



JIDeTEV

Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2023 -ISSN 2591-4219

Estaciones Solares en Espacios Públicos: Análisis para su Implementación en la Ciudad de Oberá

Bochmann Paola D. ^{a,b}, Demarchi Franco B. N. ^{a,b}, Garcilazo A. Gaston ^{a,b}, Oliveira Mario O. ^{a,b*},
Cabral Roberto J. ^{a,b}, Brázzola Rubén C. ^{a,b}

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b LIDEE – Facultad de Ingeniería, UNaM

e-mails: paolabochmann@gmail.com, demarchyfranco13@gmail.com, ggarcilazofio@gmail.com,
mario.oliveira@fio.unam.edu.ar, robert_rjc@hotmail.com, brazzola@fio.unam.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una revisión sobre los distintos tipos de “Estaciones Solares” (ES). El objetivo fue analizar las opciones existentes, tanto a nivel de generación de energía eléctrica y térmica, como a nivel estructural y arquitectónico, para una futura implementación en distintos espacios de uso público en la ciudad de Oberá. Con base en la bibliografía consultada y en la experiencia de aplicaciones ya existentes en otros lugares, se proponen alternativas de diseño de ES para determinados espacios públicos, como ser plazas, paradas de colectivos urbanos o terminal de ómnibus de media y larga distancia. La idea principal detrás de la utilización de las ES, es el uso de energías renovables, como la fotovoltaica o solar-térmica, para aplicaciones tales como alimentación de puertos USB, tanques termo-solares, o iluminación. Para definir el tipo de ES a instalar en cada espacio público, se tuvo en cuenta cuestiones como: ubicación, nivel de concurrencia, radiación solar, acceso a red eléctrica y agua potable, y seguridad. Finalmente, el artículo presenta potenciales lugares dentro de la ciudad de Oberá factibles de instalación de este tipo de estructuras sustentables.

Palabras Clave – Energía Renovable, Estación Solar, Sistemas Fotovoltaicos

1. Introducción

Hoy en día existe una tendencia cada vez mayor hacia el uso de las energías renovables, principalmente debido a su bajo impacto medioambiental. Con el fin de aumentar su visualización y promover su uso, y dada la necesidad de proveer espacios públicos sustentables en la ciudad de Oberá, resulta apropiado el uso de Estaciones Solares (ES). Las mismas se constituyen como una estructura de hierro a modo de “pérgola”, que hace de soporte de un equipo fotovoltaico y de un calefón solar [1]. Las ES hacen uso tanto de la energía fotovoltaica como de la solar térmica para proveer distintos servicios a los usuarios, entre los que se encuentran la carga de dispositivos móviles y la posibilidad de calentar agua para mate. Este trabajo presenta una revisión del estado del arte de las ES, con foco en una futura implementación de las mismas en la Ciudad de Oberá, comenzando con las tecnologías involucradas en las ES, y sus aplicaciones a servicios para los usuarios. Se realiza también una revisión de los tipos de ES utilizadas tanto en la región como en el extranjero, y sus elementos constituyentes. Luego se analizan distintos lugares públicos de la ciudad de Oberá teniendo en cuenta parámetros como: recurso solar (RS), nivel de concurrencia (CON), acceso a la red eléctrica (RE) y de agua potable (AP), como así también su ubicación y seguridad (SEG). Finalmente, el artículo propone ciertos lugares públicos como potenciales espacios para una futura implementación de una ES. Es importante resaltar que los resultados presentados se obtuvieron como desarrollo de las actividades correspondientes a un proyecto de extensión aprobado por Res. Rectoral N° 1079-22, en la convocatoria PROF AE 2022.

2. Tecnologías Solares Involucradas en las Estaciones Solares

2.1. Paneles Fotovoltaicos (PF)

La conversión de la energía radiante del sol en energía eléctrica se realiza mediante paneles fotovoltaicos (PF), también conocidos como paneles solares. El porcentaje total de la energía del sol convertida en energía eléctrica, depende en gran medida de la tecnología con la cual fue fabricado el módulo o panel. La elección de una u otra dependerá del uso y los requerimientos específicos. Sin embargo, la más utilizada se basa en el uso de silicio. Este elemento es purificado y modificado químicamente para lograr las propiedades requeridas. Esta tecnología permite obtener eficiencias de alrededor del 24% [2]. Otras tecnologías más eficientes y costosas, como las "multijuntura" poseen eficiencias alrededor del 47% [2], pero tienen aplicaciones en usos de concentración o bien espaciales. Además, existen otras tecnologías como la *thin film* o "película delgada", cuya fabricación se realiza a partir de la superposición de diferentes películas de espesores nanométricos controlados [3].

A nivel constructivo, los PF se componen de unidades más pequeñas, las celdas fotovoltaicas. Estas pueden interconectarse formando arreglos o cadenas, las cuales logran una unidad más grande llamada módulo fotovoltaico. De la misma manera, la interconexión de varios módulos resulta en un PF. En la Fig. 1 (a) se muestra la relación entre celda, módulo y PF. Por otro lado, un PF requiere de una superficie de soporte donde realizar el montaje e interconexión, así como elementos de protección contra las condiciones ambientales, como ser la humedad. La Fig. 1 (b) ilustra algunos de los componentes adicionales que conforman un PF.

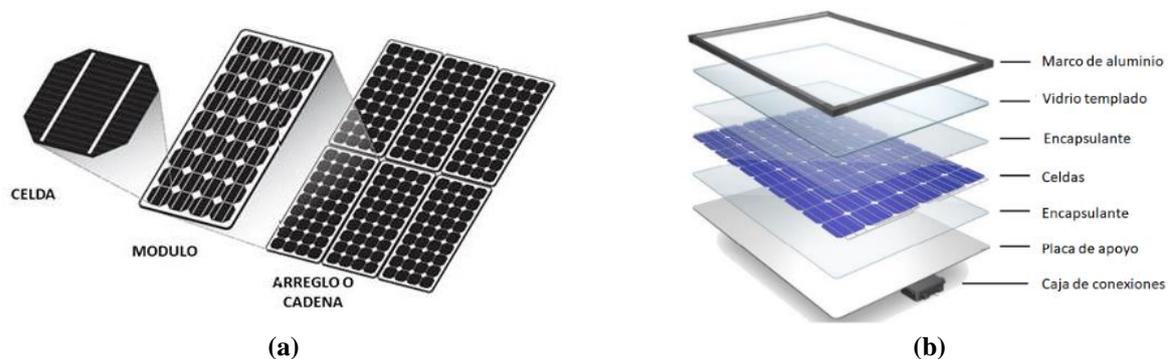


Fig. 1. Composición de un Panel Fotovoltaico [4]. (a) Interconexión de las celdas fotovoltaicas. (b) Elementos Adicionales en un Panel Fotovoltaico.

2.1.1. Tecnologías Implicadas en la Fabricación de Celdas Fotovoltaicas

Como se mencionó anteriormente, las celdas fotovoltaicas más usadas en aplicaciones cotidianas están fabricadas con silicio. Sin embargo, estas pueden ser de tres tipos de tecnología: silicio monocristalino, silicio policristalino o silicio amorfo [4].

Las celdas de silicio monocristalino poseen una estructura cristalina uniforme, donde todos sus átomos están alineados, formando un solo cristal. Son más recomendables para climas fríos o con bastante nubosidad, ya que se enfrían más lentamente, además de captar mejor la radiación solar [4].

Las celdas de silicio policristalino, a diferencia de la anterior, poseen una estructura ordenada por regiones, donde sus átomos poseen distintas direcciones. Este tipo de celdas se recomiendan para climas cálidos, ya que soportan mayores temperaturas [4].

Por último, las celdas de silicio amorfas se fabrican depositando en forma de vapor una película de silicio encima de una superficie de acero. A diferencia de las otras, las celdas fabricadas con esta tecnología requieren de mayor superficie para lograr una potencia similar. La Fig. 2 muestra las celdas mencionadas.

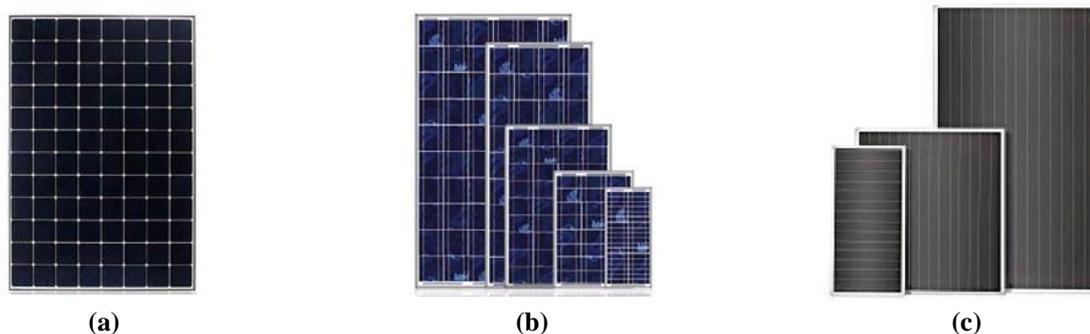


Fig. 2. Diferentes Tipos de Tecnologías en Silicio [4]. (a) Silicio Monocristalino. (b) Silicio Policristalino. (c) Silicio Amorfo.

2.1.2. Tipos de Conexión a la Red

Los sistemas On-Grid son aquellos que poseen conexión a la red eléctrica, inyectando la energía generada a la misma. Otro tipo de conexión son los sistemas Off-Grid o aislados, denominados así ya que no poseen conexión a la red, y la energía generada sirve como abastecimiento de algún consumo que no posee disponibilidad de servicio eléctrico. Por último, existe un sistema que surge como combinación de los anteriores, denominado Sistema Híbrido.

En la siguiente tabla se mencionan los elementos que componen cada sistema, así como una breve descripción de los mismos:

Tabla 1. Tipos de Conexión a la Red y sus Componentes (Elaboración Propia).

	Sistema On-Grid	Sistema Off-Grid	Sistema Híbrido
Baterías	No posee	Sirven como acumuladores de la energía generada. Se caracterizan las de “Ciclo profundo”, alcanzando un nivel de descarga del 80%	
Cables de Conexión	Entre los usados destacan los de cobertura Solar, PVC, XLPE y EPR. Siempre teniendo en cuenta que la caída de tensión admisible es de 1,5%		
Grupo Electrónico	No posee	Se utilizan como fuente de apoyo en caso que la energía demandada supere la acumulada	
Inversor	Se utilizan para convertir la corriente continua (CC) generada por el panel en corriente alterna (CA), ajustando los valores de tensión, frecuencia y fase a los valores de la red eléctrica instante a instante.		
Medidor Bidireccional	Se utiliza para medir tanto la energía consumida como la generada por el usuario.	No posee	Se utiliza para medir tanto la energía consumida como la generada por el usuario.
Paneles Fotovoltaicos	Se utiliza como fuente de energía		
Protecciones	Se utilizan interruptores termomagnéticos de CC y de AC, interruptor diferencial y fusibles. Además de descargadores de sobretensión y protección contra descargas atmosféricas.		
Regulador de Carga	No posee	Tiene por objetivo estabilizar la tensión y la corriente que entregan los paneles a la batería.	No posee

2.1.3. Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico (SFV)

A la hora de diseñar o planificar un sistema fotovoltaico (SFV), es importante tener en cuenta algunos parámetros en cuanto a los paneles fotovoltaicos. En primer lugar, la potencia que entrega un panel fotovoltaico depende en gran medida de la radiación solar sobre la superficie del mismo y de la temperatura de las celdas. A fin de poder establecer condiciones normalizadas de funcionamiento se definen las Condiciones Estándar de Ensayo o STC (del inglés, *Standard Test Condition*), las cuales se describen a continuación:

- **Temperatura de celda:** 25°C
- **Irradiancia** de 1000W/m². La irradiancia es la intensidad de radiación solar por unidad de superficie en m² que llega a la Tierra.
- **Masa de aire** de 1,5 AM. La masa de aire cuantifica cuánto se atenúa la energía del sol a medida que pasa a través de la atmósfera y es absorbida por el aire y el polvo.

Si bien las STC son difíciles de conseguir de forma simultánea, son aceptadas por la industria y se utilizan como forma de comparar rendimientos entre distintos tipos de celdas.

La potencia característica de un módulo fotovoltaico se expresa como “Watt pico” (Wp) y es la potencia eléctrica que el mismo genera bajo condiciones de STC. Fuera de estas condiciones el panel puede generar mayor o menor potencia.

Además, cada panel posee una curva característica, que describe su funcionamiento bajo distintas condiciones de trabajo. La misma se denomina “Curva I-V”, y describe la variación de corriente en función de la tensión. La Fig. 3 muestra una curva I-V característica de un módulo fotovoltaico. A partir de la curva I-V es posible extraer otros valores característicos, como ser:

- **Corriente de Cortocircuito (Isc):** Indica la máxima intensidad de corriente que se puede extraer del panel. Esta condición se logra cortocircuitando los terminales del panel.
- **Tensión a circuito abierto (Voc):** Indica la máxima tensión en los bornes del panel, estando este en vacío, es decir, sin carga.
- **Corriente del punto de máxima potencia (I_{pmax}):** Indica la corriente que entrega el panel en el punto de trabajo de máxima potencia.
- **Tensión del Punto de Máxima Potencia (V_{pmax}):** Tensión de trabajo del panel en condiciones donde se obtiene la máxima potencia
- **Potencia máxima (P_{max}):** Potencia máxima que entrega el panel.

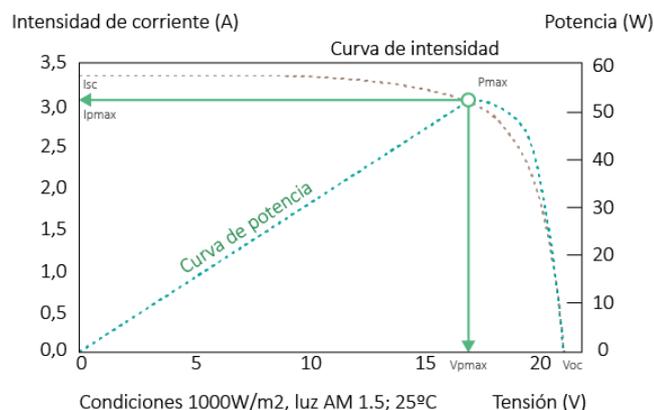


Fig. 3. Curva I-V Característica de un Módulo Fotovoltaico [5].

2.1.4. Aplicaciones a Estaciones solares

Los SFV descritos poseen aplicaciones a ES tanto en la carga de dispositivos móviles como en iluminación. La carga de dispositivos móviles se realiza mediante puertos USB, donde la energía es provista por los PF. Así mismo, la energía generada por los paneles puede utilizarse para iluminación, haciendo uso de luminarias LED, debido a su bajo consumo y eficiencia. Las aplicaciones mencionadas se presentan en la sección 3.

2.2. Sistemas Solares Térmicos (SIST)

El proyecto de extensión de referencia pretende aportar la posibilidad de que las personas puedan acceder a la ES y cargar agua caliente para consumo de mate. En [6] se realizó un estudio del perfil térmico del agua en el consumo de mate, en el cual relevaron que la temperatura a la que las personas toman dicha infusión es de no más de 60°C. Para lograr que el agua esté a dicha temperatura para consumo, se requiere que el agua en el reservorio de la ES deberá estar a 83°C en promedio, bajo el análisis del tipo de mate, cantidad de yerba y frecuencia de cebado descrita en el proyecto mencionado. Para lograr esto, se necesitará un calefón solar, bajo el principio de obtención de la energía termo solar [7]. Partiendo de esto y referido a las personas que accederán a dicha instalación, se debe analizar el lugar más propicio para instalarlo, evaluando las posibilidades sociales, culturales, geográficas, económicas y de beneficio técnico para el funcionamiento óptimo.

En términos generales, la irradiación total anual en la región de Misiones y concretamente en Oberá está en valores promedios de 1543.5kWh/kWp respecto a los valores del resto de la Argentina, Fig. 4 (b) [8]. En la Fig. 4 (a) se pueden visualizar los datos de irradiación solar e incidencia solar (*solar tilt*), sobre la superficie horizontal y la radiación perpendicular a la misma en Oberá, Misiones [9] y los puntos marcados referenciados a los lugares indicados en la tabla 2.

Partiendo de esto, y considerando que Misiones presenta un clima cálido subtropical sin estación seca y con variaciones del clima, humedad, precipitaciones y presencia directa de los rayos del sol, se debe considerar al sistema térmico-solar para calentar el agua, como un sistema híbrido para garantizar un continuo suministro del agua a una determinada temperatura en cualquier momento. De esta forma, se optó por un sistema híbrido con energía eléctrica de la red, ya que así reduciría los costos de la otra alternativa referida a acumuladores de energía, además de reducir el costo ambiental que produciría.

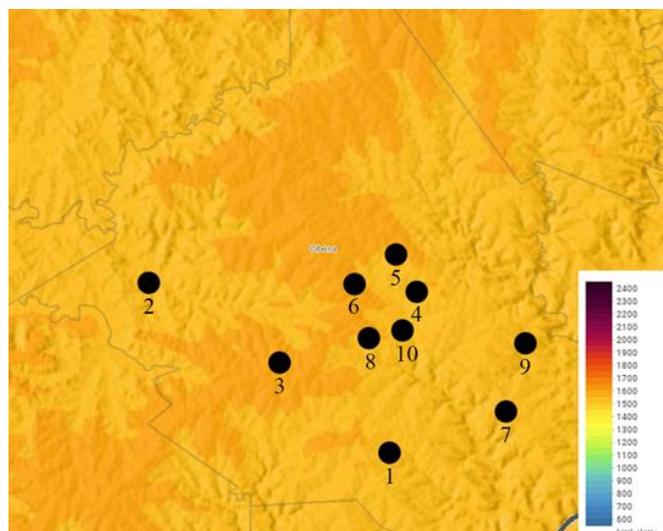


Fig. 4 (a). A partir de la Irradiación Solar en la Localidad de Oberá, Misiones [9].

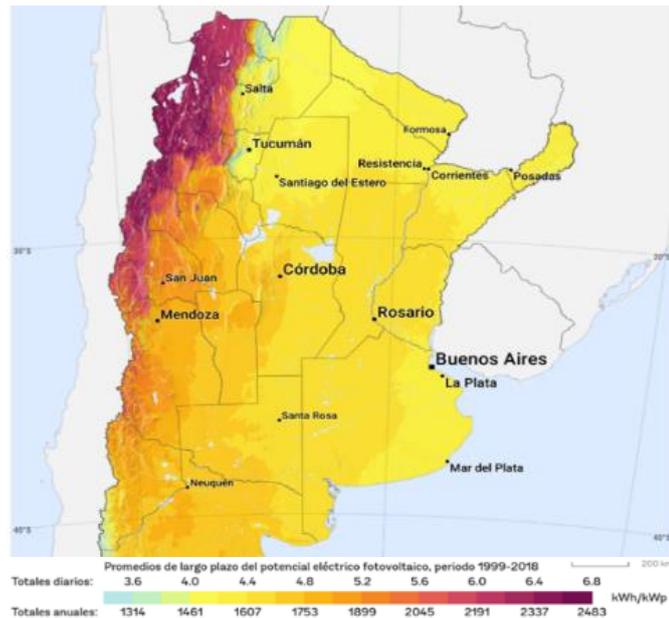


Fig. 4 (b). Poder Fotovoltaico en Argentina [8].

2.2.1. Colector Solar

2.2.1.1. Criterios Generales y Clasificación

El colector solar es una parte fundamental del sistema, debido a que es el dispositivo encargado de absorber en la superficie, la radiación solar. A lo largo de los años, en el mundo se requirieron colectores solares para posibilitar el aprovechamiento de la energía solar para ser utilizado en otro tipo de energía, concretamente para ser aprovechadas en instalaciones termo solares para aprovechamiento del calentamiento de agua. Este dispositivo presenta los tres mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. Este valor está afectado por la radiación directa y la parte difusa en el caso de colocar el colector con una cierta inclinación, que es la reflejada por el mismo y no es aprovechada para convertirlo en energía útil. Si estuviera de forma horizontal, la radiación sería la global recibida por el mismo, por lo que el ángulo de instalación, tipo de material, latitud sobre el nivel del mar, sombras y época del año afectan al funcionamiento efectivo del colector.

El tipo de colectores para ser utilizados en un termotanque solar, posee en su interior una parrilla o tubos que permite el paso del agua fría y que, a partir de la radiación solar absorbida por la superficie plana, calienta el mismo y por medio de la circulación natural (diferencia de densidades en ambos estados del agua), sube el agua a mayor temperatura hasta el tanque de almacenamiento (efecto termosifón) [10].

Como colector solar para el sistema de calentamiento de agua a utilizar en el proyecto, se analizaron las dos variantes más frecuentes en el mercado, las cuales son: los colectores de placa plana y los de tubos de vacío.

2.2.1.2. Rendimiento

Para contrastar el rendimiento óptico del colector solar de placa plana y el colector solar de tubos de vacío, que son los puestos en análisis para esta investigación, se presenta el informe realizado en la UTN, BA [11]. Aquí se obtiene un rendimiento del 80,3% para el colector de placa plana y un rendimiento del 49% para el colector de tubos de vacío, utilizando valores promedios de los tabulados en un mes de radiación solar promedio y temperatura en 116 puntos de la república argentina. Cabe

señalar también que el colector de placas planas tiene mayores pérdidas para temperaturas muy bajas (-10 a 10 grados centígrados) [11].

En la Fig. 5 se observan dos mapas donde se muestran las comparativas de rendimiento térmico para cada uno de los tipos de placas en un año, en diferentes puntos de Argentina.



Fig. 5. Comparativa de Rendimiento Térmico en Diferentes Puntos de Argentina de los Colectores. (a) Tipo Placa Plana. (b) Tubos de Vacío [11].

2.2.1.3. Criterios de selección

Para analizar la elección de uno de ellos consideramos la durabilidad, uno de los factores importantes que tenemos en el proyecto debido al contexto de instalación. En este sentido y analizando las condiciones en la que será instalado la estación solar y en donde se obtiene un mejor rendimiento, la opción de optar por placas planas (Fig. 6 (b)) en lugar de las de tubos de vidrio de vacío, es la mejor opción, ya que, según normativas [12] este tipo de colectores soporta mayores pruebas de impacto y durabilidad mucho mayores al otro tipo mencionado. Si bien el colector solar de tubos de vacío (Fig. 6 (a)) consigue una mayor concentración de temperatura en sus superficies, los de placa plana poseen una mayor durabilidad y resistencia contra adversidades del clima y ambiente. El colector solar elegido consiste en una parrilla de cobre soldada, a través de tecnología láser, a una placa metálica pintada con una pintura especial opaca que maximiza la captación de la energía solar. Esta placa se debe encontrar aislada del exterior. Es por esto que el contrafrente cuenta con un aislante con protección UV, y se procura que la placa no haga contacto con la carcasa. En el frente, por su parte, se dispone de un vidrio templado bajo en hierro que minimiza el obstáculo que este supone para la energía solar. Además, las características de este vidrio templado lo vuelven antigranizo. Por otra parte, el mantenimiento necesario es mínimo. Estas características se muestran en la Fig. 6.



Fig. 6. Colectores para Utilización Termo Solar [13]. (a) De Tubos de Vacío. (b) De Placa Plana.

2.2.1.4. Beneficios Ambientales de la Utilización de Colectores Solares

La obtención de energía solar para su uso, garantiza una disminución del impacto negativo medioambiental respecto a la utilización de otro tipo de energía. Los problemas de la contaminación en las zonas urbanas no sólo son provocados por los combustibles utilizados en el transporte y en la industria, sino también por el uso de gas en millones de hogares, lo cual contribuye en conjunto al deterioro de la calidad del aire y la emisión de gases de efecto invernadero [14]. La reducción del impacto medio ambiental de un termotanque solar de 200 L para 4 personas se ilustra en la Fig. 7.



Fig. 7. Beneficios Medioambientales de la Utilización de Colectores Solares [14].

2.2.2. Tanque Acumulador

2.2.2.1. Criterios Generales y Clasificación

El tanque acumulador solar es un depósito que se encarga de almacenar el agua caliente de una instalación solar térmica. Luego de investigar el mercado e información de la utilización frecuente de estos dispositivos, existen dos tipos de tecnologías para el tanque acumulador:

- El *tanque acumulador con doble envoltente* como se muestra en la Fig. 8 (a), se trata de un depósito dentro de otro depósito. Entre los mismos existe una separación, y en este espacio circula el agua calentada en los captadores solares que es la que se encarga de calentar el agua del depósito interior [15].
- El *tanque acumulador de serpentines interiores* mostrado en la Fig. 8 (b), está diseñado con una tubería enrollada en forma de espiral dentro de su sistema y por la que circula el fluido calor-transportador. Dicha tubería, se encuentra dentro del depósito, normalmente en la parte baja del sistema y está en contacto directo con el agua para ser posteriormente calentada [15].

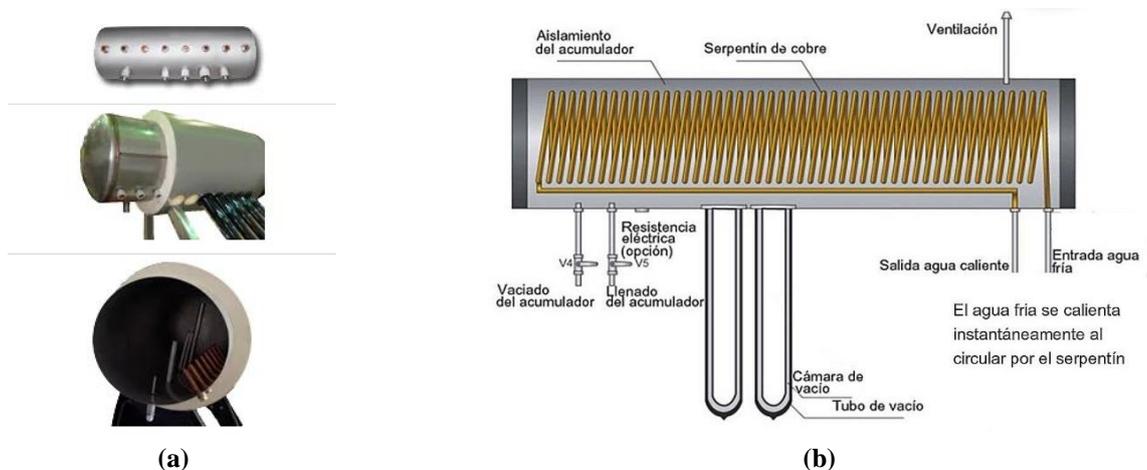


Fig. 8. Tipos de Tanque Acumulador [16]. (a) Con Doble Envoltente. (b) De Serpentes Interiores.

2.2.2.2. Criterios de selección

La tecnología de tanque acumulador del tipo doble envoltente de la Fig. 8 (a) es el más adecuado para esta investigación, ya que cuenta con disposición para colocar un ingreso del agua previamente

calentada por el colector solar elegido en 2.2.1. También llamada “*Heat Pipe*” este tipo de acumuladores son de fácil acceso en el mercado y generalmente está incluido en un kit de instalación térmica/solar.

Otra característica que influye en este dispositivo es el modo de instalación: vertical u horizontal. Si bien de forma vertical se obtienen mayores rendimientos térmicos que al ser instalado de forma horizontal, adoptamos el último mencionado, ya que nos facilita la instalación y disposición con el tipo de panel elegido y además en el mercado se encuentra más fácilmente [10].

2.2.3. Control de temperatura del agua

2.2.3.1. Criterios generales

En la sección 2.2 se indicó la temperatura óptima a la que debe llegar el agua al usuario. Por medio del conjunto “colector - tanque acumulador” de la estación solar, se consigue un valor cercano a éste. Para mantener un régimen estable del mismo, o en ocasiones en donde no es suficiente la energía solar, se dispondrá de un acceso a la red local de energía. Esto permitirá mantener un régimen estable de temperatura a todas horas independiente de los factores ambientales que puedan suceder. Como dispositivo de control de temperaturas existe una amplia variedad en el mercado (termómetros de agujas, digitales, válvulas), pero el seleccionado dependerá de la ubicación de la estación solar y en cuantas partes se necesitará realizar dicho control.

En el mercado existen equipos que incluyen todo este conjunto de acumuladores, control de temperatura y acceso a un sistema de red externo logrando un sistema compacto híbrido. Uno de los fabricantes de este tipo de dispositivos es *Transsen* [17] cuyo modelo se presenta en la Fig. 9.



Fig. 9. Dispositivo Térmico Híbrido para el Calentamiento de Agua [17].

3. Diseños Estructurales

Las ES fueron diseñadas para espacios públicos y/o lugares de recreación. Las mismas tienen como objetivo proveer servicios tales como agua caliente, carga de dispositivos móviles, iluminación, WiFi, entre otros, mientras sirven como zonas de descanso. Las mismas, permiten que la población pueda conocer las tecnologías que son amigables con el medio ambiente y crear conciencia sobre el uso de los recursos naturales.

3.1. Estación Solar Matera

Este tipo de estructuras tiene como objetivo proveer servicios de agua caliente para el mate mediante colectores solares, como así también poder recargar dispositivos móviles mediante PF.

La ES de Solarsol de la Fig. 10 (a) es una estructura metálica diseñada para proporcionar agua de red (tipo bebedero) y agua caliente para mate mediante un sistema térmico que está compuesto de un termotanque solar atmosférico de 50 L de acero inoxidable tipo AISI 304, tubos de vacío borosilicato de 58x500/600 cm, y un tanque auxiliar de acero inoxidable 5 L. Además, posee un sistema de apoyo de calentamiento eléctrico, el cual cuenta con dos resistencias de 550w independientes y un indicador tipo “ojo de buey”, de color rojo, para identificar cuando está en proceso de calentamiento interno.

Otro servicio que proporciona es permitir la carga de hasta 8 dispositivos móviles mediante sistema fotovoltaico, el cual está compuesto por un panel solar de 100W/110W 12V policristalino, un regulador de carga 10A 12V, y una batería de 12V 55/65A ciclo profundo. Para la carga de dispositivos posee 8 terminales USB, de las cuales tiene 4 puertos con doble salida por lateral 4.7V 2A. Posee, además, iluminación mediante un sistema de barra LED rígida, de 12V 18W, con sistema de encendido automático, además de un espacio para colocar publicidad con iluminación LED, también mediante tecnología solar, y la opción de proveer servicios de internet mediante conexión WiFi [18].

La ES de Ingesol de la Fig. 10 (b) es una estructura de hierro a modo de pérgola, que hace de soporte de un equipo fotovoltaico, el cual provee energía para cargar los dispositivos móviles mediante 4 puertos USB, y de un calefón solar, que proporciona agua caliente a los usuarios. El sistema térmico está compuesto de termotanque solar de placa plana de 200 lts, un tanque regulador de presión, y un dispenser matero. Mientras que el SFV se compone de un módulo fotovoltaico de 100 Wp, un regulador de carga, y una batería 115 Ah. También, dispone en su parte inferior de un banco, que sirve como compartimento para albergar el equipamiento del sistema fotovoltaico, y cuenta con iluminación LED para poder ser disfrutada durante la noche [19].



Fig. 10. Estación Solar Matera. (a) De Solarsol [20]. (b) De Ingesol [21].

3.2. Tótem Solar

En la Fig. 11 (a) se muestra un Tótem Solar USB, cuya estructura es metálica. Este tipo de estructura permite la carga de hasta 8 dispositivos móviles mediante puertos USB, y cuenta con una mesa para poder apoyarlos. Además, posee luminaria de seguridad y gabinete antivandálico ubicado en la parte superior de la ES donde aloja la batería y el regulador de carga. No requiere conexión a red eléctrica y tiene autonomía de hasta 5 días. Además, tiene la posibilidad de incorporar WiFi [18].

En la Fig. 11 (b) se muestra un Tótem Solar Matero. Su estructura es metálica, con tratamiento de pintura al horno, que se coloca sobre base de hormigón. Su objetivo es proveer agua caliente haciendo uso de energía solar y agua natural proveniente de la red. Para ello, dispone de un termotanque solar atmosférico de 50 L de acero inoxidable tipo AISI 304, tubos de vacío borosilicato de 58x 500/600 cm, y un tanque auxiliar de acero inoxidable 5 L. También, posee un sistema de dispenser con botonera, tanto para de agua de red como para agua caliente, este último mediante un sistema solar con apoyo de resistencia eléctrica, el cual consiste de una caldera de 2.10 L (220V/AC), y una resistencia de 1100W [18].

En la Fig. 11 (c) se muestra un Tótem Solar Foto-Térmico. Esta ES relaciona las tecnologías fotovoltaica y térmica. El panel foto-térmico instalado en la parte superior de la estación tiene una potencia de 270W el cual provee iluminación, carga de dispositivos móviles mediante los puertos USB y agua caliente para mate. Además, comanda la electroválvula, el controlador digital y la bomba de recirculación con sistema anticongelante, por lo que, ante cortes de energía, la estación seguirá en funcionamiento. Para el calentamiento de agua, cuenta en su interior con un sistema de serpentina donde recircula el agua hacia el tanque acumulador de acero inoxidable. La ES no tiene un máximo de descargas, ya que el aporte solar es alto debido al desarrollo en el sistema interno y la disposición del tanque acumulador integrado en la columna. El sistema funciona por recirculación desde la placa al tanque con la bomba 12V, y cuando la demanda sea alta, se apoyará en el sistema de calentamiento adicional a 220V [22].

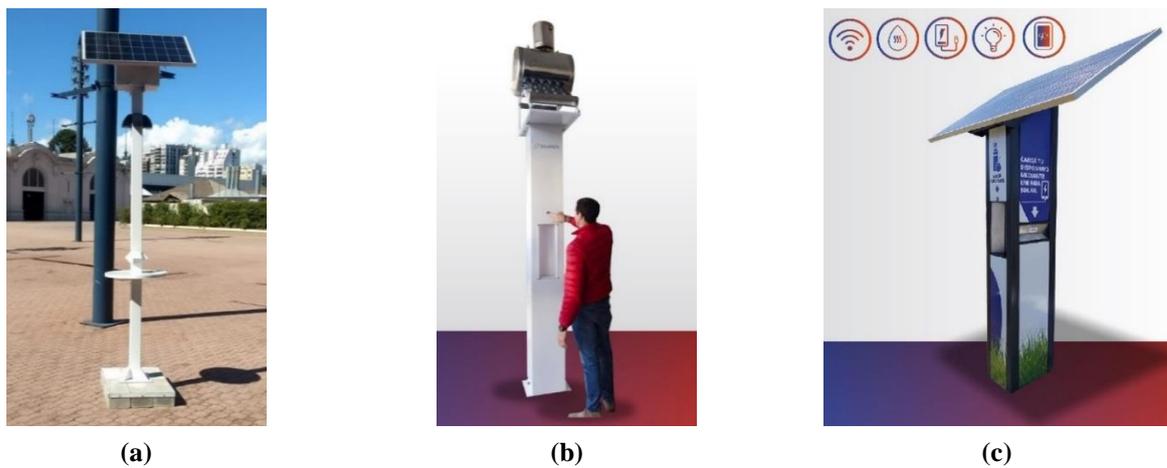


Fig. 11. Tótem Solar de Solarsol. (a) USB [23]. (b) Matero [18]. (c) Foto-Térmico [22].

3.3. Ecoparadas

Las Ecoparadas como la mostrada en la Fig. 12 (a) generan la energía necesaria por medio de PF para permitir la carga de dispositivos móviles mediante puertos USB y abastecen de agua caliente para mate. Sumado a esto, poseen iluminación LED, aportando seguridad a quienes tengan que esperar en ellas. Además, existe la posibilidad de brindar servicios de internet mediante conexión WiFi. En este tipo de estructuras, los paneles solares se encuentran ubicados en las pérgolas, las cuales brindarán sombra y protección de la lluvia [24].

Otro tipo como la de la Fig. 12 (b) además de permitir la carga de dispositivos e iluminación, ofrecen espacios publicitarios donde se puede instalar un anuncio o alguna información importante de la ciudad, y los paneles solares son ubicados en los techos sobre una estructura metálica [25].



Fig. 12. Ecoparadas. (a) Con Dispenser de Agua Caliente [24]. (b) Con Espacio Publicitario [25].

3.4. Mesas de Picnic Solares

La estación solar de Sunbolt “Campus XL” de la Fig. 13 (a) permite estudiar o socializar mientras se cargan los dispositivos móviles mediante paneles solares de 1,3 kW. Para ello, como se muestra en la Fig. 13 (b) está equipado con 6 salidas de 12V, 5 salidas USB/USB-C de dos puertos, incluidos puertos de carga rápida y 2 cargadores inalámbricos “Qi”. Dicha ES está hecha de acero estructural y posee dos bancos adjuntos, que al igual que la mesa, están hechos de madera de IPE o de plástico reciclado. También, posee iluminación LED, permitiendo iluminar la estación por la noche [26].



(a)



(b)

Fig. 13. (a) Campus XL de Sunbolt [27]. (b) Salidas para Cargar Dispositivos [27].

3.5. Bancos Solar Inteligente

El Banco Solar Inteligente de EnGoPlanet de la Fig. 14 (a) permite la carga de dispositivos móviles mediante un panel solar monocristalino de 135 Wp, y proporciona acceso a internet mediante conexión WiFi, además de iluminación. También, brinda una gran pantalla iluminada donde se puede instalar un anuncio o información importante de la ciudad, y tiene la posibilidad de instalar una cámara de seguridad, como una herramienta para mejorar la seguridad en el vecindario [28].

El Banco Smart Steora de la Fig. 14 (b) permite la carga de dispositivos móviles mediante un sistema fotovoltaico, compuesto por paneles solares monocristalinos de 110W y proporciona internet mediante conexión WiFi a los usuarios. Este tipo de estructura posee una plataforma de carga inalámbrica y puertos de carga USB, iluminación nocturna y un controlador de ahorro de energía. Cuenta con sensores incorporados, los cuales brindan información a los propietarios mediante la recolección y análisis de datos como el número de dispositivos cargados o de usuarios conectados al WiFi, de su consumo de internet, donde están instalados los bancos, estado de la batería, datos meteorológicos, entre otros. También permite que los propietarios de los bancos puedan cambiar fácilmente la configuración a través del panel de control [29].



(a)



(b)

Fig. 14. Bancos Solares. (a) Banco Solar de EnGoPlanet [28]. (b) Banco Steora [29].

4. Análisis de Resultados

Teniendo en cuenta la concurrencia de ciertos espacios públicos de la ciudad de Oberá, se analizó la posibilidad de implementación de algunas de las ES descritas en la sección 3. Se tuvo en cuenta cuestiones como recurso solar (RS), acceso tanto a red eléctrica (RE) como de agua potable (AP), ubicación y seguridad (SEG), como así también tipo de ES conveniente para dicho espacio público y las tecnologías implicadas. Los datos obtenidos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis de Potenciales Lugares para la Implementación de Estaciones Solares (Elaboración Propia).

Lugares Públicos de Oberá - Misiones	Relevamiento					Tipos de Estructuras	Tecnologías	
	R. S.	R. E.	A. P.	SEG.	CON.		FV	S. T.
Terminal de Ómnibus	x	x			x	Ecoparada	x	
Hospital Samic	x	x	x	x	x	Ecoparada - Bancos - Tótem Matero	x	x
Plaza Malvinas Argentinas	x	x	x		x	Bancos - Estación Solar Matera	x	x
Plaza Infantil Leoncito	x	x			x	Bancos - Mesa Picnic Solar	x	
Centro Cívico	x	x	x	x	x	Bancos - Tótem Matero	x	x
Plazoleta Güemes	x	x		x	x	Bancos	x	x
Parque de las Naciones	x	x	x	x	x	Banco - Estación Solar Matera - Mesa Picnic Solar	x	x
Plaza San Martín	x	x	x		x	Estación Solar Matera	x	x
Plazoleta Ucrania	x	x				Bancos	x	
Grido Helados (esquina San Martín y Ralf Singer)	x	x				Ecoparada	x	

5. Conclusiones

El foco de esta investigación fue analizar los diferentes tipos de ES y evaluar su posible implementación en espacios públicos de la ciudad de Oberá. Luego del análisis de las diferentes tecnologías que existen referido a ES, componentes, estructuras e información sobre los diferentes factores que lo relacionan, en la sección 4 tabla 2 se detallaron los diferentes lugares de instalación de una ES para suministro de agua caliente y acceso a carga de dispositivos móviles. Luego de este relevamiento y teniendo en cuenta el lugar e impacto cultural que tendrá, el Parque de las Naciones ubicado en Avenida Andresito 920 RN14, calle Ucrania, sería un potencial lugar para realizarlo, debido a que cuenta con disponibilidad solar amplia en muchos puntos del mismo, circulación frecuente de personas y varias festividades de la cultura de la región que concatenan a varios puntos de la provincia. Cuenta con acceso a la red eléctrica y suministro de agua potable como así también seguridad y monitoreo constante, ya que cuenta con una garita policial de la seccional de la misma ciudad.

6. Referencias

- [1] Secretaria de Estado de la Energía "Estación Solar", Subsecretaría de Energías Renovables, Rosario, Santa Fe, Argentina. [Online] Disponible en: https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/227431/1191515/file/Proyecto%20Estaci%C2%BEEn%20Solar%20sec%20energia_3.pdf. Accedido: Julio 31, 2023.
- [2] Simon Philipps and Werner Warmuth. "Photovoltaics Report", Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. Freiburg, Baden-Wurtemberg, Alemania. Febrero 21, 2023. [Online] Disponible en: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>. Accedido: Julio 31, 2023.

- [3] Qun Luo, "Applications in photovoltaics", en *Solution Processed Metal Oxide Thin Films for Electronic Applications* 1st ed., Suzhou, China, 2020, capítulo 8, sección 1, páginas 109-140 [Online] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128149300000086>. Accedido: Julio 31, 2023.
- [4] Christian Navntoft et al. "Manual de Generación Solar Distribuida Fotovoltaica" Secretaría de Energía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. 2019. [Online] Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_generacion_distribuida_solar_fotovoltaica_vf_8mb.pdf. Accedido: Julio 31, 2023.
- [5] "La curva de intensidad-voltaje y la de potencia-voltaje de un panel solar", AutoSolar, Energía y Servicios. Alcácer, Valencia, España. [Online] Disponible en: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/la-curva-de-intensidad-voltaje-y-la-de-potencia-voltaje-de-un-panel-solar-el-papel-del-regulador-de-carga>. Accedido: Julio 31, 2023.
- [6] Nancy Lovera et al. (2016, Agosto) "Estudio del perfil térmico del agua durante el consumo del mate caliente" Presentado en III Jornada de Divulgación Científica sobre Yerba Mate y Salud. [Online] Disponible en: <https://inym.org.ar/descargar.html?archivo=ZXIkM01yRTlhL2EyTkhBRTgwclDLdz09>. Accedido: Julio 31, 2023.
- [7] Carlos Brázzola et al. "Prototipo De Sistema Híbrido Solar-Eléctrico Para Calentamiento De Agua Para Mate" ASADES, Vol. 13, 2009. [Online] Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/96916>. Accedido: Julio 31, 2023.
- [8] "Mapas de recursos solares de Argentina", SOLARGIS. Eslovaquia. [Online] Disponible: <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/argentina>. Accedido: Julio 6 de 2023.
- [9] "Global Solar Atlas". [Online] Disponible: <https://globalsolaratlas.info/map?c=-27.389449,-54.983826,10&s=-27.469287,-55.038757&m=site>. Accedido: Julio 6, 2023.
- [10] Oriol Planas, Empresa Energía Solar. [Online] Disponible: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica>. Accedido: Julio 30, 2023.
- [11] Haim Pablo et al. "Análisis Comparativo De Rendimiento Colectores Solares Térmicos En La República Argentina Mediante Sistemas De Información Geográfico". RIIYM, Vol. 5, Nro. 8, 2020. [Online] Disponible en: <http://servicios.ingenieria.unlz.edu.ar:8080/ojs/index.php/RIIYM/article/view/50/54>. Accedido: Julio 31, 2023.
- [12] Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo. UNE-EN 12975-2, 2006.
- [13] Empresa SolarIngeniería, Santa Fe, Argentina. [Online] Disponible: <https://www.solaringenieria.com.ar/copia-de-termotanques-solares>. Accedido: Julio 20, 2023.
- [14] Empresa Soleventus, Bs.As. Argentina [Online] Disponible: <https://soleventus.com/termotanques-solares/>. Accedido: Julio 24, 2023.
- [15] Portal de Información HogarSense. España. [Online] Disponible: <https://www.hogarsense.es/energia-solar/acumulador-agua-solar>. Accedido: Julio 27, 2023.
- [16] Empresa FujiSol. [Online] Disponible: <https://www.fujisol.com/termosifones-agua-caliente-sanitaria-calentadores-solares/>. Accedido: Julio 27, 2023.
- [17] "Servicio de calentadores solares Transsen", Transsen. [Online] Disponible: <https://transsen.com.br/>. Accedido: Julio 30, 2023.
- [18] "Mobiliario Urbano Sustentable", SOLARSOL. Rosario, Santa Fe, Argentina. [Online] Disponible: [https://solarsol.com.ar/webfiles/solarsol/productos/5/archivos/M.U.S%20-%20Estaciones%20Solares%20\(1\).pdf](https://solarsol.com.ar/webfiles/solarsol/productos/5/archivos/M.U.S%20-%20Estaciones%20Solares%20(1).pdf). Accedido: Julio 29, 2023.
- [19] "ESTACIÓN SOLAR SEGÚN PLIEGO SANTA FE", ML Ingesol. Santa Fe, Argentina. [Online] Disponible: <https://ml-ingesol.com.ar/producto/estacion-solar-segun-pliego-santa-fe/>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [20] "Mobiliario urbano sustentable, una forma de generar conciencia de nuestros recursos", SOLARSOL. Rosario, Santa Fe, Argentina. Octubre 2020. [Online] Disponible: <https://www.solarsol.com.ar/novedades/58/estacion-solar-espacios-publicos-agua-caliente-carga-de-usb-e-iluminacion/>. Accedido: Julio 29, 2023.

- [21] J. F. Zenclussen. “Elisa y Santo Domingo tendrán su Estación Solar”, EL CRONISTA DE LAS COLONIAS. Santa Fe, Argentina. Enero 31, 2019. [Online] Disponible: <http://www.cronistalascalonias.com.ar/?p=48636>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [22] “Novedad! Estación Solar Foto-Termica Totem”, SOLARSOL. Rosario, Santa Fe, Argentina. [Online] Disponible: <https://www.solarsol.com.ar/productos/novedad-estacion-solar-foto-termica--totem>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [23] “Tótem Solar presente en la XIII ARGENTINA OIL & GAS EXPO 2022”, SOLARSOL. Rosario, Santa Fe, Aa. Marrgentinzo 2022. [Online] Disponible: <https://solarsol.com.ar/novedades/86/totem-solar-presente-en-la-xiii-argentina-oil--gas-expo-2022-/>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [24] E. Bustamante. “Icho Cruz da el ejemplo e inaugura la primera parada de colectivo sustentable”, Carlos Paz VIVO. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Septiembre 25, 2021. [Online] Disponible: <https://www.carlospazvivo.com/icho-cruz-da-el-ejemplo-e-inaugura-la-primera-parada-de-colectivo-sustentable/>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [25] “Quieren instalar ECO PARADAS en San Juan”, Diario Móvil. San Juan, Argentina. Mayo 10, 2018. [Online] Disponible: <https://www.diariomovil.info/2018/05/10/quieren-instalar-eco-paradas-en-san-juan/>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [26] “CampusXL”, SUNBOLT. Huntingdon Valley, Estados Unidos. [Online] Disponible: <https://gosunbolt.com/workstations/campusxl/>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [27] “UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, RIVERSIDE”, SUNBOLT. Huntingdon Valley, Estados Unidos. [Online] Disponible: <https://gosunbolt.com/case-study/university-of-california-riverside/>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [28] “Smart Solar Bench: una pequeña parte de un rompecabezas de Smart City”, EnGoPlanet, Houston, Texas, Estados Unidos. [Online] Disponible: <https://www.engoplanet.com/single-post/smart-solar-bench-a-small-part-of-a-smart-city-puzzle>. Accedido: Julio 29, 2023.
- [29] “STEORA STANDARD (banco smart)”, Martín Mena. Valencia, España. [Online] Disponible: https://www.martinmena.es/wp-content/uploads/media-mm/pdf/cervic/ft_steora_standard_-_mm.pdf. Accedido: Julio 29, 2023.