

SISTEMA DE INFORMACIÓN SOLAR (SISol). APORTES A LA IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN SALTA

Sarmiento N.M.*, Franco A.J.*, Belmonte S.* Gisela Gallucci#

* Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional, Av. Bolivia 5150, Salta, 4400, Salta, Argentina

#Secretaría de Energía de la Provincia de Salta
nilsa@ututo.org, francojudita@yahoo.com.ar, silvina_belmonte@yahoo.com.ar

Recibido 10/08/18, aceptado 24/09/18

RESUMEN: Presentamos el desarrollo de una herramienta web que permite consultar información y realizar cálculos básicos para la implementación de sistemas de energía solar en la provincia de Salta. Surge de la interacción entre el sector académico-científico (grupo Planificación Energética y Gestión Territorial del Instituto de Investigación en Energías No Convencionales) y el sector gubernamental a nivel provincial (Secretaría de Energía de Salta). Fue realizado en un entorno SIG (Sistemas de Información Geográfica) mediante la utilización de metodologías ágiles de desarrollo de software. El Sistema de Información Solar (SISol) generado cuenta con cinco módulos. Dos de ellos de consulta geoespacial de radiación solar y temperatura, otros dos de análisis técnico y financiero para la instalación de sistemas fotovoltaicos y de colectores solares para agua caliente. El último con la documentación de respaldo. Será un facilitador al acceso a la información y la toma de decisiones en el ámbito público y privado.

PALABRAS CLAVE: Energía Solar, Sistema de Información Solar, Salta, Sistema Soporte a la Decisión.

INTRODUCCION

El sistema energético de un país puede considerarse como un factor estratégico para potenciar su crecimiento económico y viabilizar su desarrollo social. La posibilidad de incrementar la oferta energética basada en fuentes renovables, contribuye además en lo productivo y en lo ambiental, resultando un insumo decisivo en el proceso de producción y asegurando un bajo impacto en el medio ambiente.

Las Energías Renovables han cobrado gran relevancia durante la última década en nuestro país, prueba de ello son los importantes avances en materia legislativa a nivel nacional y provincial. En el plano nacional se promulgó la Ley 27.191(modificación de la Ley 26.190 – decreto reglamentario 531/2.016) que tiene como meta que la contribución de fuentes de energías renovables sea 8% de la matriz eléctrica nacional, para el 2018 y el 20 % el 2025.

La extensión y variedad de climas y biomas de Argentina hacen que en el país exista un enorme potencial para la generación de energía eléctrica y térmica basada en diversas fuentes renovables. En particular la Provincia de Salta, ubicada en la región noroeste, cuenta con recursos importantes de energía solar, biomasa, geotérmica y mini-hidráulica. Salta presenta la Ley N° 7823 ‘Régimen de fomento para las Energías Renovables’, la Ley N° 7824 ‘Balance Neto. Generadores residenciales, industriales y/o productivos’, Ley N° 8086 “Promoción y Estabilidad fiscal para la generación de empleo”, la cual establece el Régimen de Promoción de la Generación de Energías Renovables y el Plan Provincial de Energías Renovables. Ambas leyes fueron promulgadas en 2014 y a principios de 2015 se realizó su reglamentación. El Plan Provincial fue formulado en el periodo 2013-2014 por la

Secretaría de Energía con la participación de instituciones públicas provinciales y nacionales, y el aporte del sector privado.

El objetivo general del Plan es “fomentar la generación y el uso de las energías renovables, a fin de satisfacer y diversificar los requerimientos energéticos de los habitantes de la provincia”, busca promocionar la utilización de energías no convencionales para mejorar la competitividad industrial y la calidad de vida en Salta (Belmonte et al., 2015).

Para el cumplimiento de la reglamentación tanto a nivel nacional como provincial es estratégico el aprovechamiento y uso de los recursos naturales de la zona. La importancia del recurso solar en el país y particularmente en el noroeste argentino ha sido remarcada por investigadores a nivel internacional (Ramírez Camargo et al., 2016), por lo que fomentar y contribuir en proyectos solares en la provincia de Salta, ofrece un camino para garantizar la concreción de los objetivos planteados en la legislación.

Vinculación Inter-actoral:

La investigación sobre energías renovables (ER) en la Argentina tiene una trayectoria de 40 años. A lo largo de estas décadas, las investigaciones se concentraron principalmente en parámetros e indicadores de eficiencia energética, diseño y construcción de sistemas energéticos, medición y evaluación de consumo energético, comportamiento de los sistemas, distribución de los recursos energéticos, costos y perspectivas de desarrollo, construcciones bioclimáticas. Uno de los principales indicadores del desarrollo de este campo en nuestro país es la realización de manera ininterrumpida del congreso ASADES todos los años desde 1974. Sin embargo, esta rica trayectoria no siempre logró traducirse con éxito en la incorporación del conocimiento generado y acumulado en términos de implementación de políticas públicas o adopción de ER por parte de la población.

Frente a esta situación, desde el ámbito científico-académico (Grupo de Planificación Energética y Gestión Territorial) perteneciente al Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), se planteó la necesidad de generar espacios colaborativos que permitieran vincular los diferentes sectores interesados en la implementación de las recientes políticas públicas provinciales. Dichos espacios se tradujeron en la concreción de talleres participativos, proyectos de intercambio, reuniones para el diálogo interinstitucional y realización de una encuesta sobre Energías Renovables en Salta. Los resultados obtenidos demostraron una fuerte cohesión interna en cuanto al pensamiento de los diferentes grupos de actores locales y evidencia un conjunto de aspectos clave (positivos y negativos) que deben tenerse en cuenta para el fomento de las energías renovables en Salta. Estos refieren principalmente al conocimiento del marco legal-regulatorio, el acceso a la información, la valoración de las fuentes renovables y tecnologías disponibles, la articulación entre actores y la rentabilidad económica.

El Grupo de Planificación Energética y Gestión Territorial (PEyGET) y la Secretaría de Energía de Salta (SE) firmaron un convenio de colaboración bilateral. En el marco de dicho convenio se construye un sistema para la toma de decisiones, que propone ser un instrumento para potenciar los aspectos positivos y mitigar los negativos. Esta herramienta se tradujo en una aplicación web: Sistema de Información Solar (SISol) – Salta, que permite el acceso a información técnica de conceptos claves, tales como: cantidad de irradiación solar que se recibe en un determinado periodo de tiempo (día-mes-año) en un determinado lugar, cantidad de energía que produce una instalación fotovoltaica y cuanta energía se puede ahorrar utilizando colectores solares de agua.

Este documento presenta el camino recorrido desde la perspectiva de investigación-acción, integrando las visiones de los diversos grupos de actores sociales vinculados con la Energía Solar. SISol se presenta como una herramienta de integración entre “Gobierno - Ciencia y Tecnología - Sociedad”, nacida de un proceso de alianzas estratégicas y dedicadas al fomento para la implementación de las políticas analizadas.

MATERIALES y METODOS

Proceso de colaboración:

La metodología propuesta para abordar el proceso de colaboración se sustenta en la posibilidad de construir acuerdos y promover modelos de gobernanza horizontales entre actores políticos y sociales. El concepto ‘construcción de la viabilidad’ (Belmonte, 2015) refiere a la posibilidad de que el capital social necesario para el diseño y la implementación de nuevas políticas y acciones, se genere localmente (OLADE/CEPAL/GTZ, 2000). El capital social puede ser definido como el conjunto de valores, actitudes, instituciones, que generan la cohesión social, la solidaridad y la cooperación entre las personas a través de actuaciones y recursos colectivos, incluyendo relaciones de confianza y credibilidad, reciprocidad y sentido de pertenencia (Belmonte, 2015).

Desde 2012 se trabaja conjuntamente entre PEyGET y la SE en diversas actividades resultando de importancia para las instituciones públicas, poder formalizar mediante convenios las acciones que se llevan a cabo conjuntamente. El primer convenio de carácter general tuvo por objeto participar de manera activa en la realización de un sistema de soporte para la toma de decisiones en energías renovables. El segundo convenio de carácter específico permite la realización del sistema SISol, determinando las responsabilidades de cada uno de los actores que participan de la creación y ejecución del sistema.

Definición y construcción teórica de los módulos implementados

A continuación se describen en forma general los métodos utilizados para la implementación de los módulos que integran el sistema SISol. Para el caso de las aplicaciones de energía solar fotovoltaica y térmica se profundiza en los algoritmos utilizados para el cálculo.

a- Módulo de Irradiación Solar

Los mapas de radiación solar se desarrollan a partir del procesamiento de datos satelitales de la red Land Surface Analysis Satellite Applications Facility (LSA SAF), con una resolución espacial aproximada de 16 km². Los datos satelitales se validan y ajustan a partir de comparaciones con mediciones reales de estaciones meteorológicas disponibles para el NOA y estimaciones por métodos matemáticos de radiación de día claro aplicadas en estaciones virtuales.

Las capas temáticas de irradiación solar se integraron en un Sistema de Información Geográfica (SIG) en el software libre QGIS. El SIG incluyó un mapa base con límites departamentales, variables topográficas (modelo digital de elevación, pendientes y orientación), red hidrográfica, infraestructura vial y localidades principales. Para una lectura detallada del desarrollo del presente módulo, se sugiere la lectura del artículo de Sarmiento et al. 2019.

b- Módulo de Temperatura

A partir del atlas climático de Bianchi et Cravero, 2010 se recortaron para la provincia de Salta: los doce mapas de temperatura media mensual y el mapa de temperatura media anual. A dichos trece mapas se los incluyeron en el proyecto QGIS, y se los exportó en formato raster para su inclusión en el servidor geoespacial, que posibilita la visibilidad y la consulta de los mapas en la aplicación web.

c- Módulo de Instalaciones Fotovoltaicas

El objetivo del presente módulo es proveer una herramienta de pre-diseño para una instalación fotovoltaica en el hogar, otorgando tanto información técnica como calculos del ahorro económico que puede realizarse a partir de dicha instalación.. La gran ventaja son las pocas variables de entrada que se piden para el cálculo. A su vez, este módulo fue validado con distintas herramientas de diseño de instalaciones, como PVSyst (<http://www.pvsyst.com>) y Pvsol (www.valentin-software.com/es/productos/pvsol), obteniendo resultados en el mismo orden de magnitud.

Para la determinación de la energía mensual inyectada a la red por un sistema de paneles fotovoltaicos, se utilizó el concepto de coeficiente de performance PR . El mismo se encuentra definido en la norma UNE-IEC 61724 (IEC Standard 61724, 1998), estándar europeo donde se describen las recomendaciones generales para el análisis del comportamiento eléctrico de los fotovoltaicos. La ecuación (1) detalla el cálculo del PR :

$$PR = \frac{E_{AC}}{\frac{H_m(\alpha, \beta) * P_{GF}}{G}} \quad (1)$$

$H_m(\alpha, \beta)$ = irradiación mensual, incidente en el plano del generador medida en kWh/m², α ángulo azimutal del panel, β ángulo de inclinación sobre la horizontal.

Se considera que el generador siempre se instalará en dirección al Norte, es decir que el ángulo α es fijo en 0°. Mientras que el ángulo β es introducido por el usuario.

P_{GF} = es la potencia máxima del generador fotovoltaico en kWp. La misma es indicada por el usuario.
 G^* = es la irradiancia de referencia: 1 kW/m².

$H_m(\alpha, \beta)$ se obtiene a partir de los datos del mapeo de irradiación solar global sobre plano horizontal calculando los valores sobre superficie inclinada según lo descrito en Duffie and Beckman 1.991.

Para determinar el PR , se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- 1- Eficiencia de paneles: Se tomó una eficiencia fija del 86%,
- 2- Pérdida del inversor: Se definió una pérdida fija del inversor de 3%,
- 3- Pérdida por variación de Temperatura: para el coeficiente de variación por temperatura se definieron tres zonas de acuerdo a la variación climática de la provincia. Las zonas descritas son: la región de altitud, la región de valle y la región de planicie. Utilizando el modelo de temperatura de Sandia (King et al., 2004) para calcular la temperatura de la celda fotovoltaica (T_c), la cual depende de la temperatura del panel (T_p). La temperatura de la celda y del panel son calculadas en función de la radiación incidente (I_{poa}), la temperatura ambiente (T_a), la velocidad del viento (V), y las condiciones de ventilación de la instalación, que varía si el panel está instalado sobre una superficie, como un techo o pared, o sobre una estructura aislada, que permite una mejor ventilación del panel.

d- *Módulo de Colectores solares para agua caliente*

El módulo de calefones solares utiliza el método de F-chart para determinar la proporción de ahorro energético que se puede lograr con energía solar. Para este módulo se realizaron algunas simplificaciones, ya que debido a la diversidad de modelos de calefones solares, un cálculo detallado con cada uno es una tarea demasiado compleja.

En Argentina, hasta la fecha no se cuenta con una entidad que certifique (control de calidad) los colectores solares para agua sanitaria, por lo que los calefones solares de agua caliente sanitaria no tienen una norma en la que figure sus eficiencias y características técnicas.

Ante esto, propusimos utilizar dos tipos de calefones en el algoritmo de cálculo: colectores de tubo evacuado, y colectores planos. De bibliografía se tomaron los coeficientes U_r y F_R que requiere el F-chart. Para el cálculo de consumo de agua se utilizaron los estándares de 40 litros por persona a una temperatura de despacho de 60 °C. El cálculo de la temperatura de ingreso del agua se realizó tomando la temperatura de suelo a 2 m de profundidad. Esta temperatura de suelo está correlacionada con la temperatura ambiente media mensual. Las opciones se mancomunaron en todo momento con los funcionarios de la SE, quienes además están promoviendo el uso de estos calefones solares.

Se agregó en este módulo la posibilidad de cálculo de ahorro de energía que se logra con la instalación de un calefón solar, y una estimación del tiempo de recupero de la inversión del equipo, calculada en función del ahorro de la energía convencional no utilizada.

e- *Módulo de Documentación*

Todos los pasos del proceso de desarrollo así como las decisiones técnicas para los cálculos, se fueron registrando en forma simultánea a la construcción de cada módulo y la aplicación web general. La documentación generada junto a otros trabajos previos, de base y publicaciones científicas se subieron al sistema en formato descargable para el usuario.

f- *Metodología ágil de desarrollo de Software*

La aplicación fue desarrollada utilizando la metodología ágil de desarrollo de software: Crystal Clear, de la familia de metodologías Crystal creadas por Alistair Cockburn (Cockburn, 2017).

El grupo de desarrollo, es un grupo de investigación consolidado con un nivel de organización estable enmarcado dentro de un Instituto de Investigación, pero con moderada experiencia en el desarrollo de software. Para el desarrollo de SISol se adoptó esta metodología por las características del grupo de desarrollo: 5 personas y el programa objetivo de desarrollo no crítico: herramienta web libre para el soporte a la decisión de instalación de equipos solares (paneles fotovoltaicos y calefones solares).

Tal como lo sugiere el autor de la metodología se tuvieron en cuenta las siguientes propiedades:

- *Comunicación Osmótica:* Significa que la información fluye en el entorno. Cuando la comunicación en el lugar de trabajo es osmótica, las preguntas y respuestas fluyen naturalmente sin mayores perturbaciones al equipo. El grupo de desarrollo se ubica espacialmente en dos oficinas continuas una al lado de la otra y se caracteriza por el dialogo constante, donde la información circula por todos los participantes. Además del espacio físico, se cuenta con una lista de mail en común y un grupo de WhatsApp lo que permite guardar registros de la información y la garantía de estar todos actualizados en un cierto nivel.
- *Mejoría Reflectante:* Las personas, la tecnología y las responsabilidades pueden cambiar durante el curso de un proyecto, por lo que las convenciones que el equipo utiliza para encarar el proyecto necesitan ser modificadas para poder amoldarse a tales cambios. Las reuniones del grupo de desarrollo de SISol fueron semanales y en las mismas se presentaban el avance del software, lo que permitía la corrección temprana de errores de diseño de software o bien del método empleado para el cálculo de la estimación. Compartir el mismo espacio y tiempo de desarrollo entre los integrantes del grupo de trabajo permitía la adecuación permanente de la metodología de trabajo maximizando la producción en el tiempo disponible.

El equipo de desarrollo de SISol, estuvo conformado por cinco personas: una programadora web, analista programadora, una diseñadora web, investigadora a cargo del proyecto e investigadora directora del grupo de investigación. En la Tabla 1 se puede observar las personas que asumieron los distintos roles definidos en Crystal Clear (Cockburn, 2004).

Rol Crystal Clear	Asumido por:	Características
Patrocinador Ejecutivo (Executive Sponsor)	Director del grupo de investigación.	Encargado de mantener en mente una visión a largo plazo, equilibrando las prioridades a corto plazo con las entregas subsiguientes y la evolución del equipo de desarrollo y el mantenimiento del sistema
Embajador Usuario (Ambassador User)	Programador: familiarizado con los sistemas privativos de estimación de recursos solares y las necesidades de los emprendimientos solares en la zona.	Esta es la persona que se encuentra familiarizada con los procedimientos operativos y el sistema informático actual. Saber cuál es la manera en que se opera, los atajos son necesario, y qué información debe estar visible en la pantalla
Diseñador Jefe	Investigador a cargo del proyecto	Esta es la persona técnica líder, la que mayor experiencia, capaz de hacer el diseño principal del sistema, diga cuándo el equipo está siguiendo el

		proyecto y cuando se ha salido de él
Diseñador-Programador	Ambos Programadores	Codificar y diseño modular del software

Tabla 2. Roles definidos por la metodología y personas que asumieron dichos roles. Las principales herramientas usadas durante el desarrollo de SISol fueron:

1. *Programación de a pares:* técnica de desarrollo de software ágil donde dos programadores codifican en la misma computadora. Los dos diseñadores-programadores, codificaron SISol de esta manera desde su nacimiento hasta puesta en funcionamiento, se notó el incremento en la productividad y en la calidad del código.

2. *Reuniones Diarias de Parado:* La característica clave que poseen este tipo de encuentros es que deben ser cortos, de ahí la característica “de parado” en el nombre de la técnica. Si bien, las reuniones no eran de parados en este caso y las personas en los encuentros variaban se mantenía diariamente y se respondían las tres preguntas: ¿En qué trabajé ayer?, ¿En qué planeo trabajar hoy?, ¿Qué está entorpeciendo tu camino?

3. *Radiador de Información:* Los radiadores de información pueden ser: papeles, pizarrines, una página web, un semáforo, etc., Se encuentran ubicados en un lugar donde las personas puedan verla mientras trabajan o caminan. En ambas oficinas del grupo de investigación se cuenta con pizarrones de gran tamaño (1.5 m x 1.2 m), en donde se exhibía información sobre el proceso de desarrollo, método empleado para el cálculo de la estimación y/o diagramas de ciclo de software.

A su vez, el software fue testeado cada quince días con personal perteneciente a la Secretaría de Energía del gobierno de la provincia de Salta lo que permitió la detección temprana de errores y la adecuación del programa para el cumplimiento de los requerimientos del software.

RESULTADOS

SISol es una aplicación web desarrollada en lenguaje de programación Perl, utilizando PERL CGI, HTML y JavaScript para el Front - End. Las librerías/framework que utiliza son VueJs, JQuery y Bootstrap. Para la visualización de los mapas de irradiación solar se utiliza la API de Google Map como mapa base y el servidor espacial GEOSERVER. SISol se comunica por el puerto 8080 a la aplicación Geoserver, un servidor de código abierto que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. En la figura 1 se puede observar la interface principal de SISol.

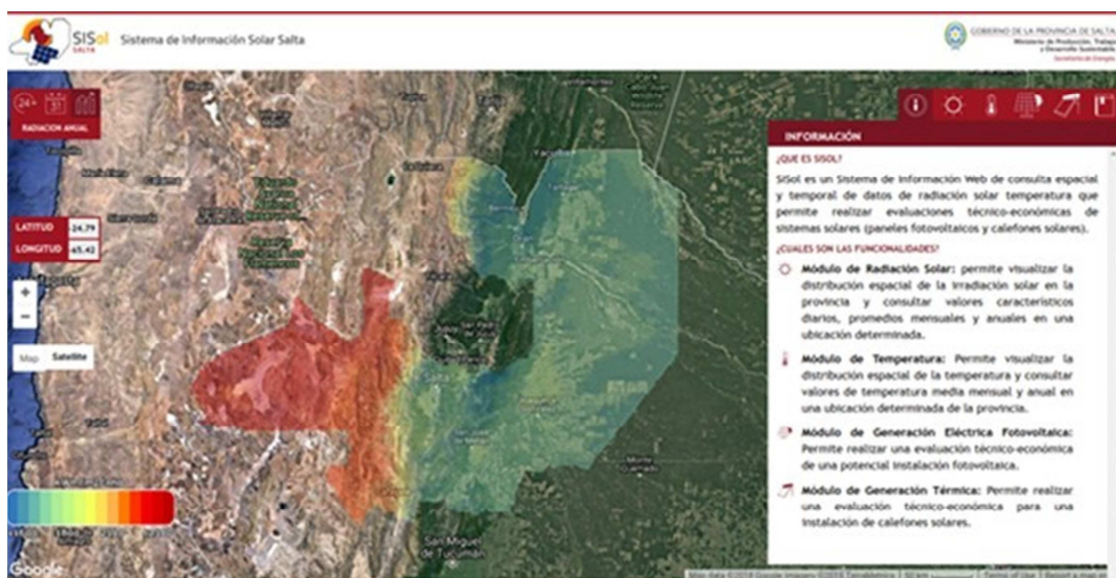





Fig 1. Entorno principal de la aplicación web SISol

En la siguiente tabla se sintetiza cada módulo perteneciente a la aplicación, una breve descripción e imágenes de como varían los cuadros de interfaz.

Módulo	Descripción	Imagen
Irradiación	<p>Se confeccionaron en total 25 mapas de irradiación solar de la provincia de Salta: 12 mapas con irradiación acumulada mensual (uno por cada mes del año), 12 mapas con irradiación día característico (uno por cada mes del año) y un mapa de irradiación anual. Dichos mapas se encuentran en formato raster con el objeto de manipulados con cualquier software SIG (Sistema de Información Geográfica).</p> <p>Una vez realizado esto, dichos mapas fueron subidos en el servidor espacial geoserver para posibilitar su consulta web a través de funciones programadas en lenguaje javascript y perl.</p> <p>Se pueden realizar consultas de datos geográficos (latitud, longitud, altitud) y de irradiación solar diaria, mensual y anual en cualquier punto de la provincia. Así como, la consulta de irradiación solar global sobre plano inclinado (30°), directa sobre plano horizontal y difusa sobre plano horizontal.</p> <p>Este módulo cuenta con tres pestañas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Datos: información de datos geográficos e irradiación solar. 2- Gráficos: se grafica la variación temporal de Enero a Diciembre de la irradiación tanto para el caso de día característico como mensual. 3- Descargas: se permite la descarga de mapas ya editados con capas bases, en formato jpg y pdf. A su vez, la descarga de las capas de irradiación en formato raster. 	 <p>The image shows three screenshots of the application interface. The top screenshot, titled 'RADIACION DIARIA DE ENERO', displays a table for downloading data in PDF, PNG, and TIF formats. The middle screenshot, titled 'RECURSO SOLAR', shows geographic data for a specific location: Latitude -24.84, Longitude -65.37, and Altitude 1168. It also provides annual global solar radiation data for different plane types: Global Horizontal (1747.19), Global 30° Inclined (1310.39), Direct Horizontal (436.80), and Diffuse Horizontal (1397.75). The bottom screenshot shows a bar chart titled 'RADIACION GLOBAL SOBRE PLANO HORIZONTAL DIA CARACTERISTICO' with the y-axis in kWh/m2 and the x-axis showing months from January to December.</p>

Temperatura	<p>Se obtuvieron a partir de Bianchi y Cravero 2010, 12 mapas de temperatura media mensual y 1 mapa de temperatura media anual. Se cargaron a su vez en el servidor espacial y se desarrollaron funciones para la consulta de datos geográficos y de temperatura media mensual y anual en todos los puntos de la provincia.</p> <p>Este módulo posee, a su vez, tres pestañas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Datos: información de datos geográficos y temperatura media mensual y anual, según la capa seleccionada. 2- Gráficos: se grafica la variación temporal de Enero a Diciembre de la temperatura media mensual, en el punto geográfico seleccionado. 3- Descargas: se permite la descarga de mapas ya editados con capas bases, en formato jpg y pdf. A su vez, la descarga de las capas de temperatura en formato raster. 	 <p>The screenshot shows the 'TEMPERATURA' interface with three tabs: DATOS, GRÁFICOS, and DESCARGAS. Under 'DATOS GEOGRÁFICOS', the coordinates are: LATITUD (-24.9124), LONGITUD (-65.3961), and ALTITUD (1301). Below, the 'TEMPERATURA MEDIA ANUAL' section shows a bar chart for 'Temperatura Media' from Enero to Diciembre. The chart shows monthly average temperatures in degrees Celsius, with values ranging from approximately 10°C in July to 22°C in January.</p>																										
Fotovoltaico	<p>Permite realizar una evaluación técnica de una potencial instalación fotovoltaica. El módulo cuenta con dos pestañas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Formulario: pantalla interactiva donde se solicitan datos de la conexión eléctrica en el hogar, el consumo mensual en kWh, características del tipo de instalación fotovoltaica que se desea realizar y si se desea realizar un informe en formato pdf. A su vez, hay un tutorial de uso que puede ser descargado haciendo click en el signo de pregunta. 2- Resultados: se entregan los resultados en un gráfico mixto mensual, una tabla de los datos graficados y en caso de quererlo se entrega en formato pdf el reporte con las características de la posible instalación, así como un informe técnico y financiero en caso de aplicar la ley de fomento. 	 <p>The screenshot shows the 'GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA' interface with two tabs: FORMULARIO and RESULTADOS. Under 'INSTALACIÓN DE RED ELÉCTRICA EN EL HOGAR', the 'Conexión a la Red' is set to 'Si'. The 'CONSUMO MENSUAL ELÉCTRICO (kWh)' table is as follows:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Month</th> <th>Consumption (kWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ENE</td><td>168</td></tr> <tr><td>FEB</td><td>139</td></tr> <tr><td>MAR</td><td>228</td></tr> <tr><td>ABR</td><td>148</td></tr> <tr><td>MAY</td><td>217</td></tr> <tr><td>JUN</td><td>331</td></tr> <tr><td>JUL</td><td>250</td></tr> <tr><td>AGO</td><td>228</td></tr> <tr><td>SEP</td><td>197</td></tr> <tr><td>OCT</td><td>174</td></tr> <tr><td>NOV</td><td>169</td></tr> <tr><td>DIC</td><td>142</td></tr> </tbody> </table> <p>Under 'CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN', the capacity is 5 kW, the type of mounting is 'Tubo', the inclination is 30 °C, the inverter efficiency is 98 %, and the loss factor is 20 %. There is a 'CALCULAR' button at the bottom.</p>	Month	Consumption (kWh)	ENE	168	FEB	139	MAR	228	ABR	148	MAY	217	JUN	331	JUL	250	AGO	228	SEP	197	OCT	174	NOV	169	DIC	142
Month	Consumption (kWh)																											
ENE	168																											
FEB	139																											
MAR	228																											
ABR	148																											
MAY	217																											
JUN	331																											
JUL	250																											
AGO	228																											
SEP	197																											
OCT	174																											
NOV	169																											
DIC	142																											

Térmico	<p>Permite realizar una evaluación técnica para una potencial instalación de calefón solar.</p> <p>El módulo cuenta con dos pestañas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Formulario: pantalla interactiva donde se solicitan datos del sistema utilizado para agua caliente, las características de la posible instalación a realizar y si se desea realizar un informe en formato pdf. A su vez, hay un tutorial de uso que puede ser descargado haciendo click en el signo de pregunta. 2- Resultados: se entregan los resultados en un gráfico mensual o bimestral, una tabla de los datos graficados, y en caso de haber seleccionado la realización del informe entonces un informe con los datos visualizados en formato pdf, lo que posibilita su descarga. 	  <thead> <tr> <th>Bimestres</th> <th>Consumo (m3)</th> <th>Ahorro (m3)</th> <th>Litros de agua caliente por día</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ene-Feb</td> <td>168</td> <td>123</td> <td>123</td> </tr> <tr> <td>Mar-Abr</td> <td>139</td> <td>234</td> <td>234</td> </tr> <tr> <td>May-Jun</td> <td>228</td> <td>232</td> <td>232</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </tbody>	Bimestres	Consumo (m3)	Ahorro (m3)	Litros de agua caliente por día	Ene-Feb	168	123	123	Mar-Abr	139	234	234	May-Jun	228	232	232
Bimestres	Consumo (m3)	Ahorro (m3)	Litros de agua caliente por día																			
Ene-Feb	168	123	123																			
Mar-Abr	139	234	234																			
May-Jun	228	232	232																			
...																			

| **Documentación** | En esta sección se encuentra disponible toda la documentación inherente al proyecto SISol, tanto tutoriales de uso como manual de desarrollo de los módulos previamente descriptos. Los manuales de desarrollo contienen información técnica de modelización y supuestos asumidos para la simulación de la sección de instalación fotovoltaica y térmica. Los tutoriales de uso a su vez pueden descargarse en cada sección. Además, se incluyeron en esta sección las publicaciones nacionales e internacionales realizadas en el marco del proyecto SISol, con el objeto de brindar información al público en general y a la comunidad científica en particular. | |

CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado posibilitó un afianzamiento de los vínculos entre la comunidad científica y los organismos de gobierno, a la vez que generó un resultado pertinente y útil para la promoción de la energía solar en el ámbito provincial.

El Sistema de Información Solar de Salta (SISol) constituye una herramienta innovadora en el país y la región que posibilita el acceso a información de base para la estimación de sistemas energéticos solares fotovoltaicos y térmicos. Los módulos fueron desarrollados incorporando un minucioso estudio técnico para el cálculo, aspectos prácticos para el usuario y expectativas comunes del grupo de investigación y de la Secretaría.

Las herramientas de trabajo colaborativo, aplicación en entorno de SIG y metodologías ágiles de diseño programático resultaron adecuadas a los fines de generar la aplicación web. El programa se encuentra actualmente en una fase final de revisión y testeo estimando su puesta en funcionamiento y difusión masiva en el mes de setiembre 2018.

El desarrollo del SISol permitió establecer una plataforma mancomunada de soporte a la decisión, tanto para el ámbito privado como público. Se espera que esta aplicación impacte positivamente en la implementación de las políticas de energías renovables de la provincia.

REFERENCIAS

Belmonte, S.; Escalante K.; Franco J. (2015). *Shaping changes through participatory processes*. Local development and Renewable energy in rural habitats. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 45 (2015) 278–289. ISSN: 1364-0321.

Cockburn A., *Crystal clear a human-powered methodology for small teams*, 2004.

Bianchi A.R., Cravero S.A.C, 2010. ATLAS CLIMÁTICO DIGITAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. En Sitio web: <https://inta.gob.ar/documentos/atlas-climatico-digital-de-la-republica-argentina>

King RR, Sinton RA, Swanson RM. *Doped surfaces in one sun, point~contact solar cells*. *Appl. Phys. Lett.* 1989; 54:1460

Thomas C, Wey E., Blanc P., Wald L., Validation of three satellite-derived databases of surface solar radiation using measurements performed at 42 stations in Brazil, *Advances in Science and Research*. 13 (2016) 81–86. doi:10.5194/asr-13-81-2016.

Ramirez Camargo L., Franco J., Sarmiento Barbieri N.M., Belmonte S., Escalante K., Pagany R., Dorner W., Technical, economical and social assessment of photovoltaics in the frame of the net-metering law for the province of Salta, Argentina, *Energies*. 9 (2016) 133.

Carmona F., Orte P.F., Rivas R., Wolfram E., Kruse E., Development and Analysis of a New Solar Radiation Atlas for Argentina from Ground-Based Measurements and ERES_SYN1deg data, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. (2017). <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2017.11.003>

IEC Standard 61724. (1998). Photovoltaic system performance monitoring-guidelines for measurement, data exchange and analysis. Geneva, Switzerland. <ftp://ftp.ee.polyu.edu.hk/wclo/61/IEC61724%20PV%20monitoring.pdf> (acceso 10/05/18).

OLADE/CEPAL/GTZ (2000) *Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la formulación de políticas energéticas*. Proyecto Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Quito. Ecuador.

Ramirez Camargo L., Altamirano M., Belmonte S., Dorner W. Comparación de fuentes satelitales, de re-análisis y métodos estadísticos para el mapeo de la radiación solar en el valle de Lerma (Salta-Argentina). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 19 (2015), pp. 11.19-11.30.

ABSTRACT: The work presents the development of a web tool that allows consulting information and performing basic calculations for the implementation of solar energy systems in the province of Salta. The application arises from the interaction between the academic-scientific sector (Energy Planning and Territorial Management group of the Research Institute in Unconventional Energies) and the governmental sector at provincial level (Secretariat of Energy of Salta). The program was carried out in a GIS (Geographic Information Systems) environment with agile software development methodologies. The Solar Information System (SISol) generated has five interfaces or modules. The first two allow the geospatial query of solar radiation and temperature. Modules 3 and 4 allow a technical and financial analysis for the installation of photovoltaic systems and solar collectors for hot water. The last interface presents the supporting documentation for the calculations and provides technical and operational details of the program. It is expected that this application will have a positive impact on the implementation of renewable energy policies in the province, facilitating access to information and decision-making in the public and private sectors.

KEYWORDS: Solar Energy, Information Solar System, Decision Support Tool, Salta.