día a un costo de 0.05 centavos de dólar por litro.

### 5.2.2. Biofiltros para tratamiento de aguas servidas

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Biofiltros para tratamientos de aguas servidas <sup>138</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	Tratamiento y reúso de aguas residuales
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable rural
	Descripción general	El biofiltro es un sistema que imita a los humedales (pantanos) naturales. Es una biopila de poca profundidad rellena con un material de lecho filtrante en cuya superficie se siembran plantas de pantano y en que las aguas residuales pretratadas fluyen en sentido horizontal o vertical para maximizar la remoción de los contaminantes.
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Corto plazo

<sup>138</sup> <https://www.biofiltro.cl/quienes-somos/>

**Producto 3.2: Priorización de tecnologías**

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	En años anteriores, los biofiltros solían ser utilizados en Chile para tratar el agua residual y posteriormente ser utilizados en riego, por su capacidad para remover contaminantes de origen agrícola. Sin embargo, su principal desventaja es que requiere grandes espacios de terreno para su implementación <sup>139</sup> .
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Desarrollo de proyectos piloto para evaluar su escalamiento y formación técnica en los operarios de las plantas.
<b>Contribución desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	El tratamiento de aguas residuales permitirá su reutilización lo que representa una oportunidad de hacer un uso eficiente del recurso hídrico.
	Prioridades de desarrollo social	Asegurar un sistema de tratamiento de aguas residuales de fácil implementación y que no necesita una gran capacidad técnica para asegurar su funcionamiento.
	Prioridades desarrollo económico	Es considerada una tecnología de bajo costo de implementación y mantenimiento.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Contribuye a evitar la afectación de la calidad de cuerpos de agua superficiales y subterráneos debido al vertimiento directo de agua residual.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Los costos de establecimiento y manutención de los biofiltros van a variar según la vegetación utilizada y el tamaño del sistema. En los cuadros siguientes, se indican los costos asociados al primer año de funcionamiento y su manutención posterior, considerando un horizonte de una década, para algunos proyectos ya implementados en la región <sup>140</sup> .  Costo de establecimiento y manutención de biofiltros basados en pradera, árboles y arbustos

<sup>139</sup> <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/396/biofiltra.html><sup>140</sup> Villavicencio P., Abelardo y Tapia F., Francisco (2007) *Evaluación económica de los biofiltros* [en línea]. Santiago: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 170. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7236> (Consultado: 18 noviembre 2022).

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

Módulo	Costo establecimiento (\$)	Costo anual de establecimiento (10 años de vida útil)	Costo anual mantenimiento y manejo (\$)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Costo anual promedio (\$/m <sup>2</sup> )
Requinoa	368.520	36.852	96.890	1.080	124
Pichidegua	73.761	7.376	87.924	760	125
Chimbarongo	886.623	88.662	313.661	2400	168
San Fernando	494.020	49.402	98.532	1200	123
Teno	669.589	66.959	221.049	1.080	267
Molina	298.104	29.810	86.247	800	145
Sagrada Familia	279.578	27.958	139.440	1.200	139
Curicó	76.722	7.672	45.347	1.275	42
Promedio	393.365	39.336	136.136	1.224	142

Fuente: Villavicencio et al. (2007)

Costo de establecimiento y mantenimiento de biofiltros basados en praderas

Módulo	Costo establecimiento (\$)	Costo anual de establecimiento (10 años de vida útil)	Costo anual de mantenimiento (\$)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Costo anual (\$/m <sup>2</sup> )
Requinoa	16.365	1.637	31.861	288	116
Pichidegua	12.901	1.290	39.187	304	133
Chimbarongo	19.998	2.000	48.222	600	84
San Fernando	34.429	3.443	48.222	480	108
Teno	38.564	3.856	44.829	400	122
Molina	19.941	1.994	32.150	400	85
Sagrada Familia	33.145	3.315	59.029	480	130
Curicó	32.457	3.246	61.588	680	95
Promedio	25.975	2.598	45.636	454	109

Fuente: Villavicencio et al. (2007)

### 5.2.3. Producción de agua a partir de humedad atmosférica

Datos generales	Nombre de la tecnología	Producción de agua a partir de humedad atmosférica <sup>141</sup>

<sup>141</sup> <https://tech-action.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/06/7-water-sector-adaptation-spanish-revised-final.pdf>

**Producto 3.2: Priorización de tecnologías**

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Nombre opcional	Sistema de atrapaniebla /Siembra de nubes
	Desafío	Fortalecimiento de comunidades en la gestión de agua potable en zonas rurales y Acceso a agua potable en zonas rurales.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable rural
	Descripción general	La humedad atmosférica es una fuente alternativa de agua potable en las zonas áridas y semiáridas que se puede complementar con las fuentes tradicionales en los asentamientos agrícolas y en los sistemas de abastecimiento urbano de agua en estas regiones. En el atrapanieblas, en la medida en que la niebla pasa a través de la red, ésta se condensa formando gotas de agua de gran tamaño que se deslizan por gravedad hasta la parte inferior de la malla, donde es recolectada por canaletas.
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Corto plazo (Fomentar la tecnología)
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	Sí
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	En Chile, se ha intentado introducir la extracción de agua de niebla para otorgar un marco que permita normalizar su utilización. Por ejemplo, en 2005 la Comunidad Agrícola de Peña Blanca (Ovalle, Chile), junto a la Fundación "Un Alto en el Desierto", realizó una exclusión de 100 hectáreas creando la Reserva Cerro Grande para preservar el último lugar con vegetación dentro de sus terrenos en donde se instalaron atrapanieblas para el riego de la misma y la regeneración de vegetación propia del lugar. El costo/m2 para la implementación de atrapanieblas en este caso puede ascender a USD 7,88. En el caso de OPEX (considerando vida útil 10 años), asciende a USD 0,76/m3 (Fuente: Proyecto agua potable de Chungungo).
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Antes de instalar el atrapanieblas es necesario contar con información de diferentes factores para poder determinar el lugar de su montaje, dentro de los cuales se incluye: la formación de nubes, la concurrencia de vientos, las laderas proclives a enfrentar vientos, la distancia ideal entre la costa y el cordón montañoso, etc. Además, debido a sus bajos costes de implementación, solo se necesitaría capacitar a la población en su utilización; sin embargo, ante la incidencia de grandes vientos, las mallas pueden verse afectadas y por tanto afectar la recolección de agua <sup>142</sup> .  A su vez, necesita de autorización de MINSAL (por ser una obra destinada a proveer de agua para consumo humano) y eventualmente municipal, según la LGUC. Además, pudiera requerir la existencia de un comité de APR. En este caso, además supone la asignación de fondos públicos y eventualmente la capacitación de recursos humanos para su utilización. En general, el

### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

		atrapanieblas es una solución para implementar en un plazo mediano, considerando los distintos permisos que se deben obtener para su implementación, aunque cuando se trata de la solución para un usuario individual podría implementarse en un plazo corto.
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Permite a las comunidades rurales adaptarse a regímenes hídricos cada vez más secos.
	Prioridades de desarrollo social	La agricultura puede ser una alternativa económica cuando se aprovecha el agua de la neblina para el riego y así se crean puestos de trabajo cerca de los hogares.
	Prioridades desarrollo económico	El buen funcionamiento de los atrapanieblas permite que se mantengan actividades económicas de interés para la población, además no se necesitan grandes inversiones para su implementación.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Reconocer la importancia de los atrapanieblas permitiría, a su vez, mantener los ecosistemas que dependen de las neblinas estacionales, además del aumento de disponibilidad del recurso hídrico especialmente en zonas agrícolas y agropecuarias.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Los atrapanieblas son una tecnología barata. En el desierto de Atacama, un atrapanieblas de 40 m2 cuesta entre USD 1.000 a 1.500, en promedio, dependiendo del material <sup>143</sup> . Las mallas más utilizadas son las de polietileno del tipo Raschel que se venden por rollo, los cuales pueden alcanzar los cien metros lineales y una altura de entre 2 a 4 m. Su costo puede variar entre USD 63 y US 126. <sup>144</sup>

## 5.3. Agua potable rural y urbana (transversal)

### 5.3.1. Captación, tratamiento y almacenamiento de agua lluvia

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Captación, tratamiento y almacenamiento de agua lluvia <sup>145</sup>
	Nombre opcional	Cosecha de Aguas Lluvias
	Desafío	Fuentes alternativas de agua potable urbana y Acceso a agua potable en zonas rurales.
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable urbana y rural
	Descripción general	Es una forma alternativa de abastecimiento hídrico basado en la captación, almacenamiento y aprovechamiento de las precipitaciones pluviales (agua de la lluvia) para el consumo cotidiano ya sea doméstico, para la agricultura o ganadería.

<sup>143</sup> BBC (2015). Chile: los atrapanieblas que capturan agua en Atacama, uno de los lugares más secos del mundo. [\[Enlace\]](#)

<sup>144</sup> BBC (2009). Atrapanieblas: de Chile para el mundo. [\[Enlace\]](#)

<sup>145</sup> <https://cosechaagualluvia.cl/>



### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	Prioridades de desarrollo social	Asegurar una fuente de agua de fácil implementación y que no necesita una gran capacidad técnica para asegurar su funcionamiento.
	Prioridades desarrollo económico	Es considerada una tecnología de bajo costo de implementación y mantenimiento.
	Prioridades de desarrollo ambiental	Evita el desgaste de otras fuentes de agua tradicionales, además del aprovechamiento de aguas lluvias y minimización de uso de agua potable para riego y otros.
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	En Chile, algunos servicios ofrecen la instalación y puesta en operación de sistemas de captación de agua de lluvia \$1.800.000 pesos. Este sistema incluye procesos de filtrado y cloración, en caso que se necesite, <sup>149</sup>

### 5.3.2. Tecnología SLAMDAN

<b>Datos generales</b>	Nombre de la tecnología	Tecnología SLAMDAN <sup>150</sup>
	Nombre opcional	-
	Desafío	Continuidad del suministro y gestión de riesgos de desastres en empresas de agua, y Tecnología para la operación y mantención de sistemas rurales de agua potable
	Sector	Recurso hídrico
	Subsector	Subsector agua potable rural y urbano
	Descripción general	Es una solución tecnológica de bajo coste para mejorar la resistencia a las inundaciones. Actúa como una barrera de emergencia móvil, que puede desplegarse fácilmente cuando hay una amenaza de inundación. La misma tecnología puede utilizarse también para almacenar agua de forma hermética para aumentar su disponibilidad en tiempos de sequía.
	Emisiones GEI del subsector	-
	Escala	Pequeña escala
	Disponibilidad	Mediano plazo
<b>Priorización</b>	¿Tecnología a ser incluida en la priorización?	No
<b>Antecedentes implementación</b>	e Antecedentes/ Notas / Descripción corta de la opción tecnológica desde el	En el marco del Programa de Mecanismos de Beneficios de la Adaptación (ABM, por sus siglas en inglés), desarrollado por el Grupo del Banco Africano de Desarrollo (AfDB, por sus siglas en inglés), se ha impulsado la aplicación de la tecnología SLAMDAM como solución innovadora para mitigar los riesgos de inundación y fortalecer la resiliencia ante estos desastres inducidos por el cambio

<sup>149</sup> Cosecha de agua de lluvia (sf.) ¿Qué considera nuestro servicio? [\[Enlace\]](#)

<sup>150</sup> <https://www.wacaprogram.org/sites/waca/files/2021-11/14.%20ZEPHYR%20CONSULTING%20%281%29.pdf>

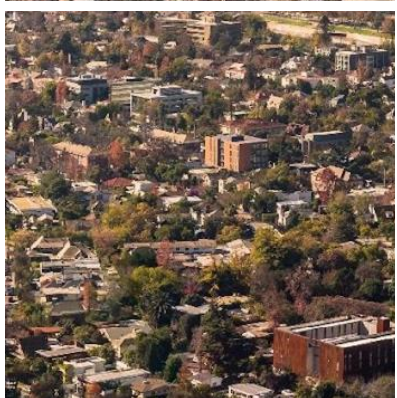
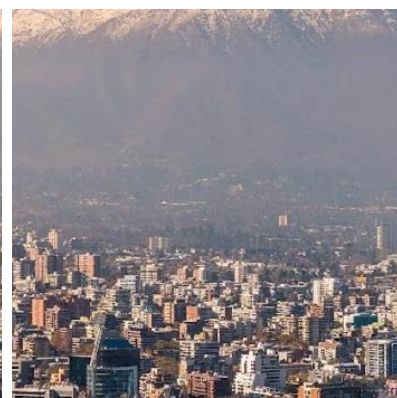
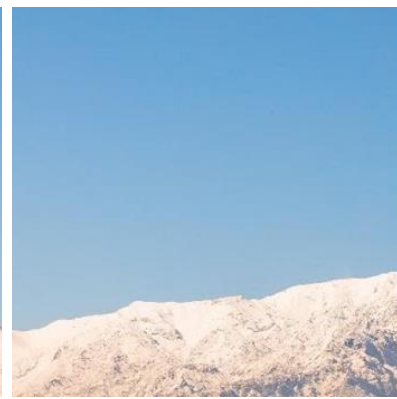
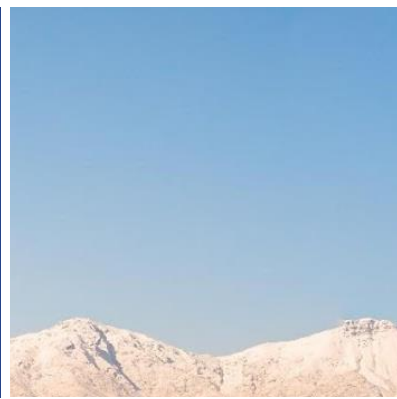
### Producto 3.2: Priorización de tecnologías

Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) y Plan de Acción Tecnológica (TAP) para la implementación de la NDC de Chile

	ClimateTechWiki, Seminarios, etc.	climático. Se ha implementado a pequeña escala en Nigeria y Uganda <sup>151</sup> . Esta tecnología ha sido premiada por el Banco Mundial como parte de su programa TechEmerge como la “Solución más efectiva contra inundaciones”
	Supuestos de implementación ¿Cómo la tecnología será implementada y difundida en el subsector?	Desarrollo de proyectos piloto para evaluar su escalamiento y formación técnica en los operarios de las plantas en la aplicación de esta tecnología
<b>Contribución al desarrollo del país</b>	Beneficios a la mitigación de los GEI o a la adaptación al Cambio Climático	Incrementa la resiliencia de los sistemas de tratamiento y/o potabilización de agua ante la ocurrencia de inundaciones o sequías
	Prioridades de desarrollo social	Acorde a las experiencias de implementación en otras regiones, es una tecnología fácilmente aceptada por las comunidades locales. Además, la capacidad de colectar el agua producto de las inundaciones permite que sea utilizada por las comunidades para irrigación u otras labores
	Prioridades de desarrollo económico	Acorde a las experiencias de implementación en otras regiones, es una tecnología de bajo coste, así como resistentes a condiciones climáticas adversas. Además, tienen un alto tiempo de vida (40 años aprox.)
	Prioridades de desarrollo ambiental	Los materiales de construcción son 100% reciclables
<b>Costos</b>	Asociado a las tecnologías y/o supuestos	Esta tecnología ha sido desarrollada en Países Bajos en la que se ha estimado los costos en 1350 euros por una sección Slamdan de 5 m y 30 Kg <sup>152</sup> .

<sup>151</sup> [https://www.adaptation-fund.org/wp-content/uploads/2021/08/AF-Innovation\\_Project-Proposal\\_Uganda\\_Aug-2021-revised-JK-w.-Track-Changes.pdf](https://www.adaptation-fund.org/wp-content/uploads/2021/08/AF-Innovation_Project-Proposal_Uganda_Aug-2021-revised-JK-w.-Track-Changes.pdf)

<sup>152</sup> Reuters (2021) As warning worsens floods, snake like mobile dams could protect Africa [\[Link\]](#)



[www.deuman.com](http://www.deuman.com)