

## Integración de Energía Solar FV flotante y sistemas de abastecimiento de agua.

Ing. Jesus Augusto Gomez

Agosto 2020

Nuevamente, Singapur sorprende al mundo haciendo uso de las mejores y más modernas técnicas de sostenibilidad mediante la integración de energía solar FV flotante con el almacenamiento y tratamiento de agua potable.

Efectivamente, se anunció el inicio de las obras de una de las mayores plantas solares FV flotante en el mundo, para alimentar todas las instalaciones del sistema de almacenamiento y tratamiento de agua.<sup>1</sup> Se espera que la planta este 100% operativa para el año 2021. Un tiempo de construcción de un año aproximadamente.

El sistema ayudará a reducir la dependencia de la República de los combustibles fósiles, reducir las emisiones de carbono y fortalecer la resiliencia climática nacional, dijo la Agencia Nacional de Aguas (Singapore's National Water Agency, PUB Public Utilities Board). Se recordará que la mayor parte del combustible utilizado en Singapur es el gas natural, el cual es totalmente importado.<sup>2</sup>

La planta solar flotante de 60 MW estará ubicada sobre el embalse Tengeh reservoir y tendrá una extensión aproximada de 50 Has. Una vez que entre en operación comercial el próximo año, generara unos 120.000 MWh suficientes para abastecer el 7% de los requerimientos anuales de la empresa PUB. Estará conformada por 146.000 módulos solares. Aun no se ha informado quien será el fabricante de los módulos y otros equipos complementarios. Figura 1

También se estima que la granja solar compense alrededor de 32 kilotoneladas de emisiones de carbono al año, el equivalente a las emisiones unos 7.000 coches en Singapur.

Según las declaraciones de Ng Joo Hee, Chief Executive, PUB, cada componente del sistema fue cuidadosamente diseñado y seleccionado en base a las condiciones climáticas de Singapur con el objetivo de maximizar la generación de energía, minimizar el impacto al ambiente y a la calidad del agua y ser suficientemente duradero para cubrir una vida útil de 25 años.

Algunas características tecnológicas de avanzada incorporadas en el diseño del sistema son las siguientes:

---

<sup>1</sup> <https://www.sembcorp.com/en/media/media-releases/energy/2020/may/pub-and-sembcorp-sign-25-year-ppa-to-build-largest-floating-solar-system-in-singapore/>

<sup>2</sup> Singapore Government. Energy Market Authority. Energy Consumption. Chapt.3.

- **Módulos Solares**
  - Orientados e inclinados para maximizar la generación de energía y optimizar el drenaje de aguas de lluvia
  - Recubiertos con materia anti-reflectante para maximizar la absorción de la luz y minimizar el reflejo (Glare)
  - Paneles con doble capa de vidrio para mejorar la durabilidad en un ambiente mojado y húmedo.
- **Flotadores y Pontones**
  - Fabricados con polietileno de alta densidad con material de calidad con certificación de clase alimentario para preservar la calidad del agua.
  - Cada pontón esta diseñado para soportar el peso originado por los módulos (30 Kg/c.u)
  - Diseñados para soportar intensos rayos U.V.
- **Cables**
  - Embutidos en aislamiento impermeable con capa tejida cross linked de polietileno para durabilidad.
- **Anclajes**
  - Arreglos entretrejididos para anclados al fondo del embalse para prevenir el desplazamiento durante momentos de fuertes vientos y para proporcionar seguridad de los trabajadores durante las inspecciones.
- **Cajas de conexión**
  - Combinan la energía proveniente de varios arreglos de módulos FV a un cable de mayor calibre que alimenta un inversor central
  - Monitorea el voltaje y la corriente de cada arreglo fotovoltaico y alimenta la data a una estación remota de control.
- **Inversores centrales**
  - Convierte la electricidad tipo DC proveniente de un arreglo FV en electricidad tipo AC común en los sistemas de alimentación.
- **Red de Transmisión**
  - La electricidad generada en el sistema FV alimenta la red de transmisión de Singapure, contribuyendo de esa manera a incrementar la participación de la energía renovable en la matriz energética.
  - Posibilidad de almacenamiento futuro en baterías.
- **Monitoreo**
  - Las salidas (producción) del sistema son monitoreadas en tiempo real
  - Elementos de cámaras de seguridad, monitoreo de video en vivo, panales y sistemas de alerta de seguimiento de variables y factores ambientales.
  - Los ingenieros y técnicos pueden monitorear las operaciones via remota mediante aplicaciones móviles app.
  - Permite cambios, operaciones de mantenimiento programadas, y actividades de reparación más robustas y confiables.

La construcción, operación y mantenimiento de la planta se ha efectuado mediante un convenio entre PUB y la empresa *Sembcorp Industries* mediante un contrato a 25 años de duración, bajo la modalidad (DBOO)<sup>3</sup>

No se publicó el monto de la inversión en el proyecto, aunque los costos de capital (CAPEX) de la energía fotovoltaica flotante siguen siendo ligeramente superiores o comparables a los de los PV instalados en tierra, debido principalmente a la necesidad de flotadores, amarres y componentes eléctricos más resistentes. Sin embargo, se espera que el costo de los flotadores baje con el tiempo debido a mejoras por economías de escala. Los CAPEX para instalaciones fotovoltaicas flotantes llave en mano en 2018 generalmente oscilan entre 0,8 y 1,2 US\$ por wp, dependiendo de la ubicación del proyecto, la profundidad del cuerpo de agua, las variaciones en esa profundidad y el tamaño del sistema.<sup>4</sup> En tales condiciones, el monto de la inversión se puede estimar entre US\$48 Millones y US\$72 Millones.

El costo nivelado de la electricidad (LCOE) para un sistema fotovoltaico flotante genérico de 50 MW no difiere significativamente del de un sistema montado en tierra. Los mayores gastos de capital iniciales del sistema flotante están equilibrados por un mayor rendimiento energético esperado, estimado conservadoramente en 5 %, pero potencialmente hasta entre el 10% y el 15 % en climas calurosos.<sup>3</sup>

Los principales factores diferenciadores son el precio del sistema (un sistema flotante se considera un 18 % más caro), los costos de seguro (0,4 % del precio del sistema flotante frente al 0,3 % para los sistemas montados en tierra) y las relaciones de rendimiento (5 % más altas para los sistemas flotantes).

Si se supone que la relación de rendimiento de un proyecto solar flotante es un 10% superior a la de un proyecto basado en tierra (en lugar del 5%), un análisis de sensibilidad muestra que el LCOE para el caso base disminuye a 5,3 centavos de dólar por KWh, equivalente al LCOE de proyectos fotovoltaicos construidos en tierra y equivalente a el LCOE de cualquier otra fuente de generación de electricidad.<sup>5</sup>

De este proyecto se pueden sacar múltiples enseñanzas aplicables para Venezuela en la modernización y rescate de los sistemas de suministro de agua y en la conformación de una nueva matriz energética:

- La necesidad de un cambio de mentalidad en la concepción hacia la aplicación e innovación de los sistemas de abastecimiento
- La aplicación de tecnologías modernas en el diseño y operación de los sistemas de abastecimiento, como son los sistemas de monitoreo y operación remota.
- La utilización de energía solar para sustituir generación de origen fósil de gas natural como la que se utiliza en Singapur,

---

<sup>3</sup> Design, Build, Own and Operate

<sup>4</sup> World Bank Group, ESMAP and SERIS. 2018. Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report—Executive Summary. Washington, DC: World Bank.

<sup>5</sup> Lazrd's Livelized Cost of Energy. Version 13.0 Nov. 2019

- La reducción de las emisiones de CO2 y su contribución a la lucha contra el cambio climático;
- La integración de la energía solar a las actividades relacionadas con el almacenamiento y tratamiento y posiblemente bombeo de agua potable;
- La participación del capital privado en la construcción y operación de los sistemas de generación en contratos de larga duración;
- La utilización de los espacios disponibles en los embalses, muy próximos a las instalaciones de los sistemas de abastecimiento, reduciendo las pérdidas por transmisión y con la posibilidad de mayor adaptación de las labores de mantenimiento y operación diarias con las variaciones de la generación, además de disminuir el número de interrupciones en la operación por fallas en el suministro eléctrico.

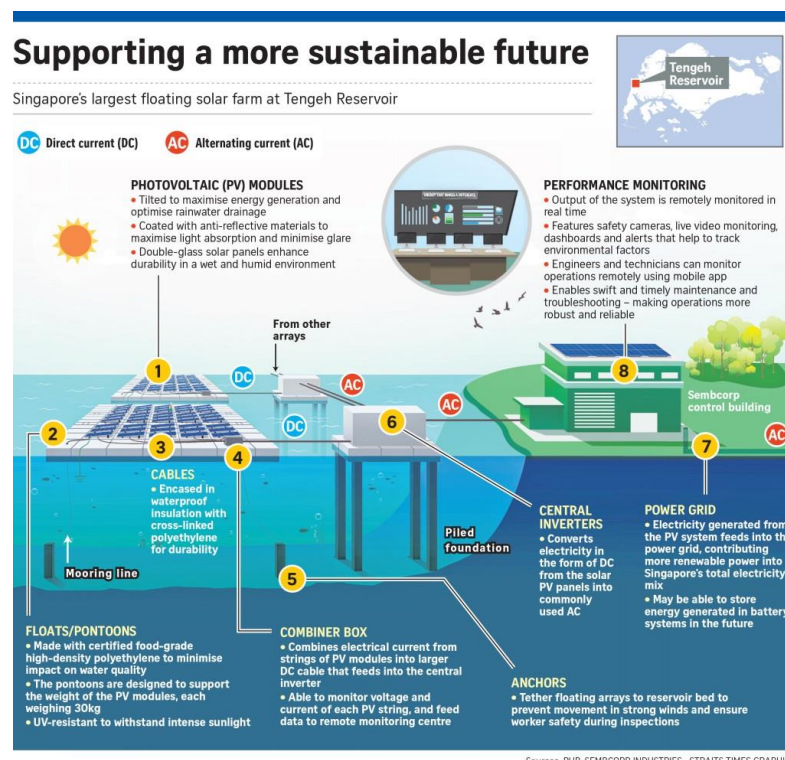


Figura 1 Esquema del proyecto

Fuente: PUB, SEMBCORP Industries Straits Times Graphics