



Programa País
**CARBONO
NEUTRALIDAD** 2.0

Oficial del Gobierno de Costa Rica



PORTAFOJO DE ACCIONES DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) A ESCALA CANTONAL DE COSTA RICA



SETIEMBRE 2017

AGRADECIMIENTOS

El presente documento ha sido elaborado por la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica, con apoyo del Centro para la Sostenibilidad Urbana, bajo la coordinación de Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible y el financiamiento de UNEP DTU Partnership.

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO:

Ana Lucía Moya Mora y Esteban Bermúdez Forn, Centro para la Sostenibilidad Urbana
Arturo Steinvorth Álvarez y Natalia Bonilla Gámez, CEGESTI

Se agradecen los aportes para la elaboración de este documento a las siguientes personas:

Andrea Meza, directora de la Dirección de Cambio Climático, MINAE
Marianella Feoli Peña, Directora Ejecutiva, Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible
Laura Mora Mora, Equipo Técnico PMR-Costa Rica
Andrea San Gil León, Directora Ejecutiva, Centro para la Sostenibilidad Urbana
Jessica Roccard, Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible

También se agradece a las personas, las municipalidades y las organizaciones, públicas y privadas, de distintos sectores, que participaron en los talleres de consulta realizados los días 16 de mayo y 21 de junio de 2017.

ÍNDICE

Contenido	
Agradecimientos.....	2
Elaboración del documento:	2
Acrónimos	5
Introducción.....	6
Residuos Sólidos	7
Justificación de las medidas propuestas	7
Medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.....	9
Matriz de priorización de las medidas.....	9
Medidas de reducción priorizadas de acuerdo con la matriz	10
Referencias.....	12
Movilidad.....	14
Justificación de las medidas propuestas	14
Medidas de mitigación.....	15
Matriz de priorización.....	17
Medidas de movilidad priorizadas	18
Referencias.....	20
ANEXOS	22
Anexo 1. Medidas de Mitigación de GEI de Residuos Sólidos	22
A.1.A. Medidas de mitigación de GEI de residuos sólidos priorizadas.....	22
A.1.A.1 Optimización de las rutas de recolección de residuos.....	22
A.1.A.2 Compost mediante pilas en hileras aireadas pasivamente	23
A.1.A.3 Compost mediante pilas estáticas aireadas activamente	23
A.1.A.4 Compost mediante tambores rotativos.....	24
A.1.A.5 Vermicompost.....	25
A.1.B. Medidas de mitigación de GEI de residuos sólidos no priorizadas	26
A.1.B.1 Digestión anaerobia con alto contenido de sólidos	26
A.1.B.2 Tratamiento térmico de residuos: Incineración	26
A.1.B.3 Tratamiento mecánico-biológico	26
A.1.B.4 Modernización de los vehículos de recolección	27
A.1.B.5 Relleno sanitario con aprovechamiento de gas.....	27
Anexo 2. Medidas de Mitigación de GEI de Movilidad Sostenible.....	28
A.2.A. Medidas de mitigación de GEI de movilidad sostenible priorizadas	28
A.2.A.1 Carriles exclusivos para Transporte Público	28
A.2.A.2 Instalación de parqueos de bicicleta.....	28
A.2.A.3 Paradas que promuevan el uso del transporte público.....	29
A.2.A.4 Plan de Movilidad Cantonal.....	30
A.2.A.5 Nodos Intermodales.....	31
A.2.A.6 Premio a la Innovación en Movilidad Sostenible.....	32
A.2.A.7 Acceso a información de Sistema de Transporte.....	33
A.2.A.8 Gestión de parqueos	34
A.2.A.9 Promoción de la Eco-Conducción.....	34
A.2.A.10 Construcción de Ciclovías	35
A.2.B. Medidas de mitigación de GEI de movilidad sostenible no priorizadas	36
A.2.B.1 Regulación del transporte de carga y distribución de bienes	36
A.2.B.2 Bicicletas públicas	36
A.2.B.3 Implementación de sistemas “Park and Ride”	37
A.2.B.4 Mejorar Flujo Vehicular.....	37

A.2.B.5 Desaceleración de los centros urbanos	37
A.2.B.6 Ciudad Caminable: Aceras	38
A.2.B.7 Rutas, calles o boulevards peatonales.....	38
A.2.B.8 Circuitos, rutas o cadenas accesibles.....	38
A.2.B.9 Planificación territorial de acuerdo con el transporte	39
A.2.B.10 Zonas cero emisiones.....	39
Anexo 3. Medidas de Mitigación de GEI de Movilidad Eléctrica	40
A.3.A. Medidas de mitigación de GEI de Movilidad Eléctrica priorizadas	40
A.3.A.1 Sustitución de motocicletas	40
A.3.A.2 Sustitución de flota liviana	40
A.3.A.3 Servicio de recarga de vehículos eléctricos en sitios públicos.....	41
A.3.A.4 Servicio de carros eléctricos compartidos.....	42
A.3.A.5 Servicio de bicicletas eléctricas compartidas	42
A.3.B. Medidas de mitigación de GEI de Movilidad Sostenible no priorizadas.....	43
A.3.B.1 Sustitución de SUVs o pickups	43
A.3.B.2 Sustitución de camiones de basura.....	44
A.3.B.3 Sustitución de maquinaria especial	44
A.3.B.4 Buses eléctricos en rutas turísticas.....	44
A.3.B.5 Tranvía eléctrico	45
A.3.B.6 Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones	45

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AED: Asociación Empresarial para el Desarrollo
- BEV: Vehículo Eléctrico de Batería, por sus siglas en inglés
- CAF: Corporación Andina de Fomento
- CEGESTI: Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial
- CGR: Contraloría General de la República
- COSEVI: Consejo de Seguridad Vial
- DCC: Dirección de Cambio Climático
- DSE: Dirección Sectorial de Energía
- DTU: Universidad Técnica de Dinamarca, por sus siglas en inglés
- ENSRVR: Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos
- GAM: Gran Área Metropolitana
- GEI: Gases de Efecto Invernadero
- ICE: Instituto Costarricense de Electricidad
- IMN: Instituto Meteorológico Nacional
- INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía
- MBT: Tratamiento Biológico Mecánico, por sus siglas en inglés
- MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes
- ONU: Organización de las Naciones Unidas
- PHEV: Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable, por sus siglas en inglés
- SUV: Vehículo utilitario deportivo, por sus siglas en inglés
- TCO: Costo Total de Propiedad, por sus siglas en inglés
- UNEP: Programa de Ambiente de las Naciones Unidas

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO DEL PORTAFOLIO

Este documento es una herramienta para las Comisiones Intersectoriales de Cambio Climático creadas para implementar el Programa País Carbono Neutralidad a nivel de cantón o distrito en Costa Rica, la cual tiene como fin ayudar a identificar las mejores medidas o acciones de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a escala territorial. La herramienta se enfoca en los sectores de movilidad sostenible, eléctrica y residuos sólidos.

Es importante resaltar que cada cantón presenta condiciones particulares (relieve, población, presupuesto, tamaño, entre otros), por lo que este documento no debe reemplazar el análisis individual. Más bien debe ser el punto de partida para el análisis a profundidad de las situaciones y condiciones de cada caso individual.

¿QUÉ ES UNA ACCIÓN DE MITIGACIÓN?

Una acción de mitigación, según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC, 2014), se define como “una intervención humana para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de gases de efecto invernadero”. Así, las acciones de mitigación son la principal herramienta para la reducción de las emisiones de GEI a través del tiempo. Además, son uno de los componentes medulares para alcanzar la carbono neutralidad y cumplir las metas fijadas por el país en la Contribución Nacionalmente Determinada. Por otro lado, a nivel territorial se debe procurar que las acciones de mitigación, además de reducir emisiones de GEI, mejoren la calidad de vida de los habitantes y que promuevan el desarrollo cantonal bajo en emisiones.

¿CUÁNDO UTILIZAR ESTE PORTAFOLIO?

Se recomienda a la Comisión Intersectorial de Cambio Climático, creada para implementar el Programa País Carbono Neutralidad en el cantón o el distrito, consultar este documento en el proceso inicial de planificación de acciones de mitigación para su territorio. Es preferible que este proceso ocurra después de la realización de un inventario de GEI a escala territorial, pues así se tendrá mejor claridad de

los sectores de intervención prioritarios (con la mayor cantidad de emisiones) y además se contará con una línea base para el reporte y la comparación posterior al avance de las acciones.

CONSIDERACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTE PORTAFOLIO

Las acciones de mitigación descritas en este portafolio tienen el propósito de brindar un listado de alternativas para la reducción de GEI enfocadas en dos grandes temas: Residuos Sólidos y Movilidad. A su vez, Movilidad se subdivide en Movilidad Sostenible y Movilidad Eléctrica.

Se seleccionaron estos dos sectores pues se consideran prioritarios para el país en relación con mitigación. El transporte es el mayor emisor de GEI del país: sus emisiones representan un 44% del total de emisiones de GEI (MINAE & IMN, 2015). Por su parte, el sector residuos emite el 15,7% del total de las emisiones del país (Ministerio de Salud, 2016), siendo así la tercera fuente con más relevancia de mitigación en Costa Rica. Además, estos dos sectores representan verdaderos retos para las administraciones municipales. Estos retos se abordarán en secciones posteriores.

Es importante aclarar que los cantones participantes del Programa País pueden realizar acciones de mitigación en su territorio en otros sectores, como por ejemplo el sector agricultura, forestal, industrial, energía estacionaria, entre otros. Se insta a que, posterior a la realización del inventario, las municipalidades hagan un análisis de las categorías clave de su inventario de manera tal que identifiquen cuáles son los sectores en los que una acción de mitigación tendría más impacto en relación con emisiones. Para el caso del sector agricultura, existe de momento un trabajo conjunto entre el INTA, y Fundecooperación, para desarrollar un portafolio similar al presente.

Mediante criterio de expertos, se seleccionó medidas de mitigación funcionales para la realidad de Costa Rica (10 de Residuos Sólidos, 20 de Movilidad Sostenible y 10 de Movilidad Eléctrica). Posteriormente, se desarrolló una matriz de priorización para extraer las mejores medidas de acuerdo con base en criterios técnicos, ambientales y económicos. Al tratarse de temas diferentes, se elaboró una matriz de priorización individual para Residuos Sólidos y otra para Movilidad con el fin de evaluar las medidas de la mejor manera.

El portafolio cuenta con una descripción de cada uno de los temas, fichas con información de las medidas priorizadas y no priorizadas, así como con la matriz de priorización utilizada para cada caso en formato de Excel. Como se mencionó anteriormente, cada cantón experimenta una realidad diferente, por tanto, se recomienda utilizar la matriz adjunta para valorar las medidas propuestas tomando en cuenta las condiciones de cada cantón y adecuar así la priorización.

RESIDUOS SÓLIDOS

La gestión de residuos sólidos municipales es un importante reto a nivel mundial. Además de presentar impactos en la salud de las personas, también tiene un impacto significativo en el ambiente. El sector de residuos a nivel mundial representa alrededor del 11% de las emisiones de metano y es un importante emisor de carbono negro, contaminante de vida corta con impactos en salud y en cambio climático (Climate and Clean Air Coalition, 2017). El caso de Costa Rica es una excepción.

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Separación, Valorización y Recuperación de Residuos (ENSRVR), elaborada por el Ministerio de Salud en el 2016, en el país, el sector de residuos ocupa el tercer lugar en cuanto a emisiones de GEI con un 15,7% del total (Ministerio de Salud, 2016). La Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (Ministerio de Salud, 2016a) menciona que se generan diariamente en el país 4000 toneladas de residuos sólidos, de las cuales 2332 toneladas se disponen en rellenos sanitarios, 792 toneladas en vertederos controlados y 852 en botaderos a cielo abierto. El objetivo de la ENSRVR es “desarrollar un modelo inclusivo para la gestión integral de los residuos sólidos en el país que permita el fortalecimiento de las capacidades entre el sector público, sector privado y sociedad civil, del 2016 al 2021”. Esta gestión necesariamente debe estar alineada a las metas nacionales para el avance hacia una economía baja en emisiones.

A partir de la promulgación de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, las municipalidades han sido dotadas de herramientas para mejorar sus labores. Sin embargo, según estudios de la Contraloría General de la República, aún existen comunidades en 70 de los 81 cantones en las que no se presta el servicio de recolección de residuos segregado (Contraloría General de la República, 2016). Además del reto de aumentar la

cobertura hasta alcanzar un 100% de la población servida, se menciona frecuentemente las dificultades para poder brindar también la recolección separada de residuos. Esta separación desde la fuente es esencial para poder lograr una valorización efectiva de los distintos residuos que se puedan generar en las viviendas y comercios, sean residuos orgánicos que se puedan destinar a tratamientos biológicos o residuos valorizables como materiales reciclables que se puedan comercializar o a partir de los que sea posible producir otro tipo de productos. Actualmente, tanto la ENSRVR como el informe de la Contraloría General de la República señalan que se recupera apenas 1,26% de los residuos generados a nivel nacional (Ministerio de Salud, 2016). Es necesario reforzar las acciones destinadas a la recuperación de residuos desde su fuente de generación para obtener mayores beneficios.

De acuerdo con estudios de generación y composición de residuos realizados por el CEGESTI para 8 municipalidades del país, siguiendo la metodología oficial del Ministerio de Salud, se encontró que, en promedio, en zonas urbanas 51% de los residuos sólidos ordinarios son orgánicos y en zonas rurales un 45% (CEGESTI, 2017). Cabe resaltar que son pocas las municipalidades que cuentan con este tipo de estudios, de suma importancia para poder contemplar distintas tecnologías de tratamiento de residuos y garantizar su adecuada operación y sostenibilidad. La falta de información técnica debe ser abordada para poder tomar decisiones fundamentadas e inversiones bien justificadas. Las propuestas de soluciones que no tomen en cuenta la información técnica relevante sobre los residuos generados podrían ser perjudiciales para los intereses municipales.

El país cuenta con muchas oportunidades a través de toda la gestión de residuos sólidos para mejorar su desempeño, por ejemplo: la Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos N°8839, los instrumentos y lineamientos derivados de esta y los compromisos y acuerdos internacionales a los cuales Costa Rica se encuentre adherido.

JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

La Ley N° 8839 establece la jerarquización para la gestión de residuos, en la cual se establece el siguiente orden: evitar, reducir, reutilizar, valorizar,

tratar y disponer. Los actores de la gestión integral de residuos sólidos deberán promover esta jerarquización en sus acciones. El sector municipal es el encargado de prestar o garantizar el servicio de recolección de residuos ordinarios y valorizables en el país. La recolección diferenciada de residuos, ya sea de valorizables o de orgánicos, es una de las principales opciones de mejora que tienen los municipios, especialmente si se considera que alrededor de la mitad de los residuos generados son orgánicos (residuos de comida, de jardín o madera). En este nicho existe una amplia gama de opciones de tratamiento que serán descritas en las fichas generales.



Figura 1. Jerarquía de priorización conceptual de jerarquización de residuos sólidos
Fuente: (Ministerio de Salud, 2016)

Otro de los aspectos a los que el informe de la CGR hace referencia es a la operación de los servicios de recolección. Se explica cómo la poca planificación de las rutas y frecuencias de recolección pueden encarecer significativamente el servicio. La logística involucrada para el tratamiento o la disposición final de los residuos es otro de los aspectos que impactan en la sostenibilidad. Ligado a esto, un punto poco comprendido y explorado es el de los vehículos utilizados para la prestación del servicio, así como su mantenimiento.

Actualmente se fabrican vehículos que superan en términos de eficiencia energética y desempeño ambiental a los vehículos que realizan la recolección. Debido a los largos recorridos, las mejoras en los consumos de combustible pueden tener un impacto positivo en las finanzas del servicio, además de reducir los costos de mantenimiento que han venido en aumento, de acuerdo con la CGR.

Por último, a nivel de disposición final de residuos, el país también cuenta con posibilidades de mejora. Los datos de la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos indican que los tres tipos de sitios de disposición final son: rellenos sanitarios (58,3% de los residuos generados), vertederos controlados (19,8%) y botaderos a cielo abierto (21,3%). Estos tipos de tratamiento, en especial los vertederos controlados y botaderos a cielo abierto, no cuentan con buenos sistemas de recolección y aprovechamiento del metano que genera la descomposición de los residuos y que es un potente gas de efecto invernadero, un gas precursor de la generación de ozono troposférico y que aumenta el riesgo de explosiones en los sitios de disposición. Algunos de los rellenos sanitarios cuentan con antorchas para quemar el gas, lo que al menos reduce su impacto ambiental. Sin embargo, este recurso podría aprovecharse para la generación de electricidad, para la producción de calor o como sustituto a combustibles para la operación de ciertos equipos.

Otro de los tratamientos sobre los que se ha conversado en el país es la incineración de los residuos. Este tratamiento térmico, bajo condiciones de temperatura y oxígeno controladas para permitir una combustión adecuada de los residuos y evitar la generación de sustancias dañinas para la salud y el ambiente, tiene como uno de sus principales beneficios la reducción del volumen de residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario. Las cenizas generadas en las instalaciones de un incinerador deben ser dispuestas adecuadamente en rellenos sanitarios para evitar problemas que estas puedan dar, especialmente porque pueden contener metales pesados que podrían llegar a infiltrarse en cuerpos de agua subterráneos. A nivel de emisiones de gases de efecto invernadero este tipo de tratamiento tendría una ventaja sobre un relleno sanitario sin recuperación o aprovechamiento de metano debido a que convierte el metano (de mayor potencial de calentamiento global) en dióxido de carbono. Si fuera posible aprovechar en el incinerador el calor producido para la generación de electricidad y otros usos, aumentaría la reducción de emisiones ya que se estarían sustituyendo fuentes fósiles que son de mayor emisión de GEI.

Como resumen, las medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se pueden agrupar bajo tres categorías: tratamientos de residuos orgánicos, mejoras logísticas y operativas del ser-

vicio y mejoras en la disposición final de los residuos. A continuación, se describen brevemente las medidas propuestas (para mayor información, consultar las fichas generales en el Anexo 2).

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las medidas consideradas se pensaron en primera instancia para el tratamiento de residuos orgánicos, por ser la mayor fracción de residuos que se generan en el país, tanto en zonas urbanas como rurales. La segunda categoría de opciones se centra en logística y aspectos operativos del sistema, en la planificación y uso eficiente de los recursos con los que cuentan las municipalidades para brindar su servicio. La tercera categoría se enfoca en otros tipos de tratamiento y disposición final de los residuos.

Tratamiento de residuos orgánicos:

- Compost mediante pilas en hileras aireadas pasivamente: Tratamiento biológico de la materia orgánica de forma aerobia utilizando una pila extendida en forma de hilera. Las pilas son aireadas pasivamente mediante una red de tuberías que se ubica debajo de las hileras.
- Compost mediante pilas estáticas aireadas activamente: Tratamiento biológico de la materia orgánica de forma aerobia utilizando una pila con aireación asistida. La materia orgánica es aireada mediante ventiladores u otros equipos para acelerar su descomposición.
- Compost mediante tambores rotativos: Tratamiento biológico de la materia orgánica de forma aerobia utilizando un tambor rotativo. La aireación se realiza mediante agitación mecánica o inyección de aire.
- Vermicompost: Tratamiento biológico que utiliza lombrices de tierra para crear una mezcla heterogénea de residuos vegetales o de alimentos en descomposición, materiales de cobertura y vermicompost.

Medidas operativas y logísticas

- Modernización de vehículos de recolección: Cambio de los vehículos destinados al servicio de gestión de residuos por vehículos más eficientes y con mejores controles de emisiones. Las nuevas tecnologías vehiculares han avanzado de tal modo que el rendimiento de los vehículos es

mayor y sus emisiones contaminantes son menores (especialmente material particulado y óxidos de nitrógeno).

- Optimización de rutas de recolección de residuos: Es un trabajo de logística para optimizar los recursos municipales, tanto económicos como de personal y equipos. El servicio de recolección puede representar de un 60-80% del costo total de la gestión de residuos sólidos municipales.

Tratamientos y disposición final de residuos

- Digestión anaerobia: Tratamiento biológico de la materia orgánica de forma anaerobia en un reactor. La materia orgánica se descompone, generando biogás (compuesto mayoritariamente por metano y dióxido de carbono) y digerido. Ambos subproductos son aprovechables.
- Incineración: Tratamiento térmico de los residuos a altas temperaturas (sobre 850°C), bajo condiciones controladas de temperatura y oxígeno, para reducir el volumen que será dispuesto en un sitio de disposición final. El calor generado en la combustión se puede aprovechar para usos industriales o para la producción de electricidad.
- Rellenos sanitarios con aprovechamiento de gas: Tratamiento anaeróbico de los residuos sólidos municipales mezclados. Está diseñado para capturar los gases que se forman en la descomposición de los residuos (metano, CO₂ y otros gases traza) y aprovechar este gas para la generación de electricidad o para ser utilizado como un sustituto de combustibles fósiles en procesos de combustión.
- Tratamiento mecánico biológico: Procesamiento mecánico parcial de los residuos sólidos municipales mediante la remoción de ciertos componentes y el proceso biológico de las partes restantes. Se pueden obtener varios subproductos aprovechables dependiendo de la configuración de la planta.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LAS MEDIDAS

Para determinar cuáles opciones pueden resultar más convenientes a nivel cantonal, el equipo consultor desarrolló una herramienta que permita priorizar las medidas de reducciones de acuerdo con variables técnicas, económicas y ambientales. Esta herramienta se basa en el criterio del experto a cargo

y basada en información disponible para una toma de decisiones con mejor juicio.

Entre las variables técnicas se encuentran: el requerimiento de equipo o maquinaria nueva, las necesidades de capacitación, requerimientos de espacio y mantenimiento, requerimientos de combustibles y/o electricidad y aspectos relacionados con seguridad e higiene ocupacional. En el caso de necesidad de área para el desarrollo de inmuebles o infraestructura para implementar la medida, se definió como estándar un terreno de 3000 m², por encima de eso, entonces, se requeriría espacio para la medida de reducción. La determinación del puntaje en las variables técnicas depende de su complejidad. A mayor complejidad técnica, se le asigna un puntaje menor, debido a que requerirá una mayor especialización para su implementación.

A nivel económico se contemplaron los costos de inversión y los de operación y mantenimiento. A mayores costos económicos para el cantón participante del programa, menor su puntuación. Muchas municipalidades cuentan con presupuestos bastante reducidos para realizar una gestión integral de residuos adecuada, por lo que sería un reto destinar una gran cantidad de recursos a estas actividades. Los rangos de los costos de inversión se definieron como:

- Bajo: menor a \$85 000.
- Medio: entre \$85 000 y \$250 000.
- Alto: sobre \$250 000.

Los beneficios ambientales esperados se centraron en el potencial de reducción de emisiones, la disminución de consumo de recursos, el potencial de aprovechamiento de subproductos generados y el or-

den en la jerarquización de residuos de acuerdo con la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos. Entre mayores sean los beneficios ambientales, mayor será la puntuación otorgada.

Habrán dos maneras de priorizar las medidas. Una basada en puntuación y la otra en una ponderación. La puntuación sumará la evaluación de los criterios técnicos, económicos y ambientales. La ponderación para la priorización final de las medidas otorga un máximo de 30% de peso al aspecto técnico, 40% al aspecto económico y 30% a los beneficios ambientales. La utilidad de las dos maneras de evaluar las opciones es para que, en caso de que haya empate en la matriz de puntuación, se pueda lograr una diferenciación en la matriz de ponderación. Las cinco medidas con mayor puntaje son las recomendadas para su implementación.

MEDIDAS DE REDUCCIÓN PRIORIZADAS DE ACUERDO CON LA MATRIZ

La matriz de priorización contempla aspectos técnicos, económicos y ambientales, con su respectivo puntaje y criterios de puntuación. Es conveniente revisar los resultados obtenidos en la herramienta de puntuación para mayor comprensión. Idealmente, la matriz se creó para que cada cantón la utilice con su información local para obtener resultados más convenientes para su propia situación. En la Tabla 1 se pueden apreciar con un asterisco (*) las cinco medidas priorizadas, así como el puntaje total obtenido para cada una.

Se observa que claramente el tratamiento de residuos orgánicos mediante el compostaje es prioritario para la situación nacional. Esto concuerda además con el conocido hecho de que, en los residuos generados

TABLA 1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS

Medida	Puntuación Total
* Pilas en hileras aireadas pasivamente	81
* Vermicompost	81
* Optimización de rutas de recolección	76
* Pilas estáticas aireadas activamente	49
* Tambores rotativos	49
Modernización de flota	47
Tratamiento mecánico biológico	35
Digestión anaerobia	29
Rellenos sanitarios con aprovechamiento de gas	29
Incineración	25

en el país, la fracción orgánica es la mayoritaria y su reducción y aprovechamiento requieren atención. Para facilitar la implementación del compostaje, se debe comenzar por sensibilizar a las personas para que separen desde la fuente este tipo de residuos. Una de las ventajas que presenta el compostaje es que se puede realizar a distintas escalas y puede ser descentralizado o concentrado en instalaciones de mayor tamaño. Para sitios en los que no se cuente con recolección de residuos, se podría contemplar un sistema comunal de tratamiento, con una recolección menos formal que los camiones de recolección compactadores, y así brindarle una solución a estas poblaciones que actualmente recurren a prácticas no deseadas para la disposición de sus residuos.

Aparte de los tratamientos mediante compostaje, la otra medida de reducción con mayor impacto sería la optimización de las rutas de recolección de residuos. Esta medida operativa permitiría, además de una reducción en emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir el ruido y la contaminación local en las comunidades a las cuales les brinda el servicio, disminuir el consumo de combustible y así liberar recursos económicos para la gestión de residuos.

Las medidas priorizadas se adaptan muy bien a cualquier tipo de cantón, ya que los tratamientos para orgánicos propuestos pueden realizarse a distintas escalas y sin necesariamente requerirse una instalación única. Además, el subproducto del tratamiento, el compost, podría ser utilizado como abono en parques municipales, como material de cobertura o, si cumpliera todos los parámetros necesarios, vendido como compost al público. La mejor opción o configuración para el compostaje dependerá de distintas variables (como las contempladas en la matriz) y en especial de las condiciones propias de cada municipio.

Conclusiones

El sector de residuos es el tercer mayor emisor de gases de efecto invernadero en el país (Ministerio de Salud, 2016). Existen grandes opciones para mejorar la gestión de residuos sólidos en el país, especialmente en el tratamiento de los residuos orgánicos generados. Las municipalidades y el gobierno central deben poner en marcha planes para sensibilizar y educar a la población de la importancia de una gestión adecuada de los distintos tipos de residuos sólidos municipales generados y brindar servicios de recolección diferenciada para facilitar el tratamiento de estos y así contribuir a mejorar la salud pública, reducir el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector y obtener beneficios económicos por mejoras en el servicio. El avance hacia una economía baja en emisiones también pasa por el sector de residuos sólidos y particularmente los residuos orgánicos.

REFERENCIAS

American University of Beirut. 2016. Guide to Municipal Solid Waste Management. Beirut, Líbano.

Banco Interamericano de Desarrollo. 2013. Manual para la aplicación de tecnologías Waste to Energy en América Latina y el Caribe. Consultado el 9 de abril de 2014 en: http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf

CMNUCC. (2014). Glossary of climate change acronyms and terms. Consultada en: http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#M.

Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial CEGESTI. 2017. Introducción a la metodología de estudios de generación y composición: Resultados obtenidos en diferentes municipalidades de Costa Rica. Ponencia en el Lanzamiento de la Red Centroamericana de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el marco de la Coalición para el Clima y Aire Limpio (CCAC). San José, Costa Rica.

Climate and Clean Air Coalition. 2017. Mitigating SLCPs from the municipal solid waste sector. Consultada en: <http://www.ccacoalition.org/en/initiatives/waste>.

Contraloría General de la República. 2016. Auditoría Operativa: Recolección de Residuos Ordinarios. Obtenido de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>
Corporación Nacional Forestal. (s.f.). Ficha 5. Técnicas de Compostaje. Chile.

Department for Environment, Food and Rural Affairs. 2013. Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Wastes. Consultado el 26 de marzo de 2014 en: <https://www.gov.uk/government/publications/mechanical-biological-treatment-of-municipal-solid-waste>.

Friends of the Earth. (Setiembre de 2008). Mechanical and Biological Treatment (MBT).

MINAE & IMN. 2015. Informe Bienal de actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático-Costa Rica. Consultado el 10 de julio de 2017 en: <http://cglobal.imn.ac.cr/sites/default/files/documentos/bur-2015.pdf>

Guinan, B. Kristiansen, T. Milton, D. 2008. Critical Analysis of the Potential of Mechanical Biological Treatment for Irish waste Management. Consultado el 7 de abril de 2014 en: <http://erc.epa.ie/safer/resource?id=d22d6f8a-217b-102c-b381-901ddd016b14>.

Juniper Consultancy Services Ltd. 2005. MBT: A Guide for Decision Makers – Processes, Policies and Markets. Consultado el 24 de abril de 2014 en: http://www.cti2000.it/Bionett/BioG-2005-003%20MBT_Summary_Report_Final.pdf.

McGrouther, K. (April de 2013). Technical Sheet: Vermicomposting.

Minister of the Environment. (2013). Technical Document on Municipal Solid Waste Organic Processing. Environment Canada.

Ministerio de Salud. 2016a. Estrategia Nacional de Separación, Valorización y Recuperación de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica. Obtenido de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>.

Ministerio de Salud. 2016b. Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica. Obtenido de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/planes-en-salud/3025-plan-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2016-2021/file>

World Bank. 1999. Decision Makers' Guide to Municipal Solid Waste Incineration. Washington D.C. Estados Unidos de América.

Zurbrügg, C. (2016). Vermicomposting in Biowaste. Lausanne, Suiza.

MOVILIDAD

Se estima que las ciudades son responsables del 75% de las emisiones de CO₂ globales (UNEP-DTIE, 2012), pues reúnen a una gran proporción de la población mundial. Ya para 2014, el 54% de la población mundial vivía en ciudades (United Nations, 2014)

Centroamérica presenta la segunda mayor tasa de urbanización del mundo después de África. De acuerdo a datos del Banco Mundial, de continuar las tasas de crecimiento actuales, la población en las ciudades se duplicaría para el año 2050. Costa Rica destaca por una mayor proporción de población urbana (75%) y uno de los mayores ritmos de crecimiento anual en el mundo en la urbanización (2.4% en el año 2014) (Banco Mundial, 2016).

El crecimiento de las ciudades en Costa Rica ha traído consigo presiones sobre los sistemas de movilidad. El subsector transporte, es el mayor consumidor de energía. En el año 2015, representó el 58.2% del consumo final de energía total de todo el año (MINAE-DSE, 2016). A su vez, el 100% del consumo energético en transporte provino de combustibles derivados del petróleo, convirtiendo a este subsector en el mayor emisor de GEI del país. En el 2012, representó el 44% de las emisiones de CO₂ totales del país (IMN, 2015).

Además de los retos ambientales que implica la movilidad, esta también se ha convertido en uno de los principales desafíos para el desarrollo y la calidad de vida en Costa Rica. Por ejemplo, según una encuesta de la Contraloría General de la República, el 25% de los trabajadores del valle central tardan más de 2 horas en llegar a su lugar de trabajo (Programa Estado de la Nación, 2015).

En respuesta al crecimiento urbano, se ha propuesto un cambio en el paradigma de la planificación urbana, centrandolo en las personas y no en los vehículos, un cambio de paradigma de la planificación bajo el concepto de transporte a una planificación bajo el concepto de movilidad. El fin es el de reducir distancias y necesidades de transporte para mejorar el acceso a los destinos, actividades, servicios y bienes. En otras palabras, poder satisfacer las necesidades de las personas en las ciudades haciendo el menor número de viajes posibles. (ONU Habitat, 2012). Sin duda, este cambio en el paradigma también viene acompañado de una mejora tecnológica de las unidades de transporte actuales, así como una optimización de los medios de implementación y los modelos de negocio.

El Centro para el Transporte Sostenible (2005) define un Sistema de Transporte Sostenible como aquel que “permite a los individuos, compañías y sociedades satisfacer las necesidades básicas de acceso a sitios y actividades en completa seguridad, de manera consistente con la salud humana y con la de los ecosistemas”. Otras características relevantes de los Sistemas de Transporte Sostenibles es que promueven la equidad dentro de y entre las generaciones sucesivas, poseen un costo accesible, operan de manera justa y eficiente, ofrecen a toda la población una opción para movilizarse y por tanto apoyan una economía competitiva. Adicionalmente, limitan las emisiones y los residuos del transporte a la capacidad del planeta para absorberlos y promueven la utilización de recursos renovables

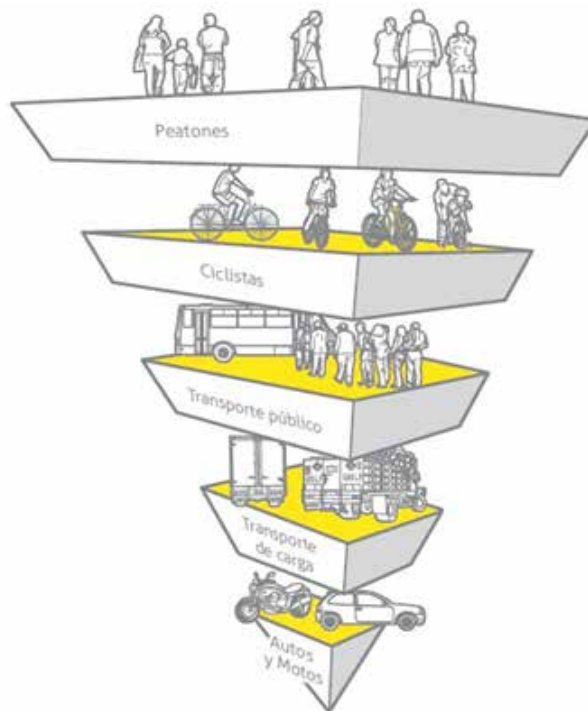


Figura 2. Jerarquía de priorización conceptual de jerarquización de movilidad sostenible
Fuente: (ITDP, 2011)

Por su parte, la movilidad eléctrica se presenta como una oportunidad para reducir emisiones de GEI en Costa Rica al cambiar los combustibles derivados del petróleo por la electricidad como vector energético. Dado que la matriz eléctrica en Costa Rica se destaca por su alto porcentaje de penetración de recursos renovables (más del 98% en el año 2015 y 2016 según datos del ICE), hacer el cambio a una flota vehicular eléctrica resulta de interés para reducir la contaminación ambiental provocada por el actual sistema de movilidad. Por otro lado, la movilidad eléctrica puede traer consigo cambios disruptivos y nuevos modelos de negocios que pueden ser aprovechados por diversos actores, incluso a nivel cantonal. Cabe aclarar que las medidas de mitigación en movilidad eléctrica contempladas ya están siendo, en su mayoría, evaluadas o inclusive implementadas en Costa Rica, así como en varios otros países del continente.

JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

Los proyectos con enfoque de movilidad sostenible generan múltiples beneficios tanto para la ciudad, como para el individuo. La contaminación atmosférica generada por la quema de combustibles fósiles en vehículos automotores causa problemas indirectos en la salud como asma, bronquitis, leucemia y otras enfermedades pulmonares. Los proyectos de movilidad sostenible ofrecen mejoras en la salud individual, al promover el transporte activo, y en la pública, al mejorar la calidad del ambiente (Banister, 2008) Desde el punto de vista ambiental, se disminuyen las emisiones de CO₂ del sector transporte al acortar distancias, promover el uso de transportes activos (caminar y andar en bicicleta), invertir en transporte público y reducir el uso del automóvil.

Al implementar programas de movilidad, se disminuye

la cantidad de tiempo invertido en trasladarse, aumentado así el tiempo disponible para la productividad y el ocio de las personas. Esto repercute en una mejora de la competitividad del país y de las ciudades (CAF, 2011). Desde el punto de vista social, las políticas y proyectos de movilidad sostenible pueden también ser herramientas de inserción y cohesión social, pues brindan mayores oportunidades de acceso a educación, salud, sitios de trabajo y otros servicios a los distintos grupos sociales (Obra Social Caja Madrid, 2010).

Es importante acotar que, para que un proyecto de movilidad sostenible realmente funcione, más allá del diseño lo más importante es la aceptación de las personas. Sólo cuando se tiene el suficiente apoyo público hacia el cambio es que se logra que estos proyectos sucedan (Banister, 2008).

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El equipo realizó una selección de medidas alrededor de dos grandes temas: (1) movilidad sostenible y (2) movilidad eléctrica. Las medidas se pensaron con el fin de que, además de reducir emisiones de GEI, fomenten una mejora en la calidad de vida de los habitantes en los territorios y promuevan el desarrollo bajo en emisiones.

En el Anexo 2 se encuentran fichas con información relevante sobre cada una de las medidas y, además, en la sección de referencias, se incluyen documentos de interés para la mayoría de las medidas, en caso de que se desee profundizar su concepto y manera de implementación. A continuación, se presenta un resumen de las acciones de medidas de mitigación consideradas para cada caso (ver Tabla 2):

TABLA 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL SECTOR MOVILIDAD SELECCIONADAS

Movilidad sostenible	Movilidad eléctrica
Construcción de ciclovías	Sustitución de motocicletas
Bicicletas públicas	Sustitución de flotilla liviana
Instalación de parqueos de bicicletas	Sustitución de SUVs o pickups
Ciudad Caminable: aceras	Sustitución de camiones de basura
Circuitos, rutas o cadenas accesibles	Sustitución de flotilla especial
Paradas que promuevan el uso del transporte público	Buses eléctricos en rutas turísticas
Rutas, calles o boulevards peatonales	Tranvía
Gestión de parqueos	Recarga de vehículos eléctricos como servicio
Desaceleración de los centros urbanos	Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones
Plan de Movilidad Cantonal	Servicio de carros eléctricos compartidos
Planificación territorial de acuerdo con el transporte	Servicio de bicicletas eléctricas compartidas
Nodos Intermodales	
Promoción de la Eco-Conducción	
Regulación del transporte de carga y distribución de bienes	
Carriles exclusivos de transporte público	
Acceso a información de Sistema de Transporte	
Implementación de sistemas "Park and Ride"	
Premio a la Innovación en Movilidad Sostenible	
Mejorar Flujo Vehicular	
Área Cero Emisiones	

MOVILIDAD SOSTENIBLE:

- **Construcción de ciclovías:** Construcción de carriles para bicicleta con el fin de promover la movilidad en bicicleta y la democratización del espacio en carretera. Buscar conectar puntos clave dentro del cantón: sitios de trabajo, comercio, estudio entre otros y desarrollar infraestructura que proteja la vida de los ciclistas.
- **Bicicletas públicas:** Puesta en operación de un sistema de préstamo o alquiler de bicicletas públicas para la movilización dentro del cantón que cuenta con estaciones en puntos claves para conectar las zonas habitacionales, de trabajo y comerciales. Se puede trabajar bajo un modelo de operación municipal, o bien, en asociación con empresa privada.
- **Instalación de parques de bicicletas:** Los parques de bicicleta consideran la estructura o dispositivo que permite anclar las bicicletas y el sitio físico seleccionando para colocarlos. Los parques deben proveer seguridad y protección ante condiciones climáticas.
- **Ciudad Caminable (aceras):** Construcción de aceras en sitios donde no hay o bien el mejoramiento de las condiciones de las aceras existentes (por ejemplo: sin grietas, a nivel con la calle, sin obstáculos, con nivel constante, amplias), así como proveer de sombra y refugio ante condiciones climáticas: árboles y techos.
- **Circuitos, rutas o cadenas accesibles:** Ruta(s) de alto flujo peatonal que conecten con sitios clave en las cuales se asegure que toda persona pueda movilizarse sin problemas. Cuentan con rampas seguras y con pendientes adecuadas, con cruces peatonales a nivel y con anchura adecuada, así como con estacionamientos y estaciones de transporte público accesibles.
- **Paradas que promuevan el uso del transporte público:** Bancas y sitios de espera aptos para todas las personas que proveen sombra y refugio ante condiciones climáticas e iluminación suficiente en horas de la noche. La estructura en la calle brinda una conexión segura y eficiente con el medio de transporte público.
- **Rutas, calles o bulevares peatonales:** Espacio público exclusivo para peatones que conecta puntos clave dentro del territorio. Otra opción es construir un cordón multiuso para personas: recreativo, deportivo y conector de sitios clave en el territorio. Se recomienda aprovechar los espacios verdes de los territorios para conectarlos y recuperarlos.
- **Gestión de parqueos:** Busca regular el estacionamiento en la vía pública para mejorar el sistema de cobro, generar espacios en los que sea prohibido estacionarse, así como mejorar la fiscalización para un mejor cumplimiento de las normas
- **Desaceleración de los centros urbanos:** Busca crear una zona dentro de los centros urbanos en la cual se reduzca la velocidad de los vehículos. Se recomienda 30 km/h en zonas con alto flujo de personas, se puede considerar implementar un horario. Se puede instalar mobiliario urbano que promueva la desaceleración de los vehículos, por ejemplo, pasos peatonales a una mayor altura que la calle.
- **Plan de Movilidad Cantonal:** Plan estratégico diseñado para satisfacer las necesidades de movilidad de las personas en la ciudad en y sus alrededores y contribuir a mejorar su calidad de vida. El Plan tiene una visión a largo plazo y un programa de implementación claro y considera todos los modos de transporte.
- **Planificación territorial de acuerdo con el transporte:** Desarrollar políticas de uso de suelo que promuevan la densificación y la mixtura en sus usos, de manera tal que se procure reducir la necesidad de viajar y la distancia de los viajes.
- **Nodos Intermodales:** Son estaciones que facilitan el transbordo de unos modos de transporte a otros, de manera tal que las personas puedan movilizarse utilizando diferentes modos de transporte. Permiten la adecuación del transporte público para el acceso de bicicletas, parqueos para bicicleta y ciclovía cercanos, estaciones de taxis, infraestructura.
- **Promoción de la Eco-Conducción:** Desarrollo de campañas y capacitaciones para que los conductores de vehículos que pasan por la ciudad utilicen prácticas de eco-conducción. También consiste en la promoción de prácticas de conducción eficiente tanto dentro del cantón como en empresas que generan tráfico en el territorio.
- **Regulación del transporte de carga y distribución de bienes:** Consiste en la prohibición de circulación de vehículos de carga por centros urbanos y altamente poblados. Esta medida busca generar un área de distribución urbana de mercancías con el fin de crear regulación en relación con horarios de reparto, ocupación del espacio de parqueo, regulación del tráfico y de generación de emisiones.
- **Carriles exclusivos de transporte público:** Consiste en implementar un carril exclusivo para el uso del transporte público en zonas de alto tránsito. Puede ser mediante un horario definido o permanente. Separados mediante barrera física del resto de carriles de tránsito común o sin barrera física.
- **Acceso a información de Sistema de Transporte:** Diseño de un sistema para brindar la información del transporte público a los usuarios. La información presentada puede variar: mapas con la ruta, horarios, frecuencias, tarifas y ubicación del vehículo. La información se puede presentar de manera física en la estación o de manera digital en app o en internet.
- **Implementación de sistemas "Park and Ride":** Espacios de parqueo seguros fuera de los centros de la ciudad conectados con transporte público eficiente. Busca reducir la cantidad de vehículos que entran a los centros urbanos congestionados.
- **Premio a la Innovación en Movilidad Sostenible:** Premio para incentivar la movilidad sostenible y promover la innovación en este tema para organizaciones, instituciones y empresas que se encuentran dentro de algún límite territorial definido. El premio puede ir desde un mero reconocimiento público hasta incentivos económicos o a manera de artículos relacionados con movilidad.
- **Mejorar Flujo Vehicular:** Busca promover un desplazamiento eficiente y fluido en las carreteras mediante el análisis de zonas congestionadas y determinar los problemas estructurales de las vías con el fin de eliminar cuellos de botella, mejorar

vías alternas y secundarias para distribuir el flujo vehicular, rediseñar sentido de las vías y de los giros

- **Área Cero Emisiones:** Establecer áreas dentro de la ciudad donde no se permite el paso de vehículos de combustión interna y dar prioridad a peatones o alternativas cero emisiones, incluyendo vehículos eléctricos.

MOVILIDAD ELÉCTRICA

- **Sustitución de motocicletas:** Sustitución de motocicletas que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas, ya sean motocicletas eléctricas o bicicletas eléctricas.
- **Sustitución de flotilla liviana:** Sustitución de la flotilla liviana que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés).
- **Sustitución de SUVs o pickups:** Sustitución de vehículos pickups o camionetas tipo "SUV" que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas, ya sean vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés) o vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV, en inglés).
- **Sustitución de camiones de basura:** Sustitución de los camiones de basura o de saneamiento de la Municipalidad por alternativas eléctricas.
- **Sustitución de flotilla especial:** Sustitución de maquinaria especial (por ejemplo, tractores, camiones, entre otros) de la Municipalidad por alternativas eléctricas.
- **Buses eléctricos en rutas turísticas:** Puesta en marcha de un bus eléctrico destinado a operar en rutas turísticas con el fin de crear concientización en la población y ofrecer una alternativa de movilidad baja en emisiones.
- **Tranvía:** Puesta en marcha de un tranvía eléctrico como alternativa de movilidad.
- **Recarga de vehículos eléctricos como servicio:** Puesta en marcha de sistemas de recarga de vehículos eléctricos mediante la instalación de puntos de recarga (también conocidos como recargadores) en puntos estratégicos del cantón. El sistema puede ser implementado por la Municipalidad o en consorcio con una empresa privada.
- **Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones:** Exigir a nuevas edificaciones la inclusión de un mínimo de puntos de recarga según su tamaño y naturaleza.
- **Servicio de carros eléctricos compartidos:** Provisión de un servicio de carros eléctricos compartidos en puntos estratégicos de los municipios.
- **Servicio de bicicletas eléctricas compartidas:** Provisión de un servicio de bicicletas eléctricas compartidas en puntos estratégicos de los municipios.

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Para determinar cuáles opciones resultan más convenientes para los cantones participantes del Programa País, se desarrolló una herramienta que per-

mite priorizar las medidas de reducciones de acuerdo con variables técnicas, económicas y ambientales. Esta herramienta se basa en el criterio del experto a cargo y en información disponible. Es conveniente revisar los resultados obtenidos en la herramienta de puntuación para mayor comprensión.

Entre los criterios técnicos utilizados se encuentran:

- Competencia municipal, que se refiere al nivel de control o liderazgo que puedan ejercer las Municipalidades sobre una acción de mitigación dada o bien la necesidad de articular con otros actores u organizaciones.
- Viabilidad técnica, que toma en cuenta la factibilidad para la puesta en marcha de una tecnología en el corto plazo.
- Capacidad municipal (disponibilidad de recursos), que toma en cuenta los diferentes recursos a disposición de las Municipalidades, tales como la disponibilidad del recurso humano, su conocimiento en el tema y la capacidad de operativizar cada medida de mitigación.
- Acceso a la tecnología, que toma en cuenta su oferta comercial en la actualidad y el acceso que puedan tener las Municipalidades para la puesta en marcha de cada medida de mitigación.

A nivel económico se contemplaron tres criterios: los costos de inversión, los de operación y mantenimiento y la capacidad de una medida determinada para generar nuevos ingresos. A mayores costos económicos para la municipalidad, menor puntuación. Asimismo, se valoró la capacidad de algunas medidas de generar nuevas fuentes de ingreso para las Municipalidades. Este aspecto fue considerado con base en casos de éxito en otras ciudades alrededor del mundo y buscó demostrar que, en ciertos casos, las medidas de mitigación no solo implican un costo, sino que también pueden significar el desarrollo de nuevos modelos de negocios y de cooperación para los gobiernos locales.

En materia ambiental, se evaluó:

- El potencial de reducción de emisiones de GEI, que considera el nivel de mitigación de cambio climático que una medida determinada pueda alcanzar.
- El potencial de disminución de la congestión, tal como su nombre lo indica, busca incidir en reducir la congestión en las vías nacionales, especialmente las que pasan por los Municipios.
- La concordancia con la jerarquización de la movilidad, de acuerdo con la Figura 1, busca dar una priorización en la que primero están las personas, luego el transporte público y por último están los vehículos privados.

Posterior a la evaluación de cada uno de los rubros descritos en materia técnica, económica y ambiental se procedió a realizar una ponderación de cada medida, considerando un peso del 30% para la parte técnica, 30% para la ambiental y 40% para la económica. Con base en la puntuación obtenida, se escogieron 5 medidas de movilidad eléctrica y 10 medidas de movilidad sostenible.

MEDIDAS DE MOVILIDAD PRIORIZADAS

En la Tabla 3 se muestra el resumen de las medidas priorizadas para el sector movilidad. En el Anexo 2 se pueden revisar las fichas con mayor detalle de información relativo a su aplicabilidad a municipalidades.

TABLA 3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL SECTOR MOVILIDAD PRIORIZADAS PARA CANTONES

Movilidad sostenible		Movilidad eléctrica	
Medida de mitigación	Puntuación total	Medida de mitigación	Puntuación total
* Instalación de parqueos de bicicletas	86.67%	* Sustitución de motocicletas	80.00%
* Plan de Movilidad Cantonal	81.67%	* Servicio de bicicletas eléctricas compartidas	74.72%
* Nodos Intermodales	79.17%	* Sustitución de flotilla liviana	73.33%
* Promoción de la Eco-Conducción	78.33%	* Recarga de vehículos eléctricos como servicio	66.11%
* Paradas que promuevan el uso del transporte público	77.50%	* Servicio de carros eléctricos compartidos	65.83%
* Construcción de ciclovías	75.83%	Sustitución de SUVs o pickups	61.67%
* Premio a la Innovación en Movilidad Sostenible	71.67%	Buses eléctricos en rutas turísticas	59.72%
* Gestión de parqueos	70.28%	Requisitos de puntos de recarga en nuevas edificaciones	56.67%
* Acceso a información de Sistema de Transporte	69.17%	Tranvía	54.72%
* Carriles exclusivos de transporte público	68.33%	Sustitución de camiones de basura	52.50%
* Bicicletas públicas	67.22%	Sustitución de flotilla especial	52.50%
Circuitos, rutas o cadenas accesibles	65.83%		
Rutas, calles o boulevards peatonales	65.83%		
Planificación territorial de acuerdo con el transporte	65.00%		
Ciudad Caminable: aceras	64.17%		
Pacificación de los centros urbanos	63.33%		
Área Cero Emisiones	63.33%		
Implementación de sistemas "Park and Ride"	56.67%		
Regulación del transporte de carga y distribución de bienes	55.00%		
Mejorar Flujo Vehicular	47.50%		

Es importante resaltar algunos puntos con respecto a las medidas priorizadas de movilidad sostenible:

- Para cualquiera de las medidas es imprescindible trabajar en colaboración y establecer alianzas con otras instituciones, organizaciones o municipalidades. El trabajo en solitario desgasta y, en el caso particular de la movilidad en Costa Rica, se vuelve sumamente ineficiente y en ocasiones hasta imposible debido a lo distribuidas que están las competencias del transporte y la movilidad en el país.
- Entre las medidas priorizadas no se encuentra ninguna relativa a peatones. Es importante resaltar que, aunque estas medidas no estén ligadas a una reducción importante de emisiones directas ni son una medida económica, las acciones de mitigación para peatones son la base del sistema de movilidad y esenciales para que las otras medidas de movilidad sostenible tengan éxito, por lo que para todo territorio debe ser una prioridad la inversión en aceras y espacios peatonales de calidad.
- Antes de la implementación de medidas como los nodos intermodales y la gestión de parqueos es importante tener un avance en el desarrollo de mejoras en los modos de transporte base de la pirámide de movilidad (peatón y transporte público), pues en el caso de los nodos intermodales se busca conectar modos de transporte para mejorar la eficiencia en la movilización. La gestión de parqueos es una medida de presión para que las personas se movilicen de maneras alternativas al vehículo privado, más el territorio debe ser capaz de ofrecerle otras medidas de transporte sostenibles de acuerdo con sus necesidades.
- Los resultados de las medidas de movilidad sostenible en muchos casos no son observables en corto tiempo, pues están ligados a un cambio de comportamiento de la población. Sin embargo, es imprescindible monitorear el avance de las medidas implementadas para determinar la aceptación de los usuarios y si es necesario un cambio de enfoque en algún momento.
- El transporte o la movilidad de personas está enmarcada en un sistema sumamente dinámico que varía dependiendo de las decisiones de movilidad las personas. Un día se puede elegir caminar a un sitio, mientras que, otro día, movilizarse en tren al mismo sitio puede ser considerado como mejor opción. Por tanto, no es conveniente aislar sus componentes: lo recomendable es mejorarlo como un todo bajo la premisa de brindar la mayor cantidad de opciones de movilización cómodas, accesibles y sostenibles para que las personas elijan, según sus circunstancias, cómo movilizarse. En conclusión, para la reducción de emisiones en sector transporte a nivel cantonal es necesario invertir en varias medidas que abarquen distintos modos de movilización.

En el caso de la movilidad eléctrica:

- Tal y como lo demuestran diversos casos de éxito a nivel internacional, el servicio compartido de vehículos livianos y bicicletas eléctricas consiste en una medida de mitigación que podría ser puesta en marcha en el corto plazo y que busca posicionarse como una alternativa ante la tenencia de vehículos

privados. En otras palabras, busca que los conductores se bajen de sus carros y que compartan los medios de transporte, que usualmente son subutilizados, con otros usuarios. Lo anterior es consecuente con los resultados obtenidos a través de la Herramienta de priorización, donde ambas medidas (Servicio compartido de vehículos livianos y Servicio compartido de bicicletas eléctricas) fueron priorizados.

- Asimismo, hay grandes oportunidades a lo interno de las Municipalidades para sustituir su flota actual, especialmente motocicletas, por alternativas eléctricas, siendo la medida de mitigación con la mayor puntuación obtenida a través de la Herramienta de priorización. De modo similar, la sustitución de la flota de vehículos de transporte liviano por vehículos eléctricos de baterías también resultó priorizada, dados los bajos costos de operación, la disponibilidad comercial de alternativas en el mercado local y el bajo costo incremental.
- Si bien hay modelos eléctricos para otros vehículos empleados por las Municipalidades (tal como como camiones de basura, vehículos todo terreno o transporte especial), su disponibilidad comercial y los costos intrínsecos aún son elevados. Si bien en algunos casos se podrían pagar durante el costo total de propiedad de la tecnología, las barreras de entrada pueden ser elevadas para algunas Municipalidades en este momento.
- Por otro lado, también se presenta la oferta de servicios de recarga de vehículos eléctricos en sitios públicos por parte de las Municipalidades como una opción para fomentar el uso de este tipo de vehículos y a la vez generar una nueva fuente de ingresos para las Municipalidades. Esta fue una de las medidas también priorizadas por la Herramienta de priorización.

REFERENCIAS

- Acuña-Leiva, R., Hernández-Vega, H., Jiménez-Romero, D., Zamora-Rojas, J., & Loría Salazar, L. G. (2015). Guía de Diseño y Evaluación de Ciclovías para Costa Rica. San José: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), Lanamme UCR.
- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2009). Distribución urbana de mercancías. In Plan de movilidad y espacio público. LUGO (pp. 90–100). Barcelona.
- Aprea, R., Chereau, T., Canciani, M., & Jensen, K. (2015). Hacia una Ciudad Accesible: criterios de diseño accesible. La Plata.
- Arias, C., Castro, A., Martins, W. C., Custodio, P., Diaz, J. C., Fjellstrom, K., ... Zimmerman, S. (2010). Guía de Planificación de Sistemas BRT Autobuses de Tránsito Rápido. New.
- Banco Mundial. (2016). Estudio de la Urbanización en Centroamérica: OPORTUNIDADES DE UNA CENTROAMÉRICA URBANA.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- CAF. (2011). Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. (CAF, Ed.), Banco de desarrollo de America Latina CAF.
- Calderón, O., & Bosque, D. (2017). Crónica de un usuario de la ciclovía: Cruzar todo San José en media hora y haciendo ejercicio. *La Nación*. San José. Retrieved from http://www.nacion.com/nacional/transportes/Experiencia-bicicleta-ciclovía-UCR-Sabana_0_1622237811.html
- Centro para el Transporte Sostenible. (2005). Defining Sustainable Transportation. Transport Canada. Retrieved from http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Defining_Sustainable_2005.pdf
- Circulate San Diego. (2016). Guía de Caminata: ¿Cómo disfrutar caminar en su comunidad? San Diego.
- Clean Cities. (2011). Clean Cities Hybrid and Plug-In Electric Vehicles All-Electric Vehicles, (May).
- CMNUCC. (2014). Glossary of climate change acronyms and terms. Retrieved May 29, 2017, from http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#M
- Díaz, R., Lugo, R., Páez, F., Mojica, C., & Corbacho, I. (2015). Oportunidades de financiamiento a operadores privados de transporte público en Latinoamérica 3 casos de estudio: Bogotá, Ciudad de México y Santiago.
- Federal Ministry of Education and Research. (2013). *Electric Mobility : Rethinking the Car*, 64.
- Gauthie, A., Hughes, C., Kost, C., Li, S., Linke, C., Lotshaw, S., ... Treviño, X. (2013). Guía de planeación del sistema de bicicleta. ITDP, Institute for Transportation and Development Policy, 1–152.
- Hall, S., Shepherd, S., & Wadud, Z. (2016). The Innovation Interface - Business model innovation for electric vehicle futures.
- IDAE. (2002). Manual de Conducción Eficiente para Conductores del Parque Móvil del Estado. Madrid. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- IMN. (2015). Inventario nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono, 2012. San José.
- ITDP. (2011). La movilidad en bicicleta como política pública. In M. J. P. Herrera (Ed.), *Ciclociudades, Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas*. México.
- ITDP. (2014). *Standard de Desarrollo Orientado al Transporte*. New York.
- ITDP. (2016). *Guía de diseño de calles e intersecciones para Buenos Aires*. Buenos Aires.
- Kreuzer, F. M., & Wilmsmeier, G. (2014). Eficiencia energética y movilidad en América latina y el Caribe (p. 305).
- Laurischkat, K., Viertelhausen, A., & Jandt, D. (2016). Business Models for Electric Mobility. In *Procedia CIRP* (Vol. 47, pp. 483–488). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.042>

- MINAE-DSE. (2016). Balance Energético 2015. San José.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). MOVILIDAD URBANA Vol. 1 BICIESTACIONAMIENTOS EN EL ESPACIO PÚBLICO. (División de Desarrollo Urbano Dirección de Proyectos de Ciudad, Ed.), MOVILIDAD URBANA. Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Obra Social Caja Madrid. (2010). Movilidad Urbana Sostenible: un reto energético y ambiental. Obra Social Caja Madrid. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Movilidad+Urbana+Sostenible:+Un+reto+energético+y+ambiental#0>
- ONU Habitat. (2012). Movilidad. Obtenido el 29 de mayo de 2017 de <https://es.unhabitat.org/temas-urbanos/movilidad/>
- Pardo, C., Caviedes, A., & Calderón, P. (2013). Estacionamientos para bicicletas: Guía de elección, servicio, integración y reducción de emisiones. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.650903>
- Programa Estado de la Nación. (2015). Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible/ PEN. (P. E. de la Nación., Ed.) (1st ed.). San José: PEN 2015.
- The Clean Air Institute. (2012). Gestión de la demanda de transporte: Oportunidades para mitigar sus externalidades y las de los vehículos automotores en America Latina. Washington. Retrieved from http://www.cleanairinstitute.org/cop_gd/wp-content/uploads/2012/08/doc_completo_gdt_politica.pdf
- UNEP-DTIE. (2012). Cities and Buildings UNEP initiatives and projects.
- United Nations. (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). New York, United. <https://doi.org/10.4054/DemRes.2005.12.9>
- Urban Foresight. (2014). Ev city casebook; 50 BIG IDEAS shaping the future of electric mobility, 74.
- ZeEUS. (2016). eBus Report: An overview of electric buses in Europe. ZeEUS (p. 118). Retrieved from <http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE RESIDUOS SÓLIDOS

A.1.A. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE RESIDUOS SÓLIDOS PRIORIZADAS

A.1.A.1 Optimización de las rutas de recolección de residuos

¿En qué consiste?

- Mejorar la frecuencia y el recorrido de las rutas de recolección de residuos.
- Es un trabajo de logística para optimizar los recursos municipales, tanto económicos como de personal y equipos.
- El servicio de recolección puede representar hasta un 60-80% del costo total de la gestión de residuos sólidos municipales.

Beneficios

- Reducción del consumo de combustibles por el servicio de recolección y sus emisiones.
- Potencial reducción de cantidad de camiones recolectores y menor cantidad de horas trabajadas en el servicio.
- Ahorro económico por menor combustible usado.

Contexto en el que sería útil

- Todas las municipalidades, en especial aquellas que cuentan con muchas rutas de recolección y muchos recorridos por día.

Nivel típico de inversión

- Costo de inversión bajo-medio, de acuerdo con la cantidad de rutas.

Requisitos necesarios para implementarla

- Información sobre rutas, frecuencias, personal, consumo de combustible, vialidades, tipo de recolección, entre otras.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Prestador del servicio de recolección (en caso de ser un servicio subcontratado).
- Consumidores u organizaciones de usuarios (Acorde con los principios de responsabilidad compartida y participación de la Ley GIR).

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: residuos.
- Motivo: Los camiones recolectores emiten dióxido de carbono y otros gases como hollín y óxidos de nitrógeno durante su uso.

Consideraciones adicionales

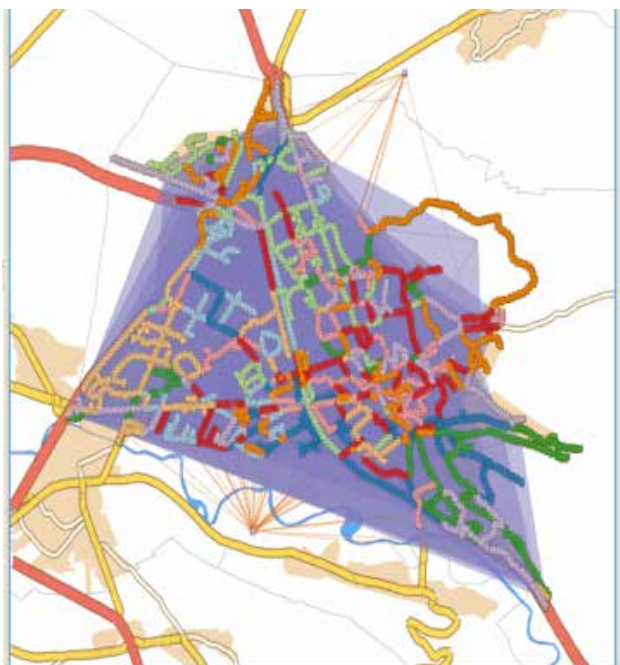
- En caso de que no sea la municipalidad la que brinde el servicio de recolección, se debe coordinar con la empresa que brinde dicho servicio.
- Indicadores propuestos para monitoreo: rendimiento de combustible (km/l) por ruta, rendimiento de combustible por camión recolector, capacidad de carga promedio por ruta.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.1.A.2 Compost mediante pilas en hileras aireadas pasivamente

¿En qué consiste?

- Degradación de la materia orgánica de forma aerobia utilizando una pila extendida en forma de hilera. Las pilas son aireadas pasivamente mediante una red de tuberías que se ubica debajo de las hileras.
- Manejo en exteriores.
- Tratamiento de residuos de jardín.
- Capacidad de tratamiento: hasta 10 000 toneladas anuales de residuos.

Beneficios

- Bajos costos de inversión y de operación.
- Poca mano de obra requerida.
- No requiere de energía eléctrica.
- Baja generación de lixiviados.
- Bajo consumo de agua.

Contexto en el que sería útil

- Municipalidades con una generación menor a 30 toneladas diarias de residuos de jardín.
- Cualquier municipalidad en el país, principalmente en zonas rurales que permitan aprovechar el compost generado y que no cuenten con un 100% de cobertura.
- Recomendable en zonas que cuenten con mucho espacio.



Nivel típico de inversión

- Bajo nivel de inversión.
- Costos operativos bajos.

Requisitos necesarios para implementarla

- Alta demanda de espacio.
- Pretratamiento de los residuos: trituración y mezclado.
- Tiempo de compostaje: largo.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: residuos.
- Motivo: La descomposición de los residuos orgánicos emite gases de efecto invernadero como dióxido de carbono y metano. El compost evita la emisión de metano.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Prestador del servicio (pretratamiento y tratamiento).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.

- Ministerio de Salud.
- Consumidores (separación desde la fuente).

Consideraciones adicionales

- El compost debe cumplir con criterios de calidad para ser comercializado.
- Durante el proceso de compostaje se requiere de un constante monitoreo de ciertos parámetros.
- Indicadores propuestos para el monitoreo: cantidad de materia orgánica tratada, cantidad de compost que sustituye fertilizantes químicos.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Medio (de 1 a 3 años).



A.1.A.3 Compost mediante pilas estáticas aireadas activamente

¿En qué consiste?

- Degradación de la materia orgánica de forma aerobia utilizando una pila con aireación asistida. La materia orgánica es aireada mediante ventiladores u otros equipos.
- Manejo en exteriores e interiores.
- Tratamiento de residuos de jardín y residuos de comida.
- Capacidad de tratamiento: de 1 000 a más de 100 000 toneladas anuales de residuos.

Beneficios

- Tiempos de compostaje bajos.
- Se puede trabajar en espacios más compactos que las pilas en hileras.
- Baja área superficial reduce el impacto de la infiltración por lluvia.

Contexto en el que sería útil

- Cualquier cantón en el país, principalmente en zonas rurales que permitan aprovechar el compost generado.
- Útil para tratamiento descentralizado en municipalidades que no cuentan con una tasa de recolección de 100%.



Nivel típico de inversión

- Costos de inversión medios.
- Costos operativos de bajos a medios.

Requisitos necesarios para implementarla

- Demanda de espacio de baja a moderada.
- Pretratamiento de los residuos: trituración y mezclado.
- Tiempo de compostaje: corto.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Prestador del servicio.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Ministerio de Salud.
- Consumidores (Separación desde la fuente).

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectados: residuos.
- Motivo: La descomposición de los residuos orgánicos emite gases de efecto invernadero como dióxido de carbono y metano. El compost evita la emisión de metano.

Consideraciones adicionales

- El compost debe cumplir con criterios de calidad para ser comercializado.
- Durante el proceso de compostaje se requiere de un constante monitoreo de ciertos parámetros.
- Indicadores propuestos para el monitoreo: cantidad de materia orgánica tratada, cantidad de compost que sustituye fertilizantes químicos.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Medio (de 1 a 3 años).



A.1.A.4 Compost mediante tambores rotativos

¿En qué consiste?

- Degradación de la materia orgánica de forma aerobia utilizando un tambor rotativo. La aireación se realiza mediante agitación mecánica o inyección de aire.
- El método de compostaje se realiza en un recipiente

cerrado.

- Para interiores o exteriores.
- Capacidad de 1 000 a más de 100 000 toneladas anuales de residuos.
- Para residuos de jardín y de comida.

Beneficios

- Variedad en escala, de acuerdo con la generación.
- Los tambores se pueden colocar de forma modular.
- Permite el tratamiento descentralizado de los residuos.
- Tiempo de compostaje: corto.
- Bajo consumo de agua.
- Baja generación de lixiviados.

Contexto en el que sería útil

- Cualquier cantón en el país, independientemente de su tamaño y ubicación (urbano o rural).
- Útil para tratamiento descentralizado en municipalidades que no cuentan con una tasa de recolección de 100%.



Nivel típico de inversión

- Costo de inversión medio.
- Costos operativos medios.

Requisitos necesarios para implementarla

- Se requiere trituración.
- Requiere electricidad para la agitación.
- El compost necesita un tratamiento posterior.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Prestador del servicio.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Ministerio de Salud.
- Consumidores (separación desde la fuente).

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectados: residuos.
- Motivo: La descomposición de los residuos orgánicos emite gases de efecto invernadero como

dióxido de carbono y metano. El compost evita la emisión de metano.

Consideraciones adicionales

- El compost debe de cumplir con criterios de calidad para ser comercializado.
- Durante el proceso de compostaje se requiere de un constante monitoreo de ciertos parámetros.
- Indicadores propuestos para el monitoreo: cantidad de materia orgánica tratada, cantidad de compost que sustituye fertilizantes químicos.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.1.A.5 Vermicompost

¿En qué consiste?

- Proceso de compostaje que utiliza lombrices de tierra para crear una mezcla heterogénea de residuos vegetales o de alimentos en descomposición, materiales de cobertura y vermicompost.
- Como producto final se obtiene vermicompost (humus de lombriz).
- Sirve para residuos de comida, residuos de jardín, y residuos agrícolas (evitar residuos lácteos, carne, cítricos y productos grasosos).
- Capacidad de tratamiento de residuos es muy versátil.

Beneficios

- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- El vermicompost puede ser utilizado como abono o acondicionador del suelo.
- La acción conjunta de lombrices y microorganismos intensifica la descomposición de la materia orgánica.
- Permite tratamiento descentralizado.

Contexto en el que sería útil

- Cantón de cualquier tamaño, preferiblemente rural para que cuente con un terreno grande que se encuentre alejado de áreas residenciales debido a los olores.

Nivel típico de inversión

- Costo de inversión bajo a medio.
- Costos de operación bajos.



Requisitos necesarios para implementarla

- Ausencia de luz.
- Biosólidos requieren deshidratación previa.
- Los residuos verdes requieren una reducción previa de tamaño.
- Se requieren grandes superficies.
- El tiempo de vermicompost es medio.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Prestador del servicio.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Ministerio de Salud.
- Consumidores.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectados: residuos.
- Motivo: La descomposición de los residuos orgánicos emite gases de efecto invernadero como dióxido de carbono y metano. El compost evita la emisión de metano.

Consideraciones adicionales

- El compost debe cumplir con criterios de calidad para ser comercializado.
- Durante el proceso de compostaje se requiere de un constante monitoreo de ciertos parámetros.
- Indicadores propuestos para el monitoreo: cantidad de materia orgánica tratada, cantidad de compost que sustituye fertilizantes químicos.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.1.B. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PRIORIZADAS

A.1.B.1 Digestión anaerobia con alto contenido de sólidos

¿En qué consiste?

- Degradación de la materia orgánica de forma anaerobia en un reactor. La materia orgánica se descompone, generando biogás y digerido. Ambos subproductos son aprovechables.
- Operación en lotes.
- Capacidad de 10 000 a 100 000 toneladas anuales de residuos.
- Para residuos de jardín y de comida.

Beneficios

- Tiempo de retención: corto.
- Subproductos aprovechables: digerido, efluente y biogás.
- Puede procesar residuos mezclados (con plásticos, metales, piedras).

Contexto en el que sería útil

- Para municipalidades de tamaño medio o grande o proyectos intermunicipales.
- Para municipalidades urbanas y/o rurales.



Nivel típico de inversión

- Altos costos de inversión.
- Costos operativos de medio a altos. Capacidad técnica

Requisitos necesarios para implementarla

- Se requiere pretratamiento: sacar de la bolsa, tamizar y mezclar.
- Requiere material como residuos de jardín para agregar porosidad.
- Tamaño de partículas menor a 20 cm.
- Requiere agua dependiendo de la cantidad de residuos tratados.

A.1.B.2 Tratamiento térmico de residuos: Incineración

¿En qué consiste?

- Descomposición térmica de los residuos a altas temperaturas (sobre 850°C), bajo condiciones controladas, para reducir su volumen.
- El calor generado puede ser usado para la generación de electricidad o para usos industriales.
- Permite tratar todo tipo de residuos sin separación

previa. Mínimo 50 000 toneladas anuales de residuos combustibles.

Beneficios

- Reducción de volumen de los residuos.
- Potencial aprovechamiento para generar electricidad o calor.
- Bajo condiciones óptimas evita la generación de olores.

Contexto en el que sería útil

- Municipalidades o federaciones de municipalidades con generaciones de residuos altas (mínimo 50 000 toneladas anuales de residuos combustibles).
- Preferiblemente en municipios donde se pudiera ubicar el incinerador cerca de las fuentes de generación para evitar aumentar los costos por el transporte de residuos.



Nivel típico de inversión

- Costo de inversión alto.
- Costo de operación alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Bajo contenido de humedad en los residuos (menor a 30%).
- Valor calorífico mínimo de los residuos de 6 MJ/kg.
- Alta capacidad técnica y especialización.
- Marco institucional bien definido.

A.1.B.3 Tratamiento mecánico-biológico

¿En qué consiste?

- Procesamiento mecánico parcial de los residuos sólidos municipales mediante la remoción de ciertos componentes y el proceso biológico de las partes restantes.
- Posibles productos finales: fracción orgánica estabilizada, materiales reciclables, materiales inertes, combustible derivado de residuos y biogás.
- La capacidad de las plantas puede variar de 10 000 a 250 000 toneladas anuales de residuos.

Beneficios

- Las plantas de MBT están diseñadas para procesar los residuos residenciales mezclados, así como residuos comerciales e industriales.
- Se logra valorizar materiales que no fueron separados desde la fuente y evitar que se pierdan en la

- corriente de residuos hacia el relleno sanitario.
- Las plantas pueden ser modulares.
- Generación de subproductos valorizables.

Contexto en el que sería útil

- Municipalidades o federaciones de municipalidades con generaciones de residuos de medio a alto (mínimo 27 toneladas diarias), ya sea urbanas y/o rurales.



Nivel típico de inversión

- Costo de inversión medio.
- Costo de operación alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Consumo de electricidad.
- Clientes para los productos generados.
- Instalaciones techadas.

A.1.B.4 Modernización de los vehículos de recolección

¿En qué consiste?

- Sustitución de los vehículos destinados al servicio de gestión de residuos por vehículos más eficientes y con mejores controles de emisiones.
- Las nuevas tecnologías vehiculares han avanzado a puntos en los cuales el rendimiento de los vehículos es mayor y sus emisiones contaminantes son menores (especialmente material particulado y óxidos de nitrógeno).

Beneficios

- Reducción en consumo de combustible y su consecuente ahorro de dinero.
- Reducción en emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación local.
- Menor ruido por exigencias de fabricación más rigurosas.

Contexto en el que sería útil

- Para cualquier municipalidad en el país que cuente con flota propia.
- Se puede exigir en los contratos a los proveedores de servicios que utilicen vehículos modernos con mejores condiciones.

Nivel típico de inversión

- Costo de inversión de medio a alto (por cambio de flota).



Requisitos necesarios para implementarla

- Conocimiento en distintas normativas sobre vehículos.
- Establecimiento de las condiciones en los contratos públicos.

A.1.B.5 Relleno sanitario con aprovechamiento de gas

¿En qué consiste?

- Tratamiento anaeróbico de los residuos sólidos municipales mezclados. Está diseñado para capturar los gases que se forman en la descomposición de los residuos (metano, CO₂ y otros gases traza) y aprovechar este gas para la generación de electricidad o para ser utilizado como un sustituto de combustibles fósiles en procesos de combustión.

Beneficios

- Mejor manejo ambiental (agua, ruido, GEI) y de vectores y enfermedades.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por el aprovechamiento y canalización del metano.
- Posible venta de electricidad a la red. Esta sería una fuente fija debido a que se espera que la producción de residuos crezca conforme crece el poder adquisitivo de la población.
- Los rellenos sanitarios tienen una amplia vida útil.

Contexto en el que sería útil

- Municipalidades o federaciones de municipalidades con generaciones de residuos altas.
- Rellenos sanitarios grandes (mayores a 100 000 toneladas anuales).



Nivel típico de inversión

- Costos de inversión altos.
- Costos de operación altos.

Requisitos necesarios para implementarla

- Capacidad técnica sobre el diseño y operación de rellenos sanitarios.
- Información sobre caracterización, composición y generación de residuos.

ANEXO 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

A.2.A. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD SOSTENIBLE PRIORIZADAS

A.2.A.1 Carriles exclusivos para Transporte Público

¿En qué consiste?

- Implementar un carril exclusivo para el uso del transporte público en zonas de alto tránsito de personas.
- Puede ser mediante un horario definido o permanente.
- Separados mediante barrera física del resto de carriles de tránsito común o sin barrera física.

Beneficios

- Aumenta la velocidad del transporte público.
- Mejora la puntualidad de los servicios.
- Promueve la utilización del transporte público.
- Desincentiva el uso del vehículo privado.

Contexto en el que sería útil

- Centros urbanos con alto tráfico de vehículos que dificulten la movilización de los vehículos de transporte público.



Nivel típico de inversión

- Medio.

Requisitos necesarios para implementarla

- Considerar sistemas de pago electrónico e integración tarifaria para aumentar la rapidez y eficiencia del servicio.
- Alianzas con prestadores del servicio de transporte.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- MOPT.
- Empresarios de transporte público.
- Habitantes y usuarios del territorio.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: Media.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afec-

tados: transporte sobre carreteras.

- Motivo: cambio de modo de transporte de vehículo privado a transporte público.

Consideraciones adicionales

- Si se complementa con mejor acceso a la información del transporte y mejores paradas de buses, se aumenta el potencial de reducción.
- Indicadores recomendados de monitorear: número de usuarios de transporte público, número de vehículos que entran y salen del cantón, distribución modal de la población. Injerencia municipal Indirecta.

Tiempo típico de implementación

- Mediano. (de 1 a 5 años) Considerando desde la fase de diseño hasta su construcción e implementación.



A.2.A.2 Instalación de parqueos de bicicleta

¿En qué consiste?

- Los parqueos de bicicleta consideran la estructura o dispositivo que permite anclar las bicicletas y el sitio físico seleccionando para colocarlos.
- Se recomienda colocarlos en sitios de alta afluencia de personas, como trabajos, comercios, sitios de estudio.
- Los parqueos deben proveer seguridad y protección ante condiciones climáticas.

Beneficios

- Incentiva el uso la bicicleta.
- Implicaciones positivas sobre aumento del uso del transporte público y del caminar.
- Organiza el espacio público.

Contexto en el que sería útil

- Cualquier cantón
- Cantón con población y usos concentrados en puntos específicos.

Nivel típico de inversión

- Bajo.

Requisitos necesarios para implementarla

- Definir ubicación, cantidad, tipo, diseño y mantenimiento de los parqueos.
- Conviene promover la adopción de esta medida por los sitios de alta afluencia de personas.



Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Habitantes y usuarios de movilidad en bicicleta.
- Empresas, instituciones, organizaciones y comercios que movilicen una cantidad importante de personas.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: bajo.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: cambio de modo de transporte de vehículo privado a transporte público.

Consideraciones adicionales

- Si se complementa con otras medidas para promover el uso de la bicicleta, su potencial de reducción de emisiones aumenta.
- Exhortar a empresas privadas a colocar parqueos de bicicleta para aumentar la oferta de espacios.
- Indicadores recomendados de monitorear: ocupación de los parqueos.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Mediano, (de 1 a 5 años) Considerando desde la fase de diseño hasta su construcción.



A.2.A.3 Paradas que promuevan el uso del transporte público

¿En qué consiste?

- Señalización que no impida la visibilidad.
- Bancas y sitios de espera aptos para todas las personas.
- Proveer sombra y refugio ante condiciones climáticas.
- Iluminación suficiente en horas de la noche.
- Estructura en la calle que brinde conexión segura y eficiente con el bus.

Beneficios

- Promueve la utilización del transporte público y del transporte no motorizado.
- Mejora la percepción de seguridad.
- Ordena el espacio público.
- Mejora la imagen de la ciudad.

Contexto en el que sería útil

- Todos los cantones independientemente de sus condiciones específicas.



Nivel típico de inversión

- Medio.

Requisitos necesarios para implementarla

- Identificar el mejor tipo de paradas para los sitios específicos.
- Considerar alianza con empresa privada para construir y dar mantenimiento a las paradas.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Ciudadanía y usuarios del territorio.
- Empresas de transporte público.
- Empresa privada con capacidad de construir y dar mantenimiento a la parada.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: cambio de modo de transporte de vehículo privado a transporte público.

Consideraciones adicionales

- Incluir criterios de género, accesibilidad y seguridad
- Considerar desarrollar un concurso para elegir el diseño más creativo y funcional
- Indicadores recomendados de monitorear: número

de usuarios de transporte público, número de usuarios en la parada en horas pico y valle.

- Comparar indicadores en el tiempo.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Mediano (de 1 a 5 años). Considerando desde la fase de diseño hasta su construcción.



A.2.A.4 Plan de Movilidad Cantonal

¿En qué consiste?

- Plan estratégico diseñado para satisfacer las necesidades de movilidad de las personas en la ciudad y sus alrededores, para mejorar la calidad de vida.
- Visión a largo plazo y un plan de implementación claro.
- Considera todos los modos de transporte.

Beneficios

- Contribuye con la salud de los habitantes y mejora su calidad de vida.
- Mejora la calidad ambiental y promueve la reducción de emisiones de GEI.
- Supone una mayor posibilidad de acceder a fondos o establecer alianzas para implementar proyectos planeados.
- Supone un uso más eficiente de los recursos

Contexto en el que sería útil

- Cualquier cantón, independientemente de su condición rural o urbana.
- Conviene incentivar a empresas privadas radicadas en el territorio para construir sus propios planes de movilidad.



Nivel típico de inversión

- Medio.

Requisitos necesarios para implementarla

- Elaborar procesos participativos en los que todos los usuarios del territorio sean tomados en cuenta.
- Entender las dinámicas del territorio actuales y definir una visión a futuro.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Ciudadanía y usuarios del territorio.
- MOPT para alinear con planificación a nivel nacional.
- COSEVI en temas de seguridad vial.
- Empresas privadas y comercios.
- Centros educativos en el territorio o cercanos.
- Municipalidades aledañas.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: alto.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: cambio de modo de transporte de vehículo privado a movilización no motorizada, transporte público, reducción de necesidad de viajar y de la duración de los viajes.

Consideraciones adicionales

- Incluir medidas en el Plan Regulador del cantón para lograr un mayor acatamiento y cumplimiento.
- Incluir políticas de Desarrollo Orientado al Transporte.
- Fomentar la creación de Planes de Movilidad en las municipalidades aledañas, pues esto aumenta el impacto de las medidas.
- Indicadores recomendados de monitorear: reparto modal de los viajes, distancia promedio de los viajes, tiempo promedio de los viajes.

Injerencia municipal

- Directa, pero necesita colaboración cercana de otras instituciones para lograr proyectos complejos.

Tiempo típico de implementación

- Mediano (de 1 a 5 años). Considerando desde la fase de diseño y construcción del plan, hasta su aprobación a nivel municipal.



A.2.A.5 Nodos Intermodales

¿En qué consiste?

- Nodos de comunicación intermodal: estaciones que facilitan el transbordo de unos modos de transporte a otros, de manera tal que las personas puedan movilizarse utilizando diferentes modos de transporte.
- Adecuación del transporte público para el acceso de bicicletas, parqueos para bicicleta y ciclovía cercanos, estaciones de taxis, infraestructura.

Beneficios

- Aumento de la movilidad no motorizada y del transporte público.
- Desplazamientos más cómodos y eficientes.
- Reducción de costos del transporte.
- Reducción de emisiones de GEI.
- Mejora de la calidad de vida.

Contexto en el que sería útil

- Territorios con mejores condiciones para la movilidad no motorizada, por ejemplo, ciclovías, sistema de bicicletas públicas, aceras en buenas condiciones, calles peatonales.



Nivel típico de inversión

- Bajo a medio

Requisitos necesarios para implementarla

- Infraestructura (construida previamente) de los modos de transporte por conectar
- Identificación de los sitios óptimos para la colocación de los nodos.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Ciudadanía y usuarios del territorio.
- MOPT.
- Empresas privadas y comercios de la zona, con el fin de consensuar la mejor ubicación.
- Empresas de transporte público.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: cambio de modo de transporte de vehículo privado a movilización en transporte público y modos no motorizados.

Consideraciones adicionales

- Es de suma importancia mejorar las condiciones de seguridad alrededor del nodo.
- Es conveniente que esté ligado a un plan de movilidad, ordenamiento y planificación territorial.
- Indicadores recomendados de monitorear: número de usuarios en horas pico, número de usuarios por día de la semana, número de mujeres y de hombres que utilizan el nodo en sus diferentes modos.
- Comparar estos indicadores en el tiempo.

Injerencia municipal

- Directa en su mayoría para los modos de movilización no motorizado e indirecta para el caso del transporte público.

Tiempo típico de implementación

- Largo (más de 5 años) Considerando la fase de diseño, discusión con todas las partes, construcción e implementación.



A.2.A.6 Premio a la Innovación en Movilidad Sostenible

¿En qué consiste?

- Premio para incentivar la movilidad sostenible y promover la innovación en este tema para organizaciones, instituciones y empresas que se encuentran dentro de algún límite territorial definido.
- El premio puede ir desde un mero reconocimiento público hasta incentivos económicos o incentivos a manera de artículos relacionados con movilidad.

Beneficios

- Incentivar el compromiso del sector privado con la mejora de la movilidad del territorio.
- Posibilidad de generar alianzas con el gobierno municipal para implementar proyectos en conjunto, en beneficio de la comodidad.
- Desincentivar el uso de vehículo privado de baja ocupación.

Contexto en el que sería útil

- Cualquier cantón que desee involucrar al sector privado en la mejora de la movilidad del territorio.

Nivel típico de inversión

- Bajo.

Requisitos necesarios para implementarla

- Campaña de promoción de los premios.
- Premios o incentivos que interesen a las organizaciones meta.

- Alianza con institución internación externa para financiar el concurso.



Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Empresas privadas, organizaciones e instituciones, comercios con proyectos innovadores relacionados con movilidad sostenible.
- Expertos en transporte.
- AED.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: bajo.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: cambio de modo de movilización del privado al transporte público o modos de movilización no motorizados, y aumento de la ocupación de los vehículos privados.

Consideraciones adicionales

- Podría evolucionar en normativa que solicite a las empresas con cierta cantidad de empleados un Plan de Movilidad Empresarial para otorgarles permisos de funcionamiento municipales.
- Indicadores recomendados de monitorear: número de empresas participantes, número de personas impactadas, número de personas impactadas que cambió su modo de movilización, número de vehículos que entran y salen del cantón.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Medio (de 1 a 5 años). Considerando la etapa de planificación del concurso, información a las empresas hasta la implementación del concurso,



A.2.A.7 Acceso a información de Sistema de Transporte

¿En qué consiste?

- Diseño de un sistema para brindar la información del transporte público a los usuarios.
- La información presentada puede variar. Se puede brindar, por ejemplo, mapas con la ruta, horarios, frecuencias, tarifas y ubicación del vehículo.
- La información se puede presentar de manera física en la estación o de manera digital en app o en internet.

Beneficios

- Aumento del uso del transporte público y, como consecuencia, del transporte no motorizado.
- Mejora en la experiencia del usuario en el transporte público, lo que aumenta su confianza en este.

Contexto en el que sería útil

- Cualquier territorio con uso de transporte público.



Nivel típico de inversión

- Medio.

Requisitos necesarios para implementarlo

- Para una mayor funcionalidad de la información, es conveniente tener la información de todas las rutas que cruzan el territorio, así como las de los territorios cercanos.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Habitantes y usuarios en el cantón.
- Empresas de transporte público.
- Empresas privadas, organizaciones e instituciones que movilicen una cantidad importante de personas.
- Comercios.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras
- Motivo: cambio de modo de movilización del transporte privado al público.

Consideraciones adicionales

- Es de suma importancia diseñar la presentación de la información tomando en cuenta criterios de accesibilidad.
- Es conveniente tanto el diseño de implementos físicos para las paradas como la colocación de la información en plataforma web.
- Indicadores recomendados monitorear: número de usuarios del transporte público, usabilidad de la información.

Injerencia municipal

- No directa. La municipalidad puede decidir sobre el mobiliario a colocar en las paradas, pero necesita colaboración de las empresas de transporte público para acceder a la información requerida.

Tiempo típico de implementación

- Medio (de 1 a 5 años) Considerando la etapa de recolección de información, diseño de la presentación de la información y distribución de información al público.



A.2.A.8 Gestión de parqueos

¿En qué consiste?

- Regular el estacionamiento en la vía pública: mejorar el sistema de cobro, generar espacios en los que sea prohibido estacionarse, así como mejorar la fiscalización para un óptimo cumplimiento de las normas.
- Aumentar el costo de la patente comercial municipal para los parqueos públicos.

Beneficios

- Desincentiva el uso del vehículo privado, por lo que se promueve el cambio hacia modos de transporte no motorizado y transporte público.
- Reducción de emisiones de GEI dentro del territorio.
- Mejora en la salud de la población al promover la movilización activa y reducir la contaminación del aire.

Contexto en el que sería útil

- Territorios que hayan mejorado el Sistema de Transporte Público y las condiciones para el transporte no motorizado.
- Territorios con alto flujo vehicular.



Nivel típico de inversión

- Bajo a medio

Requisitos necesarios para implementarla

- Campaña informativa previa de gran alcance que refuerce la idea de que los cambios son para mejorar la calidad de vida de todos.
- Contar con medios de transporte alternativos.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Habitantes y usuarios del cantón.
- Empresas privadas, organizaciones e instituciones que movilicen una cantidad importante de personas.
- Dueños de parqueos públicos.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: reducción de la utilización del vehículo privado en el territorio.

Consideraciones adicionales

- Es conveniente realizar una alianza con organizaciones que movilicen una cantidad importante de personas con el fin de incentivar la creación de programas y darles a los trabajadores facilidades de movilización sostenible de manera tal que la medida no los afecte negativamente.
- Indicadores recomendados monitorear: número total de vehículos que entran y salen del cantón, número total de vehículos parqueados en la vía pública por hora.

Injerencia municipal

- Directa.

Tiempo típico de implementación

- Medio (de 1 a 5 años) Considerando la implementación de ambas medidas propuestas y sus dificultades políticas.



A.2.A.9 Promoción de la Eco-Conducción

¿En qué consiste?

- Desarrollo de campañas y capacitaciones para que los conductores de vehículos que pasan por la ciudad utilicen prácticas de eco-conducción.
- Promoción de prácticas de conducción eficiente tanto dentro de la municipalidad como en empresas que generan tráfico en el territorio.

Beneficios

- Reducción de emisiones de GEI del transporte.
- Reducción de contaminación acústica.
- Aumenta la seguridad en las vías.
- Genera ahorros de combustible.

Contexto en el que sería útil

- Territorio con alto flujo de vehículos.



Nivel típico de inversión

- Bajo

Requisitos necesarios para implementarla

- Generar alianzas con compañías de transporte público con rutas que atraviesen el territorio y empresas de atracción importante de personas en transporte privado para focalizar esfuerzos.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Habitantes y usuarios en el cantón.
- Empresas privadas, organizaciones e instituciones que movilicen una cantidad importante de personas.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: conducción más eficiente, de manera que se ahorra combustible.

Consideraciones adicionales

- Es conveniente diseñar mecanismos de capacitación continua, pues estos programas, a pesar de que tienden a ser muy efectivos en el corto plazo, a largo plazo los conductores vuelven a sus prácticas tradicionales.
- Indicadores recomendados monitorear: personas capacitadas, gasto promedio de combustible semanal antes de la capacitación vs gasto promedio de combustible semanal 1 mes y 6 meses después de la capacitación.

Injerencia municipal

- Directa

Tiempo típico de implementación

- Corto (Menos de 1 año).



A.2.A.10 Construcción de Ciclovías

¿En qué consiste?

- Construcción de carriles para bicicleta con el fin de promover la movilidad en bicicleta.
- Conectar puntos clave dentro del cantón: sitios de trabajo, comercio, estudio entre otros.
- Desarrollar infraestructura que proteja la vida de los ciclistas.
- Democratizar el espacio en carretera.

Beneficios

- Reducción de la utilización del vehículo privado y potencial de reducción del tráfico.
- Reducción de emisiones de GEI y mejora de la calidad del aire.
- Protege la vida de los ciclistas y promueve la movilidad activa.

Contexto en el que sería útil

- Cantones rurales o urbanos.
- Cantones con población y usos concentrados en puntos específicos.
- Todos los cantones, independientemente de su topografía. La topografía del cantón no es una limitante para la construcción de una ciclovía.



Nivel típico de inversión

- De bajo a medio.

Requisitos necesarios para implementarla

- Estudio consensuado con la comunidad de la ruta óptima.
- Definir el tipo de ciclovía para las condiciones.
- Es deseable combinar la ciclovía con estacionamientos de bicicletas.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Ciudadanía y usuarios de movilidad en bicicleta.
- MOPT: diseño y construcción en vías nacionales.
- COSEVI en lo respectivo a señalización.
- Considerar incluir empresas privadas para fomentar la movilización de sus trabajadores

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sectores del inventario con posibilidad de ser afectados: transporte sobre carreteras.
- Motivo: cambio de modo de transporte de vehículo privado a movilización en bicicleta.

Consideraciones adicionales

- Es conveniente aliarse con municipalidades aledañas para construir ciclovías con rutas que tengan una mejor conectividad.
- Indicadores recomendados de monitorear: cantidad de usuarios en horas pico, cantidad de usuarios por día de la semana, cantidad de mujeres y de hombres que utilizan la ciclovía.
- Comparar estos indicadores en el tiempo.

Injerencia municipal

- Directa en caso de vías cantonales e indirecta para vías nacionales.

Tiempo típico de implementación

- Mediano

(de 1 a 5 años)

Considerando las fases de diseño, construcción e implementación.



A.2.B. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD SOSTENIBLE NO PRIORIZADAS

A.2.B.1 Regulación del transporte de carga y distribución de bienes

¿En qué consiste?

- Prohibición de circulación de vehículos de carga por centros urbanos y altamente poblados.
- Generar un área de Distribución Urbana de Mercancías: regulación en relación con horarios de reparto, ocupación del espacio de parqueo, regulación del tráfico y de generación de emisiones.

Beneficios

- Reducción de emisiones de GEI en los centros urbanos y poblacionales.
- Reducción de contaminación sónica,
- Mejora y ordena el flujo vehicular,
- Condiciones más seguras para personas que se movilizan en transporte no motorizado,

Contexto en el que sería útil

- Territorios con flujo importante de transporte de carga y distribución de bienes,
- Importante para zonas urbanas en las cuales este tipo de movilizaciones causan desestabilizaciones en el flujo,

Nivel típico de inversión

- Medio,

Requisitos necesarios para implementarla

- Estudio, localización y tipificación de las operaciones de distribución urbana de mercancías dentro de la ciudad.
- Estudio de rutas y horarios utilizados por vehículos de carga que atraviesan la ciudad.



A.2.B.2 Bicicletas públicas

¿En qué consiste?

- Puesta en operación de un sistema de préstamo o alquiler de bicicletas públicas para la movilización dentro del cantón
- Estaciones en puntos claves para conectar las zonas habitacionales, de trabajo y comerciales.
- Modelo de operación municipal, o bien en asociación con empresa privada

Beneficios

- Servicio de movilidad complementario.
- Disminución del uso del vehículo para trayectos cortos.
- Incremento de la movilidad activa.
- Mejora de la calidad del aire.
- Mejora en la imagen de la ciudad.

Contexto en el que sería útil

- Cantones urbanos y rurales (si la topografía es montañosa, ver fichas sobre movilidad eléctrica).
- Cantones con INCOMPLETO y/o con alta afluencia de población externa (turistas, estudiantes, trabajadores).



Nivel típico de inversión

- Medio,

Requisitos necesarios para implementarla

- Bicicletas aptas para las condiciones topográficas de la ciudad.
- Estaciones para las bicicletas.
- Mecanismo para el préstamo (app, página de internet, personas)
- Deseable: ciclo vía.

A.2.B.3 Implementación de sistemas “Park and Ride”

¿En qué consiste?

- Espacios de parqueo seguros fuera de los centros de la ciudad conectados con transporte público eficiente.
- Reducir la cantidad de vehículos que entran a los centros urbanos congestionados.
- Sistema tarifario accesible: alianzas con empresas que atraen mucho tráfico diario,

Beneficios

- Reduce el tráfico en centros urbanos.
- Reducción de emisiones de GEI del transporte.
- Aumento de la utilización de transporte público y modos de movilización no motorizados.
- Mejora de la calidad de vida.

Contexto en el que sería útil

- Áreas urbanas con tráfico pesado que atraen una gran cantidad de usuarios de los alrededores.



Nivel típico de inversión

- Medio a alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Estudio del mejor sitio para colocación del parqueo.
- Asegurar transporte del parqueo al sitio urbano.
- Estudio de la demanda y destinos principales.

A.2.B.4 Mejorar Flujo Vehicular

¿En qué consiste?

- Promover un desplazamiento eficiente y fluido en las carreteras.
- Análisis de zonas congestionadas y determinar los problemas estructurales de las vías.
- Eliminar cuellos de botella, mejorar vías alternas y secundarias para distribuir el flujo vehicular, re-diseñar sentido de las vías y de los giros.

Beneficios

- Aumento de la fluidez del tránsito vehicular.
- Disminución de la congestión.

Beneficios

- Aumento de la fluidez del tránsito vehicular.
- Disminución de la congestión.



Nivel típico de inversión

- Alto.

Requisitos necesarios para implementarlo

- Datos históricos con conteos de vehículos y horas de máxima congestión.
- Identificación de posibles fuentes de financiamiento para la implementación de las medidas.

A.2.B.5 Desaceleración de los centros urbanos

¿En qué consiste?

- Crear una zona al interior de los centros urbanos en la cual se reduzca la velocidad de los vehículos.
- Se recomienda 30 km/h en zonas con alto flujo de personas, Se puede considerar implementar un horario.
- Instalar mobiliario urbano que promueva la desaceleración de los vehículos, por ejemplo: pasos peatonales a una mayor altura que la calle.

Beneficios

- Reduce accidentes de tránsito y la siniestralidad de estos.
- Promueve la convivencia pacífica entre los vehículos y los demás modos de transporte.
- Promueve el transporte no motorizado.
- Disminuye las emisiones de GEI en el territorio.

Contexto en el que sería útil

- Territorios urbanos con alto flujo de vehículos en su centro.
- Ideal para zonas con alta incidencia de accidentes de tránsito.



Nivel típico de inversión

- Bajo a medio.

Requisitos necesarios para implementarla

- Identificar zonas con alta incidencia de accidentes de tráfico.
- Campaña de comunicación que informe sobre la medida y resalte los beneficios.

A.2.B.6 Ciudad Caminable: Aceras

¿En qué consiste?

- Construcción de aceras en sitios donde no las hay.
- Mejorar las condiciones de las aceras: sin grietas, a nivel con la calle, sin obstáculos, con nivel constante, amplias.
- Proveer sombra y refugio ante condiciones climáticas: árboles y techos.

Beneficios

- Promueve la movilidad a pie, revaloriza la figura del peatón.
- Tiene efecto positivo en relación con el uso de la bicicleta y del transporte público.
- Mejora la economía de los sitios y fortalece los lazos que se generan en la comunidad.

Contexto en el que sería útil

- Todos los cantones independientemente de sus condiciones específicas.



Nivel típico de inversión

- De medio a alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Alianzas con propietarios: se recomienda que la municipalidad asuma el diseño y la construcción y le cobre al propietario una tarifa que considere adecuada.

A.2.B.7 Rutas, calles o boulevards peatonales

¿En qué consiste?

- Espacio público exclusivo para peatones que conecta puntos clave dentro del territorio.
- Otra opción es construir un cordón multiuso para personas: recreativo, deportivo y conector de sitios clave en el territorio.
- Se recomienda aprovechar los espacios verdes de los territorios para conectarlos y recuperarlos.

Beneficios

- Aumento del transporte a pie y del uso del transporte público.
- Proveen entorno seguro para peatones.
- Integración de los habitantes del territorio.
- Mejora la economía de la zona.
- Mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Contexto en el que sería útil

- Ideal para cantones con zonas de alto flujo peatonal.



Nivel típico de inversión

- De Medio a alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Identificación de ruta óptima según criterios de interés de los habitantes, como conectividad, seguridad, accesibilidad.
- Identificación de usos deseados de la ruta.

A.2.B.8 Circuitos, rutas o cadenas accesibles

¿En qué consiste?

- Ruta(s) de alto flujo peatonal que conecten con sitios clave en las cuales se asegure que toda persona pueda moverse sin problemas.
- Rampas seguras y con pendientes adecuadas.
- Cruces peatonales a nivel y con anchura adecuada.
- Estacionamientos y estaciones de transporte público accesibles.

Beneficios

- Integración y equiparación de oportunidades para personas con discapacidad.
- Promueve el caminar y tiene beneficios en el uso del transporte público y la bicicleta.
- Mejora la calidad de vida de todos los habitantes.

Contexto en el que sería útil

- Todos los cantones independientemente de sus condiciones específicas.



Nivel típico de inversión

- De medio a alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Identificación de necesidades de personas con discapacidad en el cantón.
- Identificación de rutas de mayor uso y conectividad.

A.2.B.9 Planificación territorial de acuerdo con el transporte

¿En qué consiste?

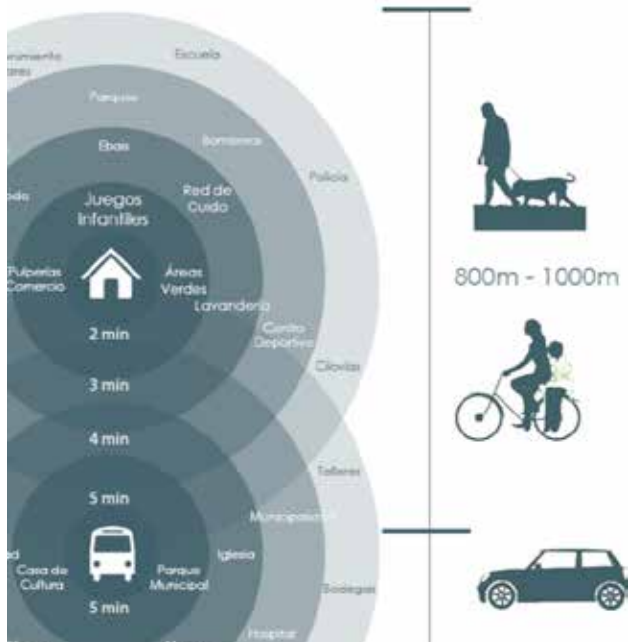
- Desarrollar políticas de uso de suelo que promuevan la densificación y la mixtura de usos, de manera tal que se procure reducir tanto la necesidad de viajar como la distancia de los viajes.
- Los resultados podrán ser medidos a mediano y largo plazo, pero (POR QUÉ PERO? CONFUSO) representan una transformación en el territorio.

Beneficios

- Uso más eficiente del espacio y de los recursos.
- Reducción de viajes y de tiempos de viaje, por lo que se reducen las emisiones de GEI.
- Se promueve la utilización de transporte no motorizado y del transporte público.
- Mejora de la calidad de vida.

Contexto en el que sería útil

- La planificación territorial orientada al transporte es sumamente beneficiosa para todos los territorios, independientemente de su localización, po-



blación o ingresos.

Nivel típico de inversión

- Alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Desarrollar estrategias para evitar la gentrificación de los territorios.
- Considerar modelo de Centralidades Densas e Inte-

grales del Plan GAM 2013.

A.2.B.10 Zonas cero emisiones

¿En qué consiste?

- Establecer áreas dentro de la ciudad donde no se permite el paso de vehículos de combustión interna y dar prioridad a peatones o alternativas cero emisiones, incluyendo vehículos eléctricos.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de ruido.
- Mejora de salud de la población.
- Reducción de densidad vehicular en vías y posibilidad de aprovechamiento de estos espacios para otras actividades.

Contexto en el que sería útil

- Otras ciudades han implementado estas medidas en sus cascos históricos o centros de ciudad con el fin de revertir la pirámide de movilidad y dar prioridad a la peatonalización. Como complemento, solo unidades de transporte cero emisiones son permitidas para entrar en esas áreas.



Nivel típico de inversión

- Medio.

Requisitos necesarios para implementarla

- Marco legal habilitador.
- Etapa previa de consenso con área de interés.

ANEXO 3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD ELÉCTRICA

A.3.A. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD ELÉCTRICA PRIORIZADAS

A.3.A.1 Sustitución de motocicletas

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de motocicletas que formen parte de la flota interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas, ya sean motocicletas eléctricas o bicicletas eléctricas.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Flexibilidad en la recarga de los vehículos (se pueden cargar en cualquier tomacorrientes y a cualquier hora).

Contexto en el que sería útil

- Los recorridos de las motocicletas de la Municipalidad suelen ser cortos, por lo cual la autonomía no sería un impedimento.
- Se recomienda estudiar las características de las rutas habituales para dimensionar unidades apropiadas.



piadas.

Nivel típico de inversión

- Bajo: Inversión: US\$ 1,000 a 3,000. Operación: ~US\$ 15 por mes.(datos por moto)

Requisitos necesarios para implementarla

- No tiene requisitos adicionales.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Proveedores de motocicletas o bicicletas eléctricas.
- Reducción de emisiones
- Potencial de reducción de emisiones: bajo.

- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: Las alternativas eléctricas no tienen mufla, por lo cual no tienen emisiones GEI. Las únicas emisiones ocurren por el consumo de electricidad.

Consideraciones adicionales

- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de energía (ya sean litros de combustible por motocicletas o kWh de electricidad por alternativas eléctricas).

Injerencia municipal

- Directa: el Municipio tiene la capacidad de llevar a cabo esta acción como parte del proceso de sustitución de su flota.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.3.A.2 Sustitución de flota liviana

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de la flota liviana que forme parte de la flota interna de la Municipalidad por vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés).

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Menor costo total de propiedad (TCO, en Inglés).
- Mejora de calidad del aire.

Contexto en el que sería útil

- Se podría incrementar el impacto de la acción al sustituir unidades con una mayor tasa de utilización. (ESTA OBSERVACIÓN NO HABLA DE CUÁLES SON LOS CANTONES EN LOS QUE SE SUGIERE IMPLEMENTAR ESTA MEDIDA).

A.3.A.3 Servicio de recarga de vehículos eléctricos en sitios públicos

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la puesta en marcha de sistemas de recarga de vehículos eléctricos mediante la instalación de puntos de recarga (también conocidos como recargadores) en lugares estratégicos del cantón. El sistema puede ser implementado por la Municipalidad o en consorcio con una empresa privada.

Beneficios

- Reducción de emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Menor costo total de propiedad (TCO, en Inglés)
- Mejora de calidad del aire.

Contexto en el que sería útil

- Se podría incrementar el impacto de la acción al sustituir los vehículos con una mayor tasa de uti-



lización en la ciudad.

Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: mayor a US\$ 40,000 Operación: US\$ 10-20 por mes (por vehículo).

Requisitos necesarios para implementarla

- Punto de recarga (nivel 2) para acelerar el proceso de carga.
- No tiene otros requisitos adicionales.

Actores mínimos por involucrar

- Varias Municipalidades, con el fin de expandir el área de cobertura del servicio.
- Compañía distribuidora de electricidad.
- Proveedor de tecnología.
- Empresa que brinde el servicio, en caso de que se decida tercerizar o proveer como un servicio aparte.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: se fortalece el uso de vehículos eléctricos de baterías y se reducen emisiones de GEI al usar electricidad en vez de combustibles fósiles.



Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: mayor a US\$ 40,000 Operación: US\$ 10-20 por mes (por vehículo).

Requisitos necesarios para implementarla

- Punto de recarga (nivel 2) para acelerar el proceso de carga.
- No tiene otros requisitos adicionales.

Actores mínimos por involucrar

- Municipalidad.
- Proveedor (agencias importadoras con vehículos eléctricos disponibles en el país).

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: bajo.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: las alternativas eléctricas no tienen mufla, por lo cual no tienen emisiones GEI. Las únicas emisiones ocurren por el consumo de electricidad.

Consideraciones adicionales

- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de energía (ya sean litros de combustible por carros o KWh de electricidad por alternativas eléctricas).

Injerencia municipal

- Directa: el Municipio tiene la capacidad de llevar a cabo esta acción como parte del proceso de sustitución de su flota.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



Consideraciones adicionales

- El servicio puede ser provisto a escala nacional y cada Municipio lo puede ofrecer dentro de su área de cobertura
- Indicadores propuestos para monitoreo: energía (KWh) y potencia (KW) de electricidad suministrada.

Injerencia municipal

- Directa: las Municipalidades están en capacidad de llevar a cabo la acción. Sin embargo, deben articular esfuerzos con otros actores.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.3.A.4 Servicio de carros eléctricos compartidos

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la provisión de un servicio de carros eléctricos compartidos en puntos estratégicos de los Municipios.

Beneficios

- Facilitar una alternativa que permita a conductores evitar la tenencia de vehículos privados.
- Optimizar la utilización de los vehículos.
- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- EL servicio puede generar una fuente de ingresos adicionales para la Municipalidad.
- Mejora en la salud.

Contexto en el que sería útil

- La solución podría ofrecerse en sitios estratégicos de las ciudades (e.g. cerca de terminales de buses, aeropuertos o cerca de comercios).
- Usuarios registrados podrían pagar por el servicio y devolver la unidad una vez que dejen de usarla.



Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: ~US\$ 40,000 (por vehículo).

Requisitos necesarios para implementarla

- Flotilla de vehículos eléctricos.
- Infraestructura de recarga.
- Infraestructura de registro y facturación.

Actores mínimos por involucrar

- Varias Municipalidades, con el fin de expandir el área de cobertura del servicio
- Compañía distribuidora de electricidad.
- Proveedor de tecnología.
- Empresa que brinde el servicio, en caso de que se decida tercerizar o proveer como un servicio aparte.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: las alternativas eléctricas no tienen mufla, por lo cual no tienen emisiones GEI. Las únicas emisiones ocurren por el consumo de electricidad.

Consideraciones adicionales

- Medida busca optimizar el uso de los vehículos mediante un aumento en su tasa de utilización y ofrecer una alternativa a la tenencia de vehículos particulares.
- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de KWh de electricidad consumida para recargar los vehículos.

Injerencia municipal

- Directa: algunas Municipalidades están en capacidad de llevar a cabo la acción. Sin embargo, deben articular esfuerzos con otros actores.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.3.A.5 Servicio de bicicletas eléctricas compartidas

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la provisión de un servicio de bicicletas eléctricas compartidas en puntos estratégicos de los Municipios.

Beneficios

- Proveer una alternativa que a lo largo de la ciudad que facilite la intermodalidad y evite el transporte

privado.

- Optimizar la utilización de las bicicletas eléctricas.
- Mejora en la salud de la población.
- Servicio puede generar una fuente de ingresos adicionales para la Municipalidad.

Contexto en el que sería útil

- La solución podría ofrecerse en sitios estratégicos de las ciudades (e.g. cerca de terminales de buses, cerca de comercios).
- Los usuarios registrados podrían pagar por el servicio y devolver la unidad una vez que dejen de usarla.
- Puede haber asistencia de motor eléctrico según la topografía.



Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: ~US\$ 1,200 (por unidad).

Requisitos necesarios para implementarla

- Flotilla de bicicletas eléctricas.
- Infraestructura de recarga.
- Infraestructura de registro y facturación.

Actores mínimos por involucrar

- Varias Municipalidades, con el fin de expandir el área de cobertura del servicio.
- Proveedor de tecnología.
- Empresa que brinde el servicio, en caso de que se decida tercerizar o proveer como un servicio aparte.

Reducción de emisiones

- Potencial de reducción de emisiones: medio.
- Sector del inventario con posibilidad de ser afectado: transporte sobre carreteras.
- Motivo: se reduce el uso de vehículos particulares. Las únicas emisiones ocurren por la electricidad consumida.

Consideraciones adicionales

- La medida busca fomentar el uso de las bicicletas en las ciudades y a la vez dar asistencia en topografías difíciles (e.g. cuestas) o recorridos largos (hasta 50km).
- Indicadores propuestos para monitoreo: kilómetros recorridos, consumo de KWh de electricidad.

Injerencia municipal

- Directa: varias Municipalidades están en capacidad de llevar a cabo la acción. Sin embargo, deben articular esfuerzos con otros actores.

Tiempo típico de implementación

- Corto (menos de 1 año).



A.3.B. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI DE MOVILIDAD SOSTENIBLE NO PRIORIZADAS

A.3.B.1 Sustitución de SUVs o pickups

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de vehículos pickups o camionetas tipo "SUV" que formen parte de la flotilla interna de la Municipalidad por alternativas eléctricas. Ya sean vehículos eléctricos de baterías (BEV, en inglés) o vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV, en inglés).

Beneficios

- Reducción de emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Menor costo total de propiedad (TCO, en inglés).

Contexto en el que sería útil

- Se podría incrementar el impacto de la acción al sustituir unidades con una mayor tasa de utilización.
- Los vehículos que requieran de una alta autonomía podrían ser sustituidos por PHEV en vez de BEV.



Nivel típico de inversión

- Medio: Inversión: mayor a US\$ 40,000 Operación: ~US\$ 30 por mes

Requisitos necesarios para implementarla

- Punto de recarga (nivel 2) para acelerar el proceso de carga.
- No tiene otros requisitos adicionales.

A.3.B.2 Sustitución de camiones de basura

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de los camiones de basura o de saneamiento de la Municipalidad por alternativas eléctricas.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- Las unidades actuales que requieran reemplazarse son las candidatas para la sustitución.
- Es necesario evaluar la capacidad de las unidades y las características de las rutas recorridas para encontrar una alternativa e infraestructura de recarga óptimas.



Nivel típico de inversión

- Alto Inversión: mayor a US\$ 400,000

Requisitos necesarios para implementarla

- Al menos punto de recarga de depósito. (REQUISITO CONFUSO)

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la sustitución de maquinaria especial (por ejemplo, tractores, camiones, entre otros) de la Municipalidad por alternativas eléctricas.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación.
- Reducción de costos de mantenimiento.

- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- Se espera en el futuro cercano que la oferta de las alternativas eléctricas “pesadas” sea mayor. Sin embargo, esta oferta, por el momento, aún es escasa por lo que el diseño y selección de las alternativas es especialmente crítico.



Nivel típico de inversión

- Alto.

Requisitos necesarios para implementarla

- Al menos punto de recarga de depósito. (REQUISITO CONFUSO)

A.3.B.4 Buses eléctricos en rutas turísticas

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la puesta en marcha de un bus eléctrico destinado a operar en rutas turísticas con el fin de crear concientización en la población y ofrecer una alternativa de movilidad baja en emisiones.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Concientización de los usuarios.
- Atractivo turístico.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- Los recorridos cortos no requieren de una infraestructura de recarga compleja.
- Los lugares de gran flujo de turistas podrían ser atractivos para esta solución.



Requisitos necesarios para implementarla

- Infraestructura de recarga (de depósito o pantógrafo invertido).

A.3.B.5 Tranvía eléctrico

¿En qué consiste?

- La medida consiste en la puesta en marcha de un tranvía eléctrico como alternativa de movilidad.

Beneficios

- Reducción emisiones GEI y otros gases contaminantes.
- Reducción de costos de operación y mantenimiento.
- Reducción de ruido.

Contexto en el que sería útil

- La solución es aplicable en ciudades con una demanda de usuarios considerable y puede servir como enlace o alternativa a otras alternativas de movilidad.



Nivel típico de inversión

- Alto Inversión: aproximadamente US\$ 400,000

Requisitos necesarios para implementarla

- Derecho de vía.
- Infraestructura de suministro de energía.
- Viabilidad para ofrecer servicio público.

A.3.B.6 Requisitos de puntos de recarga para nuevas edificaciones

¿En qué consiste?

- La medida consiste en exigir a nuevas edificaciones la inclusión de un mínimo de puntos de recarga según su tamaño y naturaleza.

Beneficios

- Garantizar la adecuada provisión de infraestructura de recarga.
- Su aplicación puede habilitar futuros servicios a un menor costo, dado que la integración sería desde la etapa de diseño del inmueble y no durante la operación.

Contexto en el que sería útil

- La regulación se podría exigir como parte de los permisos de construcción a nuevas edificaciones.

- El nivel de exigencia se podría hacer de forma escalonada según el tipo y escala de la edificación.



Nivel típico de inversión

- Bajo: Inversión: menor a US\$ 3,000 (por punto de recarga).

Requisitos necesarios para implementarla

- Desarrollo de reglamentación técnica.
- Capacidad de las Municipalidades para exigir y verificar que se cumpla la regulación.



**Programa País
CARBONO
NEUTRALIDAD**

Oficial del Gobierno de Costa Rica

PARA MAYOR INFORMACIÓN CONTACTAR A LA DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO -MINAE

Teléfonos: 2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076

Fax: 2253-4298 / 2253-4295 / 2234-0076

cambioclimatico@minae.go.cr

Apartado Postal: 10104-1000 San José, Costa Rica

www.minae.go.cr • www.cambioclimaticocr.com  [/dccCostaRica](https://www.facebook.com/dccCostaRica)

