

Autoabastecimiento de energía renovable en las islas del Golfo de Fonseca

Premio CIER de Innovación: Ing. José Vicente Camargo Hernández

1er puesto: Categoría Descentralización

Autores

John Davenport, Director de Energía
Distribuida

Jorge Abraham Handal, Jefe de
Proyectos

Alba Perdomo, Coordinación de
Planificación

Emmanuel Moctezuma, Gerente de
Desarrollo de Almacenamiento de
Energía

Empresa

AES El Salvador

Resumen

En el departamento de La Unión, se encuentra uno de los municipios más remotos de El Salvador: Meanguera del Golfo. Aquí, AES planea desarrollar algo extraordinario para impulsar el futuro de la energía en tres islas del Golfo de Fonseca: Conchagüita, Meanguera y Zacatillo.

En este paraíso natural, el grupo AES El Salvador desarrolla un proyecto renovable e innovador para descentralizar la distribución eléctrica: la construcción de la Planta Solar Meanguera del Golfo, la cual contará con tecnología de almacenamiento de energía por medio de baterías de última generación; con una capacidad instalada de 1.3 megavatios (MW) de energía renovable y 3.7 megavatios (MW) de almacenamiento por medio de baterías.

Las baterías permitirán provisionar la energía fotovoltaica generada durante el día para llevarla a hogares y comercios durante la noche.

La Planta Solar Meanguera del Golfo responderá a las necesidades energéticas que demandan el 100% de las comunidades que viven en esta región salvadoreña

del Golfo de Fonseca, brindándoles energía renovable, segura y continua las 24 horas del día.

Introducción

La descentralización de sistemas eléctricos se ha convertido en una tendencia durante la última década, enfocada a acelerar la transición energética hacia sistemas menos dependientes de combustibles fósiles. Por su historia, los sistemas descentralizados, han tenido la función de respaldar sistemas principales en ubicaciones remotas en donde el suministro eléctrico no es confiable, generando electricidad con combustibles caros y contaminantes como lo ha sido principalmente el diésel. Afortunadamente, se ha empezado a transicionar a proyectos descentralizados con fuentes renovables, gracias a una reducción considerable en los costos de componentes principales, como lo son los módulos fotovoltaicos.

De acuerdo con cifras de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2020), los costos de los módulos fotovoltaicos han caído cerca de un 80% en los últimos diez años. Adicional a esta reducción en costos, resulta importante destacar el rol que los sistemas de almacenamiento de energía a base de baterías ion-litio están jugando en proyectos descentralizados, ante la variabilidad del recurso solar. Siguiendo la misma línea de reducción de costos previamente mencionada, el costo de las baterías ion-litio presenta una reducción de casi un 90% en los últimos años (Bloomberg, 2020), lo cual permite que se puedan desplegar proyectos de mucha mayor capacidad y duración, aumentando así la disponibilidad de cualquier planta solar.

El siguiente documento comenzará describiendo las particularidades del sistema eléctrico en El Salvador,

particularizando las condiciones existentes en la red de distribución en el Departamento de la Unión, siguiendo con los retos energéticos a los que las Islas del Golfo de Fonseca se enfrentan.

A continuación, se describirá el objetivo del proyecto de autoabastecimiento de energía renovable en las Islas del Golfo, siguiendo con la metodología empleada para el dimensionamiento del mismo. La última sección del documento describe las metas de desarrollo sostenible de la ONU en las que el proyecto participa, cerrando con un apartado de conclusiones y recomendaciones para este tipo de proyectos.

El Sistema Eléctrico en El Salvador y en el Departamento de la Unión

Los sistemas de Distribución de electricidad en El Salvador constan de redes aéreas de topología radial, las cuales en las zonas rurales en su mayoría se encuentran sometidas a fallos por condiciones climáticas, choque de líneas por fuertes vientos, fallo de aisladores, entre otros. Por su topología y por su baja demanda de energía en zonas rurales, dichas redes no poseen redundancia por lo que los usuarios están propensos a cortes de energía.

Para el caso de la alimentación de energía a las Islas del Golfo de Fonseca (Meanguera, Zacatillo y Conchagueta), la red eléctrica además de ser radial en tierra posee tramos submarinos monofásicos (ver Figura 1) de alrededor de 6km para alimentar una demanda anual de 1,378 MWh, dicho cable es propenso a ruptura por el paso de embarcaciones o corrientes marítimas; lo cual afecta a los cerca de 4,724 habitantes de las Islas, dejándolos sin energía por periodos prolongados en caso de fallas.



Figura 1: Ubicación Islas del Golfo de Fonseca.

Objetivo del proyecto

1. Proveer Energía asequible y no contaminante a los habitantes de las Islas Meanguera, Conchagüita y Zacatillo
2. Abastecer el 100% de la demanda de energía de las islas Meanguera, Conchagüita y Zacatillo con un sistema renovable 24x7, reduciendo la dependencia del suministro de energía a través de la red de distribución.
3. Mejorar la calidad de vida de las personas a través de un suministro confiable y sostenible.

Metodología

Una de las primeras etapas en la metodología de diseño consistió en la definición del acoplamiento de la planta solar con el sistema de almacenamiento de energía, teniendo como alternativas el acoplamiento en Corriente Directa (DC) o en Corriente Alterna (AC). Las **Figuras 2 y 3** ilustran las diferencias de equipamiento entre ambas alternativas.

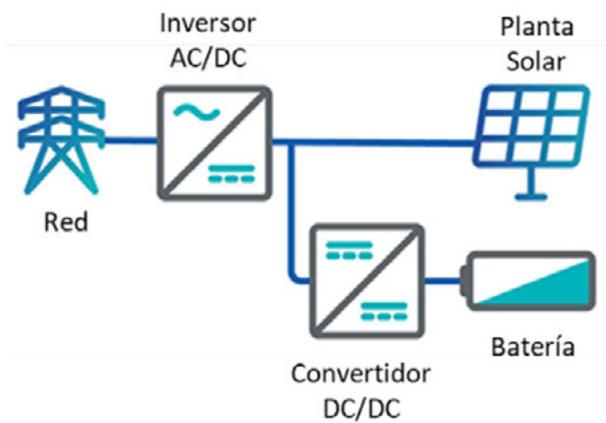


Figura 2. Acoplamiento en DC.

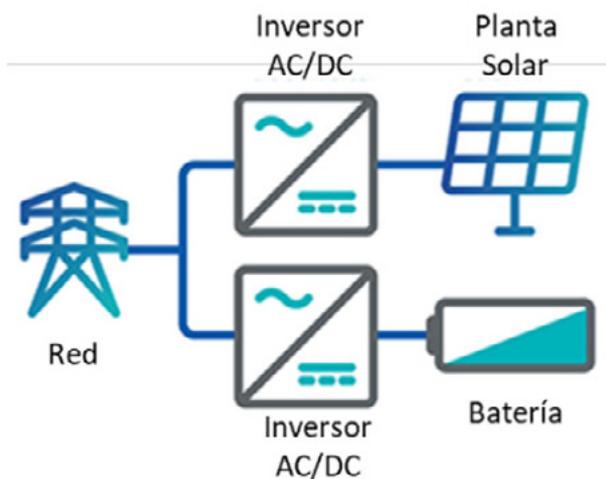


Figura 3. Acoplamiento en AC.

Por lo general, los sistemas acoplados en DC suelen tener dos ventajas importantes sobre los sistemas acoplados en AC. La primera ventaja se relaciona a una menor inversión por el uso optimizado de equipamiento, ya que se comparte un solo inversor entre la planta solar y el sistema de almacenamiento de energía mientras que, en una topología acoplada en AC, cada sistema maneja un inversor propio. En la **Figura 4** es posible confirmar que se obtiene un Costo Nivelado de Energía (LCOE por sus siglas en inglés) menor acoplando el sistema en DC. La segunda ventaja está enfocada en un mejor aprovechamiento del recurso energético. Gracias a una mayor eficiencia, los sistemas acoplados en DC suelen tener un mayor costo-beneficio a medida que la duración del sistema

de almacenamiento se incrementa, siendo esta una de las razones por las que este tipo de arquitectura comienza a tener mayor adopción en proyectos solares con baterías.

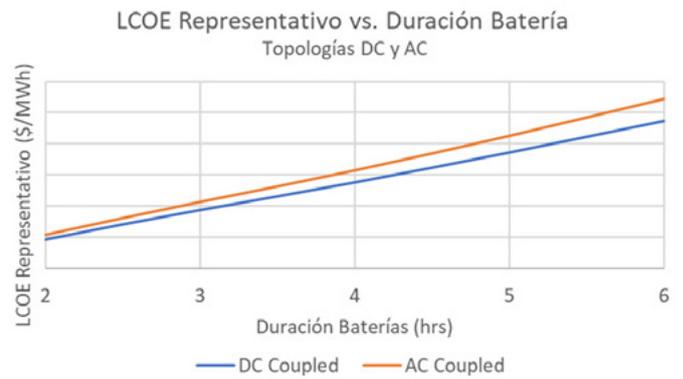


Figura 4. Comparativo de LCOE entre acoplamiento DC y AC.

Teniendo el tipo de acoplamiento del sistema definido y claro, se procedió a realizar un análisis de optimización para determinar el tamaño tanto de la planta solar, como del sistema de almacenamiento. Se consideraron 4 parámetros principales dentro de dicho análisis: Capacidad del sistema en el punto de interconexión (POI por sus siglas en inglés), Potencia del sistema de almacenamiento (AC), Potencia del sistema fotovoltaico (DC) y Duración del sistema de almacenamiento.

No fue necesario explorar muchas alternativas para la Capacidad del Sistema en el punto de interconexión, ya que básicamente el proyecto debe satisfacer la demanda energética de las tres islas, incluso en sus periodos de alta demanda durante todo el año. Cabe mencionar que dentro de este parámetro fue necesario contemplar las pérdidas que existirían por la interconexión eléctrica entre cada una de las islas. Dichas pérdidas fueron obtenidas a través de un estudio de interconexión, el cual simuló el flujo de energía a través de la estructura de distribución eléctrica existente en las tres islas. Siguiendo esta línea, se definió en una primera etapa la capacidad (AC) de los inversores del sistema con base en la deman-

da máxima a satisfacer y posterior a esto se sobre dimensionó dicha capacidad tomando en cuenta pérdidas internas dentro de nuestro sistema debido a derrateo de potencia por cuestiones ambientales como lo son altura sobre el nivel del mar y temperatura, así como el factor de potencia requerido en nuestro punto de interconexión.

La potencia del sistema de almacenamiento (AC) se determinó de una manera similar a la capacidad del sistema en el punto de interconexión, teniendo como objetivo principal satisfacer la demanda total de las islas en horas no solares. La potencia del sistema de almacenamiento se integra por medio de los siguientes dos valores: la capacidad energética de los módulos de baterías y la capacidad de la estación de conversión (PCS por sus siglas en inglés), que está conformada por el inversor centralizado, transformador y convertidor DC/DC. Es importante mencionar que, al estar trabajando con un acoplamiento en DC, las baterías se estarían cargando directamente de la generación solar sin la necesidad de pasar por el inversor lo cual permitió poder contemplar una relación DC:AC mucho más alta que las utilizadas en proyectos solares típicos que pueden ir dentro de los rangos entre 1.1 a 1.3. Lo anterior, se justifica ya que la planta solar puede suministrar

energía directamente a la red o en su defecto, al sistema de almacenamiento de energía.

Para la definición de los últimos dos parámetros, Potencia del sistema solar (DC) y Duración del sistema de almacenamiento, se tuvo que considerar no solo el valor de demanda máxima de las islas, sino también el Costo Nivelado de Energía del sistema. Estos dos conceptos suelen tener un vínculo bastante fuerte durante la evaluación de diseño y para el proyecto en cuestión, no fue la excepción. Teniendo el objetivo de poder cubrir el 100% de la demanda de las islas con energía renovable, la duración de las baterías tiene que ser lo suficientemente larga como para cubrir las horas en las que el sistema fotovoltaico no inyecte energía a la red de las islas. Es necesario encontrar el punto óptimo de duración para evitar que exista un impacto desfavorable en los costos totales del proyecto y para esto fue necesario ejecutar un análisis técnico-económico que evaluó el impacto de 6 diferentes combinaciones de potencia del sistema y duraciones del sistema de almacenamiento de energía, en el Costo Nivelado de Energía sin sacrificar cumplimiento de la demanda energética de las islas. La **Figura 5** muestra las diferentes configuraciones simuladas dentro de dicho análisis, con su respectivo Costo Nivelado de Energía.

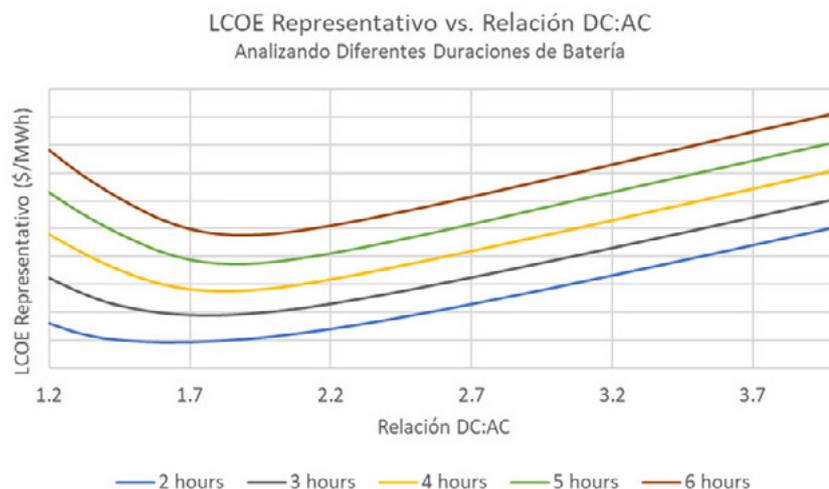


Figura 5. LCOE vs diferentes duraciones del sistema de almacenamiento y capacidad.



Figura 6. Objetivos de desarrollo.

Impacto de Desarrollo Sostenible

El proyecto está fuertemente comprometido con 7 de los objetivos de desarrollo sustentable de la ONU, ver **Figura 6**.

1. Salud y Bienestar

Fomentar una vida sana y promover el bienestar en todos los habitantes de las islas para el desarrollo sostenible.

2. Energía asequible y no contaminante

Diversos estudios indican que según el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible, y una economía global dependiente de los combustibles fósiles está generando cambios drásticos en nuestro clima, por lo que es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar para mejorar la productividad energética.

Expandir la infraestructura y mejorar la tecnología para contar con energía limpia, es crucial para estimular el crecimiento y a la vez ayudar al medio ambiente.

3. Trabajo decente y crecimiento económico

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible apuntan a estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica, estimular el espíritu emprendedor y la creación de empleo.

4. Industria, Innovación e infraestructura

La inversión en infraestructura y la innovación son motores fundamentales del crecimiento y el desarrollo económico. Los avances tecnológicos también son esenciales para encontrar soluciones permanentes a

los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética.

5. Reducción de las desigualdades

La desigualdad de ingresos es un problema mundial que requiere soluciones globales. Estas incluyen mejorar la regulación y el control de los mercados y las instituciones financieras y fomentar la asistencia para el desarrollo y la inversión extranjera directa para las regiones que más lo necesiten.

El tener un servicio de energía permanente ayuda al desarrollo a la población a través del acceso a la educación, a la salud y al emprendimiento.

6. Ciudades y comunidades Sostenibles

Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales.

7. Acción por el clima

Las emisiones de gases de efecto invernadero continúan aumentando y hoy son un 50% superior al nivel de 1990. Además, el calentamiento global está provocando cambios permanentes en el sistema climático, cuyas consecuencias pueden ser irreversibles si no se toman medidas urgentes ahora.

Apoyando a las regiones más vulnerables contribuirá directamente a otros Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estas acciones deben ir de la mano con

los esfuerzos destinados a integrar las medidas de reducción del riesgo de desastres. Con la implementación de medidas tecnológicas, es posible aportar a limitar el aumento de la temperatura media global del planeta.

Beneficios del proyecto

Actualmente, el servicio de energía que llega hasta las islas de Golfo de Fonseca lo hace a través de una red submarina que está expuesta a sufrir daños por fuertes mareas o el paso de grandes embarcaciones. Cuando el cable se daña ocasiona la interrupción del suministro de electricidad. Repararlo es un proceso de ingeniería complejo que puede durar semanas. La puesta en marcha de la Planta Solar Meanguera del Golfo brindará una solución socioambiental definitiva a esta situación que afecta a los habitantes de las islas. Descentralizar la generación de electricidad mediante fuentes renovables locales impulsará la diversificación de la matriz energética de la isla y garantizará la continuidad y confiabilidad del servicio en estas comunidades.

La Planta Solar Meanguera del Golfo tendrá una capacidad instalada de 1.3 megavatios (MW) de energía renovable y 3.7 megavatios (MW) de almacenamiento. Esta innovación en el sector eléctrico salvadoreño permitirá reducir 976 toneladas de CO₂ al año, contribuyendo así a la preservación del medioambiente.

Con la construcción de la planta Meanguera del Golfo, los habitantes de las islas del Golfo de Fonseca contarán con un suministro eléctrico que les permitirá impulsar su desarrollo económico, turístico y social para alcanzar el futuro de la energía.

Conclusiones y/o recomendaciones

- a) Importancia de analizar caso x caso para decidir acoplamiento AC vs DC.
- b) Considerar redundancia de equipos en sistemas que se encuentran 100% aislados.
- c) El proyecto permitirá impulsar el desarrollo económico, turístico y social de los habitantes de las islas.
- d) La Planta Solar Meanguera del Golfo responderá a las necesidades energéticas que demandan las comunidades del Golfo de Fonseca, brindándoles energía renovable, segura y continua las 24 horas del día.
- e) Permitirá reducir 976 toneladas de CO₂ al año, contribuyendo así a la preservación del medioambiente.

Referencias

Objetivos y metas de desarrollo sostenible [En línea].

Disponible en:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>