



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería

2018

TRABAJO PRACTICO FINAL ENERGIAS RENOVABLES



Integrantes:

- Allende, Miguel (PY)
- Cristaldo, Guillermo
- Fernández A., Sebastian
- Fernández C., Paul

GRUPO N°16

Facultad de Ingeniería - UNNE



INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos se ha generado un crecimiento en la demanda de energía a nivel mundial; como respuesta a esto, se fue transformando la manera de generar esta energía, ya que la existente era incapaz de cubrir con las necesidades de la creciente sociedad.

Conjuntamente nacen nuevas necesidades ecológicas, creando nuevas demandas sociales, políticas y económicas.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en el presente trabajo se tiene la intención de implementar recursos de energías renovables a proyectos reales y evaluar su practicidad de implementación, donde en nuestro trabajo se analizó la factibilidad de la instalación de un “Sistema de paneles Fotovoltaicos” y un “Sistema de colectores Solares” para un proyecto de vivienda unifamiliar ubicada en la localidad de Resistencia, Chaco.

En primera instancia para su realización, se evaluó el consumo de nuestra vivienda y a partir de estas se dimensionaron los equipos necesarios para distintas situaciones.

Como tarea principal se buscó el punto óptimo para ambas instalaciones, realizando un análisis donde se tuvo en cuenta las variables económicas de gasto fijo y variable.

Ante esta búsqueda se propuso distintas instalaciones a fin de lograr que los costos de la adquisición de los equipos no sean excesivos y tener un confort adecuado tanto para la vivienda como para el Cliente.

OBJETIVOS

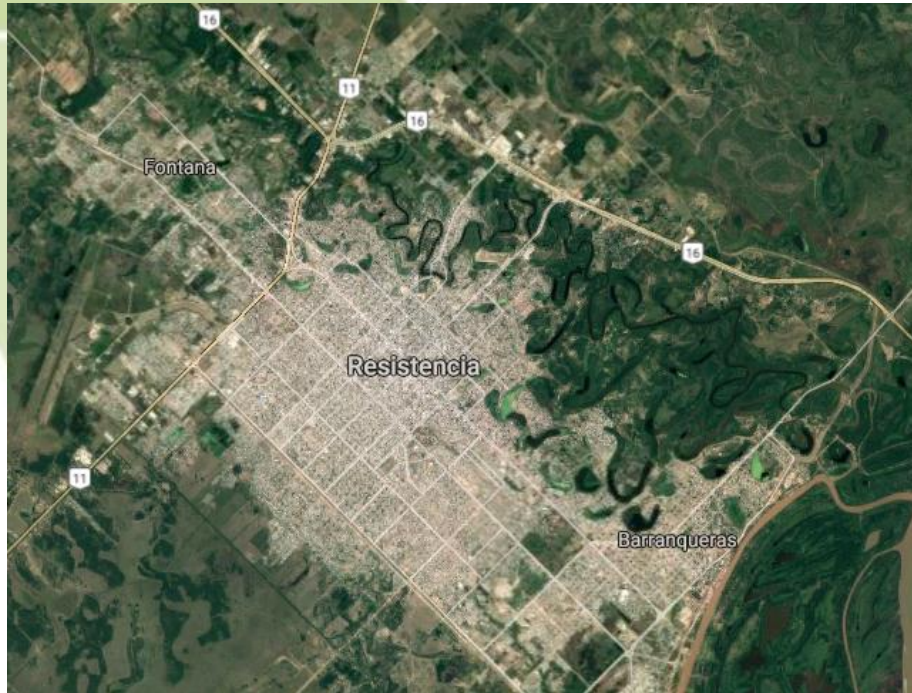
- Aplicar los conocimientos adquiridos en el curso de energías renovables.
- Analizar la posibilidad de utilizar los recursos con los que se cuentan en la zona.
- Realizar la funcionalización y acondicionamiento del proyecto de una vivienda, con la implementación de nuevas tecnologías que ayuden a cumplir con las metas de confort planteadas.
- Analizar las distintas tecnologías que pueden ser factibles de utilizar.
- Optar por la utilización de tecnologías que generen ahorro energético.
- Provocar el menor impacto ambiental.



PRESENTACION DE LA PROPUESTA

La propuesta consiste en la adaptación de un sistema de **Paneles Fotovoltaicos** y un sistema de **Colector Solar de Tubos al Vacío** para la producción de energía eléctrica y agua caliente que cubrirá cierto porcentaje de demanda de la vivienda unifamiliar analizada.

Este proyecto se emplaza en la ciudad de Resistencia-Chaco, dentro del casco urbano, en la esquina entre calle Ayacucho y calle López y Planes.



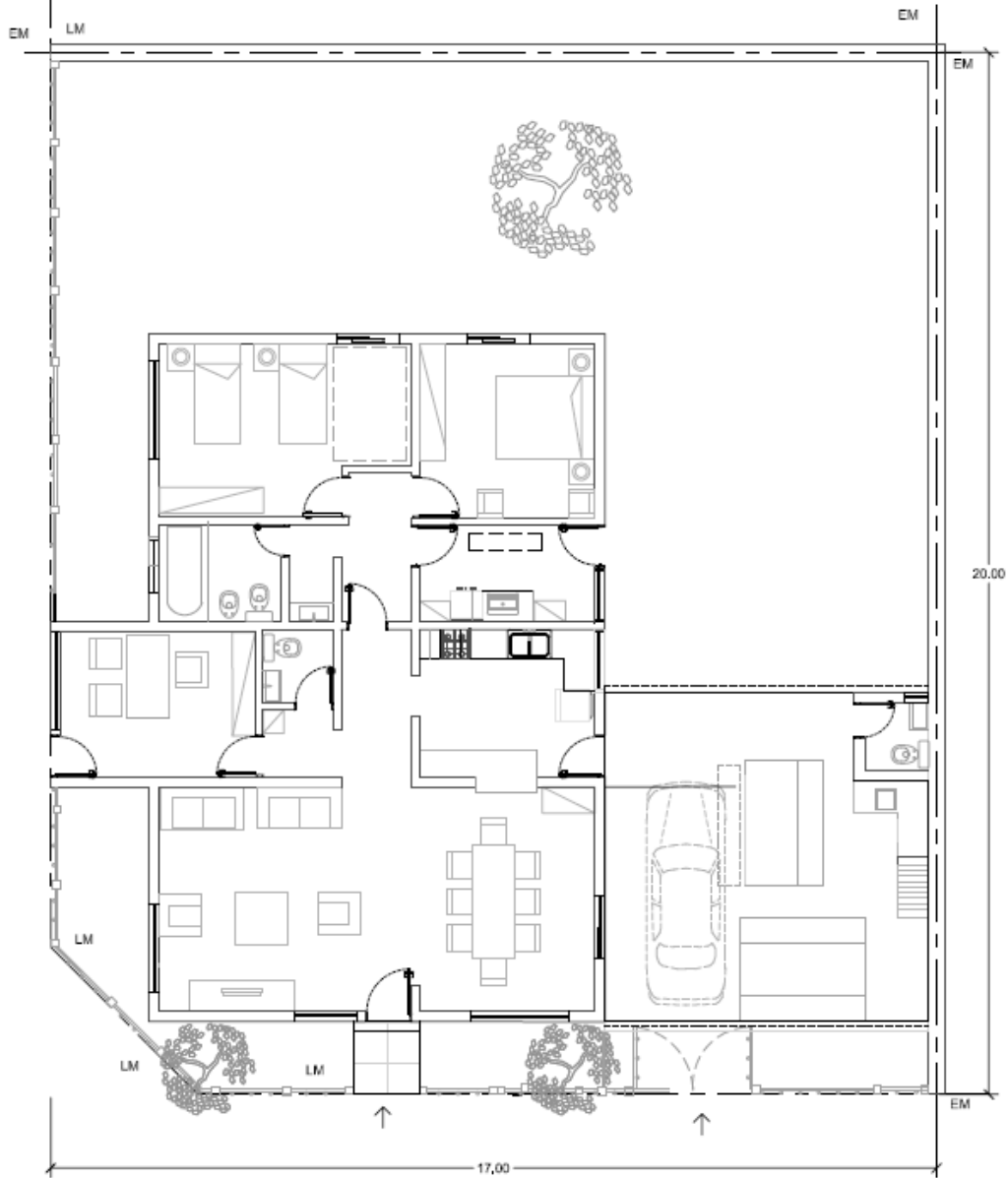
Localización en la Ciudad



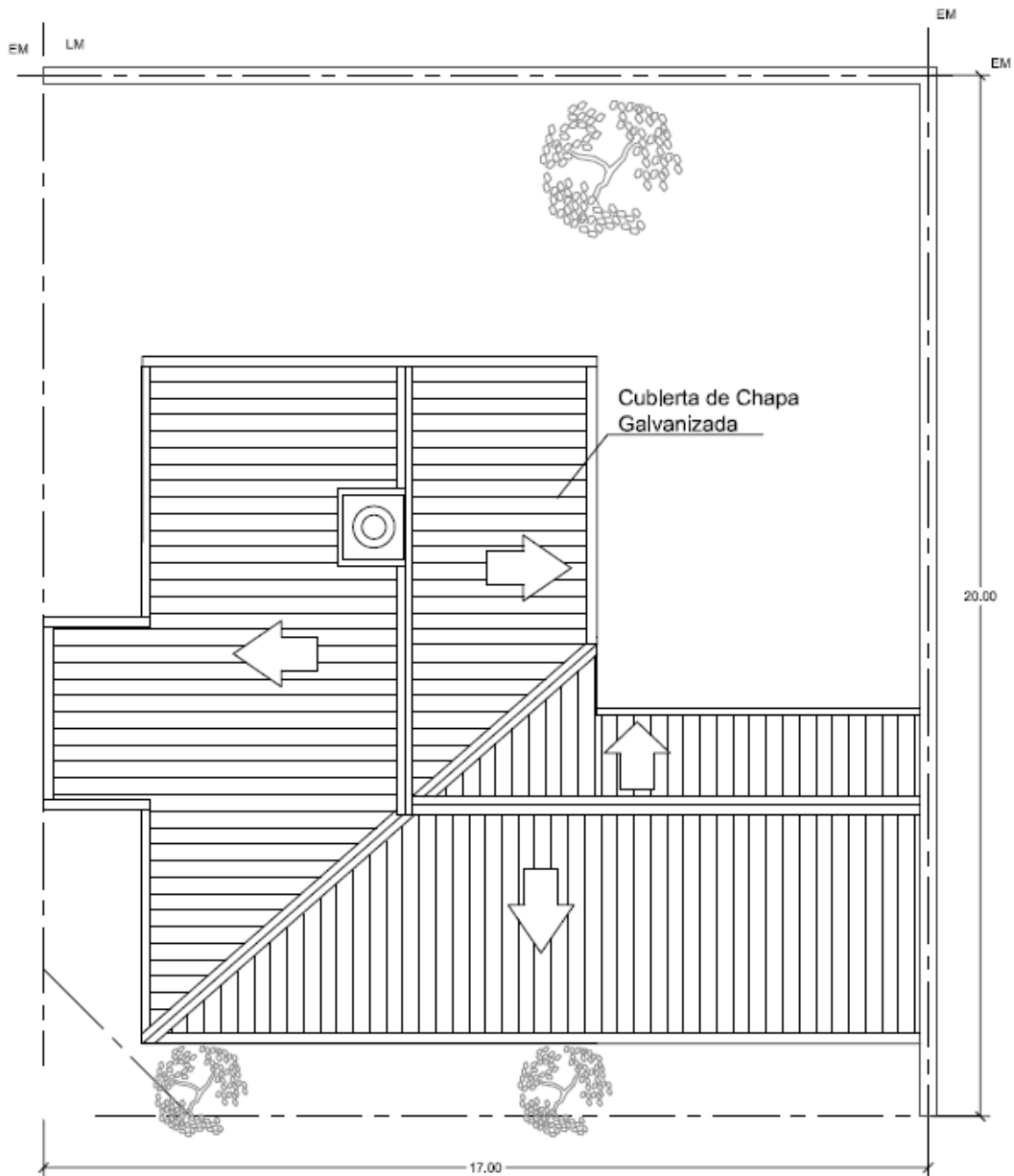


UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE

Trabajo Práctico Final Integrador - Energías Renovables



VISTA EN PLANTA ESCALA 1:100



VISTA EN PLANTA DE TECHO ESCALA 1:100



MARCO TEORICO

La energía hace funcionar el mundo. La industria, transporte, calefacción y el uso de aparatos eléctricos y electrónicos en general, son posibles gracias a la energía.

Actualmente podemos producir la energía necesaria para estas actividades, pero el futuro no es tan alentador. Es por este y otros motivos, como el deterioro ambiental, que se ve la necesidad de ir buscando otras fuentes de energía que ayuden a cubrir demandas y no producir efectos nocivos para el medio ambiente. De esta manera surgen las ENERGIAS RENOVABLES como métodos no convencionales de producción de energía.

Una instalación no convencional de captación de energía a través de paneles fotovoltaicos y de Colector Solar, se compone de un conjunto de elementos que trabajan de manera sistémica en una forma correcta y adecuada, y así producir energía eléctrica.

- **Panel Fotovoltaico (Módulo)**

EL panel convierte la energía de la radiación solar incidente en corriente eléctrica (corriente continua 12 o 24V). Mecánicamente está construido para soportar condiciones ambientales severas y después de 20 años de uso baja su rendimiento en un 8% aproximadamente. No es un componente que deba ser reemplazado en las instalaciones solares por degradación de sus características.

El material más utilizado en la actualidad para la fabricación de células fotovoltaicas es el silicio, que es el material más abundante en la Tierra después del oxígeno; la combinación de ambos forma el 60% de la corteza terrestre.

Tradicionalmente han coexistido tres tipos de células de silicio.

- Silicio monocristalino: utiliza lingotes puros de silicio (los mismos que utiliza la industria de chips electrónicos). Son los más eficientes, con rendimientos superiores al 12%.
- Silicio policristalino: se fabrica a partir de restos de piezas de silicio monocristalino. Su rendimiento es algo inferior pero su menor coste ha contribuido enormemente a aumentar su uso.
- Silicio amorfo: se obtiene por deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es bastante menor que los anteriores, por lo que su uso se limita a aplicaciones de pequeña potencia como calculadoras, relojes, etc.



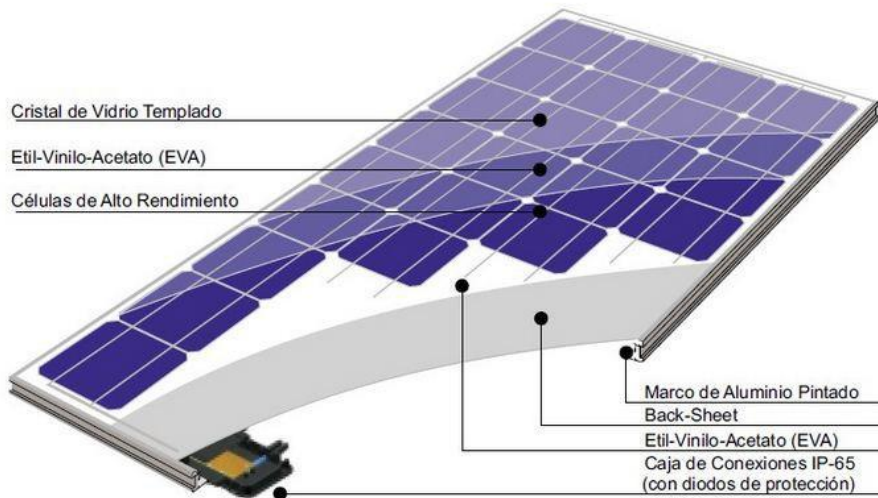
Funcionamiento del Panel

El Panel solar es un dispositivo compuesto por un conjunto de celdas fotovoltaicas, montadas sobre una placa base y conectadas convenientemente para lograr el máximo aprovechamiento de la radiación solar.

Sobre las celdas se ubica un material transparente a los rayos solares que las protege de la incidencia de factores externos.

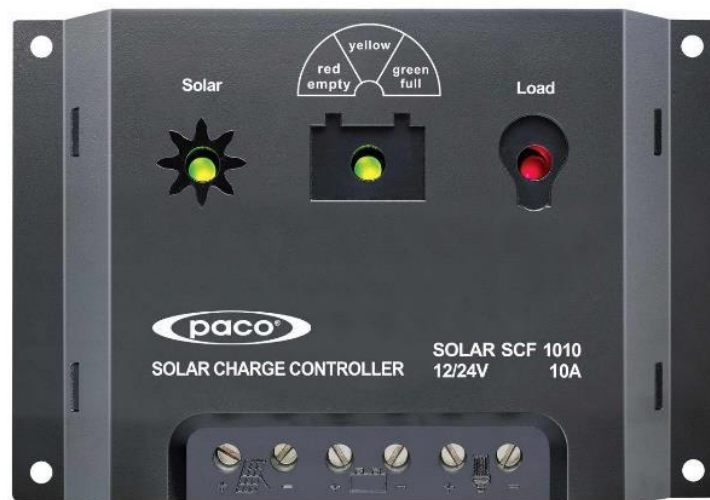
Este conjunto se monta sobre un marco de aluminio que da rigidez mecánica al dispositivo, terminando el montaje con un sello en ambas caras que hace al sistema estanco, especialmente a la humedad ambiente.

En la parte posterior se instala una caja de conexiones, donde se conectarán los conductores que hacen de nexo entre el panel y el sistema solar.



Regulador de Tensión

Es un dispositivo electrónico que evita sobrecargas o descargas excesivas de los acumuladores, y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia. Construido con componentes electrónicos de alta calidad, su vida útil excede ampliamente la garantía dada por el fabricante.





Inversor

Dispositivo electrónico (opcional), que transforma la corriente continua de 12 ó 24V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V (alimentación de red domiciliaria). Al igual que el regulador, su vida útil excede ampliamente la garantía dada por el fabricante.



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA COMPLETO





Dimensionado Paneles Fotovoltaicos:

La vivienda elegida consta de una planta con quincho con una superficie de $134,24m^2$ según Asociación Electrotécnica Argentina corresponde un grado de electrificación elevada (según tabla 771.8.1 con $\text{área} > 130m^2$) la demanda simultanea máxima calculada es 10 KVA.

Para sala de estar y comedor: área de $41,36 m^2$ corresponde 7 tomacorrientes de uso general 1 de uso especial y 3 bocas de iluminación

- ✓ Baño principal: un tomacorriente de uso especial y una boca de iluminación
- ✓ Toilette: una boca de iluminación y un tomacorriente de uso general.
- ✓ Pasillos: cada uno tendrá una boca de alumbrado y un toma de uso general, para dos pasillos suman dos tomacorrientes y dos bocas de alumbrado.
- ✓ Lavadero: Un toma de uso especial, uno de uso general y una boca de iluminación.
- ✓ Estudio: se calcula como un dormitorio, corresponde un toma de uso especial, uno de uso general y una boca de iluminación.
- ✓ Garaje: es calculado como lavadero ya que comparte el mismo espacio abierto que el quincho, este requiere una boca de alumbrado.
- ✓ Iluminación exterior: una boca de alumbrado en cada entrada y dos bocas de alumbrado en el patio.

| Tipo | Cantidad | Consumo unitario(watt) | Coefficiente de Simultaneidad | Consumo total (Watt) |
|---|----------|------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Boca de alumbrado | 17 | 125 | 0,66 | 1402,4 |
| Tomacorriente de uso Gral. | 28 | 250 | 0,6 | 4200 |
| Tomacorriente de uso especial (por consumo) | 3 | 2000 | 1 | 6000 (verano) |
| Tomacorriente de uso especial (por ubicación) | 6 | 250 | 1 | 1500 |
| Total | - | - | 0,9 | 11,79 KW |



De boletas de servicio se pudo obtener una estimación:

| Mes | En. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep | Oc. | Nov. | Dic. |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Consumo en KWatt*hs/día | 22.5 | 24.6 | 13.3 | 12.9 | 9.12 | 9.03 | 8.77 | 9.67 | 10.3 | 10.9 | 13.6 | 14.5 |

Promedio Anual: 13.27KW*Hs/Día

Para un precio en dólares de la electricidad por mes se utilizan diferentes valores a lo largo del último año, se utilizó el cuadro tarifario del 2018, para el mes de julio (aunque el saldo analizado corresponde al mes de febrero del corriente año) y precio de dólar en ese mes.

Según el cuadro tarifario se cobra un cargo fijo, un cargo para los primeros 50Kw, otro para los siguientes 100 Kwh, un tercer cargo para los siguientes 150 Kwh, y por arriba de los 300 Kw el precio se mantiene constante, asimismo existe un cargo tarifario específico (fijo y variable).

Fuente: cuadro tarifario de secheep

- ✓ <http://www.secheep.gov.ar/wp-content/uploads/2018/01/Cuadro-Tarifario-Dic-2017-Feb-2018.pdf>
- ✓ <http://comunicacion.chaco.gov.ar/noticia/45558/el-precio-unitario-de-la-energia-de-secheep-se-incremento-en-promedio-un-50-en-las-ultimas-facturas->

Esta última noticia estima un precio de 4\$/Kwh por esto podemos decir que cuanto mayor sea el precio en dólares mayor será el ahorro, así mismo la tendencia es que los precios en instalaciones fotovoltaicas disminuyan con el tiempo y la tecnología.



✓ **Caso 0 - Sin Instalación Fotovoltaica**

Este caso se analiza a efectos de obtener una tarifa promedio sin subsidios respecto de la cual se obtendrá un ahorro en dinero para los siguientes casos.

| | Precio en pesos | En dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
|-----------------------------------|------------------|--|-------------------|---------------------------------|
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 Kw | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 | |
| Siguientes 100 Kw | 1,5538 | 0,05430968 | 5,43096819 | |
| Siguientes 150 Kw | 1,662 | 0,05809158 | 8,71373646 | |
| Excedente 300 Kw | 1,9913 | 0,06960154 | 11,043444 | Total antes de Impuestos |
| Cargo Tarifario Especifico | | | | 29,8533007 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 1,92380287 | |
| Total en pesos | 933,142933 | total en dólares | 32,6159711 | |
| | | | | |
| | | IVA 21% | 6,26919315 | |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 3,2062445 | |
| Total en pesos | 1204,2352 | Total tarifa sin subsidios en dólares | 42,0914088 | |

Calculo de la cantidad de paneles

Se efectúan cálculos cubriendo demandas del 25%, 50%, 75%, 90% y 100% de la demanda promedio, asimismo se agregó un caso de cobertura levemente menor al 50% de la demanda donde el inversor usado era menor y esto podría haber afectado los costos y los índices de rentabilidad analizados.

Además el presupuesto debe contemplar:

Soportes para paneles solares: en el mercado se obtienen diversos soportes de altura variable.





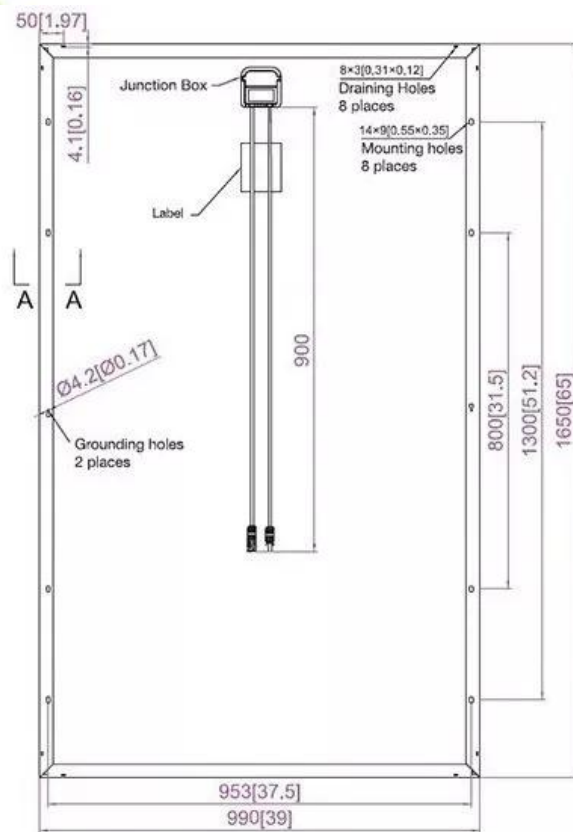
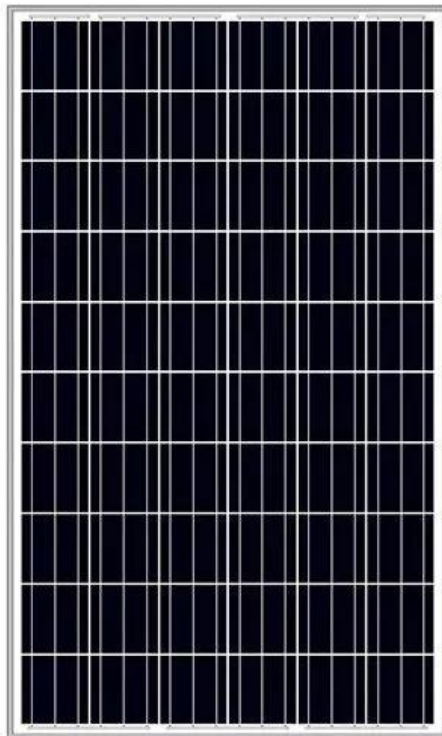
UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE

Trabajo Práctico Final Integrador - Energías Renovables

- ✓ Precio por par de soportes=1500\$=52,43US\$
- ✓ Perfiles de apoyo: perfil C de acero =685\$=23,94US\$

Los anteriores son variables con el número de paneles, es decir a mayor número de paneles mayor número de soportes y más metros de perfil para apoyo

Dimensiones del Panel Solar





✓ **Caso 1 - Cubriendo el 100% de la demanda promedio.**

Calculamos el Promedio del Consumo Mensual (PCM): **13.26 Kwh/Día**

Existe una pérdida en el sistema de 3% a 5% por lo tanto, con una $P=0.5\text{Kwh/Día}$

$$\text{Energía Total Demandada} = \text{PCM} + P = 13.26 + 0.5 = 13.76 \text{ Kwh/Día}$$

- Calculamos el número de horas de sol equivalentes:

$$\text{HSE} = \frac{(\text{Oferta del Mes})}{1\text{Kw/m}^2} = \frac{4.72 \text{ Kwh/m}^2/\text{Día}}{1\text{Kw/m}^2} = 4.72\text{h/Día}$$

- Calculamos la Potencia Necesaria:

$$P = \frac{(\text{Demanda del Mes})}{\text{HSE}} = \frac{13.76 \text{ Kwh/Día}}{4.72\text{h/Día}} = 2.92 \text{ Kw} = 2920\text{W}$$

- Adoptamos "PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 260W (24V)"

- Calculamos el Numero de Paneles en Serie:

$$\text{Nps} = \frac{V_n}{V_m} = \frac{220\text{V}}{24\text{V}} = 9.16 \approx 9 \text{ Paneles}$$

Dónde: V_n es 220V y V_m es la del panel.

- Calculamos el número de Paneles en Paralelo:

$$\text{Npp} = \frac{P}{P_m * \text{Nps}} = \frac{2920\text{W}}{208\text{W} * 9} = 1.59 \approx 2 \text{ Paneles}$$

$$P_m = P (\text{Panel}) * 0.8 (\text{Coeficiente de Rendimiento}) = 200\text{W}$$

$$\text{PRODUCCION EN WATT: } (260\text{W} * 0.8 * 9 * 2) = 3744\text{W}$$

SE ADOPTA:

- "PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 260W (24V)" x 18 Unidades
- Inversor de inyección a red 3KW Grid Tie (GOODWE)-(Adoptado de Catalogo otorgado por la Catedra)
- La vida útil garantizada de un panel solar garantizada es de 20 a 25 años en diversas marcas
- Regulador Digital LCD + 2 USB 12/24v 40 Amp-(Adoptado de Catalogo otorgado por la Catedra)



| | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|--|-------------------|---------------------------------|
| Consumo en Kwh/mes | 0 | 0 | | |
| Porcentaje cubierto | 100 | | | |
| | Precio en pesos | En dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 Kw | 1,4108 | 0,04931143 | 0 | |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 0 | |
| Siguientes 150 Kw | 1,662 | 0,05809158 | 0 | |
| Excedente 300 Kw | 1,9913 | 0,06960154 | 0 | Total antes de impuestos |
| Cargo Tarifario específico | | | | 2,19958057 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 0 | |
| Total en pesos | 86,9300001 | Total en dólares | 3,0384481 | |
| | | IVA 21% | 0,46191192 | |
| | | 10,74% Ley provincial 3082/85 | 0,23623495 | |
| Total en pesos | 106,903982 | Total tarifa sin subsidios | 3,73659497 | |

Para este caso se estiman tres días de trabajo, con un día de instalación de estructura, un segundo de colocación de cableado y conexión y un tercer día para ajustes y limpieza con un precio por jornada de trabajo de 300\$ / hora o 4,5Us\$.



| Artículo | Precio | Cantidad | Costo de todas las unidades | |
|---|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 310 w y 24v | 287,91 | 18 | 5182,38 | |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | no necesita | 0 | 0 | |
| Integrales: Inversor cargador-transreg IMPPT de 2,4 a 4,8 Kw | 775,71 | 1 | 775,71 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica Trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio-_JM |
| Perfiles "C" por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | Precio por hora en dólares | Horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 12 | 108 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 12 | 108 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 12 | 108 | |
| COSTO TOTAL | | | 7609,84 | |

Comparando el precio de la tarifa con el precio de la misma sin instalación:

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 Kwh | Tarifa devolviendo el 100% del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|------------|--|--|------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 106,903982 | 1097,33122 |
| En dólares | 42,0914088 | 3,73659497 | 38,3548138 |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
|--|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| Ingresos ahorro en dinero por periodo | | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | 46 0,2 57 76 5 | |
| Egresos | 6 9 7 4, 3 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de Fondos | - 69 74 ,3 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | 460 ,25 776 5 | |

| | |
|--|-------------|
| Tir real | 4% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,355777472 |

| Periodo de recuperacion de la Inversión (Años) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|--|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Flujo Acumulado | - 76 09, 84 | - 7149 ,582 23 | - 6689 ,324 47 | - 622 9,06 67 | - 5768 ,808 94 | - 5308 ,551 17 | - 4848 ,293 41 | - 4388 ,035 64 | - 3927 ,777 88 | - 3467 ,520 11 | - 3007 ,262 35 | - 2547 ,004 58 | - 2086 ,746 82 | - 1626 ,489 05 | - 1166 ,231 28 | - 705, 9735 19 | - 245, 7157 53 | 214, 542 012 |



✓ **Caso 2: cubriendo el 90% de la demanda promedio.**

En este caso se cubren 12 Kwh, el precio de la cantidad de paneles no disminuye pero se puede utilizar un inversor relativamente más pequeño, con lo cual el precio disminuye.

| | Precio en pesos | En dólares con dólar a 28,61 AR\$ | |
|-----------------------------------|------------------------|--|-------------------|
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 |
| Primeros 50 Kw | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 0,47032185 |
| Siguientes 150 Kw | 1,662 | 0,05809158 | 0 |
| Excedente 300 Kw | 1,9913 | 0,06960154 | 0 |
| Cargo Tarifario especifico | | | |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 |
| Cargo Variable | 0,12 | 0,00419434 | 0,24606781 |
| Total en Pesos | 177,965908 | Total en Dólares | 6,22040923 |
| | | | |
| | | IVA 21% | 1,07844952 |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 0,5515499 |
| Total en Pesos | 224,600191 | Total tarifa sin subsidios | 7,85040865 |



| Artículo | Precio | Cantidad | Costo de todas las unidades | |
|--|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 310 w y 24v | 287,91 | 18 | 5182,38 | |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | no necesita | 0 | 0 | |
| Integrales: inversor cargador-transreg IMPPT de 2,4 a 4,8 Kw | 775,71 | 1 | 775,71 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio- JM |
| Perfiles c por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | precio por hora en dólares | horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 6 | 54 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 6 | 54 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 6 | 54 | |
| COSTO TOTAL | | | 6974,35 | |

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 Kwh | Tarifa devolviendo el 100% del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|-------------------|--|--|------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 106,903982 | 1097,33122 |
| En dólares | 42,0914088 | 3,73659497 | 38,3548138 |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
|--|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|
| Ingresos ahorro en dinero por periodo | | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | |
| Egresos | 608 9,53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de fondos | - 608 9,53 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | 410,89 200 1 | |

| | |
|--|------------|
| Tir real | 5% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,35856766 |

| Periodo de recuperacion de la inversión (AÑO) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----|------------------|
| flujo acumulado | - 608 9,53 3 | - 567 8,63 8 | - 526 7,74 6 | - 485 6,85 4 | - 4445, 9619 9 | - 4035, 0699 9 | - 3624, 1779 9 | - 3213, 2859 9 | - 2802, 3939 9 | - 2391, 5019 9 | - 1980, 6099 9 | - 1569, 7179 9 | - 1158, 8259 8 | - 747,9 3398 3 | - 337,0 4198 1 | - | 73, 850 02 |



✓ Caso 3: Cubriendo el 75% de la demanda

| | Precio en pesos | En dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 kw | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 | |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 4,09132937 | |
| Siguientes 150 kw | 1,662 | 0,05809158 | 0 | |
| Excedente 300 kw | 1,9913 | 0,06960154 | 0 | Total antes de impuestos |
| Cargo tarifario específico | | | | 8,75648142 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 0,52569032 | |
| Total en pesos | 289,562933 | Total en dólares | 10,1210393 | |
| | | | | |
| | | IVA 21% | 1,8388611 | |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 0,9404461 | |
| Total en pesos | 369,078913 | Total tarifa sin subsidios | 12,9003465 | |

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 Kwh | Tarifa devolviendo el 12 del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|-------------------|--|--|------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 369,078913 | 835,156292 |
| En dólares | 42,0914088 | 12,9003465 | 29,1910623 |



Calculamos el Promedio del Consumo Mensual (PCM): **13.26 Kwh/Día**

Existe una pérdida en el sistema de 3% a 5% por lo tanto, con una $P=0.5\text{Kwh/Día}$

$$\begin{aligned} \text{Energía Total Demandada} &= \text{PCM} + P = 0,75 \times 13,26 + 0,5 \\ &= 10,44 \text{ Kwh/Día} \end{aligned}$$

- Calculamos el número de horas de sol equivalentes:

$$\text{HSE} = \frac{(\text{Oferta del Mes})}{1\text{Kw/m}^2} = \frac{4,72 \text{ Kwh/m}^2/\text{Día}}{1\text{Kw/m}^2} = 4,72\text{h/Día}$$

- Calculamos la Potencia Necesaria:

$$P = \frac{(\text{Demanda del Mes})}{\text{HSE}} = \frac{10,44 \text{ Kwh/Día}}{4,72\text{h/Día}} = 2,21 \text{ Kw} = 2210\text{W}$$

- Adoptamos "PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 310W (24V)"

- Calculamos el Numero de Paneles en Serie:

$$\text{Nps} = \frac{V_n}{V_m} = \frac{220\text{V}}{24\text{V}} = 9,16 \approx 9 \text{ Paneles}$$

Dónde: V_n es 220V y V_m es la del panel.

- Calculamos el número de Paneles en Paralelo:

$$\text{Npp} = \frac{P}{P_m * \text{Nps}} = \frac{2210\text{W}}{310\text{W} * 0,8 * 9} = 0,99 \approx 1 \text{ Paneles}$$

$$P_m = P (\text{Panel}) * 0,8 (\text{Coeficiente de Rendimiento}) = 248\text{W}$$

$$\text{Producción en watt: } 310 \times 0,8 \times 9 = 2232\text{ watt}$$



| Artículo | Precio | Cantidad | costo de todas las unidades | |
|--|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 260 w y 24v | 372,94 | 9 | 3356,46 | |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | no necesita | 0 | 0 | |
| Integrales: inversor cargador-transreg IMPPT 10 Kw | 775,71 | 1 | 775,71 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio-_JM |
| Perfiles c por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | precio por hora en dólares | horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 6 | 54 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 6 | 54 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 6 | 54 | |
| COSTO TOTAL | | | 5148,43 | |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
|--|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ingresos ahorro en dinero por periodo | | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 |
| Egresos | 51 48, 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de fondos | - 51 48, 43 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 | 35 0, 29 27 47 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Tir real | 5% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,35962077 |

| Periodo de recuperacion de la inversión (Años) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Flujo acumulado | - 514 8,4 3 | - 4798 ,137 25 | - 4447 ,844 51 | - 4097 ,551 76 | - 3747 ,259 01 | - 3396 ,966 26 | - 3046 ,673 52 | - 2696 ,380 77 | - 2346 ,088 02 | - 1995 ,795 27 | - 1645 ,502 53 | - 1295 ,209 78 | - 944, 9170 31 | - 594, 6242 83 | - 244, 3315 36 | - 105, 9612 11 |



✓ **Caso 4: Cubriendo un 60% de la demanda promedio.**

Este es para mostrar que se puede cambiar el precio a partir de este punto (8Kw) ya que de allí puede usarse un menor tamaño de paneles e inversor.

| | Precio en pesos | En dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 Kw | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 | |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 5,43096819 | |
| Siguientes 150 Kw | 1,662 | 0,05809158 | 4,12450192 | |
| Excedente 300 Kw | 1,9913 | 0,06960154 | 0 | Total antes de impuestos |
| Cargo Tarifario Especifico | | | | 14,2206222 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 0,92694862 | |
| Total en pesos | 457,372 | Total en dólares | 15,9864383 | |
| | | | | |
| | | IVA 21% | 2,98633065 | |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 1,52729482 | |
| Total en pesos | 586,506825 | Total tarifa sin subsidios | 20,5000638 | |

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 kWh | Tarifa devolviendo el 100% del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|-------------------|--|--|------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 586,506825 | 617,72838 |
| En dólares | 42,0914088 | 20,5000638 | 21,591345 |



| Artículo | Precio | Cantidad | Costo de todas las unidades | |
|--|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 270 w y 24v | 287,91 | 8 | 2303,28 | 1,872 Kw mes |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | 101 | 1 | 101 | |
| Inversión siltron de onda pura 24 v 2500 w | 694,24 | 1 | 694,24 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio-_JM |
| Perfiles c por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | precio por hora en dólares | horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 6 | 54 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 6 | 54 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 6 | 54 | |
| COSTO TOTAL | | | 4114,78 | |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | |
|--|------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|
| Ingresos ahorro en dinero por periodo | | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9,0 96 13 96 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | |
| Egre sos | 411 4,78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de fond os | - 411 4,78 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9,0 96 13 96 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | 25 9, 09 61 4 | |

| | |
|--|------------|
| Tir real | 4% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,34998431 |

| Periodo de recupero de la inversión (Año) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| Flujo acumulado | - 41 14, 78 | - 3855 ,683 86 | - 3596 ,587 72 | - 3337 ,491 58 | - 3078 ,395 44 | - 281 9,29 93 | - 2560 ,203 16 | - 2301 ,107 02 | - 2042 ,010 88 | - 1782 ,914 74 | - 152 3,81 86 | - 1264 ,722 46 | - 1005 ,626 32 | - 746, 5301 85 | - 487, 4340 45 | - 228, 3379 06 | 30,7 582 341 |



✓ **Caso 5: Para cubrir una demanda del 50%**

| | | | | |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Cubriendo 50% Kw | 7,13 | | | |
| Tarifa | | consumo en kWh/día | | |
| Consumo en kWh/mes | 6,63 | 221 | | |
| | precio en pesos | en dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 Kw | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 | |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 5,43096819 | |
| Siguientes 150 Kw | 1,662 | 0,05809158 | 4,12450192 | |
| Excedente 300 Kw | 1,9913 | 0,06960154 | 0 | Total antes de impuestos |
| Cargo tarifario especifico | | | | 14,2206222 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 0,92694862 | |
| Total en pesos | 457,372 | Total en dólares | 15,9864383 | |
| | | IVA 21% | 2,98633065 | |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 1,52729482 | |
| Total en pesos | 586,506825 | Total tarifa sin subsidios | 20,5000638 | |

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 kWh | Tarifa devolviendo el 100% del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|------------|--|--|------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 586,506825 | 617,72838 |
| En dólares | 42,0914088 | 20,5000638 | 21,591345 |



$$\text{Energía Total Demandada} = PCM + P = \frac{13.26}{2} + 0.5 = 7.13 \text{ Kwh/Día}$$

- Calculamos el número de horas de sol equivalentes:

$$HSE = \frac{(\text{Oferta del Mes})}{1Kw/m^2} = \frac{4.72 \text{ Kwh/m}^2/\text{Día}}{1Kw/m^2} = 4.72h/Día$$

- Calculamos la Potencia Necesaria:

$$P = \frac{(\text{Demanda del Mes})}{HSE} = \frac{7.13 \text{ Kwh/Día}}{4.72h/Día} = 1.51 \text{ Kw} = 1510W$$

- Adoptamos “PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 260W (24V)”

Con 4paneles en paralelo usando el inversor de onda modificada de 24 v que lleva a 220v

Dónde: Vn es 220V y Vm24 es la del panel.

- Calculamos el número de Paneles en Paralelo:

$$Npp = \frac{P}{Pm * Nps} = \frac{1510W}{260wx0,8x4} = 1,81 \approx 2Panel$$

$$Pm = P (\text{Panel}) * 0.8 (\text{Coeficiente de Rendimiento}) = 208W$$

SE ADOPTA

- ❖ “PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 270W (24V)” x 9 Unidades
- ❖ Inversor de inyección a red 20KW Trifásico (GOODWE)-(Adoptado de Catalogo otorgado por la Catedra)
- ❖ Regulador Digital LCD + 2 USB 12/24v 15 Amp-(Adoptado de Catalogo otorgado por la Catedra)



| articulo | Precio | Cantidad | Costo de todas las unidades | |
|--|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 270 w y 24v | 287,91 | 8 | 2303,28 | 1,872 Kw/ mes |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | 101 | 1 | 101 | |
| Inversión siltron de onda pura 24 v 2500 w | 694,24 | 1 | 694,24 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio-_JM |
| Perfiles c por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | precio por hora en dólares | horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 6 | 54 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 6 | 54 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 6 | 54 | |
| COSTO TOTAL | | | 4114,78 | |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
|------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ingresos | | 25 | 25 | 259 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| ahorro en dinero por periodo | | 9,0 | 9,0 | ,09 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| | | 96 | 96 | 613 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | | 14 | 14 | 96 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Egresos | 4114,78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de fondos | - | 25 | 25 | 259 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 4114,78 | 9,0 | 9,0 | ,09 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |
| | | 96 | 96 | 613 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | | 14 | 14 | 96 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Tir real | 4% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,34998431 |

| Periodo de recupero de la inversión (Año) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Flujo acumulado | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 111,320 |
| | 448 | 4196 | 3909 | 3622 | 3334 | 3047 | 2760 | 2473 | 2186 | 1898 | 1611 | 1324 | 1037 | 750, | 463, | 175, | |
| | 3,6 | ,501 | ,313 | ,125 | ,937 | ,749 | ,561 | ,372 | ,184 | ,996 | ,808 | ,620 | ,432 | 2439 | 0558 | 8676 | 47 |
| | 9 | 85 | 69 | 54 | 38 | 23 | 07 | 92 | 76 | 61 | 46 | 3 | 15 | 93 | 38 | 84 | |



✓ **Caso 6: para cubrir un demanda levemente menor al 50%**

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Cubriendo 50% kW | 6,9 | | | |
| Tarifa | | consumo en kWh/día | | |
| Consumo en kWh/mes | 6,86 | 228,666667 | | |
| | precio en pesos | en dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 kW | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 | |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 5,43096819 | |
| Siguientes 150 Kw | 1,662 | 0,05809158 | 4,56987067 | |
| Excedente 300 kW | 1,9913 | 0,06960154 | 0 | Total antes de impuestos |
| Cargo tarifario especifico | | | | 14,6659909 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 0,95910521 | |
| Total en pesos | 471,034 | Total en dólares | 16,4639637 | |
| | | IVA 21% | 3,07985809 | |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 1,57512742 | |
| Total en pesos | 604,213136 | Total tarifa sin subsidios | 21,1189492 | |

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 Kwh | Tarifa devolviendo el 100% del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|-------------------|---|---|-------------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 604,213136 | 607,720465 |
| En dólares | 42,0914088 | 21,1189492 | 21,2415402 |



| Artículo | Precio | Cantidad | Costo de todas las unidades | |
|--|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 270 w y 24v | 287,91 | 8 | 2303,28 | |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | 101 | 1 | 101 | |
| Onda modificada siltron 1500 w | 305,46 | 1 | 305,46 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio-_JM |
| Perfiles c por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | precio por hora en dólares | horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 6 | 54 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 6 | 54 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 6 | 54 | |
| COSTO TOTAL | | | 3726 | |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | |
|--|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Ingresos ahorro en dinero por periodo | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, |
| | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |
| | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| Egresos | 3726 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de fondos | - | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 3726 | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, | 4, |
| | | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |
| | | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |

| | |
|--|------------|
| Tir real | 5% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,36031359 |

| Periodo de recupero de la inversión (Años) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|--|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Flujo acumulado | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 375 | 3499 | 3244 | 2989 | 2734 | 2479 | 2224 | 1970 | 1715 | 1460 | 1205 | 950, | 695, | 440, | 185, | 69,0 |
| | 4,3 | ,491 | ,593 | ,694 | ,796 | ,897 | ,999 | ,100 | ,202 | ,303 | ,405 | 5066 | 6082 | 7097 | 8112 | 8723 |
| | 9 | 52 | 04 | 55 | 07 | 59 | 11 | 62 | 14 | 66 | 18 | 95 | 13 | 31 | 48 | 38 |



✓ **Caso 7 : Para cubrir una demanda del 25%**

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Cubriendo 25% | 3,82 | | | |
| Tarifa | | consumo en Kwh/día | | |
| Consumo en kWh/mes | 9,94 | 331,333333 | | |
| | precio en pesos | en dólares con dólar a 28,61 AR\$ | | |
| Gasto fijo | 62,93 | 2,19958057 | 2,19958057 | |
| Primeros 50 Kw | 1,4108 | 0,04931143 | 2,46557148 | |
| Siguientes 100kw | 1,5538 | 0,05430968 | 5,43096819 | |
| Siguientes 150 kW | 1,662 | 0,05809158 | 8,71373646 | |
| Excedente 300 Kw | 1,9913 | 0,06960154 | 2,18084819 | Total antes de impuestos |
| Cargo tarifario específico | | | | 20,9907049 |
| Monto fijo | 24 | 0,83886753 | 0,83886753 | |
| Cargo variable | 0,12 | 0,00419434 | 1,38972387 | |
| Total en pesos | 664,304067 | Total en dólares | 23,2192963 | |
| | | IVA 21% | 4,40804803 | |
| | | 10,74%ley provincial 3082/85 | 2,2544017 | |
| Total en pesos | 854,916754 | Total tarifa sin subsidios | 29,881746 | |

| | Tarifa sin impuestos con un consumo medio mensual de 13,76 Kwh | Tarifa devolviendo el 100% del consumo mediante instalación fotovoltaica | Ahorro en dinero |
|-------------------|---|---|-------------------------|
| En pesos | 1204,2352 | 854,916754 | 349,318451 |
| En dólares | 42,0914088 | 29,881746 | 12,2096627 |

$$Energía\ Total\ Demandada = PCM + P = \frac{13.26}{4} + 0.5 = 3.82Kwh/Día$$

- Calculamos el número de horas de sol equivalentes:

$$HSE = \frac{(Oferta\ del\ Mes)}{1Kw/m^2} = \frac{4.72\ Kw/m^2/Día}{1Kw/m^2} = 4.72h/Día$$



- Calculamos la Potencia Necesaria:

$$P = \frac{(Demanda\ del\ Mes)}{HSE} = \frac{3.82\ Kwh/Día}{4.72h/Día} = 0.81\ Kw = 810W$$

- Adoptamos "PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 260W (12V)"

Sin paneles en serie con paneles en paralelo
Dónde: Vn es 220V y Vm 24es la del panel.

- Calculamos el número de Paneles en Paralelo:

$$Npp = \frac{P}{Pm * Nps} = \frac{810W}{208W} = 3,89 \approx 4Panel$$

$$Pm = P (Panel) * 0.8 (Coeficiente\ de\ Rendimiento) = 208W$$

| Articulo | Precio | Cantidad | Costo de todas las unidades | |
|--|----------------------------|------------------|-----------------------------|---|
| Panel luxen policristalino 310 w y 24v | 287,91 | 4 | 1151,64 | |
| Regulador digital de 12/24 40 Amp | 101 | 1 | 101 | |
| Onda modificada siltron | 186,22 | 1 | 186,22 | |
| Cables para panel por 10 m | 35 | 2 | 70 | |
| Cable para inversor | 34,22 | 5 | 171,1 | |
| Tablero | 78,75 | 1 | 78,75 | |
| Térmica trifásica \$AR245 | 8,56 | 1 | 8,56 | |
| Soporte para panel solar de aluminio reclinable 1500 ar4 | 52,61 | 9 | 473,49 | https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-604398541-soporte-para-panel-solar-solartec-100w-150w-en-aluminio-_JM |
| Perfiles c por 6 m de longitud-749 AR\$ | 26,18 | 2 | 52,36 | https://listado.mercadolibre.com.ar/perfil-c#D[A:perfil%20c] |
| MANO DE OBRA | precio por hora en dólares | horas trabajadas | | |
| Instalación y armado de montantes | 9 | 6 | 54 | |
| Instalación del cableado y conexión | 9 | 6 | 54 | |
| Limpieza y terminación | 9 | 6 | 54 | |
| COSTO TOTAL | | | 2455,12 | |



| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
|--|------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Ingresos ahorro en dinero por periodo | | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 |
| Egresos | 2455 ,12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo de fondos | - 2455 ,12 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 | 14 6, 51 59 53 |

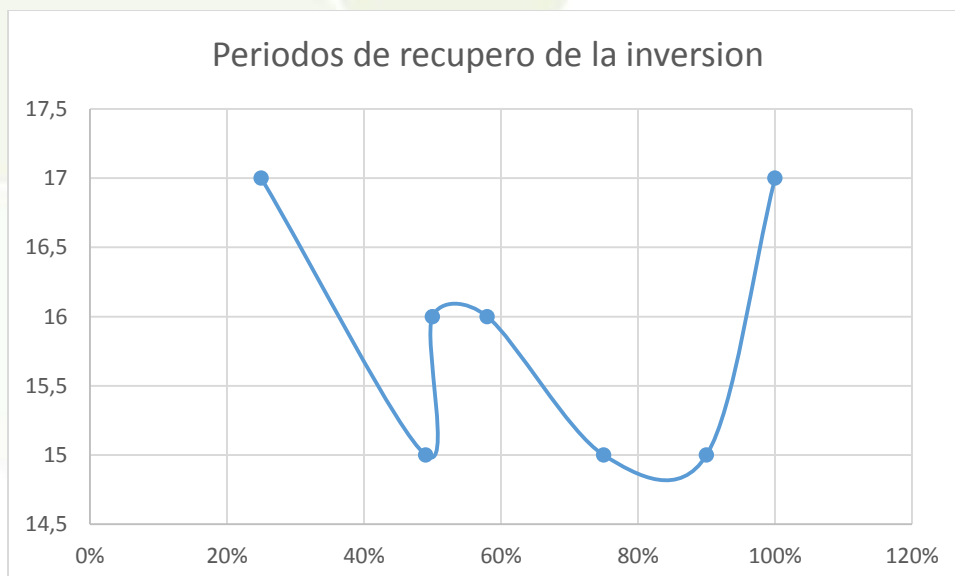
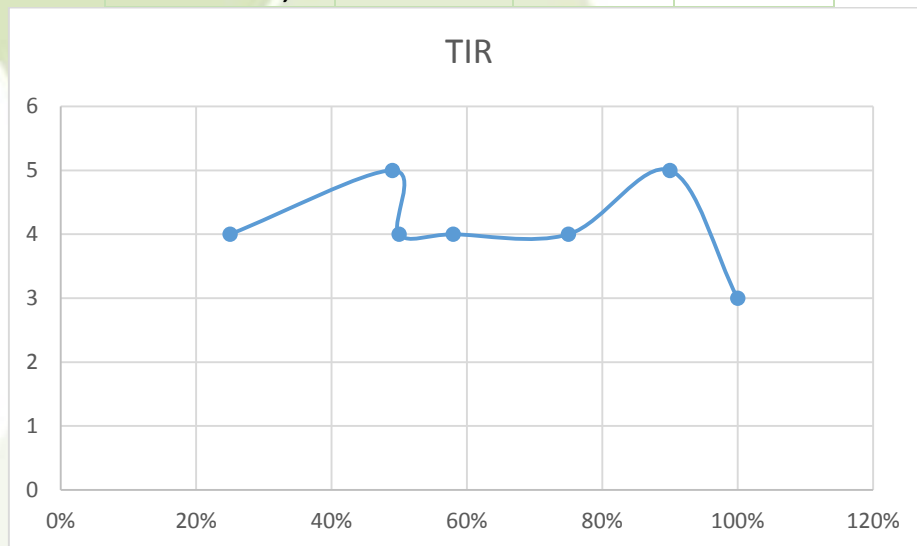
| | |
|-----------------------------------|------------|
| Tir real | 3% |
| Tir nominal con inflación del 30% | 1,34352467 |

| Periodo de recupero de la inversión | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Flujo acumulado | - 219 2,0 7 | - 2045 ,554 05 | - 1899 ,038 09 | - 1752 ,522 14 | - 1606 ,006 19 | - 1459 ,490 24 | - 1312 ,974 28 | - 1166 ,458 33 | - 1019 ,942 38 | - 873, 4264 24 | - 726, 9104 71 | - 580, 3945 19 | - 433, 8785 66 | - 287, 3626 13 | - 140, 846 66 | 5,66 9292 92 | 152, 1852 46 | 298, 7011 99 |



Si graficamos los diferentes Tir y asimismo el periodo de retorno de los diferentes proyectos vemos que los valores son relativamente uniformes y que disminuye debajo del 25% aunque parece no disminuir también el periodo de retorno de la inversión.

| Kwh suministrados en promedio | Porcentaje cubierto | TIR | Periodo de retorno de la inversión |
|-------------------------------|---------------------|-----|------------------------------------|
| 3,82 | 25% | 4 | 17 |
| 7 | 49% | 5 | 15 |
| 7,127 | 50% | 4 | 16 |
| 8 | 58% | 4 | 16 |
| 10,44 | 75% | 4 | 15 |
| 12 | 90% | 5 | 15 |
| 13,26 | 100% | 3 | 17 |





✓ **Conclusión**

De ambos gráficos vemos que Los periodos de recupero de la inversión son muy similares para todos los casos, siendo llamativo que cubriendo una demanda del 100% disminuye la tasa de retorno y aumenta el periodo de retorno de la inversión no siendo recomendable este último caso comparado con los anteriores.



Dimensionado Colector solar:

✓ Introducción

En el proyecto se propuso un sistema mixto compuesto por un colector solar Heat Pipe con acumulador de 220 litros y un termotanque eléctrico de 100 litros el cual tendrá un consumo del 40%, ya que el 60% restante del agua caliente sanitaria (ACS) será suministrado por dicho colector.

El objetivo de esta propuesta es aplicar un sistema amigable con el medio ambiente y que implique un ahorro para el usuario en cuanto a la tarifa energética. Esto se verificó al analizar la rentabilidad del proyecto el cual nos dió un periodo de recupero de la inversión de 7 años aproximadamente.

Se concluyó entonces que por más que el sistema propuesto implique una inversión inicial relativamente elevada respecto a un sistema convencional, dicha inversión se recuperará a la larga dejando un total de 8 años de ganancias netas.

✓ Cálculo del Índice Solar (IS)

Teniendo en cuenta las tablas de cálculo para el índice solar:

Tabla para el cálculo del Índice Solar (IS)

| Tipo de viento predominante en la zona | <i>Fuerte</i> | <i>Moderado</i> | <i>Flojo</i> | <i>Despreciable o nulo</i> |
|---|---------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| <i>Valor parcial</i> | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 |

| Soleamiento anual medio | <i>Muy escaso (Abundantes lluvias y mucha nubosidad)</i> | <i>Bastante nubosidad</i> | <i>Nubosidad media o variable</i> | <i>Escasez de nubes</i> | <i>Cielos despejados</i> |
|--------------------------------|--|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i>Valor parcial</i> | 0 | 2 | 4 | 7 | 12 |

| Temperatura ambiente media | <i>Muy fría</i> | <i>Fría</i> | <i>Media (templada)</i> | <i>Calurosa</i> | <i>Muy calurosa</i> |
|-----------------------------------|-----------------|-------------|-------------------------|-----------------|---------------------|
| <i>Valor parcial</i> | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 3 |

| Temperatura media del agua de la red general | <i>Fría</i> | <i>Normal</i> | <i>Templada</i> |
|---|-------------|---------------|-----------------|
| <i>Valor parcial</i> | 0 | 1 | 2 |



Para la ciudad de Resistencia el IS será:

| | | |
|---|---------------------|-----------|
| Tipo de viento predominante | Flojo | 1 |
| Soleamiento anual promedio | Escasez de nubes | 7 |
| Temperatura ambiente media | Calurosa | 2 |
| Temperatura media del agua de la red general | Normal | 1 |
| Índice solar (IS) | | SUMA = 11 |

Como el IS es mayor que 10, se tiene un caso óptimo para la instalación de colectores solares.

✓ **Cálculo superficie necesaria por persona**

$$\text{Superficie por persona} = \frac{10}{IS} = \frac{10}{11} = 0,91 \frac{m^2}{per}$$

✓ **Cálculo superficie total de colectores**

Superficie total = Superficie por persona × Cantidad de personas

$$\text{Superficie total} = 0,91 \frac{m^2}{per} \times 4 \text{ personas} = 3,64 m^2$$

✓ **Colector adoptado (TT-AG-20)**

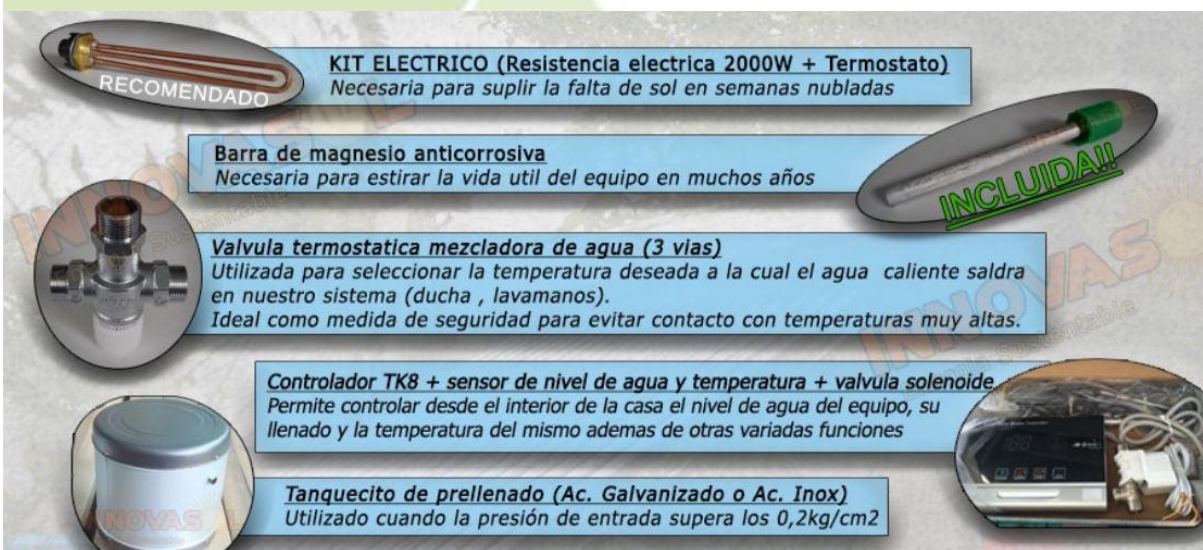




✓ **Características técnicas:**

| Modelo | Capacidad (litros) | Cantidad de tubos (58*1800mm) | Area de captacion solar(m2) | Cant. de personas | Peso Aprox vacio (kg) | Medidas del equipo armado (aprox) | | |
|----------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|-----------|
| | | | | | | Ancho (mm) | Largo (mm) | Alto (mm) |
| TT-AG-10 | 110 | 10 | 1,35 | 2 | 49 | 1000 | 1720 | 1700 |
| TT-AG-15 | 165 | 15 | 2,02 | 3 | 64 | 1400 | 1720 | 1700 |
| TT-AG-20 | 220 | 20 | 2,70 | 4 | 85 | 1800 | 1720 | 1700 |
| TT-AG-30 | 320 | 30 | 4,04 | 5 o 6 | 122 | 2600 | 1720 | 1700 |

Accesorios opcionales:



✓ **Colocación del colector**

La colocación será tal que el colector esté apuntando hacia el Norte de modo que se pueda aprovechar al máximo las horas de Sol. Además teniendo en cuenta que la Latitud de la ciudad de Resistencia es de 27,45° y que el uso de la instalación será para agua caliente sanitaria (uso durante todo el año), se establece que la inclinación del colector será de 38° aproximadamente.

Inclinaciones orientativas que se suelen dar a los colectores, según la época del año y el uso a que se destinen.

| Utilización | Ángulo de Inclinación |
|---|------------------------------|
| Todo el año (A.C.S.) | Latitud del lugar +10° |
| Invierno (calefacción) | Latitud del lugar +20° |
| Verano (piscinas descubiertas/hoteles de temporada) | Latitud del lugar -5° |



✓ **Cantidad de colectores solares**

$$\text{Superficie util del colector} = 2,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Cantidad bruta de colectores} = \frac{\text{Superficie Total}}{\text{Superficie util del colector}}$$

$$\text{Cantidad bruta de colectores} = \frac{3,64 \text{ m}^2}{2,7 \text{ m}^2} = 1,35$$

Se adopta entonces 1 colector solar de tubo al vacío (ver colector adoptado anteriormente). Los 0,35 restantes serán suplidos por el sistema de apoyo compuesto por un termotanque eléctrico (ver en dimensionamiento del sistema de apoyo).

✓ **Cálculo del volumen mínimo del acumulador**

El volumen del acumulador tiene que ser al menos igual que el volumen medio consumido en 24hs por parte de los residentes de la vivienda. Entonces tenemos que:

$$\text{Volumen Minimo Acumulador} = \text{Volumen medio consumido en 24hs}$$

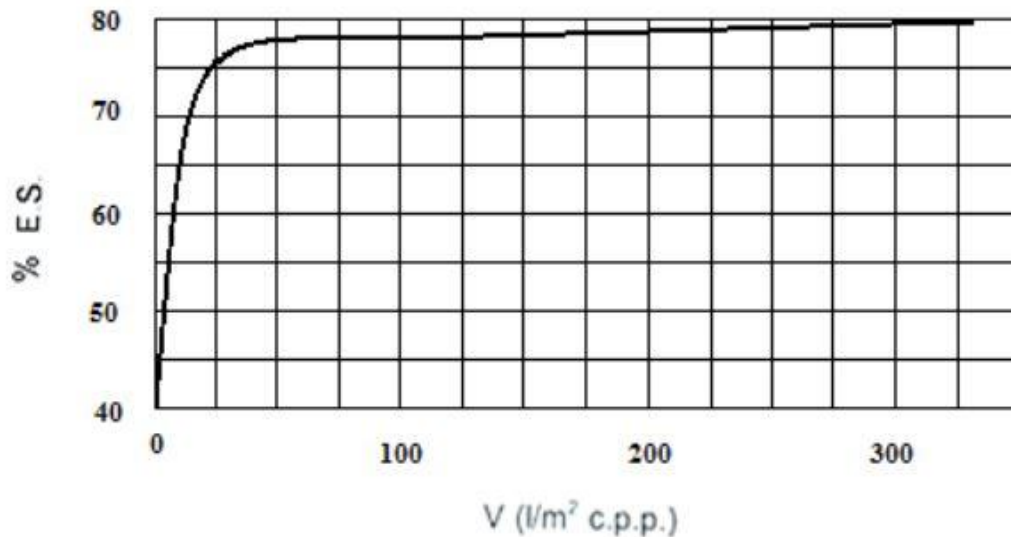
$$\text{Volumen Minimo Acumulador} = \text{Cantidad de personas} \times 50\text{ls}$$

$$\text{Volumen Minimo Acumulador} = 4 \text{ personas} \times 50\text{ls} = 200\text{ls}$$

Como el volumen mínimo del acumulador (igual a 200ls) es igual que el que ya viene de fábrica (acumulador de 220ls de capacidad), entonces se verifica que este último es óptimo para la instalación. Además, empíricamente se obtuvo que el volumen óptimo de acumulación es cercano a los 70 litros por metro cuadrado de colector. En nuestro caso al tener aproximadamente 2,7 m² de colector el volumen óptimo del acumulador será de 189 litros. Entonces se vuelve a verificar la capacidad del acumulador.



INSTALACIÓN DE A.C.S.



Porcentaje de energía solar aprovechada en función del volumen del acumulador

✓ Cálculo del rendimiento del colector

Datos del fabricante:

Radiación solar colector = $G = 800 \text{ W/m}^2$

Temperatura del agua entrante = Temp. ambiente = $t_{fe} = t_a = 23,1^\circ\text{C}$

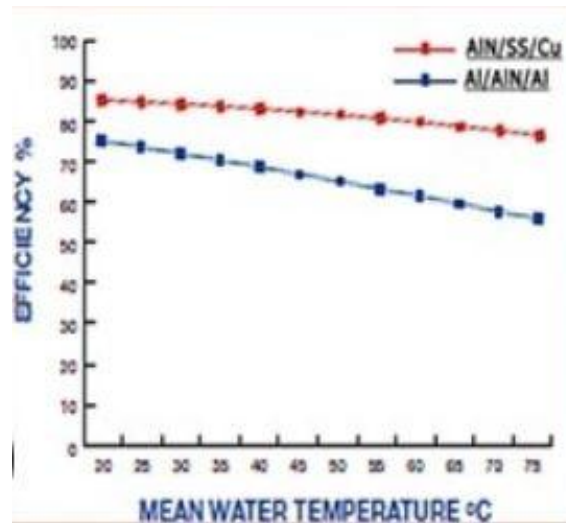
Temperatura del agua salida = Temp. agua salida en invierno = $t_{fs} = 50^\circ\text{C}$

Rendimiento máximo = $\eta_{\max} = 0,85$

Constante de rendimiento 1 = $C1 = 1,14 \text{ W.K}^{-1}\text{m}^{-2}$

Constante de rendimiento 2 = $C2 = 0,0012 \text{ W.K}^{-1}\text{m}^{-2}$

Los tubos al tener una tricapa de aleaciones AlN/SS/Cu (Aluminio-nitrógeno/Acero Inoxidable/Cobre) tienen un rendimiento hasta un 10% superior al de tubos tricapa de aluminio Al/AlN/Al.



Curvas de rendimiento entre tubos AIN/SS/Cu (rojo) y Al/AIN/Al (azul)

Temperatura media:

$$tm = \frac{tfs + tfe}{2} = \frac{50^{\circ}C + 23,1^{\circ}C}{2} = 36,55^{\circ}C$$

Valor en abscisa:

$$X = \frac{tm - ta}{G} = \frac{36,55^{\circ}C - 23,1^{\circ}C}{800 W/m^2} \cong 0,02 \frac{^{\circ}K m^2}{W}$$

La fórmula cuadrática que define la curva de rendimiento es:

$$\eta = \eta_{max} - C1 * X - C2 * G * X^2$$

$$\eta = 0,85 - 1,14 \frac{W}{K m^2} \times 0,02 \frac{^{\circ}K m^2}{W} - 0,0012 \frac{W}{K^2 m^2} \times \left(0,02 \frac{^{\circ}K m^2}{W}\right)^2$$

El rendimiento real para este caso será:

$$\eta = 0,827$$



✓ **Suministro neto de los colectores**

$$\text{Cantidad bruta de colectores} = 1,35$$

$$\text{Cantidad de colectores} = 1$$

$$\text{Suministro de colectores} = \frac{100 \times \text{cant colectores}}{\text{cant bruta colectores}}$$

$$\text{Suministro de colectores} = \frac{100 \times 1}{1,35} = 74,07\%$$

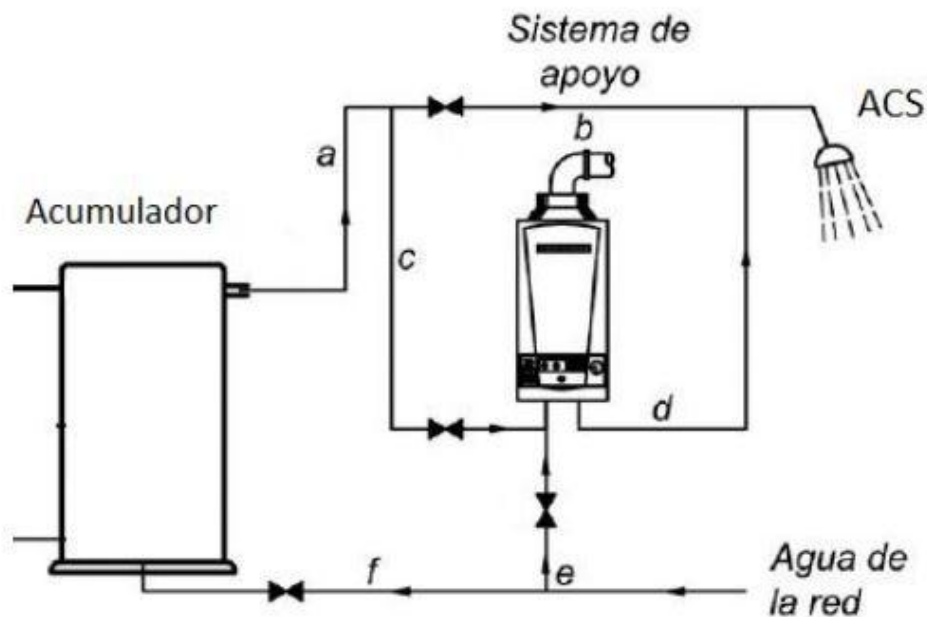
$$\text{Suministro neto de colectores} = \text{suministro colectores} \times \eta$$

$$\text{Suministro neto de colectores} = 0,741 \times 0,827 = 0,61$$

$$\text{Suministro neto de colectores} = 61,3\%$$

✓ **Sistema de apoyo**

Debido a que el suministro neto por parte de los colectores es del 61,3%, el suministro restante de 38,7% será abastecido por parte de un sistema de apoyo compuesto de un termotanque eléctrico.



Esquema meramente ilustrativo de como suele ser el sistema de apoyo

Este sistema de apoyo además de contribuir para lograr el 100% del abastecimiento de agua caliente para el hogar, también suministra de agua caliente en caso de que el colector sea incapaz de lograr la temperatura necesaria para el suministro de agua caliente sanitaria.



Por ende, adoptaremos que es capaz de abastecer el 40% del consumo total del hogar para estar del lado de la seguridad.

$$\text{Suministro sistema de apoyo} = 0,4 \times \text{Vol medio consumido en 24hs}$$

$$\text{Suministro sistema de apoyo} = 0,4 \times 100 \text{ lts} = 40 \text{ lts}$$

De todos modos adopto un termotanque eléctrico de 100 lts de capacidad en caso de retirar o tener que reparar el colector y seguir suministrando el 100% del suministro.

✓ **Presupuesto de la instalación propuesta (colector y termotanque)**

| Elemento | Cant. | Costo Unitario (\$) | Costo Final (\$) |
|-------------------------------|--------|---------------------|------------------|
| Colector Solar (*) | 1 U | 14667 | 14667 |
| Válvula de paso | 3 U | 118 | 354 |
| Grifo de vaciado | 1 U | 370 | 370 |
| Cañerías PPM | 13,44m | 153 (de 6m) | 459 |
| Mano de obra | | 4000 | 4000 |
| Termotanque eléctrico (80lts) | 1 U | 7959 | 7959 |
| COSTO FINAL | | | 27809 |

(*) Aclaración: con la compra del colector ya viene incorporado el bastidor, el acumulador, entre otros elementos necesarios para la instalación.

✓ **Presupuesto sistema ordinario (solo termotanque)**

| Elemento | Cant. | Costo Unitario (\$) | Costo Final (\$) |
|--------------------------------|--------|---------------------|------------------|
| Válvula de paso | 2 U | 118 | 236 |
| Grifo de vaciado | 1 U | 370 | 370 |
| Cañerías PPM | 10,05m | 153 (de 6m) | 306 |
| Mano de obra | | 1500 | 1200 |
| Termotanque eléctrico (100lts) | 1 U | 7959 | 7959 |
| COSTO FINAL | | | 10071 |



✓ **Análisis de Rentabilidad del proyecto**

Sistema convencional (Termotanque de 100 litros)

Se supone un consumo de 2 horas de agua caliente por día.

$$\text{Gasto diario electricidad} = 1,5\text{KWh} * 2\text{hs} * \$4\text{KWh} = \$12 \text{ KWh/día}$$

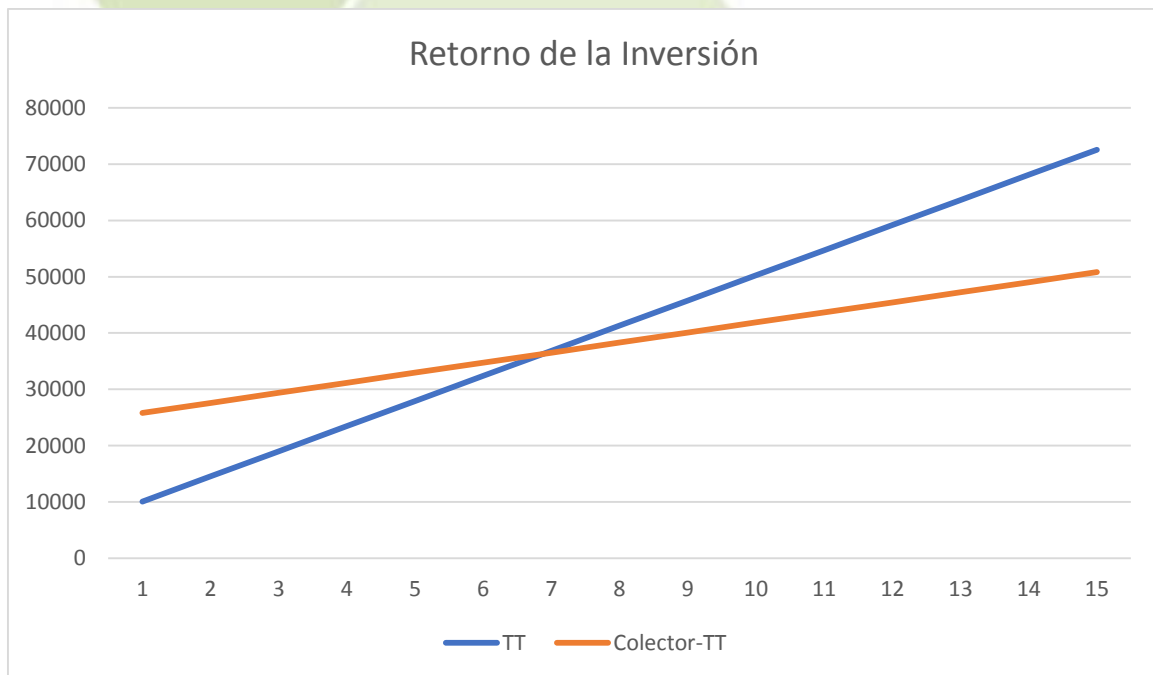
$$\text{Gasto mensual electricidad} = \$12 \text{ KWh/día} \times 31\text{días} = \$372\text{KWh/mes}$$

$$\text{Gasto anual electricidad} = \frac{\$372\text{KWh}}{\text{mes}} \times 12\text{meses} = \$4464\text{KW/año}$$

Sistema Colector-Termotanque de 100 litros:

Este sistema consta de una gran inversión inicial pero con el tiempo dicha inversión se retribuirá al usuario ya que solo se gastará un tan solo un 40% en cuanto a consumo de agua caliente y electricidad.

$$\text{Gasto anual electricidad} = \frac{\$372\text{KWh}}{\text{mes}} \times 12\text{mes} \times 0,4 = \$1785,6\text{KW/año}$$



Gráfica de curvas que relacionan el gasto anual del sistema en un intervalo de 15 años (vida útil del colector)



✓ Conclusión

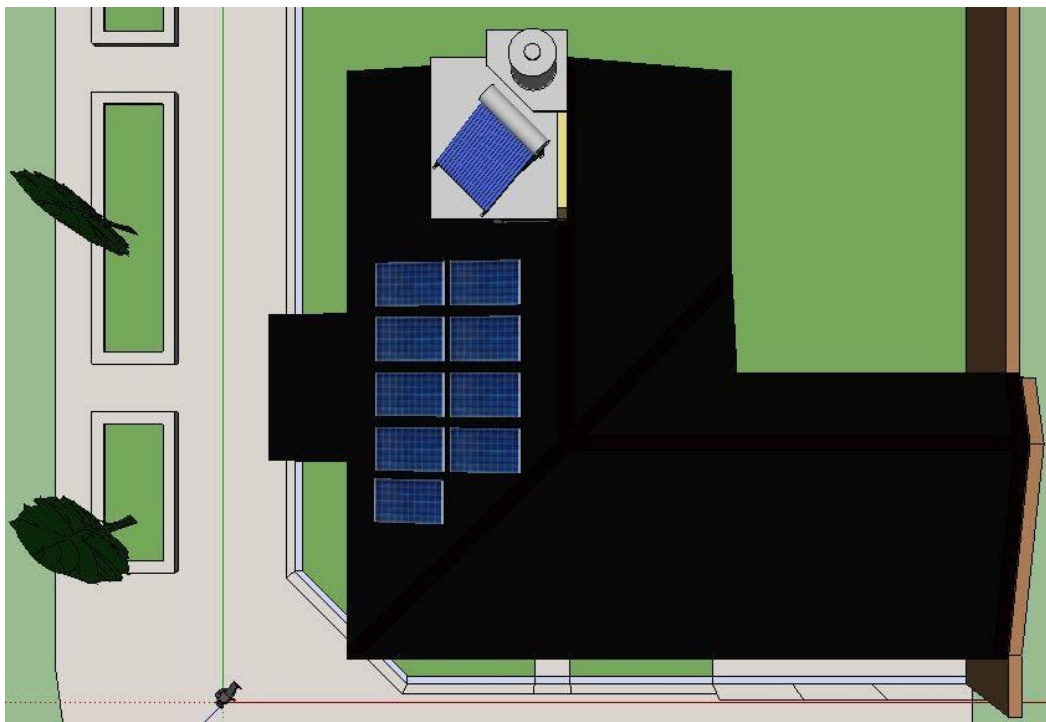
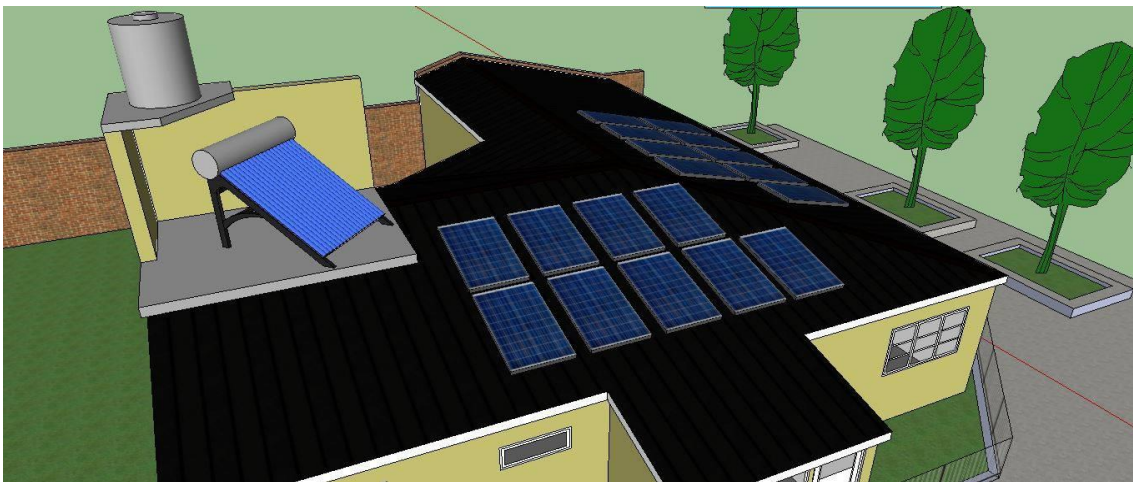
De la gráfica se obtiene que el retorno de la inversión para el usuario se dará en el séptimo año, donde la curva del sistema propuesto (colector solar más termotanque con consumo del 40%) define costos anuales inferiores a los de un sistema convencional (termotanque de 100 litros), verificándose así la viabilidad del proyecto. Cabe aclarar que en el análisis de rentabilidad no se tuvo en cuenta a la inflación anual.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE

Trabajo Práctico Final Integrador - Energías Renovables

✓ Vista en Perspectiva de la ubicación de los paneles y del colector.



Allende, M. – Cristaldo, G. – Fernández A., S. – Fernández C., P.



Conclusión General

Luego de analizar y desarrollar este proyecto sustentable de colector solar y sistema de paneles fotovoltaicos, se llegó a la conclusión que se puede recurrir a las distintas alternativas constructivas y de bajo impacto ambiental que propone el mercado actual. No solo para crear una solución ambientalmente “amigable”, sino también para sacar beneficio de un costo permanente de un bien familiar dentro de la vivienda, como ser el uso de agua caliente y el uso de energía eléctrica, aprovechando lo máximo posible y extendiendo su uso.

La inversión inicial de un sistema de energía solar térmica será mayor frente a un sistema de suministro energético convencional. Pero por otra parte, el costo de funcionamiento durante los más de 25 de años de vida de la instalación solar térmica será irrelevante comparado con el de la compra de combustible o energía eléctrica, reparaciones, mantenimiento, etc. asociado al sistema energético convencional.

Una instalación de energía solar térmica acaba rentabilizándose a lo largo de los años, ya que el ahorro energético que produce se materializa en ahorro económico, el cual permite acabar amortizando el costo de la instalación.

El uso de sistemas de energías renovables está avanzando en la sociedad de buena manera, y creemos que utilizando este tipo de formas de recolección de energía ayudamos a que el deterioro del planeta no sea tan excesivo, y movilizamos una idea de que todos podemos ayudar a cuidar el medio ambiente en el que vivimos.



Bibliografía:

- ✓ Apuntes otorgados por la catedra.
- ✓ Manual de construcción de COLECTORES SOLARES TÉRMICOS – Taller
- ✓ SERVICIOS ENERGETICOS DEL CHACO-ANEXO I- EMPRESA DEL ESTADO PROVINCIAL-Ministerio de Infraestructura y Serv. Públicos

Datos climatológicos:

- ✓ http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=341
- ✓ <http://www.arquinstal.com.ar/atlas/climayarq.html>
- ✓ <https://es.weatherspark.com/y/29042/Clima-promedio-en-Ciudad-de-Resistencia-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Ejemplo de cálculo:

- ✓ <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74295/P%C3%89REZ%20-%20DIMENSIONADO%20DE%20UNA%20INSTALACI%C3%93N%20DE%20ENERG%C3%8DA%20SOLAR%20T%C3%89RMICA%20PARA%20EL%20ABASTECIMIENTO%20DE%20AGUA%20C...pdf?sequence=1>

Colector y acumulador:

- ✓ <http://www.innovasol.com.ar/producto/tt-ag/>

Termotanque eléctricos:

- ✓ <http://triangularsa.com.ar/calefaccion-domiciliaria/termotanque-electrico/termotanque-electrico-baxi/>
- ✓ https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-726738516-termotanque-electrico-50-litros-liliana-tv950-rex-_JM

Consumo:

- ✓ <http://www.diarionorte.com/article/162032/aumenta-el-agua-sameep-presento-su-nuevo-cuadro-tarifario>
- ✓ <http://www.ecomchaco.com.ar/sameep/imagenes/REGIMEN%20TARIFARIO.pdf>
- ✓ <http://www.secheep.gov.ar/wp-content/uploads/2018/01/Cuadro-Tarifario-Dic-2017-Feb-2018.pdf>
- ✓ www.mundosolar.com.ar