



BOLETÍN

FAL

FACILITACIÓN DEL TRANSPORTE Y EL COMERCIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Eficiencia energética y movilidad eléctrica fluvial: soluciones sostenibles para la Amazonía

Antecedentes

La reducción del consumo de energías no-renovables y la discusión sobre alternativas de generación de energía son temas de debate y prioridad a nivel global. La búsqueda por energía asequible y no contaminante forma parte de los 17 objetivos de desarrollo sostenible adoptados por las Naciones Unidas en septiembre del 2015. El objetivo 7 pide “ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios de energía modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo” (UN, 2016).

Estamos pasando por una etapa histórica en la cual se abre la oportunidad de desacoplar la movilidad de la dependencia del petróleo y las fuentes energéticas fósiles. El uso de las energías renovables presenta una oportunidad en este cambio de paradigma y permite construir una relación estrecha entre la economía, la sociedad y la naturaleza. La movilidad de personas y carga demanda una gran cantidad de energía, representando el 19% del consumo mundial de energía final en 2013. El mismo sector representará el 97% del aumento del consumo de petróleo mundial entre 2013 y 2030 (Kreuzer y Wilmsmeier, 2014). En términos de eficiencia, seguridad energética, emisiones de gases de efecto invernadero, y emisiones de impacto local (materia particulada, NOx, SOx entre otros), existe una clara necesidad de reducir el consumo de combustibles fósiles en general y si hay que seleccionar por dónde empezar, este sector sería el más estratégico a nivel local, nacional y mundial.

La movilidad de personas y carga, en términos de volumen y estructura, tiene un peso importante dentro del contexto del desarrollo sostenible por los efectos ambientales, sociales y económicos que implican esta actividad. De tal

El presente Boletín *FAL* está dedicado a buscar soluciones sostenibles a la movilidad en zonas remotas de la región como la Amazonía.

Los autores del documento son Gordon Wilmsmeier y Azhar Jaimurzina, oficiales de asuntos económicos de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL, y Daniela Montiel, consultora de la misma Unidad. La preparación del documento contó con importantes aportes de Milton Balseca. Para mayores antecedentes contactar a gordon.wilmsmeier@cepal.org.

Este boletín fue desarrollado en el marco del proyecto “Movilidad fluvial” entre la CEPAL y el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.



Antecedentes



I. El contexto y el nexo entre los servicios básicos de movilidad y energía



II. El carácter restrictivo de la movilidad en la cuenca del Amazonas



III. El potencial de la movilidad eléctrica en base a proyectos acupunturales



IV. La solución tecnológica



V. Conclusiones



VI. Bibliografía



NACIONES UNIDAS

CEPAL

forma, la movilidad es un tema esencial para los esfuerzos de alcanzar la mayoría de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), aun cuando la movilidad sostenible no está representada por un ODS en particular. La movilidad es un elemento clave para la conexión y accesibilidad de zonas rurales a los mercados domésticos y regionales (objetivos 1 y 10), a los servicios de salud (objetivo 3) y las instituciones educativas (objetivo 4), basada en la accesibilidad a fuentes de energía sostenible (objetivo 7). En cuanto a la infraestructura del transporte (objetivo 9), esta tiene una duración de décadas, lo cual significa que las decisiones tomadas por los gobiernos locales y nacionales tendrán efectos duraderos sobre el desarrollo y el medioambiente.

En las zonas (más) remotas de América Latina y el Caribe, donde los lagos y ríos forman las vías naturales únicas de comunicación, la búsqueda de alternativas integrales a los temas de energía y movilidad pasan a primer plano. La movilización por estas zonas hoy en día representa importantes esfuerzos para los usuarios, no solamente en términos de costos, sino también en términos de tiempo, calidad y accesibilidad. Uno de los principales desafíos que enfrentan sus habitantes es la escasez de infraestructura y servicios, lo cual resulta en un desarrollo económico y social limitado.

El presente documento presenta una serie de recomendaciones sobre cómo se puede avanzar en la integración de la cuenca amazónica mediante algunas innovaciones e incluye algunas sugerencias sobre estrategias de políticas públicas que podrían fortalecer y expandir las iniciativas que se están llevando a cabo. Con la disponibilidad de opciones de movilidad innovadoras, donde la infraestructura, los medios de transporte, las personas, los bienes y el medioambiente se interconectan cada vez más, el objetivo debe ser desacoplar por definitivo la movilidad del consumo de petróleo.

El contexto y el nexo entre los servicios básicos de movilidad y energía

Las carencias de servicios básicos como la energía y movilidad hasta ahora han sido enfrentadas con estrategias separadas por cada sector. Los ministerios e instituciones que desarrollan e implementan políticas públicas para mejorar la movilidad o la electrificación de zonas rurales de forma independiente, y no tienden a colaborar en sus esfuerzos. Como por ejemplo el programa Luz Para Todos (LPT) implementado por el gobierno de Brasil que busca electrificar todo el país, el cual incluye las zonas rurales, pero no contempla la movilidad como otra necesidad básica (https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp, 2016).

La falta de acceso a fuentes de energía (renovables) genera una serie de desafíos para las comunidades en estas zonas que resulta en:

- la imposibilidad de moverse libremente;
- una restricción del aprovechamiento de acciones potencialmente productivas;
- un incentivo a la migración y movimiento de la población hacia centros poblados con mejores servicios;
- un aislamiento de la sociedad de la comunicación;
- una accesibilidad restringida e irregular a servicios médicos y educacionales;
- una limitación de un desarrollo rural sostenible;
- una limitación del desarrollo social, cultural y deportivo;
- un obstáculo mayor para las mujeres para desarrollar alternativas de trabajo productivo e independientes.

A continuación se revisan algunos ejemplos de herramientas gubernamentales que han surgido en países de América Latina que pudieran eventualmente asegurar que la carencia de necesidades básicas como la movilidad y la energía sean enfrentadas en conjunto y con fuentes de financiamiento que incentiven proyectos integrales ya que las iniciativas aisladas funcionan como parches que carecen de una mirada a largo plazo y al mejoramiento general de la calidad de vida de los ciudadanos.

En varios países de América Latina, empieza a surgir legislación que parte por la premisa de que la movilidad es un derecho básico. En el Estado de México, por ejemplo, se instaló una ley sobre el derecho a la movilidad (EDOMEX, 2016). Bajo esta ley, la movilidad se define como “el derecho del que goza toda persona, sin importar su residencia, condición, modo o modalidad de transporte que utiliza, para realizar los desplazamientos efectivos dentro del Estado.”¹ Entre los actores responsables por las prioridades de la movilización están los municipios. Estas prioridades incluyen: “apoyar y participar en los programas de fomento a la cultura y educación de movilidad que elabore el Estado”¹. En cuanto a la sustentabilidad, la ley promueve “encaminar las acciones al respeto y atención prioritaria del derecho a la movilidad, analizando el impacto que las mismas tendrán en el desarrollo social, económico y ambiental, a fin de no comprometer las necesidades de las generaciones futuras”. Bajo esta ley, la accesibilidad se define como una condición esencial de los servicios públicos que permite en cualquier espacio o ambiente exterior o interior el fácil desplazamiento por parte de toda la población. Además, llama por el fortalecimiento institucional mediante la creación de la secretaria de la movilidad y la asignación de recursos para la infraestructura de transporte.

¹ Véase página 4 de EDOMEX, 2016.

En Ecuador se efectuó el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) (Gobierno Ecuador, 2013) que tiene como objetivo general la transformación de la estructura económica y productiva del país. El plan contempla:

- la satisfacción de las necesidades,
- calidad de vida,
- muerte digna,
- amar y ser amado,
- florecimiento saludable de todos en armonía con la naturaleza,
- prolongación indefinida de las culturas,
- tiempo libre para la contemplación,
- la emancipación y ampliación de las libertades, capacidades y potencialidades.

Bajo estos amplios objetivos, la Política de Movilidad Fluvial (PMF) apoyada por la CEPAL cuya implementación está actualmente siendo contemplada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas busca aunar el PNBV con las necesidades concretas de las zonas más rurales de Ecuador.

La PMF se orienta y alinea con la Constitución del Ecuador (2008) particularmente en los artículos 391, 392, 394, como también con el PNBV (2013-2017 y el anterior). En el marco normativo de la legislación ecuatoriana se toma como base lo determinado en los siguientes instrumentos jurídicos:

Constitución de la República

Artículo 11.- El ejercicio de los derechos se regirá por los siguientes principios:(...) Todas las personas son iguales y gozarán de los mismos derechos, deberes y oportunidades.

Artículos 391.- El estado generará y aplicará políticas demográficas que contribuyan a un desarrollo territorial e intergeneracional equilibrado y garanticen la protección del ambiente y la seguridad de la población, en el marco del respeto a la autodeterminación de las personas y a la diversidad.

Artículo 394.- El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias.

En ambos casos, el estado de México y el gobierno nacional del Ecuador han basado su legislación y políticas de estado en principios de sostenibilidad y accesibilidad

con un punto de vista más integrado. Tal acercamiento forma la base y permitiría incluir los otros sectores y ministerios como diferentes niveles de los gobiernos para generar e implementar actividades integrales, como por ejemplo la facilitación y la implementación de proyectos de electrificación y movilidad eléctrica.

La electromovilidad fluvial puede ser una parte importante de la solución a la complejidad de moverse por tramos cortos y medianos en la Amazonía. Los principios de la electromovilidad fundamentan la integralidad de las recomendaciones de las políticas de movilidad y logística (Jaimurzina Pérez Salas y Sánchez, 2015) y también contenidas en la Política de Movilidad Fluvial (PMF) para Ecuador elaborada por la CEPAL en conjunto con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Wilmsmeier, 2015). La política toma un enfoque transdisciplinario e integral a la movilidad fluvial considerando la forma en la cual los temas económicos, sociales y ambientales se entrelazan, creando un espacio para la búsqueda de soluciones concretas para problemas locales y globales.

Además, existe una identidad amazónica común a todos los países que lo convierte en un ambiente propicio para el desarrollo de actividades innovadoras con foco al mercado global de servicios y productivos amazónicos sostenibles (el plátano, la yuca, el café, la chonta, y especies para el uso farmacéutico), el eco-turismo, productos de madera y otros no-madereros con certificación de origen, además de esquemas cooperativos en sistemas de monitoreo y vigilancia ambiental, en negocios y actividades que deberían desarrollarse bajo la forma de cadenas productivas transnacionales y redes de información y comunicación local (Bara Neto, Sánchez y Wilmsmeier, 2006).

Dentro del contexto de la movilidad sostenible y respaldada por entidades como los principales fabricantes de automóviles, empresas innovadoras en temas de la movilidad, y ONGs dedicados a la sostenibilidad, la electromovilidad ha surgido fuertemente en discursos sobre movilidad urbana enfocándose principalmente en la movilidad por tierra. Los beneficios de la electromovilidad en zonas urbanas se derivan de la posibilidad de desacoplar la movilidad del consumo de combustibles no renovables, la reducción de ruido y emisiones —beneficios que fácilmente pueden también ser relevantes e importantes en un contexto rural.

Resulta urgente resolver el tema de la movilidad para empezar a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos ya que limita significativamente su participación en las actividades económicas, el acceso a la educación y a otros servicios básicos. Como parte de una solución integral es desacoplar la movilidad de la dependencia en energías no renovables como el combustible. Actualmente, se ha

avanzado en la electromovilización por tierra a través de innovaciones como autos, trenes, y bicicletas eléctricas, pero poco en la movilización por vías fluviales, debido parcialmente al escaso desarrollo económico de las zonas dependientes de este tipo de movilización.

Algunas de las principales dificultades en la Amazonía podrían ser superadas en gran medida con la electrificación por instalación de sistemas solares individuales en las comunidades (cf. Gómez y De Campos Silveira, 2010; Giannini Pereira, 2011; Coelho y Goldemberg, 2013) y una mejora de la movilidad y accesibilidad de la región (Bara Neto, Sánchez y Wilmsmeier, 2006). La implementación de embarcaciones eléctricas que usan el potencial fotovoltaico para recargar las baterías de las canoas presenta una oportunidad importante para avanzar y crear posibilidades para la inserción e integración social y económica de las comunidades en las regiones más remotas de la Amazonía.

La combinación de las estrategias de electrificación y movilidad pueden ser complementarias y resolver la carencia de necesidades básicas y así impulsar un efecto *leapfrog* en zonas periféricas y pobres hacia sistemas de energía y movilidad sostenibles y altamente innovadoras. En las próximas páginas, se detallará:

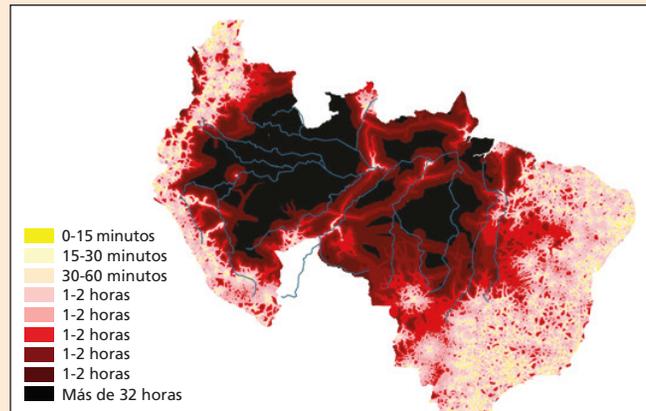
- el carácter restrictivo de la movilidad en la cuenca del Amazonas,
- la necesidad de electrificación,
- el potencial de la movilidad eléctrica ejemplando proyectos piloto que actualmente se llevan a cabo en la cuenca del Amazonas,
- las posibilidades más amplias de la movilidad eléctrica fluvial como parte de una política integrada y sostenible de la navegación interior.

II El carácter restrictivo de la movilidad en la cuenca del Amazonas

La movilidad fluvial en la Amazonía es uno de los elementos más importantes de la vida cotidiana. Es una de las formas de comunicación más importantes para la mayoría de sus habitantes y un componente central de la identidad amazónica y además representa el modo de transporte más conveniente para fines de preservación ambiental (véase Bara, Sánchez y Wilmsmeier, 2006). Promover un sistema de movilidad fluvial eficiente, accesible, equitativo, eficaz, seguro y sostenible que responda a los requerimientos y necesidades de la movilidad de personas y carga, facilita el desarrollo de una matriz de productividad diversificada y promueve la integración territorial, económica y social en zonas remotas, representando así el tipo de desarrollo

que busca promover la ONU. Con excepción del fluvial, la accesibilidad de la región por el modo de transporte terrestre es muy baja, como se puede observar en el siguiente mapa (Bara Neto, Sánchez y Wilmsmeier, 2006).

Mapa 1
ACCESIBILIDAD AMAZÓNICA RELACIONADA A LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA



Fuente: Elaboración propia, basado en datos de CEPAL.

Debido a esta situación, el transporte fluvial en la región amazónica es el modo de transporte más utilizado, teniendo en cuenta la falta de carreteras y disponibilidad limitada de transporte aéreo las grandes distancias entre las poblaciones: el 90% del transporte se ejecuta a través de vías fluviales navegables (Bara Neto, Sánchez y Wilmsmeier, 2006). La falta de accesibilidad no obstaculiza para que la Amazonía sea un espacio con una población importante, aunque dispersa. Existen aglomeraciones de pueblos a lo largo de los ríos porque, ante la falta de infraestructura física, los ríos son las vías de comunicación en esta región.

III El potencial de la movilidad eléctrica en base a proyectos acupunturales

Actualmente en la Amazonía se están llevando a cabo proyectos acupunturales en determinadas comunidades que precisamente buscan resolver la carencia de electricidad y problemas de movilidad, a su vez desacoplando la movilidad de la dependencia de combustibles no renovables.

Un caso en la Amazonía ecuatoriana puede servir como ejemplo del formato que puede tener un proyecto que enfrente y busque soluciones a las carencias de electrificación y movilización en zonas periféricas. Estos problemas pueden ser superados en gran medida con la

electrificación mediante la instalación de sistemas solares individuales o a través de micro redes con generación centralizada en cada comunidad y una mejora de la movilidad y accesibilidad en la región.

Si hablamos de la Amazonía e implementar una iniciativa donde se reemplazan motores tradicionales que utilizan combustibles fósiles, con motores eléctricos en donde la fuente energética de propulsión es la energía a partir de baterías, los sistemas de recarga para estas baterías serían un problema por la falta de energía eléctrica convencional en zonas aisladas sin electrificación. En este contexto, juegan un rol muy importante las empresas de distribución eléctrica, que por ley deben proveer del servicio eléctrico a viviendas y familias de su área de servicio (cf. Guamán, *et al.*, 2015).

El proyecto en la Amazonía Ecuatoriana denominado “Movilidad Eléctrica Solar Fluvial” se ha venido realizando con la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), como parte del apoyo dado a la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) Sucumbíos, con base en el convenio de administración, en donde la EEQ ha desarrollado su programa LUZ PARA EL SUMAK KWASAY. El programa está orientado a dotar del servicio eléctrico a comunidades aisladas y desconcentradas mediante la instalación de sistemas solares individuales en cada una de las viviendas y si existe una comunidad donde las viviendas están agrupadas alrededor de una plaza con la presencia de escuela, puesto de salud, aula comunitaria, se está diseñando e instalando sistemas de generación híbrida (solar-térmica) y con mini redes de distribución. En su primera etapa le ha permitido dotar del servicio eléctrico con sistemas solares fotovoltaicos a 6 comunidades pertenecientes a la parroquia de Puerto Rodríguez, Cantón Putumayo, Provincia de Sucumbíos, mediante sistemas solares individuales de 390 Wh, postes de alumbrado público solar y sistemas solares de bombeo de agua.

El modelo de gestión técnica y comercial desarrollado por las empresas encargadas de la provisión energética, la CNEL EP UN Sucumbíos, y la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), le permite dar sostenibilidad en el tiempo. Este modelo se basa en sistemas de prepago en donde el servicio eléctrico está a cargo de la empresa de distribución y no de la comunidad. Las experiencias de proyectos anteriores muestran que no se puede delegar ni a las comunidades ni a ONGs la mantención y gestión de los servicios. El sistema prepago, permite que los usuarios se acercan a la agencia o al punto más cercano a pagar por el servicio de electricidad y es donde a través de una llave (memoria portátil) compran, mes a mes, días de energía. Esta llave en el momento que se conecta al PRE CASH instalado en las agencias de la distribuidora, baja los datos del funcionamiento del sistema solar en sitio y si detecta un

problema de carácter técnico en el sistema se reporta y se envía un técnico de mantenimiento para la revisión. De esta forma se obtiene un monitoreo a distancia y se eviten cortes de los sistemas solares fotovoltaicos.

La experiencia de movilidad eléctrica solar, nace entendiendo que la energía es el vector de desarrollo de un pueblo y es necesario buscar usos productivos para las comunidades que ya cuentan con electricidad, por otro lado está la experiencia propia de los autores en el trabajar en la Amazonía en donde llegar a las comunidades es una limitante que requiere un uso intensivo del tiempo en coordinación y altos costos para llegar a los lugares de estas comunidades, por las dificultades en el transporte terrestre, aéreo y fluvial.

En la Amazonía Norte de este país, a través de ONGs, gobiernos locales y la misma empresa de distribución eléctrica, se han llevado a cabo proyectos de electrificación rural aislada y descentralizada, mediante la instalación de sistemas de generación que aprovecha los recursos locales, principalmente la energía solar, a través de una tecnología fotovoltaica. Se ha implementado en la Amazonía, en sectores y comunidades que no pueden ser abastecidos con el servicio de energía eléctrica a través de redes de sistemas convencionales. El Plan Nacional del Buen Vivir (Gobierno Ecuador, 2013), decreta que se debe llegar con servicios básicos a toda la población y el servicio de electricidad es uno de ellos.

En los proyectos ejecutados hasta el momento por la EEQ, se destaca el modelo de sostenibilidad que se ha implementado que considera fundamentalmente las condiciones socio culturales y ambientales de la zona y su población muy diversa y dispersa, considerando que están inmersas 6 de las 10 nacionalidades indígenas como son la Kichwa, Cofán, Siona, Secoya, Shuar, Huaorani.

La Amazonía Ecuatoriana no es excepción. En la Amazonía la mayoría de las comunidades se encuentran ubicadas en su interior, donde no existen vías terrestres para la movilidad. Los habitantes se movilizan por vías fluviales entre comunidades, en canoas que utilizan motores a combustible de dos tiempos. Generalmente viajan hacia los grandes centros para proveerse de productos que no pueden obtener en su propio entorno. Estos viajes sirven también para comercializar sus productos cultivados en la selva y los beneficiarios del Programa del Bono de Desarrollo Humano² (BDH) aprovechan estas salidas de sus comunidades para cobrarlo.

Los habitantes generalmente se movilizan por canoas llamadas deslizadores, que cuentan con más potencia

² Bono de Desarrollo Humano (BDH), un programa de transferencia de recursos económicos, condicionada a la inversión en educación y salud, dirigido a los hogares más pobres de Ecuador

que las embarcaciones comúnmente usadas por la zona. Los deslizadores son rápidos y generalmente utilizados por la industria petrolera para ingresar a los sitios de trabajo. En las comunidades al borde del río Putumayo los deslizadores sirven para trasladarse rápidamente entre Puerto Mestanza y Puerto Asís en Colombia. El sector en la Amazonía con mayor peso y visibilidad es el turismo y generalmente usan canoas para ingresar a los eco-lodges, hosterías, hoteles, y trasladar a los turistas, al personal como también los abastecimientos.

Actualmente, el sector educativo en Ecuador también utiliza canoas para la movilización de estudiantes y profesores a través de los ríos. Debido a una reorganización de la infraestructura educativa en Ecuador, se han cerrado escuelas unidocentes en comunidades con pocos alumnos y el estado ha construido escuelas en comunidades más grandes donde el Ministerio de Educación ha concentrado a los alumnos. Con el fin de hacer más accesible estas instituciones, se han implementado sistemas de transporte fluvial para llevar a los estudiantes entre sus comunidades alejadas y sus escuelas correspondientes.

El acceso al combustible, sin el cual los motores tradicionales comúnmente usados no funcionan, está al centro de las complicaciones de la movilidad en zonas remotas. El acceso al combustible cambia de acuerdo a la región y depende de las características geográficas y naturalmente, su escasez, afecta la posibilidad de movilizarse por la zona. En el Putumayo, río fronterizo con Colombia, donde el aún más alto costo del combustible resulta en una fuga de este hacia el país vecino, acceder al combustible requiere de autorizaciones y cupos respectivos. Estas medidas fueron implementadas para prevenir las fugas y que la gasolina se utilice para acciones ilegales y los costos por galón pueden subir hasta cuatro veces más de lo normal.

En las comunidades pertenecientes a las provincias de Pastaza y Morona Santiago, el combustible se moviliza en el interior de la selva por avionetas desde Shell o Macas, hasta comunidades en el interior y desde allí en canoas, resultando en costos demasiado elevados por la complejidad del transporte. En el Río Napo, por otra parte, se transporta el combustible hasta Nuevo Rocafuerte mediante tanqueros fluviales.

Las seis comunidades a lo largo del Putumayo, antes mencionadas cuentan con una canoa comunitaria donada por el Consejo Provincial de Sucumbíos, de fibra de vidrio con motor Yamaha 40 hp, las cuales les permite movilizarse entre comunidades o salir a Puerto El Carmen, la cabecera cantonal, de donde se pueden trasladar en vehículo a Lago Agrio u otra ciudad. El principal problema por ser zona de frontera es la escasez de combustible, ya que existe una sola estación de servicio operada

por el Ejército Ecuatoriano. Debido a que el costo del combustible es mucho más alto del lado de Colombia, se produce una fuga de combustible desde Ecuador. Para adquirir combustible se debe justificar su utilización, un trámite bastante engorroso y molesto. Dado este contexto, plantear una alternativa al combustible para las canoas es muy importante, además del problema de la contaminación ambiental por la emisión de gases a la atmósfera, contaminación del río por la presencia de aceite que se utilizan los motores de dos tiempos y el daño a los espaldones que sucede el momento de acercarse la canoa a los embarcaderos.

En el siguiente cuadro se pueden ver las comunidades con sus distancias y el tiempo que se demora en llegar a cada comunidad desde Puerto El Carmen, movilizándose en una canoa convencional, con motor a combustible de 40 hp de pata corta, que es el motor más utilizado en el río Putumayo y el consumo de combustible con ligante que es el aceite de dos tiempos que lo mezclan con la gasolina. La forma más común de movilizarse entre comunidades o centros poblados es a través del río utilizando canoas con motores de combustión de dos tiempos.

Cuadro 1
PUTUMAYO: DISTANCIAS, TIEMPOS Y CONSUMO
ENERGÉTICO

| Puerto el Carmen | Distancia | Consumo combustible | | |
|------------------|-----------|---------------------|----------|---------|
| | | Tiempo recorrido | Gasolina | Ligante |
| | | | | |
| Nuevo Sinaí | 40 | 1:30 | 14 | 2 |
| Buen Samaritano | 52 | 2:10 | 18 | 3 |
| Puerto Rodríguez | 60 | 2:40 | 20 | 4 |
| Bajo Rodríguez | 64 | 3:00 | 22 | 4 |
| Mushuc Kayari | 70 | 3:20 | 23 | 5 |
| Tres Fronteras | 81 | 3:40 | 27 | 6 |

Fuente: EEQ, 2016.

IV. La solución tecnológica

La tecnología de motores eléctricos para movilidad ha alcanzado un gran desarrollo a nivel mundial a la par de los vehículos eléctricos en donde, prácticamente existen de todas las marcas. En países como Colombia y Ecuador los gobiernos han exonerado vehículos eléctricos de impuestos para promover esta forma de movilidad. A diferencia con la movilidad eléctrica en las ciudades realizado por automóviles, motos y bicicletas eléctricas, la movilidad eléctrica y las soluciones técnicas disponibles en

el transporte fluvial han recibido poca o ninguna visibilidad y apoyo estratégico. La tecnología de motores eléctricos fuera borda y también integrada en las embarcaciones ha sido probada en muchos lugares del mundo, pero también existen experiencias en América Latina a las cuales se refiere este FAL. En general, existen dos posibilidades de fuentes energéticas para los motores eléctricos: a) paneles solares a bordo que generan la energía de forma continua (ej. proyecto Kara Solar), y b) el uso de baterías portátiles que usan el potencial solar (u otras fuentes) en tierra para el recargo. Ambas opciones presentan una oportunidad importante para avanzar y crear posibilidades para la inserción e integración social y económica de las comunidades amazónicas. Los componentes del sistema son los siguientes:

- **Motor eléctrico:** Encargado de transformar la electricidad que se obtiene de un sistema de baterías o paneles solares a bordo en energía mecánica y transmitirla a una hélice, la cual a su vez produce el empuje necesario para mover la embarcación.
- **Banco de baterías:** Constituye el sistema que almacena la energía necesaria para el motor propulsor. Existen diversos tipos de baterías: plomo-ácido abiertas, plomo-ácido sellada, baterías AGM (Absorción Glass Mat), gel y litio. De estas, la última opción es la que mejor densidad de energía (kWh/kg) y eficiencia ante descargas completas presenta. Las baterías de plomo también son utilizadas en movilidad eléctrica, pero su eficiencia y necesidades de mantenimiento son una limitante a la hora de operar una embarcación solar. Las baterías, en número y tipo, deben ser dimensionadas de acuerdo a las rutas y tiempos de navegación y tipo de embarcación para garantizar una navegación segura y autónoma.
- **Equipo generador/cargador de baterías:** La energía que se almacena en las baterías debe producirse en algún lado, y para esto se tienen varias opciones ya mencionadas anteriormente. Dependiendo del requerimiento de navegación, un sistema de 2 baterías de litio necesita al menos un sistema de generación fotovoltaica de 800-1.000 Wp.
 - Se puede tomar la energía directamente de una toma eléctrica en el embarcadero, tipo “electrolinera”. Por ejemplo, tal sistema de recarga se puede ubicar en un Quiosco comunitario, en donde se ubican los paneles y en compartimentos los “lagartos” para las baterías y el regulador que controlará la recarga de las baterías, así como el sistema prepago (mencionado anteriormente).
 - Generación de energía a través de paneles solares fotovoltaicos montados sobre una caseta junto al embarcadero o en las casas de cada comunidad.
 - Generación de energía a través de paneles solares instalados en el techo (cubierta) de la embarcación.

- Generación eléctrica utilizando una turbina hidrocínética en el río de 5 kW de potencia, la idea es que su energía sirva para recargar las baterías y que el remante de energía vierta al sistema híbrido de la comunidad.

- **Regulador de Carga:** Este componente es clave para asegurar la adecuada carga/descarga de las baterías y sobretodo garantizar la vida útil de las baterías. Es preferible utilizar reguladores que permitan programar los límites de carga y descarga según el tipo y modelo de batería.
- **Controlador de velocidad:** Este dispositivo controla el consumo del motor propulsor según las necesidades de velocidad que se requieran. A mayor velocidad, éste permitirá un mayor paso de corriente eléctrica y viceversa. Este componente puede venir integrado en el mismo motor fuera de borda o en un dispositivo separado.

En este concepto está previsto el uso de un motor eléctrico del tipo fuera de borda, el cual integra en un solo equipo, la hélice, motor eléctrico y regulador de velocidad, muy similar a los motores fuera de borda a gasolina utilizados actualmente, con la diferencia de que el motor se encuentra sumergido en el agua y conectado directamente a la hélice, evitando que existan engranajes o complicados sistemas de transmisión, lo cual reduce las labores de mantenimiento y el riesgo de daños, mejorando además la eficiencia del sistema.

A. Pruebas de electromovilidad en la Amazonía ecuatoriana

En mayo del 2015, representantes de la CEPAL, junto con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y la Empresa Eléctrica de Quito/CNEL Sucumbíos llevaron a cabo pruebas durante tres días en las comunidades Nuevo Sinaí, Buen Samaritano, Puerto Rodríguez, Bajo Rodríguez, Mushuk Kallará y Tres Fronteras, a lo largo del río Putumayo, en presencia de los dirigentes de las comunidades involucradas y presidente de la junta Parroquial de Puerto Rodríguez. Se realizó con éxito el servicio de transporte escolar mediante las embarcaciones eléctricas, el cual fue recibido con gran interés por parte de las seis comunidades de la zona y sus representantes.

El proyecto nació y las pruebas se dieron gracias a la necesidad de integrar los esfuerzos de electrificación por sistemas solares fotovoltaicos en la región, que han sido previamente instalados en las comunidades por la EEQ/CNEL Sucumbíos y complementar con la búsqueda de usos productivos para este tipo de energía.

En estas pruebas se utilizaron dos canoas, una convencional a motor a gasolina y una canoa a motor eléctrico, y se

determinó que dadas las características de las canoas comunitarias y la corriente del río Putumayo, se requiere un motor eléctrico de 4 kW para la propulsión que sería el equivalente a un motor a gasolina de 20 hp. Se utilizó un motor con dos baterías para el recorrido entre Puerto El Carmen a Puerto Rodríguez. La distancia de 60 km se recorrió en 3:40 horas con una velocidad promedio de 16,3 km/h usando un casco de madera.

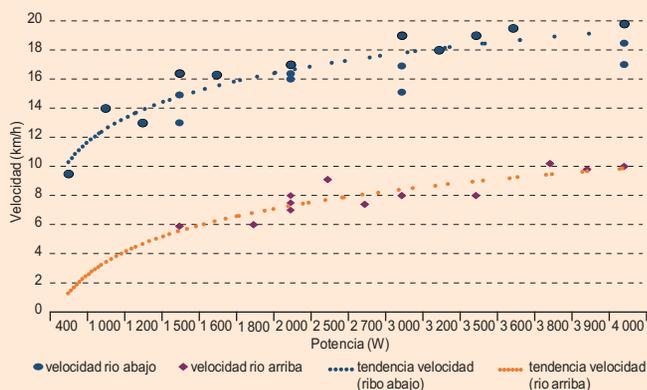
Cuadro 2
CONFIGURACIÓN TÉCNICA DE LAS PRUEBAS

| | |
|----------|---|
| Motor | Eléctricos 4 kW Torqueado Cruise 4.0 RS/RL. |
| Baterías | Power 26-104: 2.685 Wh con un peso de 25 kg. |
| Recarga | La recarga de las baterías se realizó con cargadores Torqueado de 120/220V 60 Hz, y una red eléctrica normal cuyo tiempo máximo de recarga es 11 horas, para ir del 0% hasta el 100% de capacidad de carga de la batería. |

Fuente: Autores.

En el gráfico 1 se puede ver el desempeño de las canoas durante las pruebas en términos de la relación velocidad potencia utilizando una canoa con casco de madera.

Gráfico 1
DESEMPEÑO VELOCIDAD POTENCIA CANOA CON PROPULSIÓN ELÉCTRICA, RÍO PUTUMAYO



Fuente: Autores.

De las dos pares de baterías utilizadas en este recorrido, las primeras dos se agotaron totalmente (se apagaron al llegar al 10% de carga), y el segundo par de baterías, se utilizó a un 50% de carga de las mismas. A favor de la corriente se llegó a obtener hasta 20 km/h de velocidad a máxima potencia y 16,5 km/h a media potencia con la embarcación destinada para las pruebas (6 personas, 12 metros). En contracorriente se llegó hasta 10 km/h a máxima potencia y 7,5 km/h a media potencia, lo cual indica que la incidencia de la corriente es hasta un 10% mayor en la navegación río arriba. En esta prueba, la velocidad del río era entre 5 y 6 km/h. Los datos de consumo y generación requerida se muestran en el cuadro 3, en función de la velocidad de navegación, la distancia a ser recorrida y la autonomía de las baterías.

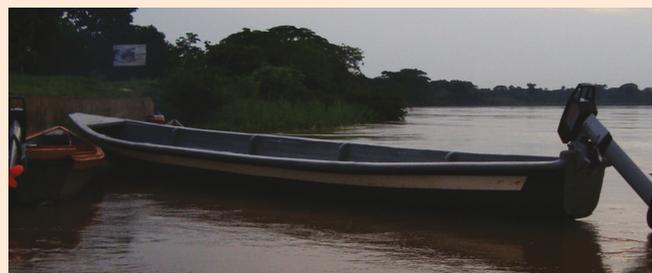
Cuadro 3
RENDIMIENTO TÉCNICO LAS PRUEBAS

| Dos Baterías | Dirección de la Corriente | Velocidad (km/h) | Distancia (km) | Autonomía (horas) | Energía (kWh/día) |
|------------------|---------------------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Velocidad Máxima | Río arriba | 10 | 15 | 1:30 | 5 |
| | Río abajo | 20 | 30 | 1:30 | 5 |
| Velocidad Media | Río arriba | 7 | 20 | 3:00 | 5 |
| | Río abajo | 16 | 45 | 3:00 | 5 |
| Velocidad Baja | Río arriba | 4 | 30 | 8:00 | 5 |
| | Río abajo | 12 | 90 | 8:00 | 5 |

Fuente: Autores.

Las pruebas de electromovilidad para el servicio escolar se basan en los objetivos de superar los actuales desafíos en la prestación de este servicio. Estos desafíos incluyen la disponibilidad limitada y el alto costo de combustible (hasta más de 5 USD por galón), que causan una alta irregularidad del servicio escolar. Además, el manejo de combustible no se realiza en condiciones adecuadas y lleva un alto riesgo de contaminación del agua. El uso de un motor de dos tiempos expone al chofer como a los niños a ruidos muy altos durante el viaje, que a lo largo de tiempo son dañinos. Finalmente, la canoa actual no tiene techo para protección contra la lluvia y radiación solar y tampoco está equipado con chalecos salvavidas para los niños. La canoa actual opera con un motor fuera de borda de dos tiempos y una potencia de 20 hp (Véase foto de portada). El recorrido escolar es de 10 km con 50 por ciento contracorriente y 50 por ciento a favor de la corriente. El tiempo del recorrido de buscar los niños duró 40 minutos, un tiempo similar al servicio prestado con el motor tradicional, con una velocidad promedio de 13,5 km/h. Para la entrega de este servicio se consumió 38 por ciento de la energía de las dos baterías. Es decir que es posible hacer la búsqueda y el regreso de los niños con una carga de dos baterías.

Imagen 1
CANOA ESCOLAR PUERTO RODRÍGUEZ, PUTUMAYO

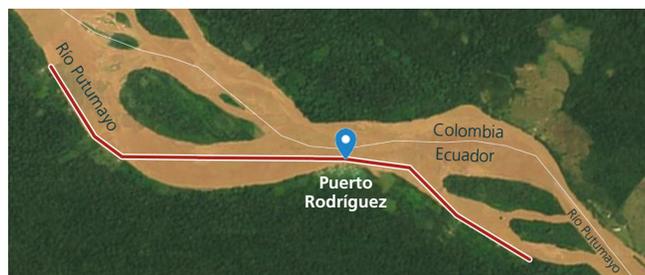


Motor fuera de borda eléctrico

Fuente: Autores.

Durante la prueba con la embarcación escolar (4 personas, 6 metros) se obtuvo velocidades superiores con un menor uso de potencia, debido principalmente al diseño y peso de la embarcación.

Mapa 2
RECORRIDO ESCOLAR, Y PARADAS PUERTO RODRÍGUEZ, PUTUMAYO



Fuente: Autores.

Los resultados muestran la viabilidad técnica de la prestación de un servicio con estas características. Además, la solución permite mejorar la regularidad del servicio, elimina o por lo menos reduce las emisiones atmosféricas, elimina también la contaminación de ruido y el riesgo de contaminación del agua por el manejo inadecuado de combustibles.

Además de estas pruebas existen otros ejemplos de electromovilidad en América Latina, que se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4
PROYECTOS DE ELECTROMOVILIDAD EN COLOMBIA, ECUADOR Y PERÚ

| Ejecutor | Photovoltaics Perú | Corporación Solano y Smart Hydro Power |
|---|--|--|
| Año | 2015 | 2015 |
| Lugar | Río Tapiche, Perú | Río Caquetá en Araracuara (Municipio de Solano, Departamento de Caquetá), Colombia |
| Objetivo del proyecto | Establecer un Sistema de movilidad sostenible para los residentes a lo largo del río Tapiche dentro de un wildlife sanctuary área. Minimizar los costos de transporte por el uso de energía renovable (motor eléctrico y Sistema solar aislado). | Facilitar un transporte fluvial eléctrico y económico a comunidades indígenas en una zona selvática de la Amazonía. |
| Descripción de la solución desarrollada | Botes kayak típicos de la región del río fueron equipados con sistemas de propulsión eléctrica del fabricante alemán Torqeedo, que consisten en el viaje del motor eléctrico de 1003 (equivalente a 4 hp) y las baterías y accesorios relacionados. El proyecto pretende establecer un transporte sostenible y competitivo y un sistema logístico para los residentes a lo largo del río. Los usuarios de los kayaks eléctricos viven a lo largo del río y ejecutan sus tareas de transporte y logística diaria con las embarcaciones. Es la forma que se movilizan los estudiantes de la zona para llegar a la escuela. Las embarcaciones eléctricas además pueden ser utilizadas para cualquier tipo de transporte necesario en las comunidades, sea de personas o de carga. | <p>Con fondos de la ONG sin ánimo de lucro, MIVA, la Corporación SOLina adquirió:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 motores eléctricos fuera de borda • 8 baterías • 8 cargadores • 1 bote de fibra de vidrio de unos 7 metros de largo <p>Se adquirieron estos insumos con el fin reemplazar los motores fuera de borda tradicionalmente usados por la comunidad. La logística de llevar gasolina a Araracuara para operar motores de dos tiempos fuera de borda es muy complicada porque no existen carreteras, y el transporte aéreo es muy costoso. El asentamiento de Araracuara es un enclave en medio de la selva amazónica con un gran déficit de energía, que se encuentra en la zona de amortiguación del parque nacional terrestre más grande del mundo, Chiribiquete.</p> <p>Se trata de un proyecto de tecnología de energía renovable muy innovador, único en toda América Latina.</p> <p>Con el bote eléctrico les queda a las comunidades indígenas mucho más fácil y más económico para transportar sus mercancías y productos agrícolas/pesqueros por el río Caquetá y para visitar el puesto de salud y el colegio internado Fray Javier de Barcelona en Araracuara y Puerto Santander. La electro-movilidad fluvial sirve en ese caso como herramienta sostenible para el desarrollo rural en una zona muy apartada.</p> <p>Adicionalmente mediante el uso de energía renovable se protege la calidad del agua del río Caquetá y además se protege el clima global.</p> |
| Sistema energético | En el pueblo principal se ha instalado una planta solar fuera de la red para recargar las baterías. | Para poder cargar las baterías ion-litio del bote, se instaló en Araracuara en el Río Caquetá un sistema híbrido de energía renovable, lo cual consiste de una planta fotovoltaica de 5 kW/peak con sus respectivos inversores, una banca de baterías recargables plomo-gel de 30 kW/h (todo montado en un pontón fluvial de acero de 12 metros de largo y 6 metros de ancho), y además dos turbinas cinéticas flotantes de río marca MONOFLOAT SMART HYDRO POWER con una potencia nominal de 4 kW cada una. Se diseñó y construyó este pontón fluvial tipo "quiosco para el suministro de luz eléctrica" en Colombia para recargar las baterías del bote, además para suministrar luz eléctrica a un colegio internado de alumnos indígenas, recargar lámparas y celulares para los hogares indígenas, y para operar y hacerles mantenimiento a las turbinas cinéticas flotantes MONOFLOAT SMART HYDRO POWER. |

Cuadro 4 (conclusión)

| Ejecutor | Photovoltaics Perú | Corporación Solano y Smart Hydro Power |
|--|--|---|
| Situación actual del proyecto | El proyecto está aún en curso y funcionando con éxito desde hace un año y medio. Por el momento hay siete embarcaciones y se contempla agregar más en el futuro cercano. | El proyecto está aún en curso y funcionando con éxito desde hace un año y medio. |
| Ejecutor | World Wildlife Fund Inc. | Nacionalidad Achuar del Ecuador (NAE) |
| Año | 2013 | 2013-2014 |
| Lugar | Islas Galápagos, Ecuador | Río Pastaza (Prueba en Río Aguarico) |
| Nombre del bote | SOLARIS | n/a |
| Objetivo del proyecto | Construir un nuevo concepto cultural y tecnológico en los habitantes de Galápagos, para promover el cambio del pensamiento tradicional acerca del uso de energía renovable en el transporte marítimo en las Islas Galápagos, con el fin de apoyar el objetivo general de eliminar la dependencia de combustibles fósiles para la conservación de las islas y mitigar los efectos del cambio climático. | Establecer un sistema de transporte fluvial cooperativo manejado por las comunidades indígenas que habitan en las riberas del río Pastaza, y reducir los costos operativos mediante la eliminación del uso de combustible fósil y su transporte hasta las comunidades. |
| Descripción de la solución desarrollada | <p>SOLARIS fue diseñado para operar en la Bahía Tintorerías (www.galapagospark.org/sitio.php?page=las_tintorerias) en la Isla Isabela, usando un sistema de propulsión eléctrico-solar, para demostrar la factibilidad del uso de botes solares para reemplazar el combustible fósil y la conexión a la red eléctrica para la operación de los botes.</p> <p>SOLARIS fue construido utilizando un bote confiscado por realizar pesca ilegal en las islas (DPNG). Este bote fue adaptado para contener el sistema de propulsión eléctrica Torquedo y el generador solar fotovoltaico que produce la energía requerida por el bote.</p> <p>Los resultados obtenidos demuestran que el uso de botes eléctricos y solares en operaciones de bahía en las islas Galápagos es comercialmente viable. SOLARIS usa un motor fuera de borda altamente eficiente, que permite una capacidad de desplazamiento de hasta 4 toneladas, combinado con un banco de baterías de litio de grado marino, seguras y eficientes. La autonomía del bote es de 10 horas de navegación (a 2 nudos). Véase video de prueba en (http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=jsoCzLa_Ok).</p> | <p>Participación en el diseño de los botes a ser construidos para este Proyecto, los mismos que serán realizados por la organización indígena (cliente), quienes tienen experiencia en la fabricación de botes de fibra de vidrio para los ríos de la Amazonía.</p> <p>Asesoría completa para establecer las necesidades de propulsión, así como de autonomía de las baterías, para los diferentes botes que navegarían cada ruta planificada, de acuerdo con las condiciones del río, distancia de viaje, velocidad y carga esperada.</p> <p>Diseño en detalle de las conexiones eléctricas y de datos, y de los sistemas fijos de recarga a ser implementados en puertos específicos, permitiendo contar con suficiente autonomía para navegar todas las rutas.</p> <p>El Proyecto, que consiste en varias fases, se encuentra aún en desarrollo, sin embargo, varias pruebas referentes a la construcción y test de conexiones eléctricas han sido realizadas con resultados exitosos. Particularmente, la prueba ejecutada en el río Aguarico, más complicado y caudaloso que el Pastaza, ha sobrepasado los datos asumidos en el diseño (velocidad máxima de 26 km/h, velocidad promedio de 7 km/h, 3 toneladas de carga), lo cual garantiza la velocidad y confianza deseada para el Proyecto. Véase video de pruebas en https://www.dropbox.com/sh/rmld17g8eg0cvg3/AADR2NMArkoVH6beOGsMsljwia.</p> |

Fuente: Autores basado en información de Wagner, E. y Jara-Alvera, J.

En los proyectos de electromovilidad la integración de los sectores de energía y movilidad juega un rol muy importante. Para todos los proyectos, el modelo de gestión adecuado para las características socio económicas, culturales y étnicas es clave para garantizar la sostenibilidad de proyecto mismo y para el manejo durante la vida útil de los equipos y de los pequeños sistemas eléctricos aislados, sean estos individuales o con mini red dedistribución. El modelo de sostenibilidad es lo más importante para la administración de estos sistemas aislados, ya que de esto depende que el suministro de energía sea continuo y cumpla con el servicio que el usuario está esperando.

V Conclusiones

Este FAL describe el posible nexus entre la electrificación de energía renovable y la movilidad en las regiones

aisladas de América del Sur y muestra la viabilidad técnica de la implementación de sistemas de electromovilidad sobre la base de pruebas en terreno y proyectos existentes en la región. Hasta el momento todos estos proyectos están aislados y son pequeños o acupunturales. Para que se puedan aprovechar las ventajas y la complementariedad de estos proyectos es necesario apoyarlos e incorporarlos con estrategias integradas de energía y movilidad. Las soluciones descritas brindan un alto nivel de integración intersectorial y representan un cambio paradigmático en la provisión de servicios básicos (energía, agua y movilidad), puesto que esta nueva forma de movilidad ofrece el desacoplamiento entre el crecimiento de la demanda de movilidad y la demanda de combustibles fósiles. Adicionalmente, estas soluciones reducen las emisiones atmosféricas, eliminan el ruido de las embarcaciones y de forma directa contribuyen a la reducción del riesgo de contaminación del agua por

el manejo de combustible. Finalmente, sobre la base de estas ventajas, la electromovilidad promueve una mayor calidad de servicios y también una oportunidad para implementarlo en los sectores de turismo, producción agrícola y pesca a pequeña escala.

Para la viabilidad de estos proyectos de movilidad es recomendable conectarlos y construirlos sobre proyectos de electrificación existentes y futuros, por ejemplo, por la instalación de sistemas solares fotovoltaicos o hidrocineéticos aislados.

Los volúmenes de carga dentro de la Amazonía, sean de tránsito o de movilización interior son escasos, aunque presentan potencialidades interesantes. Para ser aprovechadas en el futuro, esas potencialidades requieren de inversiones en infraestructura y mejoramiento de la calidad y cantidad de servicios de su red de transporte y logística, que rompan la inercia actual de desarrollo de la zona. Existe mucho interés por parte de las comunidades en adoptar este nuevo sistema de propulsión, sin embargo, se requiere apoyo financiero debido a la inversión inicial que se debe hacer.

Mediante el estudio de caso en la Amazonía de Ecuador, se ha podido constatar que es factible la instalación de canoas con motores eléctricos utilizando energía renovable en los ríos amazónicos cuando existe el interés y compromiso por parte de las comunidades en la implementación por proyectos de este tipo. Es necesario revisar los diseños y pesos de las canoas actuales para que sean más eficientes las canoas futuras en los ríos amazónicos. La movilidad eléctrica fluvial debe formar parte de las políticas integradas y sostenibles de la navegación interior y del sector energético. Además podría formar parte importante y complementaria con las opciones de movilidad existentes. Se recomienda al Estado que a través de las empresas de distribución eléctrica siga dotando del servicio eléctrico a las comunidades amazónicas tanto para usos residenciales como productivos, implementando sistemas de generación mediante energía renovable y de tal forma también apoya la implementación de proyectos de electromovilidad.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Bara Neto, P., Sánchez, R.J. y Wilmsmeier, G. (2006). Hacia un desarrollo sustentable e integrado de la Amazonía, Serie 110, CEPAL-IIRSA-CAF.

Coelho, Suani T. y José Goldemberg (2013) Energy access: Lessons learned in Brazil and perspectives for replication in other developing countries, Energy Policy, 61, pp. 1088-1096, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.062>.

Guamán, F., J. Ordoñez, J. L. Espinoza y J. Jara-Alvear (2015) Electric-solar boats: an option for sustainable river transportation in the Ecuadorian Amazon. WIT Transactions on Ecology and The Environment, 195, doi:10.2495/ESUS15037.

EDOMEX (2016) http://smovilidad.edomex.gob.mx/sites/smovilidad.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley_movilidad_edomex.pdf.

Giannini Pereira, M., Sena, J.A., Vasconcelos Freitas, M.A., y Fidelis da Silva, M (2011) Evaluation of the impact of access to electricity: A comparative analysis of South Africa, China, India and Brazil, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (3), pp. 1427-1441.

Gobierno Ecuador (2013) Plan Nacional del Buen Vivir. <http://www.buenvivir.gob.ec/>.

Gómez, Maria F., y De Campos Silveira, Semida. (2010) Rural electrification of the Brazilian Amazon – Achievements and lessons, Energy Policy, 38(10), pp. 6251-6260, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.013>.

Jaimurzina, A., Pérez-Salas, G., Sánchez, R.J. (2015) Políticas de logística y movilidad para el desarrollo sostenible y la integración regional, *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, LC/L.4107, CEPAL.

Kreuzer, F.M. y Wilmsmeier, G. (2014). Eficiencia Energetica y Movilidad en America Latina y el Caribe: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. CEPAL-GIZ.

UN (2016) sustainable development. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>.

Wilmsmeier, G. (2015) Política de Movilidad Fluvial-Ecuador.