

UTN FRM

**MAESTRÍA EN DESARROLLO SUSTENTABLE DEL
HÁBITAT HUMANO**

TRABAJO INTEGRADOR

Horacio Pochettino

Año 2021

1) Título

“Arquitectura Bioclimática y Generación Distribuida Solar Fotovoltaica Residencial como aportes al Acuerdo de París”

2) Planteamiento del problema de origen

En función a lo establecido en el “Acuerdo de París del 2015” (Naciones Unidas [NU], 2015, Acuerdo de París), el cual Argentina suscribió como miembro integrante del mismo, las partes intervinientes se proponen reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con el objetivo de lograr para la segunda mitad del siglo un equilibrio entre las emisiones de estos gases y las absorciones de los mismos por parte de los sumideros de GEI (océanos, suelo, vegetales, etc.), por lo que tanto a nivel global y en particular en Argentina se deberán implementar acciones inmediatas sobre los Sistemas Energéticos de cada país para lograr dicho objetivo.

El Balance Energético Nacional, “BEN” (Secretaría de Energía de la República Argentina [SE], 2020, Balance Energético Nacional) es un documento estadístico que consolida toda la estructura del Sector Energético Argentino (ver Anexo), por lo que en función de datos estadísticos extraídos del mismo se pueden obtener los valores correspondientes a los componentes de este Sector.

De acuerdo al “BEN 2019” (SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019) la Matriz Energética de la República Argentina correspondiente al 2019 se indica en la Fig. 1. En la misma se puede observar la importante participación, >80%, del Gas Natural y Petróleo, de donde se infiere que con el fin de que Argentina alcance las metas planteadas por el Acuerdo de París se requerirán importantes cambios en el Sector Energético Argentino para revertir la participación de las Energías No Renovables (ENR) en la Matriz Energética de la República Argentina.

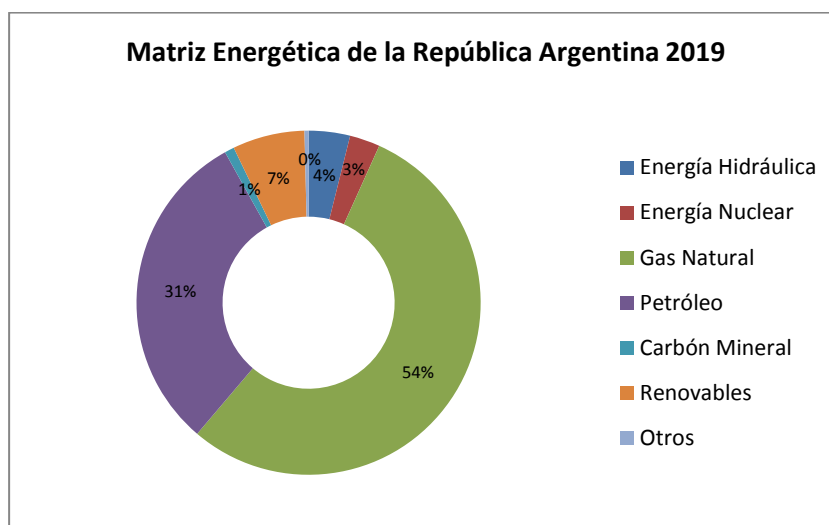


Fig. 1

Matriz Energética de la República Argentina 2019
Fuente: Secretaría de Energía
(SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019)

Los Consumos por Sector se obtienen del BEN, en el cual se consideran los siguientes Sectores:

- Residencial
- Comercial y Público
- Transporte
- Agropecuario
- Industria
- No Energético

De acuerdo al BEN 2019 (SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019) los Consumos por Sector para el año 2019 se indican en la Fig. 2. Como se observa de la misma el consumo del Sector Residencial en el año 2019 representó el 24 % del total del Consumo de la República Argentina.

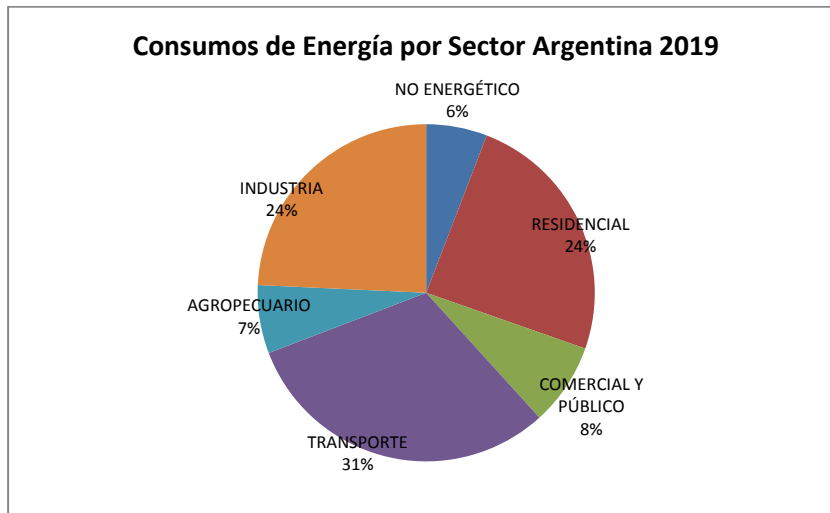


Fig. 2
Consumos de Energía por Sector, Argentina 2019
Fuente: BEN 2019, Secretaría de Energía
(SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019)

Las formas de energías que constituyen los distintos consumos de los Sectores también surgen del BEN. De acuerdo al BEN 2019 (SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019) los correspondientes al Sector Residencial del año 2019 se indican en la Fig. 3.

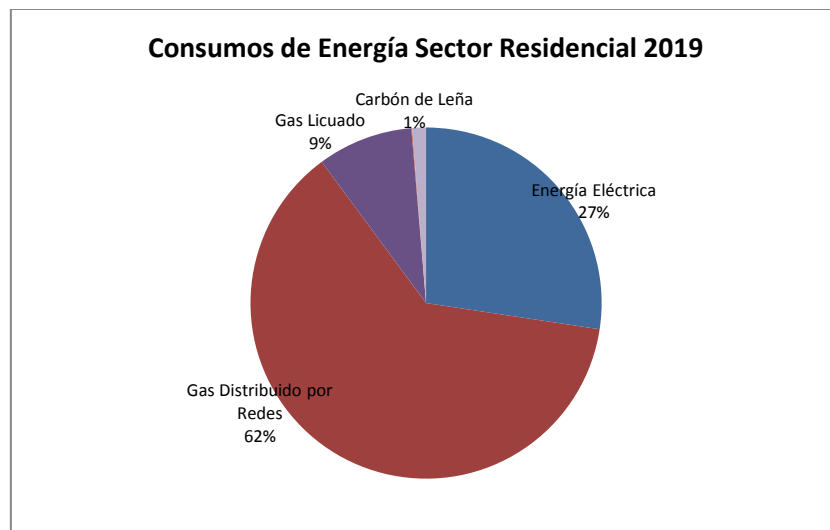


Fig. 3
Consumos de Energía Sector Residencial, Argentina 2019
Fuente: BEN 2019, Secretaría de Energía
(SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019)

De la Fig. 3 se desprende la participación de las ENR en los Consumos Residenciales, la cual está constituida por gas licuado, gas de red y la fracción de energía eléctrica generada a partir de ENR.

A los efectos de definir esta fracción se considera en la Tabla de la Fig. 4 a la “Participación de los componentes en la generación de energía eléctrica para la República Argentina en el año 2019”, cuyos datos se obtuvieron del “Informe anual Cammesa 2019” (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico [CAMMESA], 2020, Participación en la Generación de Energía Eléctrica 2019) en la que se observa que el componente de Energías No Renovables en la generación de energía eléctrica para el año 2019 es de 65.73%.

Generación EE 2019 (*)	GWh	% Participación
Térmico	80.14	59.81
Hidráulico	38.12	28.45
Nuclear	7.93	5.92
Renovable	7.81	5.83

Fig. 4

Participación en la Generación de Energía Eléctrica, Argentina 2019

Fuente: Informe anual Cammesa 2019, Participación en la Generación de Energía Eléctrica 2019

Considerando los componentes de Energías Renovables y No Renovables en la generación de energía eléctrica y desglosando al consumo Energía Eléctrica de la Fig. 3 del mismo modo en Renovable y No renovable se obtiene la participación de las ENR en los consumos de energía para el Sector Residencial correspondiente al 2019, Fig. 5.

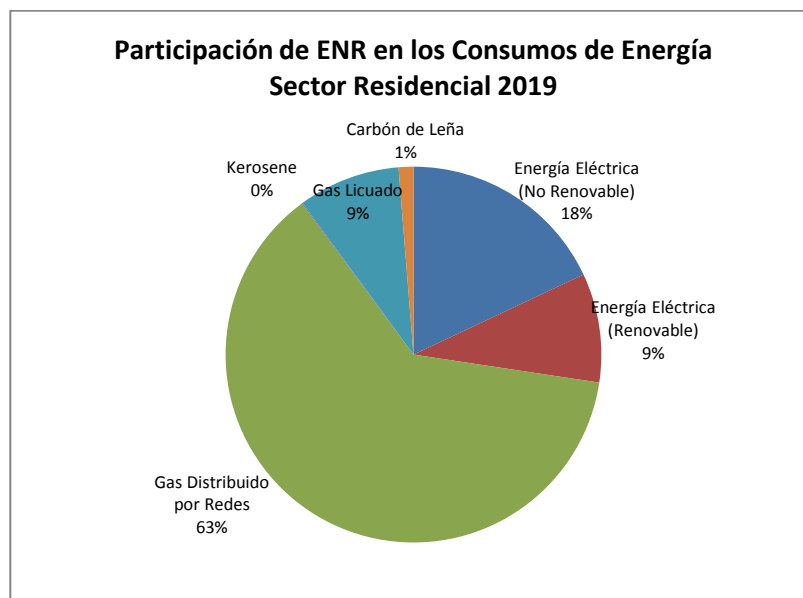


Fig. 5

Participación de ENR en los

Consumos de Energía Sector Residencial, Argentina 2019

Fuente: BEN 2019, Secretaría de Energía

De la Fig. 5 se observa que el 90% del consumo residencial corresponde a Energías No Renovables en tanto que sólo el 10% corresponde a Energías Renovables.

Dado que para los datos del 2019 el consumo Residencial es el 24% del total del consumo de Argentina, la oportunidad de reemplazo de las ENR correspondientes a este consumo es el 21.6% del total del consumo de Argentina.

En el marco de la Arquitectura Bioclimática la aplicación de Estrategias de Diseño y la inclusión de Sistemas Pasivos tienen como objetivo controlar la ganancia de calor a través de la envolvente de modo de lograr condiciones de confort para la mayor parte de los días del año sin gasto de energía auxiliar. Para los restantes días del año en los

cuales se verifican condiciones climáticas extremas se requerirá de medios mecánicos, y por lo tanto de gasto de energía auxiliar, con el objetivo de alcanzar valores de confort.

De lo indicado, y a fin de lograr los objetivos de emisiones planteados, se desprende la importancia en relación al Consumo Residencial que a la fecha tienen la Arquitectura Bioclimática, para lograr condiciones de confort sin requerir de aportes de energía auxiliar a lo largo de gran parte del año, como así también la utilización de Generación Distribuida para autoconsumo, es decir energía generada in situ para abastecer la energía auxiliar requerida en los días de condiciones climáticas extremas (Ley 27424, "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública").

El presente trabajo aborda el análisis energético que surge de la aplicación de Estrategias Energéticas de la Arquitectura Bioclimática a un edificio de Proyecto considerado como base de estudio y la utilización en el mismo de generación in situ, como es el caso de la Generación Distribuida Solar Fotovoltaica Residencial (GDSFR) a fin del abastecimiento de la energía auxiliar requerida para lograr condiciones de confort en días de situaciones climáticas extremas, para distintas ubicaciones del Proyecto dentro de la República Argentina y la extensión del análisis al 2050 mediante la extrapolación de los valores hallados a nuevas construcciones bioclimáticas.

3) Objetivo

Establecer un orden de magnitud correspondiente a la energía que se podría lograr generar en Argentina al 2050 por la Generación Distribuida Solar Fotovoltaica Residencial (GDSFR) correspondiente a construcciones residenciales nuevas, a las que se le aplicaron Estrategias de la Arquitectura Bioclimática, en vista a la participación para el Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina para ese momento.

4) Metodología

La metodología utilizada para alcanzar el objetivo propuesto es analítica por medio de cálculos matemáticos y metodología BPS (del inglés Building Performance Simulation).

El análisis se realiza a partir de la extrapolación, a construcciones residenciales nuevas de Argentina, de Estrategias de la Arquitectura Bioclimática y la GDSFR, mediante la utilización de dichas tecnologías en un edificio de Proyecto considerado como base de estudio y manteniendo condiciones de confort en el mismo para su ubicación en el AMM y en distintos sitios de Argentina, en vista a la participación para el Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina al 2050.

En función a este planteo el análisis realizado se puede dividir en las siguientes tareas:

- Estudio de la localización geográfica.
- Caso de estudio (Edificio del Proyecto Propuesto): El edificio planteado para el presente Proyecto es el propuesto en el Trabajo Práctico Estrategias Energéticas; Módulo 6 de la MDSHH (Trabajo Práctico Estrategias Energéticas. (2020). En V. Mercado, E. Correa (Comp.), *Módulo 6 MDSHH*. Universidad Tecnológica Nacional FRM). El mismo es una casa habitación de 3 ambientes y 60 m² cubiertos ubicada en el conurbano del AMM en la cual habitan 2 personas.
- Se analizaron las alternativas de Paneles Solares Fotovoltaicos posibles para el presente Proyecto, definiéndose la alternativa propuesta.
- Simulación dinámica del comportamiento termo-energético con el software "EnergyPlus (9.2.0)" (U.S. Department of Energy, 2019). Se construyó el modelo computacional del caso de estudio sobre el que se trabajó y se consideraron los siguientes puntos:
 - Se determinó la energía auxiliar requerida para mantener las condiciones de confort en el modelo computacional de la vivienda con ocupación y sin ocupación para las condiciones del AMM. Se optó por el valor con ocupación como más adecuado para el estudio dado que se consideró que el edificio se habita luego de terminado.
 - Se realizó el cálculo de energía fotovoltaica con el módulo "Generator:PVWatts" para determinar la energía generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado para las condiciones del AMM.
- En función a la energía auxiliar anual requerida para mantener las condiciones de confort con ocupación para las condiciones del AMM se definió la cantidad de paneles requeridos para suministrar esta energía y por lo tanto la potencia instalada teórica correspondiente a la GDSFR del Proyecto en el AMM. Se extendió el cálculo de la

misma a la Prov. de Mendoza y la extrapolación al 2050 a los efectos de determinar un orden de magnitud para ésta en el ámbito de la Provincia de Mendoza al 2050.

- Se determinaron la energía auxiliar anual requerida para mantener condiciones de confort con ocupación en el edificio del Proyecto y la energía anual generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado para distintas ubicaciones dentro del territorio de la República Argentina de donde se determinó la cantidad de paneles a instalar en cada ubicación para suministrar esta energía.
- Se definió la “Ubicación Promedio Proyecto” para la cual se obtuvo la cantidad de paneles y la energía generada por cada uno para esta Ubicación Promedio de modo que se genera la misma cantidad de energía con estos paneles que con el total de paneles de las distintas locaciones.
- Se realizó el cálculo de la cantidad de paneles “Panel FV Promedio” a instalar en Argentina por año sobre la base de la cantidad de paneles correspondientes a la “Ubicación Promedio Proyecto” y el Promedio de la cantidad de viviendas nuevas construidas en Argentina calculado a partir de la Superficie autorizada por permisos de construcción para Argentina s/INDEC (INDEC, 2020, Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción), y la superficie cubierta del edificio del Proyecto en estudio tomada como unidad.
- A partir de la cantidad de paneles “Panel FV Promedio” a instalar en Argentina por año se obtuvo la potencia instalada teórica correspondiente a la GDSFR de Argentina y la cantidad de energía anual generada por los mismos y finalmente extrapolando al 2050, se obtuvo la potencia instalada teórica correspondiente a la GDSFR de Argentina al 2050 y la energía generada para la participación en el Reemplazo de los Consumos Residenciales ENR Argentina al 2050.

a) Clima

El conjunto de las Estrategias de la Arquitectura Bioclimática se representan en el diagrama Bioambiental, Fig. 6, a partir del cual se infieren las zonas de aplicación de cada una de ellas y también las zonas para las cuales se requerirán métodos mecánicos de calefacción y de refrigeración las que estarían a la izquierda de la zona 7, es decir para $T_{bs} < 6 \text{ }^\circ\text{C}$ aprox. (calefacción), y arriba de las zonas 3 y 4, es decir para $T_{bs} > 35 \text{ }^\circ\text{C}$ aprox. (refrigeración), respectivamente.

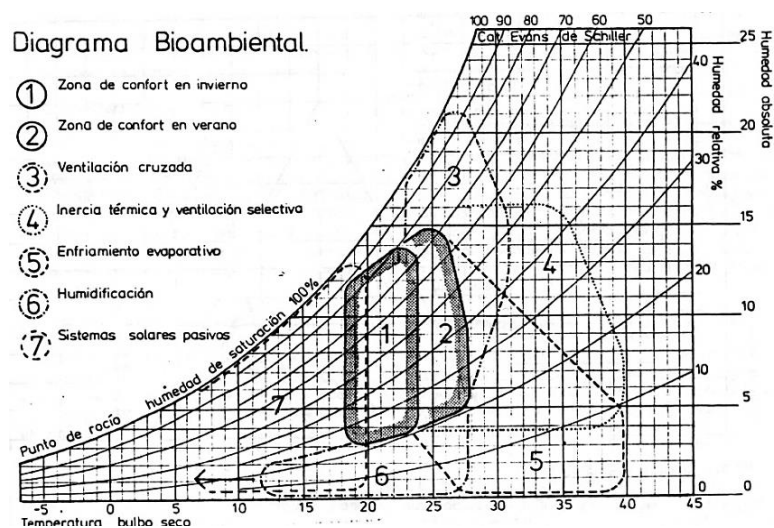


Fig.6
 Diagrama Bioambiental

En el presente estudio la energía auxiliar definida por estas últimas zonas se abastecerá por medio de la Generación Distribuida Solar Fotovoltaica Residencial (GDSFR).

Se determinó la energía auxiliar requerida por el edificio de Proyecto considerado como base del estudio, la que es abastecida por GDSFR, y al que se le aplican estrategias de diseño en el marco de la Arquitectura Bioclimática para mantener condiciones de confort en el mismo para su ubicación en el AMM y en distintos sitios de Argentina, a fin de obtener un orden de magnitud correspondiente a la cantidad de paneles a instalar en el mismo para las condiciones establecidas, y por lo tanto un orden de magnitud correspondiente a la potencia instalada teórica para la Prov. de Mendoza y para Argentina como así también a la energía generada por la GDSFR para Argentina al 2050, a partir de la extrapolación para ese momento de los valores obtenidos, en vista a la participación para el Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina al 2050.

b) Edificio del Proyecto Propuesto:

El proyecto sobre el cual se desarrolló el análisis es una casa habitación de 3 ambientes y 60 m² cubiertos ubicada en el conurbano del AMM en la cual habitan 2 personas. La orientación del aventanamiento principal es hacia el norte, para maximizar la ganancia en invierno y para enfriamiento nocturno en verano por medio de ventilación estructural, una disposición de los locales de tránsito hacia el sur, a modo de amortiguación con el exterior, pintura exterior de muros y techo color blanco y vegetación en el predio.

Consideraciones de diseño:

- Disposición del edificio
- Orientación de los espacios principales
- Orientación de las ventanas
- Dispositivos de sombra para las ventanas
- Color y materialidad de la envolvente
- Vegetación

Datos Geográficos:

- Coordenadas: 32° 58' S, 68° 52' O.
- Altitud: 901 msnm.

Condiciones de Proyecto:

- Temperatura media interior de diseño: 20 °C.
- Amplitud interior < 7 °C.

Planta y Vista del Proyecto:

En las Fig. 7 y 8 se indican la Vista y Planta del Proyecto.

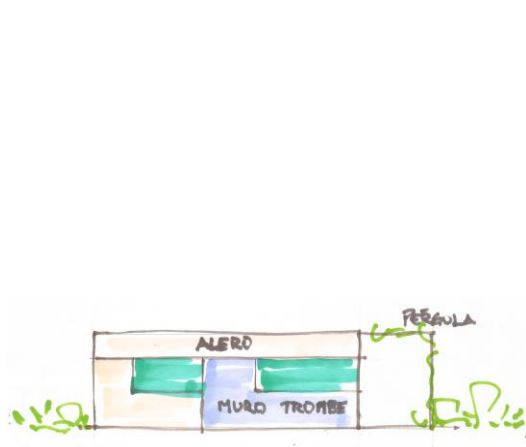


Fig. 7 – Vista

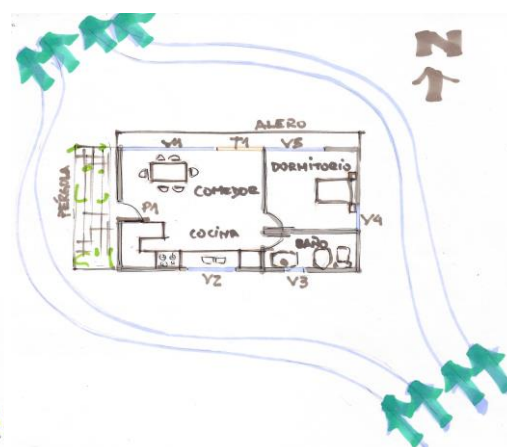


Fig. 8 - Planta

Detalle de locales y aberturas:

Detalle de locales

Local	Cocina-Comedor	Dormitorio	Baño
Ancho (m)	6	4	2
Largo (m)	6	4	4
Área piso (m ²)	36	16	8
Altura (m)	3	3	3

Detalle de aberturas

Local	Cocina-Comedor			Baño	Dormitorio	
Nombre Abertura	P1	V1	V2	V3	V4	V5
Ancho (m)	0.8	4	2	0.7	1.5	1.5
Alto (m)	2	1	1	1	1	1
Área (m ²)	1.6	4	2	0.7	1.5	1.5

Protección solar - Alero Horizontal:

A los efectos de proteger en verano a las ventanas del lateral Norte se propone la instalación de un alero horizontal que evite el ingreso de la radiación solar directa en el período que surge del análisis los registros de temperaturas horarias mensuales para el AMM, el que se considera entre los días 15 de octubre y 15 de marzo, y calculado para el mediodía solar.

Cálculo del alero, (Fig. 9):

Altitud solar (15/03; mediodía solar): $A_m = 59.85^\circ$ (marzo)

Altitud solar (15/10; mediodía solar): $A_o = 66.63^\circ$ (octubre)

Como $A_m < A_o$, se diseñará el alero para las condiciones de marzo.

$$A = a + b$$

$$b = A - a$$

$$A = h / \text{Tg } A_m$$

Para el caso del Proyecto en análisis se tiene:

$$h = 1 \text{ (m)}$$

$$a = 0.15 \text{ (m)}$$

$$A = 1 / \text{Tg } (59.85^\circ)$$

$$A = 0.58 \text{ (m)}$$

$$b = 0.43 \text{ (m)}$$

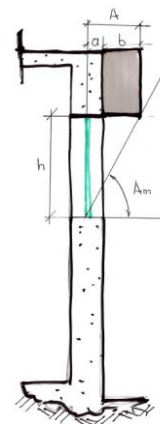


Fig. 9 - Detalle alero horizontal

En la Fig. 10 se indica la propuesta correspondiente al alero horizontal de 0.43 m de ancho dispuesto en todo el lateral Norte.

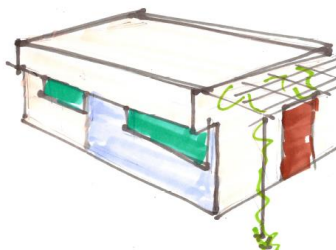


Fig. 10 - Vista alero horizontal

c) Construcción del modelo computacional del caso de estudio:

Se realizó la simulación del edificio con el software "EnergyPlus (9.2.0)" (U.S. Department of Energy, 2019) con el objetivo de determinar la energía auxiliar requerida para mantener las condiciones de confort en el mismo.

Para correr EnergyPlus se utilizaron los software:

- “OpenStudio (2.9.1)” (Alliance for Sustainable Energy, LLC and others contributors, 2019)
- “SketchUp Make (2017)” (Trimble Inc., 2017)

Metodología para la realización de la simulación:

- Se utilizaron los archivos climáticos correspondientes a la ubicación Mendoza, El Plumerillo.
- Construcción del Modelo y Simulación:
 Se realizó la construcción del modelo siguiendo las características constructivas indicadas y la simulación del mismo con y sin ocupación.

Parte I: Modelado.

Se realizó en OpenStudio el dibujo del edificio que se indica en la Fig. 11. Se lo dividió en tres zonas térmicas (Cocina-Comedor, Dormitorio y Baño) y se agregó la superficie de sombra correspondiente al alero del lateral Norte. Así mismo se asignaron los nombres a cada entidad y las condiciones de borde y se realizó la vinculación de las zonas.

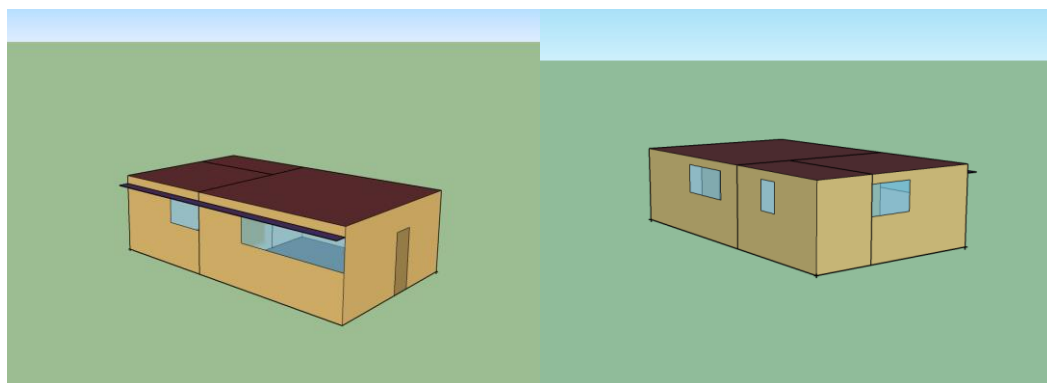


Fig. 11
 Modelo obtenido de OpenStudio

Parte II: Simulación sin ocupación.

Se generó el archivo .idf, se ingresaron en el mismo los materiales, se armaron las construcciones y se asignaron las mismas a las diferentes superficies.

Se consideraron las siguientes características constructivas de la envolvente:

Característica constructiva	Techo	Paredes externas	Ventanas	Puerta externa
Material	Losa	Ladrillo común (espesor: 27 cm)	Aluminio DVH (hojas deslizantes)	Puerta: Madera Marco: Madera
Material Aislación	Poliestireno expandido	Poliestireno expandido	Polímero ruptor de puente térmico	Burlete EPDM
Espesor Aislación (cm)	7	3	Polímero de triple contacto	Burlete perimetral de EPDM en marco

Se consideraron las siguientes características de los materiales:

Material	Espesor (m)	Conductividad (W/m K)	Densidad (kg/m3)	Calor específico (J/kg K)	Resistencia térmica (m2 K/W)
Hormigón contrapiso	0.07	1.63	2400	800	
Hormigón losa techo	0.1	1.63	2400	800	
Hormigón revoque	0.025	0.93	1900	1000	
Ladrillo	0.3	0.72	1797	919	
Estuco yeso	0.007	0.48	741	836	
Poliestireno exp techo	0.03	0.033	30	1700	
Poliestireno exp pared	0.07	0.033	30	1700	
Membrana asfáltica					0.55
Tabique para puerta					0.77
Tabique para muro interior					0.31

Se consideraron las siguientes Construcciones:

- Piso: contrapiso de hormigón.
- Muros Exteriores: (desde el exterior hacia el interior) revoque de hormigón, aislación térmica (poliestireno expandido), ladrillo y yeso.
- Muros Interior: tabique muro interior.
- Techo: cielo raso de yeso, aislación térmica (poliestireno expandido), losa hormigón, aislación hidrófuga de membrana asfáltica.
- Puerta: tabique de puerta (madera).
- Ventanas: DVH; vidrio (clear 3mm); cámara de aire (Air 13mm).

Se realizaron las simulaciones para determinar la energía auxiliar requerida para mantener condiciones de confort en el edificio sin ocupación correspondientes al entorno: $18^{\circ}\text{C} < t < 24^{\circ}\text{C}$.

Se solicitaron los reportes de salida, para una frecuencia anual, de las variables:

- Zone Ideal Loads Zone Total Heating [J], (Annual)
- Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J], (Annual)

Se indican los valores hallados:

THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [kWh] (Annual)
373053516.5	1.55221E-05	1048431060	4.36258E-05	464769227	1.92253E-05	1886253803	523.96

Parte III: Simulación con ocupación.

Se definieron los Schedule para la ocupación del edificio a lo largo de todo un año considerando que el mismo está habitado por un matrimonio y ambas personas trabajan fuera del hogar de lunes a viernes de las 7:00 a 18:00 hs, incluyendo tiempo de traslado. Al regreso de la jornada laboral ambas personas permanecen en la Cocina-Comedor desde las 18 hs hasta las 22:00 hs, momento en el cual se dirigen al Dormitorio. Los sábados y domingos permanecen en el Dormitorio durante la mañana y a partir de las 9:00 hs se encuentran en la Cocina-Comedor hasta las 15 hs, luego de lo cual salen de la vivienda hasta las 22:00 hs momento en el cual regresan a la vivienda y se dirigen al Dormitorio. La permanencia en el baño es muy corta por lo que no se considera. Se toman vacaciones la primera quincena de febrero.

Se realizaron las simulaciones para determinar la energía auxiliar requerida para mantener condiciones de confort en el edificio con ocupación correspondientes al entorno: $18^{\circ}\text{C} < t < 24^{\circ}\text{C}$.

Se solicitaron los reportes de salida, para una frecuencia anual, de las variables:

- Zone Ideal Loads Zone Total Heating [J], (Annual)
- Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J], (Annual)

Se indican los valores hallados:

THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [kwh] (Annual)
330560150.9	1.39573E-05	843725083.9	0.066514655	107850317	3296317.803	1285431870	357.06

Comparando los valores hallados se observa que la energía requerida para mantener condiciones de confort en el edificio sin ocupación es mayor que la requerida para mantener condiciones de confort con ocupación del edificio: $523.96 \text{ kWh/año} > 357.06 \text{ kWh/año}$.

A los efectos del diseño de los paneles solares fotovoltaicos se consideró a la energía requerida para mantener condiciones de confort con ocupación del edificio dado que se supone que el mismo se habita luego de terminado.

Energía auxiliar anual requerida para mantener condiciones de confort con ocupación en AMM: 357.06 kWh/año .

d) Alternativas de Paneles Solares Fotovoltaicos/Selección de la alternativa propuesta:

En la actualidad los tipos comerciales de paneles solares fotovoltaicos más difundidos son los monocristalinos y los policristalinos.

Los monocristalinos están formados por silicio de alta pureza; en el proceso de fabricación se controla el crecimiento del cristal de modo que éste se realice sólo una dirección consiguiendo un alineamiento molecular y por lo tanto una estructura molecular ordenada. Se caracterizan porque son de color azul oscuro, Fig. 12.

Dado que el proceso de fabricación requiere un alto consumo de energía y es más complejo que el de los policristalinos su costo es mayor que el de éstos, sin embargo poseen mayores valores de eficiencia y de vida útil.



Fig.12
Paneles solares fotovoltaicos monocristalinos

En el caso de los policristalinos el silicio utilizado para su fabricación no tiene la pureza del utilizado para la producción de los monocristalinos. Se caracterizan porque presentan zonas con estructuras ordenadas las que se generan durante el proceso de fabricación. En los límites de las zonas se observan irregularidades en las estructuras moleculares que generan una disminución de la eficiencia. Se caracterizan por poseer diferentes tonos de color azul, Fig. 13.

Estos paneles, si bien tienen menor rendimiento que los monocristalinos, tienen menor costo dado que el proceso de fabricación es más sencillo, por lo que a la fecha son los más difundidos.



Fig. 13
Paneles solares fotovoltaicos policristalinos

Para el proyecto se adoptó el panel solar fotovoltaico policristalino de fabricación nacional de las siguientes características:

- Panel solar fotovoltaico policristalino de 60 celdas por módulo
- Peso aprox.: 18 kg
- Medidas: 1650 mm x 992 mm x 35 mm
- Color: Azul
- Potencia máx.I: 280W
- Eficiencia: 17.1 %
- Tensión a circuito abierto: 38.6 V
- Corriente de cortocircuito: 9.36 A
- Marca: LV Energy
- Modelo: LVE60PSe

Se adjunta ficha técnica en el Anexo.

e) Energía generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado:

El panel se instalará fijo sobre el techo del edificio con azimut 180° y un ángulo respecto de la horizontal de 23° .

Se indican los datos de carga en el software correspondientes al panel fotovoltaico seleccionado:

Especificaciones del sistema fotovoltaico (<i>residencial</i>)	
Tamaño del sistema de CC	0,28 kW
Tipo de módulo	Estándar
Tipo de matriz	Fijo (montaje en techo)
Inclinación de matriz	23 °
Azimut	180 °
Pérdidas del sistema	14%
Eficiencia del inversor	96%
Relación de tamaño de CC a CA	1.1

Se realizó la corrida en “EnergyPlus (9.2.0)” (U.S. Department of Energy, 2019) según el modo para cálculo de energía fotovoltaica “Generator:PVWatts” con el objetivo de determinar la energía generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado con frecuencia anual, para las condiciones del AMM y las características de montaje indicadas, cuyos valores se indican en la tabla de la Fig. 14.

PV:Generator Produced DC Electric Energy [J] (Annual)	PV:Generator Produced DC Electric Energy [kWh] (Annual)
1245313802	345.92

Fig. 14
 Energía anual generada por el Panel solar fotovoltaico seleccionado
 para las condiciones del AMM

f) Potencia Instalada teórica GDSFR correspondiente al Proyecto en AMM:

La definición de la Potencia Instalada teórica correspondiente a la GDSFR del Proyecto en AMM se realizó en función la energía auxiliar requerida para mantener condiciones de confort con ocupación en el mismo en AMM de modo que la Energía GDSFR anual supere el valor de la Energía auxiliar anual requerida dado que se considera no demandar energía de la red:

$$\text{Energía GDSFR anual en AMM} > \text{Energía auxiliar anual requerida para mantener condiciones de confort con ocupación en AMM}$$

Se considera que la potencia instalada correspondiente a la GDSFR es teórica dado que corresponde a la etapa de estudio del Proyecto:

Siendo:

$$\text{Energía aux. anual requerida para mantener condiciones de confort con ocupación en AMM} = 357.06 \text{ kWh/año}$$

Y dado que de acuerdo a la corrida en “EnergyPlus (9.2.0)” (U.S. Department of Energy, 2019) el panel solar fotovoltaico seleccionado produce para las condiciones del AMM una energía anual de 345.92 kWh se adopta la instalación de 2 paneles:

$$\text{Energía GDSFR en AMM} = 2 * 345.92 = 691.84 \text{ kWh/año} > 357.06 \text{ kWh/año}$$

Por lo tanto:

$$\text{Potencia Instalada teórica GDSFR del Proyecto en AMM} = 2 * 280 = 560 \text{ W}$$

g) Potencia Instalada teórica GDSFR Prov. de Mendoza:

Si la instalación fotovoltaica definida para el presente Proyecto en AMM se extiende a los edificios nuevos construidos anualmente en la Prov. de Mendoza se podrá obtener un valor de Potencia instalada teórica GDSFR anual para la Prov. de Mendoza y extrapolando a futuro, para condiciones similares, se podrá hallar un orden de magnitud de la Potencia instalada teórica GDSFR para la Prov. de Mendoza al 2050.

Según la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de la Prov. de Mendoza en los últimos 20 años se emitieron un promedio de 2529 “Permisos de obras privadas nuevas en la Prov. de Mendoza” (Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de la Prov. de Mendoza [DEIE], 2020, Permisos de construcción). En la Fig. 15 se indica el gráfico correspondiente.

Si en cada uno de estos nuevos proyectos se instalan dos paneles de 280 W, ídem a los propuestos para el Proyecto en AMM, se puede obtener una Potencia instalada teórica GDSFR anual correspondiente a la Prov. de Mendoza:

Potencia Instalada teórica GDSFR anual Mza = $2 * 280 * 2529 = 1416240$ (W/año) = 1.41 (MW/año)

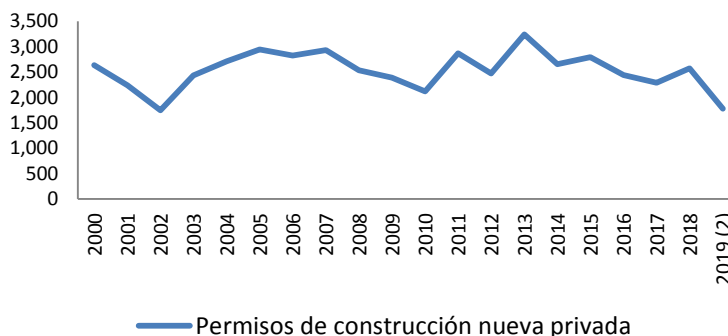


Fig. 15

Permisos de construcción privada nueva

Fuente: DEIE sobre la base de permisos suministrados por los municipios de la provincia
(2): El año 2019 no incluye al departamento de Maipú.

Como se observa del gráfico de la Fig. 15 no existe una tendencia por lo que se considera que a futuro se mantiene el promedio indicado por lo que extrapolando al 2050, y considerando que se mantienen hasta ese momento las condiciones expresadas, la Potencia Instalada teórica GDSFR Mza 2050 sería:

Potencia Instalada teórica GDSFR Mza 2050 = 1.41 (MW/año) * 30 (años) = 42.48 (MW)

Si bien el valor hallado surge de un análisis correspondiente a una etapa de estudio, del mismo se desprende un orden de magnitud correspondiente a la Potencia Instalada GDSFR que se podría alcanzar en la Prov. de Mendoza para el 2050 por medio de la instalación de 2 paneles solares fotovoltaicos de 280 W en cada obra privada nueva.

El valor obtenido para la Potencia Instalada Teórica GDSFR de la Prov. Mza al 2050 es comparable con el de Proyectos de Solares existentes en la Argentina con el beneficio para la GDSFR que no existen pérdidas por transporte dado que la generación se realiza en el punto de consumo, no se generan nuevos impactos ambientales dado que la instalación de los paneles se realiza en las viviendas ya construidas y así mismo que el valor hallado se incrementaría si se consideraría también la instalación de los citados paneles en cada una de las viviendas nuevas gestionadas por el Estado.

h) Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina:

Se determinó la energía auxiliar anual requerida para mantener condiciones de confort con ocupación en el edificio del Proyecto y la energía anual generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado para distintas ubicaciones de Argentina de donde se determinó la cantidad de paneles a instalar en cada ubicación. Así mismo

se definió la “Ubicación Promedio Proyecto” para la cual se obtuvo la cantidad de paneles y la energía generada por cada uno para esta Ubicación Promedio de modo que se genera la misma cantidad de energía con éstos paneles que con el total de paneles de las distintas locaciones.

A partir de los "Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción" (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2020, Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción), los que contemplan la superficie cubierta autorizada anual para construcciones y ampliaciones privadas nuevas de Argentina, se calculó la cantidad anual de viviendas nuevas similares al edificio del presente Proyecto que se construirían en Argentina tomando como unidad la superficie del mismo, 60 m2. Así mismo se calculó la cantidad de paneles que se instalarían en Argentina por año sobre la base de la cantidad de paneles correspondientes a la “Ubicación Promedio Proyecto” y dicha cantidad de viviendas nuevas calculada. Finalmente se obtuvo la Potencia Instalada teórica GDSFR anual Argentina, la Energía GDSFR anual generada en Argentina y, considerando que se mantienen hasta el 2050 las condiciones expresadas, se calculó la Potencia Instalada teórica GDSFR Argentina al 2050 y la Energía GDSFR anual generada para Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina al 2050.

- **Energías requerida para mantener condiciones de confort con ocupación y generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado para distintas ubicaciones de la Argentina:**

Se consideraron las siguientes ubicaciones de Argentina:

- ❖ Mendoza
- ❖ Trelew
- ❖ Salta
- ❖ Rosario

De acuerdo a la locación del Proyecto será la energía requerida para mantener condiciones de confort y por lo tanto la cantidad de paneles a instalar con el objeto de que la Energía GDSFR anual supere el valor de la Energía auxiliar anual requerida en dicha ubicación dado que se considera no demandar energía de la red.

La energía generada en las distintas ubicaciones por el panel solar fotovoltaico seleccionado calculada según el modo “Generator:PVWatts” de “EnergyPlus (9.2.0)” (U.S. Department of Energy, 2019) se verificó con el software de cálculo de generación fotovoltaica “PVWatts (v.5)” (NREL, National Renewable Energy Laboratory, 2020).

En las siguientes tablas se indican los valores hallados para las citadas ubicaciones:

Ubicación: Trelew

THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [kwh] (Annual)	PV:Generated or Produced DC Electric Energy [J] (Annual)	PV:Generated or Produced DC Electric Energy [kWh] (Annual)
741570320	2.472E+05	1.892E+09	0.1256066	382116841	25500.068	3.016E+09	837.70412	1.055E+09	292.97158

Se adopta la instalación de 3 paneles, por lo tanto la energía generada por los mismos es:

Energía GDSFR anual Trelew = 3 * 292.97 = 878.91 kWh/año > Energía requerida para mantener condiciones de confort con ocupación anual Trelew = 837.70 kWh/año

Ubicación: Salta

THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [kwh] (Annual)	PV:Generator Produced DC Electric Energy [J] (Annual)	PV:Generator Produced DC Electric Energy [kWh] (Annual)
1.63E+08	5.61E-06	5.22E+08	0.072893	66328896	2.45E-06	7.51E+08	208.5469	9.71E+08	269.6491

Se adopta la instalación de 1 panel, por lo tanto la energía generada por el mismo es:

Energía GDSFR anual Salta = 1 * 269.64 = 269.64 kWh/año > Energía requerida para mantener condiciones de confort con ocupación anual Salta = 208.54 kWh/año

Ubicación: Rosario

THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: BANO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: COCINA COMEDOR IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy [J] (Annual)	THERMAL ZONE: DORMITORIO IDEAL LOADS AIR SYSTEM:Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [J] (Annual)	Total Heating-Cooling Energy [kwh] (Annual)	PV:Generator Produced DC Electric Energy [J] (Annual)	PV:Generator Produced DC Electric Energy [kWh] (Annual)
248138470	9.0724E-06	707246827	2.31200599	124195792	93692.2156	1079674785	299.90966	1021354820	283.70967

Se adopta la instalación de 2 paneles, por lo tanto, la energía generada por los mismos es:

Energía GDSFR anual Rosario = 2 * 283.70 = 567.4 kWh/año > Energía requerida para mantener condiciones de confort con ocupación anual Rosario = 299.90 kWh/año

- **Energía requerida para mantener condiciones de confort con ocupación y Energía generada por el panel solar fotovoltaico seleccionado para la “Ubicación Promedio Proyecto”:**

A partir de los valores hallados, y a los efectos del cálculo del Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR, se definió como ya se indicara la “Ubicación Promedio Proyecto” para la cual se obtiene la cantidad de paneles y la energía generada por cada uno para esta Ubicación Promedio los cuales generan la misma cantidad de energía que el total de paneles de las distintas locaciones.

La energía producida por el “Panel FV Promedio” (Panel Fotovoltaico Promedio) se expresa por:

$$\text{Energía producida Panel FV Promedio (Anual)} = \text{Energía total producida (Anual)} / \text{Cantidad de paneles}$$

En la tabla de la Fig. 16 se indican los valores hallados para la Ubicación Promedio Proyecto.

Ubicación Promedio Proyecto

Ubicación	Total Heating-Cooling Energy (kwh/año)	PV:Generator Produced DC Electric Energy (kwh/año)	Cantidad de paneles según ubicación Proyecto	Total Produced DC Electric Energy por locación (kwh/año)
Mendoza	357.06	345.92	2	691.84
Trelew	837.70	292.97	3	878.91
Rosario	299.91	283.71	2	567.42
Salta	208.55	269.65	1	269.65
Total	1703.23	1192.25	8	2407.82
Energía producida Panel FV Promedio (Anual) = Energía total producida (Anual) / Cantidad de paneles = 2407.82 (kWh/año) / 8 paneles = 300.98 (kWh/panel año)				
Ubicación	PV:Generator Produced DC Electric Energy Panel FV Promedio (kWh/año)	Cantidad de paneles Ubicación Promedio (*)	Total Produced DC Electric Energy Ubicación Promedio (kwh/año)	
Ubicación Promedio	300.98	3	902.93	

Fig. 16

Ubicación Promedio Proyecto

(*): Si bien la cantidad de paneles en la Ubicación Promedio está dada por el total de paneles dividido la cantidad de locaciones consideradas y dado que la Ubicación Promedio es teórica, se establecieron 3 paneles para la misma a los efectos de que en el cálculo exista un excedente de generación ya que se considera no demandar energía de la red para el abastecimiento de la energía auxiliar requerida.

• **Cálculo del Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina:**

De los “Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción” calculados por INDEC (INDEC, 2020, Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción), se obtiene la “Superficie autorizada por año por permisos de construcción para Argentina”, la cual se indica en la tabla de la Fig. 17.

	Superficie autorizada por año por permisos de construcción Argentina (m2/año)
2016	7883565
2017	8769801
2018	8059840
2019	8951334
Promedio	8416135

Fig. 17

Superficie autorizada por permisos de construcción Argentina

Fuente: INDEC (INDEC, 2020, Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción)

A partir de la Superficie autorizada por permisos de construcción para Argentina se calculó la cantidad de viviendas nuevas por año que se construirían en Argentina tomando como unidad a la superficie cubierta del edificio del Proyecto en estudio, la cual es de 60 m2, Fig. 18.

	Superficie autorizada por año por permisos de construcción Argentina (m2/año)	Cantidad anual de viviendas nuevas en Argentina para la superficie cubierta Proyecto (unidad/año)
2016	7883565	131393
2017	8769801	146163
2018	8059840	134331
2019	8951334	149189
Promedio	8416135	140269

Fig. 18

Cantidad anual de viviendas nuevas Argentina para la superficie cubierta Proyecto

La cantidad de "Panel FV Promedio" a instalar en Argentina por año sobre la base de la cantidad de paneles correspondientes a la "Ubicación Promedio Proyecto" y el Promedio de la cantidad de viviendas nuevas construídas en Argentina en función de la superficie del Proyecto se indica en la Fig. 19.

Cantidad anual de viviendas nuevas en Argentina para la superficie cubierta Proyecto (unidad/año)	Cantidad de Paneles FV "Ubicación Promedio" por vivienda (paneles/unidad)	Cantidad de Panel FV Promedio Argentina por año (paneles/año)
140269	3	420807

Fig. 19
 Cantidad de paneles a instalar en Argentina por año

Dado que para el proyecto se adoptaron paneles solares fotovoltaicos policristalinos de fabricación nacional de 280 W, se obtendría por año una Potencia Instalada teórica GDSFR en Argentina de:

$$\text{Potencia Instalada teórica GDSFR anual Argentina} = 280 * 420807 = 117825960 \text{ (W/año)} = 117.82 \text{ (MW/año)}$$

Extrapolando al 2050 y considerando que se mantienen hasta ese momento las condiciones expresadas, la Potencia Instalada teórica GDSFR Argentina 2050 sería:

$$\text{Potencia Instalada teórica GDSFR Argentina 2050} = 117.82 \text{ (MW/año)} * 30 \text{ (años)} = 3534.77 \text{ (MW)}$$

Si bien el valor hallado surge de un análisis correspondiente a la etapa de estudio de proyecto del mismo se desprende un orden de magnitud de la Potencia Instalada teórica GDSFR a alcanzar para el 2050 en Argentina, que se corresponde con la potencia instalada de varias Centrales Térmicas argentinas, lo que refleja la viabilidad de la GDSFR.

Considerando la energía anual producida por el "Panel FV Promedio" y la cantidad de paneles FV promedio a instalar en Argentina por año se obtiene la energía generada anual para Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR Argentina, Fig 20.

Cantidad de Panel FV Promedio en Argentina por año (paneles/año)	PV:Generator Produced DC Electric Energy Panel FV Promedio (kWh/año)	Total GDSFR para Reemplazo Consumos Residenciales ENR Argentina (kWh/año)
420807	300.98	126654490.8

Fig. 20
 Energía GDSFR anual para Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR Argentina

Es decir:

$$\text{Energía GDSFR anual para Reemplazo Consumos Residenciales ENR Argentina} = 126654490.8 \text{ kWh/año} = 126.65 \text{ GWh/año}$$

Extrapolando al 2050 y considerando que se mantienen hasta ese momento las condiciones expresadas, la Energía GDSFR anual para Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR Argentina al 2050 se indica en la tabla de la Fig. 21:

Cantidad de Panel FV Promedio Argentina al 2050 (paneles)	PV:Generator Produced DC Electric Energy Panel FV Promedio (kWh/año)	Total GDSFR para Reemplazo Consumos Residenciales ENR Argentina (kWh/año)	Total GDSFR para Reemplazo Consumos Residenciales ENR Argentina (GWh/año)
12624210	300.98	3799634725	3799.63

Fig. 21

Energía GDSFR anual para Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR Argentina al 2050

Como se expresó, en el 2019 las ENR residenciales correspondieron al 21.6% del total del consumo de energía de Argentina, Fig 22:

Total consumo energía Argentina 2019 (kTep/año) (*)	Consumos Residenciales ENR 2019 (kTep/año) (*)	Consumos Residenciales ENR 2019 (GWh/año) (**)
55685	12027.96	139795

Fig. 22

Consumos Residenciales de ENR Argentina 2019

Fuente: "BEN 2019" (SE, 2020, Balance Energético Nacional 2019).

(*): kTep (kilo tonelada equivalente de petróleo)

(**): En el "BEN" (Secretaría de Energía de la República Argentina [SE], 2020, Balance Energético Nacional) se asume para el petróleo un poder calorífico inferior o neto de 10.000 kcal/kg y una equivalencia de 1 J = 0,239 cal

Dado que el estudio se realizó extrapolando los conceptos de diseño bioclimático del edificio de Proyecto a todas las construcciones privadas nuevas de Argentina hasta el 2050, que del mismo modo los conceptos de diseño bioclimático se pueden extrapolar a las construcciones nuevas gestionadas por el Estado para ese período, en función de lo cual la demanda de energía auxiliar no se incrementaría y los Consumos Residenciales ENR al 2050 tendrían sólo un incremento debido a los restantes consumos residenciales, (electrodomésticos, etc.) los cuales son sustancialmente menores al requerimiento de energía auxiliar, por lo que los Consumos Residenciales ENR al 2050 se podrían expresar, para las citadas condiciones, igual a lo calculado anteriormente, es decir:

Consumos Residenciales ENR al 2050 = 139795 GWh/año

Por lo tanto si la energía GDSFR anual calculada para Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR Argentina al 2050, considerando sólo construcciones nuevas privadas, es de 3799.63 (GWh/año) se concluye que el Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR de Argentina al 2050 por la GDSFR anual para éstas condiciones sería del 2.72 %, Fig. 23:

Consumos Residenciales ENR al 2050 (GWh/año)	Total GDSFR para Reemplazo Consumos Residenciales ENR Argentina (GWh/año)	Reemplazo Consumos Residenciales ENR por la GDSFR anual al 2050 (%)
139795	3799.63	2.72%

Fig. 23

Reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR Argentina por GDSFR al 2050

Este valor hallado corresponde a una etapa de estudio y solamente al reemplazo de la energía auxiliar debido a la GDSFR en construcciones privadas nuevas de diseño bioclimático. Éste se incrementaría si se consideraría a la GDSFR en construcciones nuevas de diseño bioclimático gestionadas por el Estado o disminuiría en el caso que las construcciones nuevas no contemplen diseño bioclimático o por el incremento debido a los demás consumos residenciales. Sin embargo refleja un orden de magnitud del reemplazo de las ENR residenciales para Argentina al 2050 lo cual expresa la viabilidad de la aplicación de las técnicas de la Arquitectura Bioclimática y la Generación Distribuida Solar Fotovoltaica Residencial para el reemplazo de las ENR de los consumos residenciales.

5) Conclusiones

Del estudio se desprende un orden de magnitud correspondiente al reemplazo de los consumos de ENR Residenciales de Argentina al 2050 como así también de la Potencia Instalada teórica GDSFR a alcanzar en Argentina para ese momento. Ésta se corresponde con la potencia instalada de varias Centrales Térmicas argentinas lo cual refleja la viabilidad de la GDSFR.

Se verifican a la vez beneficios por la inexistencia de pérdidas por transporte, puesto que la generación se realiza en el punto de consumo, y la amabilidad ambiental, al no generar nuevos impactos ambientales dado que la instalación de los paneles se realiza en viviendas ya construidas, y así mismo que los valores hallados se incrementarían si se consideraría la instalación de los paneles propuestos en cada una de las viviendas nuevas que fuesen gestionadas por el Estado.

En base a los resultados obtenidos se puede expresar que tanto las Estrategias de la Arquitectura Bioclimática, a los efectos de reducir el requerimiento de energía auxiliar, como así también la incorporación de energía generada in situ, como es la GDSFR, son acciones apropiadas para el reemplazo de los Consumos Residenciales de ENR correspondientes a la República Argentina al 2050 con el fin de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París.

6) Prospectiva para futuros trabajos

De los resultados alcanzados se destaca que los mismos reflejan sólo un orden de magnitud del reemplazo de los consumos de ENR Residenciales para Argentina al 2050, como así también de la Potencia Instalada teórica GDSFR a alcanzar en Argentina para ese momento, requiriéndose un estudio más detallado con el fin de obtener valores más exactos.

También se desprende del análisis que para alcanzar los objetivos se requiere un cambio de paradigmas tanto de arquitectura como de ingeniería a fin de lograr la sostenibilidad de los proyectos; por lo tanto será necesario:

- Diseñar edificios desde el punto de vista de la Arquitectura Bioclimática.
- Considerar a la generación como bien de consumo, con el objetivo de generar para consumir en el lugar de uso evitando pérdidas por transporte.
- Diseñar minimizando la huella de carbono.

Bibliografía básica

- Fernández Llano J. (2020). Caracterización Climática de la Prov. de Mendoza, Módulo 3 MDSHH Universidad Tecnológica Nacional FRM.
- Mercado V. y Fernández Llano J. (2020). Confort Térmico y balance Energético, Módulo 5 MDSHH Universidad Tecnológica Nacional FRM.
- Mercado V. y Correa E. (2020). Estrategias Energéticas, Módulo 6 MDSHH Universidad Tecnológica Nacional FRM.
- Hernández A. (2020). Método de Prediseño Térmico de Edificios con Aprovechamiento Solar, Módulo 6 MDSHH Universidad Tecnológica Nacional FRM.
- Ley 27424, "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública".
- Naciones Unidas (2015). *Acuerdo de París 2015*. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020). *Indicadores de coyuntura de la actividad de la construcción*. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-3-42>
- Secretaría de Energía de la República Argentina (2020). *Balance Energético Nacional 2019*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
- Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (2020). *Informe anual Cammesa 2019*. <https://portalweb.cammesa.com/Pages/PgInformeAnual.aspx>
- Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de la Prov. de Mendoza (2020). *Permisos de construcción*. <http://www.deie.mendoza.gov.ar/#!/mendoza-en-datos>
- EnergyPlus (9.2.0) [Software]. (2019). <https://energyplus.net/downloads>; U.S. Department of Energy
- PVWatts Calculator (v.5) [Software]. (2020). <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>; NREL, National Renewable Energy Laboratory
- OpenStudio (2.9.1) [Software]. (2019). <https://www.openstudio.net/downloads>; Alliance for Sustainable Energy, LLC and others contributors
- SketchUp Make (2017) [Software]. (2017). <https://www.sketchup.com/es/plans-and-pricing/sketchup-free>; Trimble Inc.

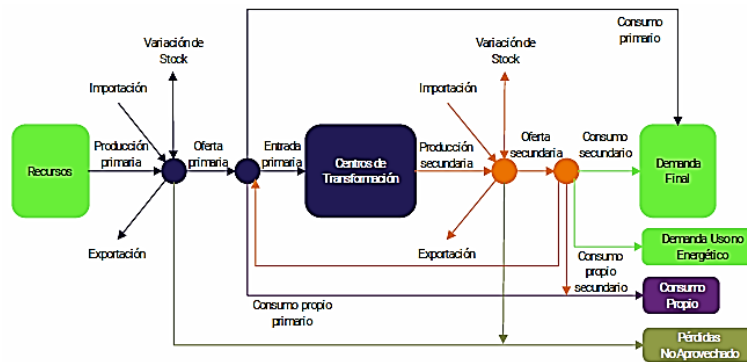
Anexos

Balance Energético Nacional (Fuente: Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía de la República Argentina):

El balance energético es un conjunto de relaciones de equilibrio que contabilizan los flujos de energía a través de distintos eventos desde su producción hasta su consumo final. Esta contabilización se lleva a cabo para el territorio nacional para un año determinado.

Para permitir las comparaciones entre los flujos de diferentes fuentes es necesario que todas las medidas se encuentren en una unidad común, por este motivo se convierten los flujos físicos a flujos calóricos utilizando como factores de conversión los poderes caloríficos de las distintas fuentes combustibles.

La figura siguiente indica el Esquema del Balance Energético Nacional.



Esquema del Balance Energético Nacional
Fuente: Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía de la República Argentina

La tabla siguiente muestra la información consolidada del Balance Energético Nacional:

FORMAS DE ENERGÍA	OFERTA								CENTROS DE TRANSFORMACIÓN									CONSUMO																				
	PRODUCCIÓN NACIONAL	IMPORTACIÓN	VARIACIÓN STOCK	EXPORTACIÓN	PÉRDIDAS	AGUJAS	OFFERTA INTERNA	OFFERTA EXTERNA	CENTRALES ELÉCTRICAS	PALEO	REFINERÍA	ADICIÓN	COQUE	CARBÓN	ALQUITRAN	CENizas	TOTAL	CONSUMO PRIMARIO	CONSUMO SECUNDARIO	CONSUMO FINAL																		
Energía Hidráulica	3,031	-	-	-	-30	-	3,001	-2,996	-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Energía Nuclear	-	2,200	-	-	-	-	-	2,200	-2,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gas Natural de Pozo	43,348	-	-	-	-246	-1,051	-	42,051	-	-	-37,694	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Petróleo	26,269	-	373	-3,389	-	-	458	23,711	-	-	-	-23,612	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbón Mineral	62	546	160	-36	-	-	-33	699	-120	-17	-	-	-	-	-519	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luz	1,016	-	-	-	-	-	-	1,016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bagozo	1,039	-	-	-	-	-	-	1,039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcoholes Vegetales	1,992	-	-	-	-	-	-	1,992	-	-	-	-	-	-	-1,992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcoholes Vegetales	560	-	-	-	-	-	-	560	-	-	-	-	-	-	-560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energía Eólica	559	-	-	-	-	-	-	559	-430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energía Solar	69	-	-	-	-	-	-	69	-49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Primarios	295	-	-	-	-	-	-	295	-30	-285	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL I	78,240	2,746	532	-3,425	-246	-1,081	425	77,191	-5,844	-766	-37,694	-23,612	-2,552	-519	-425	-4,456	1,322	-	-	-	92	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Energía Eléctrica	12,000	941	-	-22	-	-1,794	-	11,124	10,662	1,337	-	-	-	-	-	-321	10,800	-	3,713	2,679	45	76	4,280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gas Distribuido por Redes	33,034	5,698	18	-231	-134	-3,195	-	35,190	-12,537	-2,419	33,034	-	-	-	-	-774	19,460	-	8,474	1,208	2,043	-	7,734	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas de Refinería	1,099	-	-	-	-	-	-51	1,048	-	-58	1,099	-	-	-	-	-900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas Licuado	3,045	-	-7	-1,346	-	-	-	1,692	-	-	2,195	851	-	-	-	-37	1,655	-	1,192	199	-	83	182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasolina Natural	1,009	-	-	-280	-	-	69	796	-	-	1,009	798	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Nafas	678	113	5	-595	-	-	48	250	-	-	678	-	-	-	-	-	250	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Motorina Total	5,756	391	29	-	-	-	-	6,176	-	-	5,756	-	-	-	-	-	6,176	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Keroseno y Aero-keroseno	1,548	224	-3	-1,145	-	-	-	624	-	-	1,548	-	-	-	-	-	624	-	9	-	615	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diesel Oil + Gas Oil	3,572	1,978	158	-111	-	-	-	19,596	348	49	-	8,572	-	-	-	-	18,178	-	102	6,716	3,295	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Fuel Oil	2,056	-	47	-1,215	-	-	202	1,130	-182	-157	2,056	-	-	-	-	-418	373	-	52	71	101	149	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Carbón Residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
No Energético	2,662	114	-6	-89	-	-	-	2,680	-	-	1,457	704	-	-	16	486	2,680	2,680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gas de Coque	79	-	-	-	-	-	-	79	-	-	-	-	-	-	79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gas de Alto Horno	517	-	-	-	-	-	-	517	-	-180	-	-	-	-	-	517	-387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Coque	1,384	-	-	-	-	-	-	1,384	-	-	994	-	-	390	-	-1,056	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Carbón de Laña	288	-	-	-	-	-	-	288	-	-	-	-	-	-	-	-	288	-	-	-	173	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bioetanol	244	-	-	-	-	-	-	244	-	-	5	-	-	-	-	-	239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Biodiesel	1,913	-	-	-933	-	-	-	1,010	-	-	1,911	-	-	-	-	-	1,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL II	76,220	8,480	242	-5,938	-134	-4,989	287	75,128	-13,067	-2,875	-798	-	-	-	-1,056	-2,969	54,364	3,298	13,361	4,400	17,218	3,645	13,514	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Matriz Energética, Balance Energético Nacional
Fuente: Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía de la República Argentina



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PANELES Y LECTURA DE CÓDIGOS

- CONFORMIDAD IRAM
- TOLERANCIA DE POTENCIA POSITIVA +5W
- RESISTENCIA DE IMPACTOS
De elementos de 25 mm de diámetro a 88 km/h
- MARCO EN ALUMINIO ANODIZADO CON ENCASTRE PRESURIZADO
- JUNCTION BOX IP67

- CERTIFICACIONES IEC 61215 Y IEC 61730-1/2
- VIDRIO TEMPLADO PRISMÁTICO
Con bajo contenido de hierro de excelente calidad para optimizar la percepción de luz. Grosor de 4 mm / 3,2 mm.
- CARGA MÁXIMA DE SUPERFICIE DE 550 KG/M2
- NOCT = 45 °C
Intervalo de temperatura de operación: -40°C a +85°C

GARANTÍAS

SOBRE DEFECTO DE FABRICACIÓN: 12 AÑOS
 10 AÑOS HASTA EL 90% DE LA POTENCIA INICIAL DECLARADA
 25 AÑOS HASTA EL 80% DE LA POTENCIA INICIAL DECLARADA



• CODIFICACIÓN DE MODELO

LVE 60 PS

01

02

03

01: LVE = LV-Energy

02: 60 = Número de celdas

03: P = Policristalino, M= Monocristalino

S = Standard o T=(Transparent) Transparente

o R=(Red) Rojo o G=(Green) Verde

e = Evolution



Powered by RISEN ENERGY
 Materiales y Control de Calidad aprobados por
 RISEN ENERGY CO.LTD
 BLOOMBERG TIER1
 2do en PHOTON INT. YIELD RANK

CONTROL DE CALIDAD

IEC 61215
IEC 61730-1/2





MODELO: LVE60PSe

COMPORTAMIENTO EN CONDICIONES DE PRUEBAS ESTANDARIZADAS STC*

Clase de potencia	P _{max}	270 Wp	275 Wp	280 Wp
Eficiencia	η	16,5 %	16,8 %	17,1 %
Tensión a circuito abierto	V _{oc}	38,2 V	38,4 V	38,6 V
Corriente de corto circuito	I _{sc}	9,20 A	9,28 A	9,36 A
Tensión a la máxima potencia	V _{mp}	31,2 V	31,5 V	31,8 V
Corriente a la máxima potencia	I _{mp}	8,66 A	8,74 A	8,82 A

*Nota: en condiciones estándar: radiación 1000W/m² - temperatura del célula: 20°C - masa de aire AM1.5
 Tolerancia de calidad P_{max} ± 2%

MATERIAL UTILIZADO

Celdas por Módulo	60
Tipo de Celda	500 policristalino
Medida de Celda	156mm x 156mm
Lado Frontal	Vidrio antirreflejante templado (N 1210)

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

NOCT	45 +/- 2 °C
TC I _{sc}	0,05 % / °C
TC V _{oc}	-0,32% / °C
TC P _{mp}	-0,39% / °C

PARÁMETROS ELÉCTRICOS

Tensión máx. del sistema clase II	1000 V
Carga máx. de corriente invertida	15 A
Número de diodos de bypass	3
Conector	MC4
Tolerancia de sorting P _{max}	+5W
Tipo de protección (IP)	IP67

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Cable	4 mm ² - 900 mm
Largo	1650 mm
Ancho	992 mm
Grosor	35 mm
Peso	18 kg
Marco	Aluminio Anodizado
Espesor Vidrio	3,2 mm

