

# EQUIPAMIENTO SOLAR SUSTENTABLE PARA EL ESPACIO PUBLICO

Luis Vera – lh\_vera@yahoo.com.ar

Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingeniería y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

Claudia Pilar – claudiapilar2014@gmail.com

Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingeniería y Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

**Resumen.** *En el presente artículo se exponen los resultados del diseño tecnológico, fabricación, montaje y evaluación de uso, de equipamientos solares sustentables para el espacio público. El objetivo general es el diseño de equipamientos alimentados con energía solar para promover el uso de las energías renovables en la comunidad. Para ello se diseñaron dispositivos tecnológicos estéticamente agradables, de bajo mantenimiento, alta durabilidad, con criterios de anti vandalismo, portables y de fácil montaje e instalación, materializados mediante componentes disponibles en el mercado regional. La hipótesis que guía este proyecto de investigación y desarrollo, es que para que la población acepte las energías renovables tiene que interactuar con ellas, por ejemplo, a partir de la satisfacción de necesidades cotidianas. Una alternativa válida para propiciar esa interacción son los equipamientos de uso público y comunitario, usando materiales disponibles en la región como ser el metal y la madera, e integrando en un solo dispositivo distintas funciones. Para el diseño se implementaron las premisas del Design Thinking (DT) en dos líneas de diseño: una fabricada en metal (denominada EUsolar) y otra en madera (denominada IRU). En ambos casos son Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA) con diseños de paradas de ómnibus, puestos de venta y cargadores solares. El cargador solar de cada una de estas líneas se fabricó y montó en espacios públicos de la Región Nordeste Argentina (NEA), lo que permitió verificar los prototipos en condiciones reales de uso. Para conocer la percepción de los usuarios se realizó una encuesta anónima que dio por resultado una alta valoración de la iniciativa en cuanto a su utilidad, su estética y la aplicación de la energía renovable en equipamientos públicos.*

**Palabras clave:** *Energía Solar, Mobiliario Urbano, Innovación.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Si bien existe consenso (académico, profesional, gubernamental) sobre la necesidad de incorporar energías renovables en la matriz energética de la Argentina, no son suficientes los casos en que se ha logrado integrar estas tecnologías a la vida cotidiana de la población (Pilar et al., 2018).

La mayor experiencia en nuestro país se da en los ambientes rurales a pesar que el 92% de la población argentina habita en ciudades (Banco Mundial, 2018). Es justamente la población urbana la que aún no ha asimilado a la tecnología fotovoltaica como una opción viable, tal vez porque no ha tenido la oportunidad de un contacto directo con ella.

La difusión de las energías renovables a través de iniciativas concretas, resulta indispensable para eliminar desconfianzas, miedos y rechazos, y lograr su apropiación por parte de la comunidad.

Un medio para alcanzar este objetivo es a través de equipamientos de uso público que permitan la visualización y el contacto directo (casi espontáneo) entre el ciudadano y la tecnología fotovoltaica. Por ello se elige la función “Cargador Solar” porque los teléfonos celulares se han tornado imprescindibles para la vida actual y sin embargo la durabilidad de la batería es muy baja, lo que pone al usuario en una situación de vulnerabilidad. También resulta favorable para disipar temores sobre esta tecnología y para reforzar su funcionalidad se combina con iluminación, punto wi fi, banco, mesa de apoyo, bicicletero, sobre un concepto de diseño “multipropósito”.

## 2. DESARROLLO

### 2.1. Equipamiento para el espacio público

La materialización del espacio público es un área de indagación del diseño tecnológico en permanente actualización. Las condicionantes principales son los aspectos ergonómicos, la durabilidad, la accesibilidad, los criterios de anti vandalismo, el bajo costo inicial, el bajo mantenimiento, una estética agradable y contemporánea, que contribuya a la construcción del hábitat como concepto amplio.

Adicionalmente resulta factible considerar criterios de sustentabilidad ambiental por ejemplo planificando que sus partes o piezas pueden ser reutilizadas, desmontadas y montadas posteriormente en otros sitios (desde los principios de la económica circular) o la incorporar mecanismos de captación de energías alternativas (Pilar et al., 2015).

Como muestra de equipamientos para el espacio público podemos citar los refugios para ómnibus, puntos de venta de distinta índole (revistas, flores, artesanías), informes, bancos, mesas, basureros, luminarias, entre otros.

## 2.2. Líneas de diseño desarrolladas

En función de los objetivos planteados y en el marco del Proyecto de Vinculación Tecnológica "Mobiliario Urbano Solar" aprobado a través de la convocatoria "Universidades Agregando Valor", de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación Argentina, se realizaron dos líneas o familias de diseño. Estas líneas son: "EU solar" en metal e "IRU" en madera. Los sistemas fotovoltaicos propuestos son de tipo autónomos por su sencilla instalación, por lo cual es factible desmontarlo y volverlos a instalar en un nuevo sitio (principio de portabilidad), lo cual es otro rasgo de sustentabilidad ambiental de las propuestas.

Se aplicó la metodología del Design Thinking (DT) de la Universidad de Stanford y cuyo abordaje se enfoca en el ser humano, desde una perspectiva interdisciplinaria y colaborativa (Toledo, Garber y Madeira, 2017) y que combina los aspectos conceptuales con los perceptuales. Pretende aplicar el proceso de diseño como enfoque holístico para la resolución de problemas, uniendo el pensamiento lógico – racional con la intuición, desde una perspectiva abductiva (Gasca, 2015).

El abordaje del DT se basa en la percepción del usuario final, sus necesidades, deseos y comportamientos (Toledo, Garber y Madeira, 2017) y se plantea en las siguientes fases: empatizar, definir, idear, prototipar y probar.

El resultado de la innovación debe cumplir con tres atributos: la deseabilidad del usuario final, la viabilidad económica y la factibilidad tecnológica.

El desarrollo tecnológico se realizó desde la premisa del DT siguiendo las distintas instancias propuestas:

- **Empatizar:** Tiene por objetivo identificar problemas y necesidades, teniendo en cuenta los usuarios en su propio contexto cultural. Para ello es necesario agudizar la observación principalmente teniendo en cuenta datos cualitativos. El usuario seleccionado es el ciudadano en el espacio público, sus necesidades y problemas más recurrentes. Además, se caracterizó que este usuario posee una creciente conciencia ecológica, por lo que requiere de soluciones innovadoras, ambientalmente sensibles y comprometidas.
- **Definir:** Se detectó que el usuario en el espacio público necesita recargar la batería del celular, dispositivo tecnológico altamente valorado para la comunicación y seguridad de las personas. Esa recarga requiere de un tiempo de espera y una superficie de apoyo por lo que se combina la función principal con la de banco y mesa. Dado que la seguridad es hoy una condición inevitable, se incorpora iluminación propia para su uso en horario nocturno. Además, considerando la necesidad de fomentar el uso de la bicicleta como el medio transporte más ecológico, se agregó en uno de los diseños un bicicletero.
- **Idear:** En esta etapa se desarrollaron alternativas para la resolución tecnológica y el diseño morfológico, que fueron estudiadas en modelos de tres dimensiones, seleccionando el considerado más adecuado por el equipo interdisciplinario, atendiendo aspectos técnicos – económicos y estéticos.
- **Prototipar:** Esta etapa tuvo una primera instancia a partir de maquetas en impresora 3D en escala 1:10. Posteriormente se pasó a la fabricación de un prototipo a escala real y con todas las prestaciones finales.
- **Probar:** La viabilidad tecnológica del sistema fotovoltaico se verificó mediante la puesta en funcionamiento, comprobando la resistencia del mismo, su durabilidad y portabilidad mediante transportes no especializados. Con el objeto de evaluar la percepción de los usuarios se realizó una encuesta de opinión de carácter anónimo sobre la valoración de aspectos como la funcionalidad, la estética, la importancia de implementar energías renovables, entre otros (Pilar, C., Roibon, M., Vera, L., Kennedy, E. y Carrió, M 2019).

En la Fig. 1 se observa la secuencia de implementación de pasos desde las ideas de resolución tecnológica, las cuestiones morfológicas ensayadas en impresora 3D, la fabricación del prototipo y finalmente el monitoreo en la fase de uso y apropiación por parte del usuario.

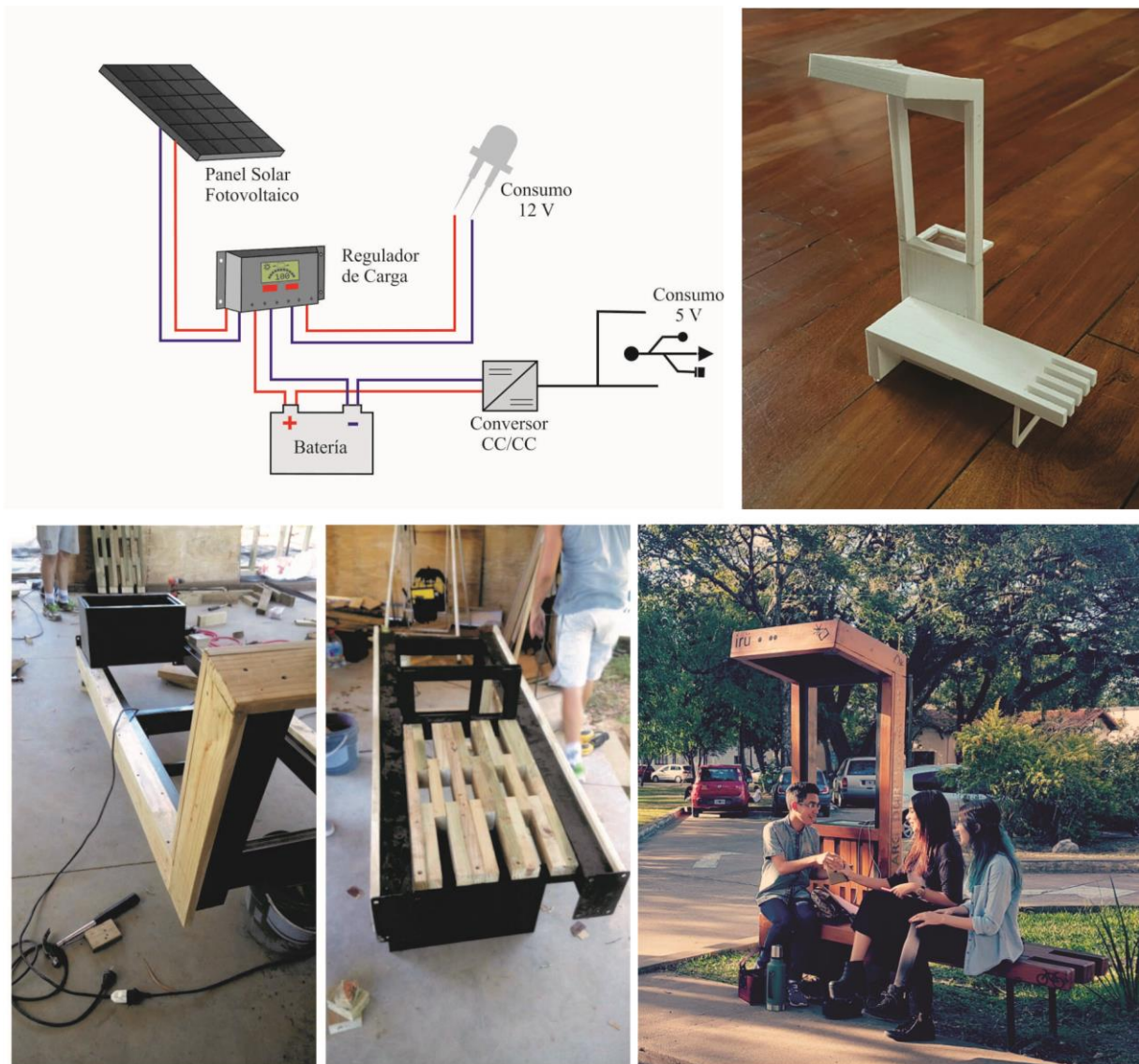


Figura 1 – Proceso de diseño partiendo de las cuestiones técnicas, pasando por el diseño estético, la fabricación y el uso.  
Fuente: elaboración propia.

### 2.3. EUsolar: equipamiento solar en metal

EUsolar es una línea de Equipamientos Urbanos Solares con un diseño minimalista y modular lo que otorga flexibilidad al sistema en su conjunto.

El nombre adoptado surge de las siglas de “Equipamiento Urbano Solar”, con la idea de reforzar a través del prefijo “eu” (que hace referencia a lo bueno) las bondades de la energía solar. La línea se conforma de parada solar, puesto de ventas de artículos, mesa de trabajo para parques y plazas, cargador solar y sus combinaciones (Pilar et al., 2018).

Su materialización se propone en metal, que, si bien es un material con alto gasto energético de transformación, resulta durable en el espacio público, existiendo una prolongada tradición en la región con disponibilidad tanto de insumos como de mano de obra. En la Fig. 2 se observa los distintos diseños que integra EUsolar y las posibilidades de adición planteadas para responder a distintas necesidades.



Figura 2 - línea de Equipamiento Urbano Solar EU solar.  
Fuente: elaboración propia.

Otro aspecto positivo de este diseño es la posibilidad de “customizar” (personalizar de acuerdo a las necesidades del cliente) los distintos dispositivos para comunicación de instituciones públicas, entes privados, comercios, entre otros. En su diseño se tuvo en cuenta su impacto en el espacio público, buscando como resultado una intervención respetuosa del entorno y para verificarlo se realizaron fотомontajes en situaciones de implementación.

De la línea EU solar hasta el momento fue factible materializar el Cargador Solar (CS). Registrado ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) con el Número 89.820.

A través de diversas gestiones se procedió a su fabricación e instalación en diversos puntos de la Región NEA que se puede observar en la Fig. 3:

- Peatonal Raúl Alfonsín, Resistencia, Chaco.
- Colonia Carlos Pellegrini, Esteros del Iberá, Corrientes.
- Parque de la Democracia y la Juventud, Resistencia, Chaco.



Figura 3 - Distintos cargadores solares instalados en la Región NEA.  
Fuente: elaboración propia.

Como mecanismo de difusión a nivel nacional se postuló el Cargador Solar en la Décimo Primera Edición del Concurso Nacional de Innovaciones – INNOVAR 2015, organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e

Innovación Productiva de la Nación, siendo seleccionado para ser expuesto en Tecnópolis, Buenos Aires, en octubre de 2015 e incorporado en el catálogo en la Categoría Producto Innovador.

También participó en otras ferias, muestras e instalaciones como ser Open House Chalet Rapaccioli (ver Fig. 4 a la izquierda). Actualmente se encuentra implantado en el Campus de la Universidad Nacionl del Nordeste siendo un punto de encuentro para estudiantes y docentes (Fig. 4 a la derecha).



Figura 4 – Situaciones de uso del Cargador EUsolar.  
Fuente: elaboración propia.

## 2.4. IRU: equipamiento solar en madera

La otra línea de diseño desarrollada es IRU, que está fabricada en madera de bosques de reforestación (tratado con preservantes). IRU es un vocablo guaraní que significa camarada o colega, y hace referencia a que es amigable con el ambiente.

La madera posee muchas ventajas ambientales: es natural, renovable, reutilizable, reciclable, biodegradable, de bajo gasto energético para su transformación y que durante su vida como árbol fija dióxido de carbono (uno de los principales gases de efecto invernadero). Además, posee muchas ventajas constructivas como ser resistencia a distintas solicitaciones, rapidez de construcción y montaje, bajo insumo de mano de obra, ligera, compatible con otros materiales, buen comportamiento térmico y acústico, belleza y calidez. Por todos estos argumentos es un material privilegiado en la construcción energéticamente eficiente, con altas prestaciones en todo su ciclo de vida.

La valoración regional en el NEA de la madera es contradictoria, dado que por una parte es considerada culturalmente como un material noble y por otra existe desconfianza sobre su durabilidad. Esto da por resultado un uso poco extendido de la madera en el NEA a pesar de ser abundante (la provincia de Corrientes posee el mayor volumen maderable de la Argentina). Por ello el concepto que se busca en la línea de diseño IRU es unir el uso de la energía solar con la madera, potenciando estos dos recursos renovables disponibles, hasta el momento poco utilizados.

En esta línea hasta el momento se diseñó una parada de ómnibus y un cargador solar con banco

Se fabricó el Cargador Solar (CS) de ésta línea, registrado ante el INPI con el Número 93.993.

Se trata de un equipamiento multipropósito para el espacio público de uso comunitario, que permite recargar a partir de la energía solar fotovoltaica la batería de los celulares. Es además iluminación Led de encendido automático, lugar de apoyo (mesa), espacio de espera y reunión (banco para varias personas), bicicletero, señal Wi Fi y a la vez transmite un mensaje de concientización ambiental. Posee un sistema de acumulación energética (batería) que le permite seguir funcionando durante la noche y en caso de cortes del suministro de energía de la red.

Desde el punto de vista conceptual integra varios principios ecológicos en un equipamiento comunitario: la madera como material renovable, la promoción de la bicicleta como medio de transporte ecológico y la energía solar limpia y renovable (ver Fig. 5).

Como mecanismo de difusión a nivel nacional se postuló a IRU en el Concurso Nacional de Innovaciones INNOVAR 2018, promovido por el Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Nación, siendo seleccionado para exponerse en Espacio Darwin, San Isidro, Buenos Aires e incorporado en el catálogo.



Figura 5 - Fotografías de uso del Cargador Solar IRU en distintos contextos.  
Fuente: elaboración propia.

## 2.5. Evaluación de uso

La evaluación de uso se realizó en diversas instancias. El funcionamiento técnico del sistema fotovoltaico se verificó mediante la puesta en funcionamiento. Su instalación en distintos sitios permitió comprobar en condiciones reales la resistencia mecánica del banco y al vuelco del cargador. La portabilidad del cargador ha sido confirmada por su montaje en sitios distantes, siendo trasladado por transportes no especializados.

Con el objeto de evaluar la percepción de los usuarios se realizó una encuesta de opinión de carácter anónimo sobre la valoración de aspectos como la funcionalidad, la estética, la importancia de implementar energías renovables, entre otros tópicos.

La encuesta se realizó mediante un formulario de Google Drive (formulario on – line gratuito para quienes poseen cuentas de correo en Gmail) con preguntas concretas, en un entorno amigable que puede completarse por mail o en el celular.

El resultado de la encuesta realizada sobre una población de 148 personas arroja una alta valoración de la iniciativa.

En cuanto a la utilidad el 67,6 % consideró que es excelente, el 22,6 % muy buena y el 10,1 % buena, mientras que un solo encuestado respondió que no tenía utilidad.

Con respecto a la estética el 60,1% consideró que es excelente, el 27 % muy buena, el 12,2 % buena y un solo encuestado respondió que era regular.

El 81,1% de los encuestados considera que las energías renovables son muy importantes, el 14,2% que son importantes, el 4,1 % le otorgó una importancia media. Mientras que un solo encuestado respondió con una opción baja (ver Fig. 6).

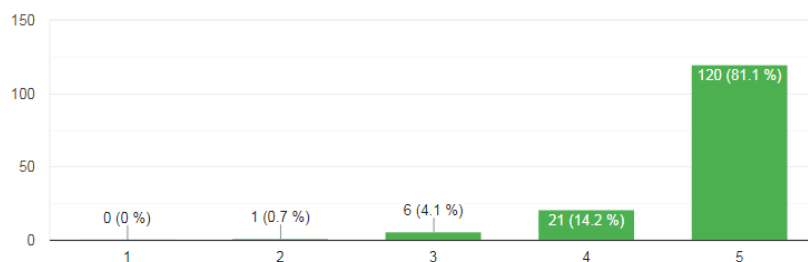


Figura 6 - Valoración de las energías renovables, donde 5 es la opción más alta y 1 la más baja.  
Fuente: elaboración propia.

Habiendo sido consultados si consideran una buena idea que los equipamientos urbanos usen la energía solar, el 95,9% de los encuestados declaró que es una idea muy interesante y el 4,1% que es interesante.

Al final de la encuesta se abrió un espacio para sugerencias y comentarios, cuyos resultados se sistematizaron a través de las siguientes categorías: “sugerencias de diseño”, “felicitaciones”, “instalar mayor número de unidades”, “advertencias sobre durabilidad y vandalismo” y “mayor difusión”.

Del análisis de la encuesta se observa una alta valoración general de la iniciativa.

### 3. CONCLUSIONES

Entre las tecnologías energéticas renovables, la energía solar fotovoltaica presenta un potencial muy valioso por su factibilidad de integración al medio urbano, pudiendo transformar las ciudades en usinas de producción de energía limpia.

Los Equipamientos Urbanos Solares diseñados sintetizan un cambio paradigmático pasando del “consumo y derroche” (ambientalmente cuestionado por sus consecuencias negativas), al “uso y gestión sustentable de la materia y la energía”.

El propósito es el diseño de equipamientos útiles y estéticamente agradables que favorezcan la apropiación de la tecnología fotovoltaica por parte de la comunidad, para fomentar la conciencia ambiental mediante una interfaz amigable con el usuario.

Además, resulta deseable la consolidación de un grupo de investigación y desarrollo de carácter interdisciplinario vinculado a la universidad.

Se han diseñado dos líneas de equipamientos urbanos solares: EU solar (en metal) e IRU (en madera) abarcando distintos programas útiles y necesarios para el espacio público como ser parada de ómnibus, cargador solar, puesto de ventas, etc. Se logró fabricar e instalar prototipos de Cargadores Solares de ambas líneas.

Se logró cerrar el ciclo de la fase de un prototipo: diseño, especificaciones técnicas, fabricación, instalación, uso en condiciones reales y evaluación por parte de los usuarios.

Esta última instancia se realizó mediante una encuesta de opinión de carácter anónimo, que arroja como resultado la alta valoración de la iniciativa, así como también la ponderación de aspectos estéticos y funcionales. Muchas sugerencias de los usuarios se tendrán en cuenta para futuros diseños.

### REFERENCIAS

- Banco Mundial, 2018. Disponible en <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>.
- Gasca, Juan, 2015. Design Thinking. Afrontar los retos con la actitud de un diseñador. *Leaners Magazine*, 22-24.
- INDEC, 2010. Disponible en [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar) (visitado en julio de 2018).
- INNOVAR disponible en [www.innovar.mincyt.gov.ar/catalogo-de-proyectos/catalogo/](http://www.innovar.mincyt.gov.ar/catalogo-de-proyectos/catalogo/)
- Pilar, C., Roibon, M., Vera, L., Kennedy, E., Carrió, M., 2019. Equipamiento urbano solar fotovoltaico. Diseño sustentable para el espacio público. *Diseño y Tecnología para la sustentabilidad: I Jornadas Internacionales FAUD – UNC*. Córdoba: Editorial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba. 289-300.
- Pilar, C., Vera, L. y Roibón, M. (2018) Diseño, fabricación y montaje de equipamientos urbanos solares. *Acercando las energías renovables a la comunidad. ASADES 2018 - XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente*. Páginas del trabajo publicado: 8.107 a 8.118. ISBN: 978-987-29873-1-2. Córdoba, noviembre de 2018.
- Pilar, C.; Roibon, M.; Vera, L. (2017) *Acercando las energías renovables a la comunidad. Instalación de cargadores solares para dispositivos móviles en la región NEA. ADNea. Arquitectura y Diseño del Nordeste Argentino*. Vol. 5 N° 5, octubre de 2017. Facultad De Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Argentina. Pág. 151-162. ISSN 2347-064X.
- Toledo, Luciano, Garber, Marcos, Madeira, Adriana, 2017. Consideraciones acerca del Design Thinking y Procesos. *Revista Gestao & Tecnologia*, 312-332.
- Vera, L., Pilar, C.; Roibon, M.; Sánchez, R., 2016. Dimensionado, desarrollo y transferencia de cargador solar de para dispositivos móviles. *VI Congresso Brasileiro de Energia Solar – Belo Horizonte, Brasil*.
- Vera, L.; Pilar, C., Roibón, M., 2015. Equipamiento multipropósito para el espacio público: cargador solar para dispositivos móviles. *XXXVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente. ASADES*. 10 al 13 de Noviembre de 2015. San Rafael, Mendoza.

## SUSTAINABLE SOLAR EQUIPMENT FOR PUBLIC SPACE

**Abstract.** *This article presents the results of the technological design, manufacture, assembly and evaluation of use, sustainable solar equipment for public space. The general objective is the design of equipment powered by solar energy to promote the use of renewable energies in the community. For this, aesthetically pleasing technological devices were designed, with low maintenance, high durability, with anti-vandalism criteria, portable and easy to assemble and install, materialized through components available in the regional market. The hypothesis that guides this research and development project is that for the population to accept renewable energies it has to interact with them, for example, from the satisfaction of daily needs. A valid alternative to promote this interaction are the equipment for public and community use, using materials available in the region such as metal and wood, and integrating different functions in a single device. For the design, the premises of Design Thinking (DT) were implemented in two design lines: one made of metal (called EUsolar) and another in wood (called IRU). In both cases they are Autonomous Photovoltaic Systems with designs of bus stops, stalls and solar chargers. The solar charger of each of these lines was manufactured and assembled in public spaces in the Northeast Region of Argentina (NEA), which allowed to verify the prototypes in real conditions of use. To know the perception of users, an anonymous survey was carried out that resulted in a high valuation of the initiative in terms of its usefulness, its aesthetics and the application of renewable energy in public facilities.*

**Key words:** *Solar Energy, Urban Furniture, Innovación.*