

Trabajo Integrador Final

Energías Renovables

- **Objetivo General:** Elaborar un proyecto donde mediante planillas Excel y el software HOMER se pudiera ensayar el abastecimiento energético del mismo, con la premisa, de que el 50% de la generación energética debe ser a través de energía fotovoltaica y el otro 50% por medio de aerogeneradores.

1. Memoria Descriptiva

Proyecto: Se pretende abastecer de energía sustentable una vivienda con invernadero para un emprendimiento comercial de frutos finos (*específicamente frutillas*) mediante hidroponía NFT (*Técnica de lámina de nutrientes o Nutrient Film Technique, por sus siglas en inglés*), la misma va a estar conectada a la red principal; para solventar los periodos sin energía, en caso contrario que la generación sea superior al consumo se procederá a la venta del excedente de energía a la red para poder obtener un beneficio monetario que equilibre la balanza económica producción-consumo energético.

Localización del proyecto: El mismo se llevará a cabo en la localidad de Los Antiguos, debido a su ubicación geográfica (*Latitud -46,55 y Longitud -71,61*) en la provincia de Santa Cruz y a su historia como punto neurálgico de producción de frutos finos, especialmente cerezas.

Fundamentación: La frutilla es un fruto fino de gran valor nutritivo y alto valor comercial tanto en el mercado interno como externo, pero su principal problema es su alta sensibilidad a los vientos de la zona. Por otra parte, la hidroponía NFT es un sistema de producción sin sustrato en el cual las raíces de las plantas se hidratan y absorben los nutrientes directamente de una lámina de agua que circula en un circuito cerrado. Por lo cual, unificando la producción de frutillas bajo circunstancias muy controladas como sería un invernadero y el sistema NFT se podría optimizar al máximo su producción para generar un buen ingreso de dinero, mejorar la calidad de vida y ampliar el espectro de posibilidades de inversión y trabajo.

2. Memoria de cálculos

Para llevar adelante los cálculos en las planillas Excel y el software HOMER otorgado por la cátedra de Energías Renovables, primero se obtuvieron los datos de la tabla 1, los cuales fueron extraídos de la página de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

Tabla N°1. Datos de la NASA mensuales de velocidad promedio del viento, horas de sol promedio en un día y energía radiante que incide sobre una superficie horizontal.

| Datos: | m/s | kWh/m2/dia | Horas de sol |
|------------|------|------------|--------------|
| Enero | 7,07 | 6,26 | 15,33 |
| Febrero | 6,11 | 5,64 | 13,97 |
| Marzo | 5,66 | 3,92 | 12,42 |
| Abril | 5,71 | 2,45 | 10,77 |
| Mayo | 4,92 | 1,42 | 9,37 |
| Junio | 4,65 | 0,93 | 8,62 |
| Julio | 4,6 | 1,11 | 8,97 |
| Agosto | 4,97 | 1,79 | 10,17 |
| Septiembre | 5,57 | 2,97 | 11,73 |
| Octubre | 6,14 | 4,59 | 13,37 |
| Noviembre | 6,81 | 5,9 | 14,88 |
| Diciembre | 7,09 | 6,42 | 15,72 |

En la primera columna se expresan los valores de velocidad del viento en metros sobre segundos a 10m de altura, la segunda indica las HPS o cantidad de energía radiante sobre un plano y la tercera la cantidad de horas de luz diarias. Todos son valores promedios históricos.

Consumo energético del emprendimiento

Para el emprendimiento se realizaron dos perfiles de consumo diario, uno para las estaciones de otoño-invierno (fig.1) y otro para primavera-verano (fig.2). A fines de poder alimentar todo el año sin necesidad de usar energía de la red se utilizó el requerimiento energético más elevado el cual corresponde a las estaciones de otoño-invierno y los cálculos se procedieron a realizar en base a este requerimiento (tabla 2), recordando la premisa dada por la cátedra, el 50% de la demanda total debe ser satisfecha por energía eólica y el otro 50% por energía fotovoltaica, esto a los fines de los cálculos posteriores.

Figura N°1. Perfil de demanda diaria del emprendimiento para las estaciones otoño-invierno, la demanda diaria es de 10.388,05W.

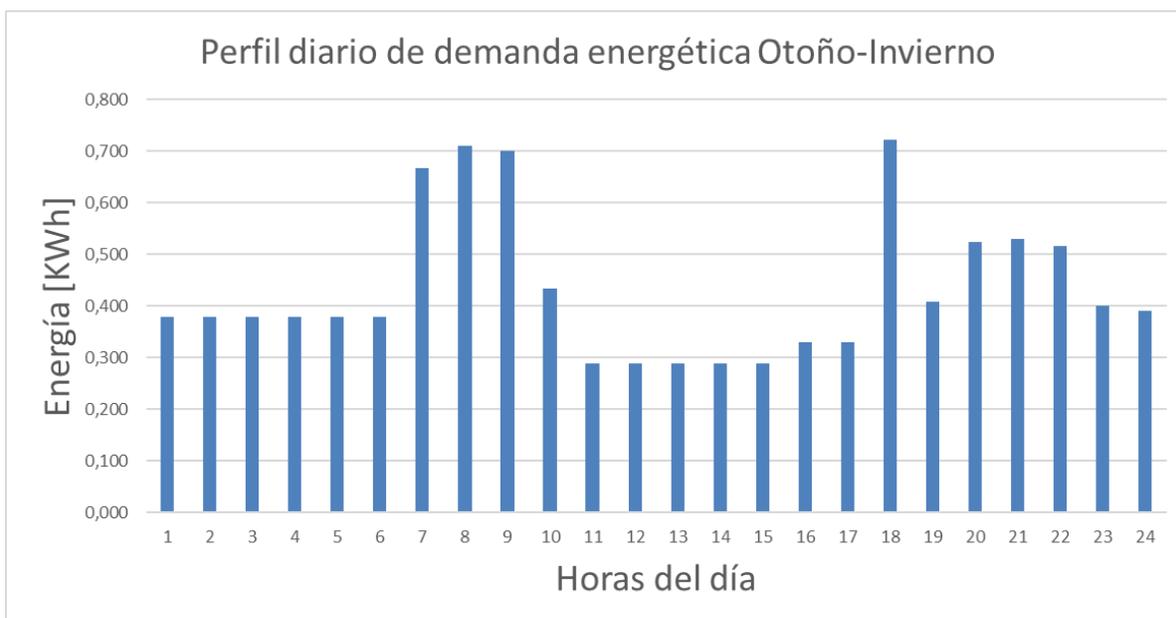


Figura N°2. Perfil de demanda diaria del emprendimiento para las estaciones primavera-verano, la demanda diaria es de 9.150,55W.

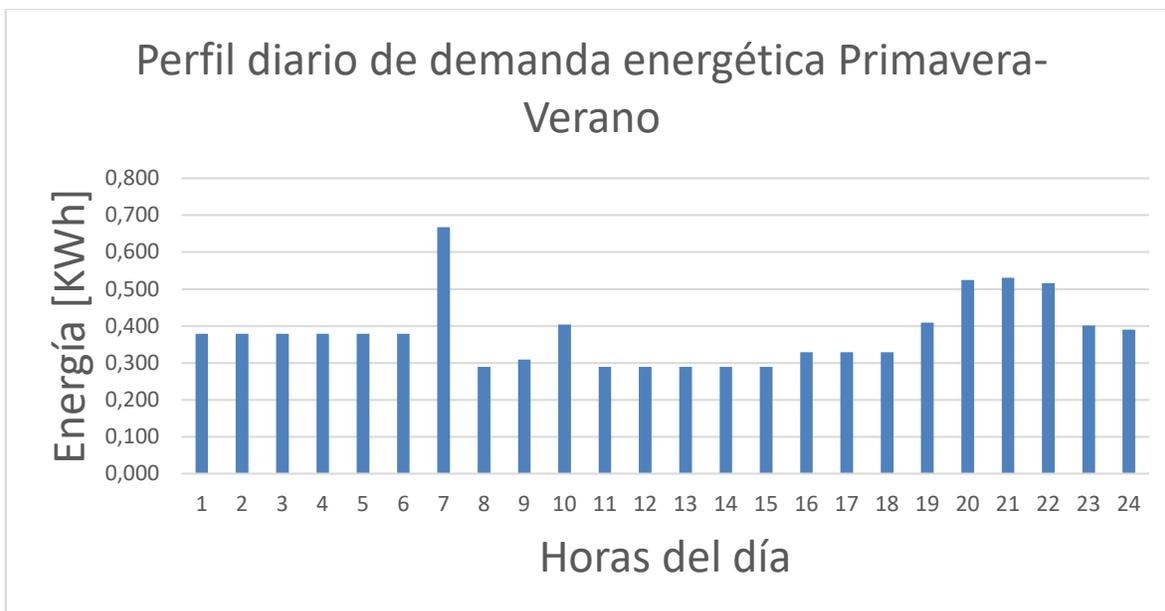


Tabla N°2. Requerimiento energético diario para las estaciones de otoño-invierno.

| Horas | Energía (kWh) |
|---|--------------------|
| 1 | 0,3792 |
| 2 | 0,3792 |
| 3 | 0,3792 |
| 4 | 0,3792 |
| 5 | 0,3792 |
| 6 | 0,3792 |
| 7 | 0,66795 |
| 8 | 0,7112 |
| 9 | 0,7012 |
| 10 | 0,4342 |
| 11 | 0,2892 |
| 12 | 0,2892 |
| 13 | 0,2892 |
| 14 | 0,2892 |
| 15 | 0,2892 |
| 16 | 0,3292 |
| 17 | 0,3292 |
| 18 | 0,7227 |
| 19 | 0,4092 |
| 20 | 0,5242 |
| 21 | 0,5302 |
| 22 | 0,5162 |
| 23 | 0,4012 |
| 24 | 0,3902 |
| Total | 10388,05 Wh |
| 50% a cubrir por ambas fuentes energéticas | 5194,025 Wh |

Tabla N°3. Elementos electrónicos que demandan energía.

| Elemento electrónico | Potencia (w) | Cantidad de elementos |
|-----------------------|--------------|-----------------------|
| Lámpara de techo | 15,0 | 7 |
| veladores | 11,0 | 2 |
| TV LED 32" | 115,0 | 2 |
| Luminarias exteriores | 30,0 | 3 |
| Notebook | 40,0 | 1 |
| Heladera | 200,0 | 1 |
| Lámpara invernadero | 68,0 | 4 |
| Bomba de agua | 36,0 | 2 |
| Timer | 1,2 | 1 |
| Medido de temperatura | 6,0 | 1 |
| Caldera | 110,0 | 1 |

Tabla N°4. Características de los componentes a utilizar.

| Paneles Solares | |
|--|---------------------|
| Potencia | 450 watts |
| Voltaje | 34,83 Volt |
| Aerogeneradores | |
| Potencia | 375 watts |
| Voltaje | 48 Volt |
| Baterías | |
| Capacidad | 225 Ah |
| Voltaje | 6 Volt |
| Nivel de descarga | 30% |
| Voltaje del banco de baterías | 48 Volt |
| String mínimo o banco de baterías | 8 baterías en serie |
| Inversor con regulador de carga | |
| Eficiencia | 93% |
| Voltaje | 48 Volt |
| Potencia | 3500 watts |

Procedimiento en planillas Excel

- **Fotovoltaica**

Paso 1: Se Ingresaron los datos de coordenadas en ángulos

| | | |
|---|--------------|--|
| Día=> | 256,3 | |
| Mes=> | 9 | |
| Latitud (°) => | -46,55 | Latitud (rad) |
| Longitud (°) => | -71,61 | Longitud (rad) |
| Correccion Horaria=> | -1 | |
| ángulo de inclinación del plano(°) => | -37,99571993 | Negativo en el hemisferio Sur (+hacia el Este; - hacia el Oeste) |
| ángulo azimutal de orientación del plano (°) => | 0 | |
| albedo (□) => | | 0,3 |

Paso 2: Se transformaron los datos de HPS a MJ/m2 y se copiaron los valores como se ve en la imagen en la columna donde se indica la localización del emprendimiento.

| Días acumulados | Día medio | Promedio diario mensual (Los Antiguos)(MJ/m ² .día) | [Kwh/m ²] | [MJ/m ²] |
|-----------------|-----------|--|-----------------------|----------------------|
| 0 | 17,1 | 22,536 | Enero 6,26 | 22,536 |
| 31 | 47,2 | 20,304 | Febrero 5,64 | 20,304 |
| 59 | 76 | 14,112 | Marzo 3,92 | 14,112 |
| 90 | 105,5 | 8,82 | Abril 2,45 | 8,82 |
| 120 | 134,6 | 5,112 | Mayo 1,42 | 5,112 |
| 151 | 160,8 | 3,348 | Junio 0,93 | 3,348 |
| 181 | 197,9 | 3,996 | Julio 1,11 | 3,996 |
| 212 | 226,9 | 6,444 | Agosto 1,79 | |
| 243 | 256,3 | 10,692 | Septiembre 2,97 | |
| 273 | 285,6 | 16,524 | Octubre 4,59 | |
| 304 | 315,9 | 21,24 | Noviembre 5,11 | 21,24 |
| 334 | 343,3 | 23,112 | Diciembre 6,996 | 23,112 |

Paso 3: utilizando la herramienta de optimización de datos SOLVER se procedió a calcular el Angulo óptimo para la mayor adquisición energética de la superficie colectora.

| Promedio acumulada mensual radiación en el plano inclinado | |
|--|--|
| 654,68 | |
| 586,92 | |
| 525,69 | |
| 395,06 | |
| 296,44 | |
| 212,24 | |
| 247,66 | |
| 322,67 | |
| 413,34 | |
| 554,92 | |
| 613,42 | |
| 657,22 | |
| Total anual | |
| 5480,25 | |

| | | |
|---|--------------|--|
| Día=> | 256,3 | |
| Mes=> | 9 | |
| Latitud (°) => | -46,55 | Latitud (rad) |
| Longitud (°) => | -71,61 | Longitud (rad) |
| Corrección Horaria=> | -1 | |
| ángulo de inclinación del plano(°) => | -37,99571993 | Negativo en el hemisferio Sur (+hacia el Este; - hacia el Oeste) |
| ángulo azimutal de orientación del plano (°) => | 0 | |
| albedo (□) => | 0,3 | |

Paso 4: se modificaron los días y meses para así obtener los HPS que captaría en promedio la superficie mes a mes.

| Días acumulados | Día medio | Promedio diario mensual (Los Antiguos)(MJ/m ² .día) | [Kwh/m ²] | [MJ/m ²] | |
|-----------------|-----------|--|-----------------------|----------------------|--------|
| 0 | 17,1 | 22,536 | Enero | 6,26 | 22,536 |
| 31 | 47,2 | 20,304 | Febrero | 5,64 | 20,304 |
| 59 | 76 | 14,112 | Marzo | 3,92 | 14,112 |
| 90 | 105,5 | 8,82 | Abril | 2,45 | 8,82 |
| 120 | 134,6 | 5,112 | Mayo | 1,42 | 5,112 |
| 151 | 160,8 | 3,348 | Junio | 0,93 | 3,348 |
| 181 | 197,9 | 3,996 | Julio | 1,11 | 3,996 |
| 212 | 226,9 | 6,444 | Agosto | 1,79 | 6,444 |
| 243 | 256,3 | 10,692 | Septiembre | 2,97 | 10,692 |
| 273 | 285,6 | 16,524 | Octubre | 4,59 | 16,524 |
| 304 | 315,9 | 21,24 | Noviembre | 5,9 | 21,24 |
| 334 | 343,3 | 23,112 | Diciembre | 6,42 | 23,112 |

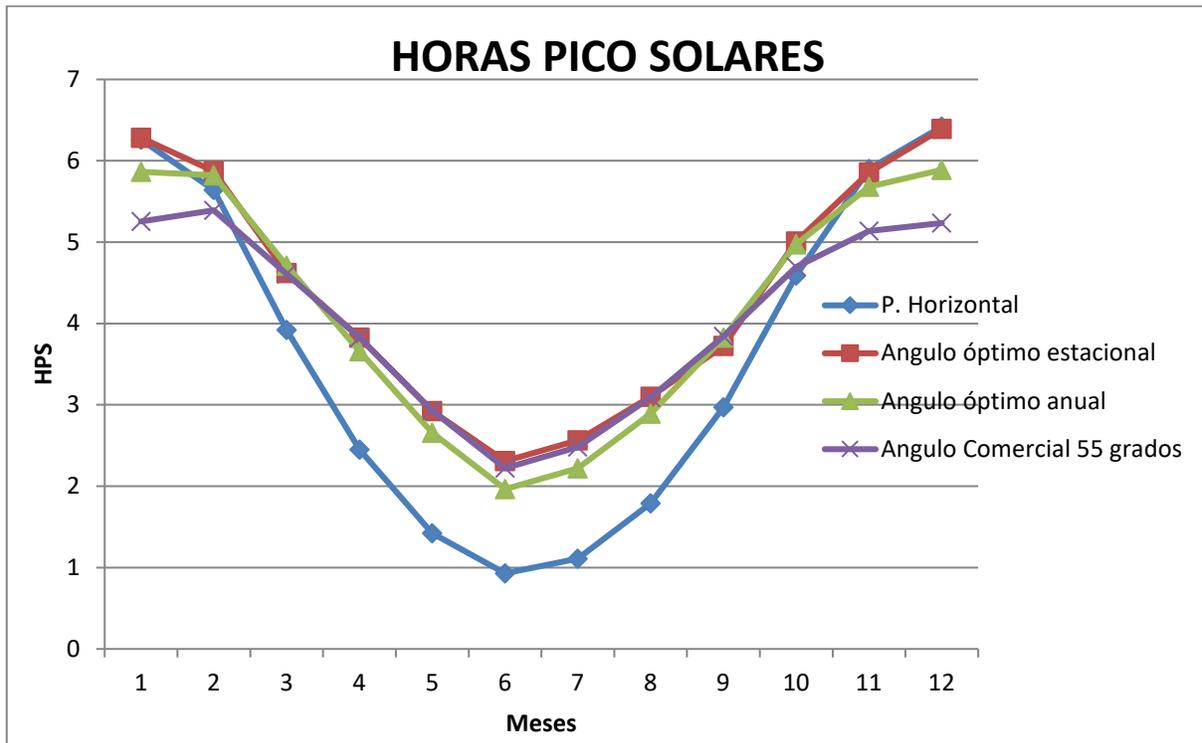
| | | |
|---|--------------|--|
| Día=> | 256,3 | |
| Mes=> | 9 | |
| Latitud (°) => | -46,55 | Latitud (rad) |
| Longitud (°) => | -71,61 | Longitud (rad) |
| Corrección Horaria=> | -1 | |
| ángulo de inclinación del plano(°) => | -37,99571993 | Negativo en el hemisferio Sur (+hacia el Este; - hacia el Oeste) |
| ángulo azimutal de orientación del plano (°) => | 0 | |
| albedo (□) => | 0,3 | |

| | | |
|---|------|-----------------|
| Promedio radiación total diaria del plano inclinado (MJ / m².día) | Hs = | 13,77803 |
| Horas pico solares (horas de 1Kwh/r) | | 3,827 |

| Promedio mensual de HPS (para plano inclinado óptimo) | | |
|---|------------|-------|
| Meses | Estacional | Anual |
| Enero | 6,283 | 5,866 |
| Febrero | 5,871 | 5,823 |
| Marzo | 4,620 | 4,711 |
| Abril | 3,827 | 3,658 |
| Mayo | 2,926 | 2,656 |
| Junio | 2,309 | 1,965 |
| Julio | 2,564 | 2,219 |
| Agosto | 3,100 | 2,831 |
| Septiembre | 3,724 | 3,827 |
| Octubre | 5,007 | 4,372 |
| Noviembre | 5,858 | 5,68 |
| Diciembre | 6,392 | 5,889 |

Este procedimiento lo podemos realizar mes a mes, estación a estación o anual como sería en este caso que se realizó el presente trabajo.

Figura N°3. Comparativa de las curvas de HPS en cuatro ángulos diferentes.



Paso 5: Teniendo la demanda energética de tabla 2 las características de los componentes de tabla 4 y los valores de HPS de un ángulo óptimo anual de los pasos anteriores se pudo calcular la cantidad de paneles necesarios para satisfacer la demanda y el número de baterías que se requieren para almacenarla.

| DATOS | |
|-----------------------------------|---------|
| Panel | |
| PPP = Potencia Pico del Panel [W] | 450 |
| Batería | |
| CAP = Capacidad [Ah] | 225 |
| VOLT = Tensión de la Batería [V] | 6 |
| ND = Nivel de Descarga | 30% |
| T = Numero de días sin generación | 3 |
| Eficiencia del sistema | 0,69192 |
| ER = Eficiencia del Regulador | 0,93 |
| EB = Eficiencia de las Baterías | 0,80 |
| EC = Eficiencia del Convertidor | 0,93 |
| FS = Factor de seguridad | 1,15 |

| MES | HPS (sobre plano inclinado óptimo ANUAL) | CE= PM* TU | ES | NP=CE*FS / (PPP*HPS* ES) | NB |
|------------|--|--------------|---------|--------------------------|-------|
| ENERO | 5,866 | 4575,275 | 0,69192 | 2,88 | 36,44 |
| FEBRERO | 5,823 | 4575,275 | 0,69192 | 2,90 | 36,44 |
| MARZO | 4,711 | 5194,025 | 0,69192 | 4,07 | 41,37 |
| ABRIL | 3,658 | 5194,025 | 0,69192 | 5,24 | 41,37 |
| MAYO | 2,656 | 5194,025 | 0,69192 | 7,22 | 41,37 |
| JUNIO | 1,965 | 5194,025 | 0,69192 | 9,76 | 41,37 |
| JULIO | 2,219 | 5194,025 | 0,69192 | 8,65 | 41,37 |
| AGOSTO | 2,891 | 5194,025 | 0,69192 | 6,64 | 41,37 |
| SEPTIEMBRE | 3,827 | 4575,275 | 0,69192 | 4,42 | 36,44 |
| OCTUBRE | 4,972 | 4575,275 | 0,69192 | 3,40 | 36,44 |
| NOVIEMBRE | 5,68 | 4575,275 | 0,69192 | 2,98 | 36,44 |
| DICIEMBRE | 5,889 | 4575,275 | 0,69192 | 2,87 | 36,44 |

Dando como resulta redondo un numero de 10 paneles solares de 450W de potencia y 48 baterías de 6 voltios, debido a que se deben conectar en bancos de 8 en serie para obtener el voltaje de 48.

▪ Eólica

Paso 1: Se ingresó el valor de eficiencia del inversor, los demás valores que están resaltados en amarillo de precio, voltaje y potencia se eligieron del listado de inversores de la planilla.

Variables de Planilla Energía:

| | | |
|----------------------------|---------------|----------------------|
| Potencia Nominal Requerida | $P_N [W]$ | 1031,00 W |
| Potencia Pico Requerida | $P_{pk} [W]$ | 1251,00 W |
| Rendimiento Nom. | $\eta_1 [\%]$ | 93,00% Aprox. 85-90% |

Calculos:

Modelos Disponibles

(Todos con salida 220V/50Hz)

| Fabricante/Modelo | Tensión [V] | Pot.Nom[W] | Pot.Pico[W] | Origen | Precio (\$ o u\$s) (7/2023) |
|--|-------------|------------|-------------|----------|--------------------------------|
| Ejemplos Senoidal pura con cargador | | | | | |
| 1. Growatt SPF 3500 ES www.ginverter.com | 48 | 3500 | 4500 | China/AR | \$ 1.023.347,59 |
| 2. Enertik ICB-3K- 24 https://enertik.com.ar/inversor-de-corriente-cargador-de-baterias-pwm-3000w | 24 | 3000 | 6000 | China/AR | \$ 51.300,00 |
| 3. Enertik ICB-5K- 48 https://enertik.com.ar/inversor-de-corriente-cargador-de-baterias-mppt-ica-5000w | 48 | 5000 | 10000 | China/AR | \$ 131.900,00 |
| Senoidal pura con cargador | | | | | |
| QMAX 1724SP-C (cargador) | 24 | 1700 | 5900 | ARG | Solicitar cotiz |
| QMAX 1548SP-C(cargador) | 48 | 1500 | 5200 | ARG | |
| QMAX 2024SP-C (cargador) | 24 | 2000 | 7000 | ARG | |
| QMAX 3324SP-C (cargador) | 24 | 3300 | 11500 | ARG | |
| QMAX 3548SP-C(cargador) https://qmax.com.ar/productos/serie-sp-aislado#1537197395885-13d79eda-a268 solartec.com.ar | 48 | 3500 | 12200 | ARG | |

Para cubrir la demanda de Potencia

Ingresar Datos

| | | |
|------------------------|---------------------------|-----------|
| Modelo elegido: | SPF 3500 ES | 48 |
| Tensión Nominal: | 48,00 (Copiar de tabla) | |
| Potencia Nominal: | 3500,00 (Copiar de tabla) | |
| Potencia Pico: | 4500,00 (Copiar de tabla) | |

Cálculos

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| % de Pot. Nominal Cubierta: | 339,48% (Preferentemente >100%) |
| % de Pot. Pico Cubierta: | 359,71% (Preferentemente >100%) |

| | | |
|--|-----------------------|------------------------------------|
| ELECCION DE INVERSOR | | (12/2023) |
| Tensión de Trabajo (Definida en Baterías) | 48,00 Volts | |
| Modelo Inversor (definido en Ingresar Datos) | SPF 3500 ES | 48 (valor q va a hoja Costos Apro) |
| CANTIDAD ELEGIDA | 1,00 Inversor/es | (valor q va a hoja Costos Apro) |
| Tipo de Cambio (Si es en \$ poner 1) | 800,00 (\$/u\$s) | |
| COSTO (DE TABLA) | \$ 1.023.347,59 pesos | (valor q va a hoja Costos Apro) |

Paso 2: Se cargaron los valores del sistema, rendimientos, precios y días sin viento (que deben ser los mismos que aceptamos como los días sin generación solar, en este caso 3 días), como se ve en las celdas marcadas en amarillo y verde. Finalmente, la planilla nos devuelve el número de baterías que deberíamos tener en nuestro sistema y debemos elegir entre esos dos. En este trabajo se eligió el máximo número de baterías.

Parametros:

| | | | |
|------------------------|------------------|--------|-------------------------|
| Capacidad Nominal Bat. | $Cap_{bat} [Ah]$ | 225,00 | |
| Tension Bateria | $V_{bat} [V]$ | 6,00 | |
| Tension Trabajo CC | $V_{sis} [V]$ | 48,00 | (12,24,48V) |
| Cantidad Bat. en SM | $SM[]$ | 8,00 | (String Minimo) |
| Rendimiento Regulador | $\eta_R []$ | 93,00% | |
| Rendimiento Baterias | $\eta_B []$ | 80,00% | |
| Rendimiento Inversor | $\eta_I []$ | 93,00% | Fte.: Planilla Inversor |
| Nivel de Descarga | $N_{desc} []$ | 30,00% | (Recom.->30 a 40%) |

Variables para Cálculo Diario:

| | | | |
|---------------------------|--------------------------|---|------------------------|
| Consumo Estimado/dia | $C_d [Wh]$ | 5197,65 Wh/dia | Fte.: Planilla Energia |
| Días sin Viento (de max.) | $T_{sin\ vientos\ max.}$ | 3,00 | Estimado |
| Días sin Viento (de min.) | $T_{sin\ viento\ min.}$ | 1,00 | Estimado |
| Tipo de Bateria: | | Trojan T-105 225Ah (ver link mas abajo) | |

Calculos:

Energía de SM

$ESM = SM * CAP * V_{bat} * N_{desc}$ 3240,00 Wh/SM

Consumo Diario Afectado de Rendimientos:

$Cdt = C_d / (\eta_R * \eta_B * \eta_I)$ 7511,92 Wh/dia

Consumo Con T días sin viento:

$CT_M = Cdt * T_{sin\ viento\ (max)}$ 22635,77 Wh
 $CT_m = Cdt * T_{sin\ viento\ (min)}$ 7511,92 Wh

Cantidad de Baterías (de maxima)

$N_{SM} = CT_M / ESM$ 6,96 SMs
 $N_{SMa} = INT(N_{SM})$ (entero máximo) 7 SMs
 $NB(M) = N_{SM} * SM$ 56 Baterías

Cantidad de Baterías (de minima)

$N_{Sm} = CT_m / ESM$ 2,32 SMs
 $N_{SMi} = INT(N_{Sm})$ (entero mínimo) 3 SMs
 $NB(m) = N_{SMi} * SM$ 24 Baterías

ELECCION DE BATERIAS

Precio Unitario final / estimado 12-2023 \$302.445,59 pesos
CANTIDAD ELEGIDA 56 Baterías (valor q va a hoja C)

Paso 3: Los valores de viento a 10m de altura de la tabla 1 se traspolan a 12m de altura y se calcula la potencia diaria que va a otorgar el aerogenerador y el número de estos que vamos a necesitar para poder llenar el banco de baterías diariamente.

Calculos:

Coeficientes para cálculos energía (Eolux)

29,85 -62,77

Modelo base Eolux - 24 o 48V

Potencia Nominal 375 W
 Generación Referencia Pn x 24hs 9000 Wh/dia

| Mes | (I) <v> [m/s] | (II) Promedio Mensual [kWh] | (III) Promedio Diario [kWh] |
|-----------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Enero | 8,94 | 204,11 | 6,58 |
| Febrero | 7,84 | 171,28 | 6,12 |
| Marzo | 7,41 | 158,40 | 5,11 |
| Abril | 7,66 | 165,76 | 5,53 |
| Mayo | 6,82 | 140,92 | 4,55 |
| Junio | 6,61 | 134,47 | 4,48 |
| Julio | 6,53 | 132,02 | 4,26 |
| Agosto | 6,83 | 141,22 | 4,56 |
| Setiembre | 7,00 | 146,13 | 4,87 |
| Octubre | 7,92 | 173,74 | 5,60 |
| Noviembre | 8,67 | 196,13 | 6,54 |
| Diciembre | 8,97 | 205,03 | 6,61 |

// Comentario: Para dejar la celda fija, p
 =D25*F19+G19 se convierte en
 =D25*\$F\$19+\$G\$19 y se puede copi

- En la columna (I) se ingresa el promedio mensual del lugar elegido.
- Las columnas (II) y (III) proporcionan la Energías mensual y diaria que produce con el promedio de viento de la columna:

| Alturas (metros) | |
|------------------|------|
| NASA 10m | 12m |
| 8,70 | 8,94 |
| 7,63 | 7,84 |
| 7,21 | 7,41 |
| 7,45 | 7,66 |
| 6,64 | 6,82 |
| 6,43 | 6,61 |
| 6,35 | 6,53 |
| 6,65 | 6,83 |
| 6,81 | 7,00 |
| 7,71 | 7,92 |
| 8,44 | 8,67 |
| 8,73 | 8,97 |

Para cubrir la demanda Cdt

| Mes | Nº Aeros | Entero Mínimo |
|-----------|----------|---------------|
| Enero | 1,14 | 2 |
| Febrero | 1,23 | 2 |
| Marzo | 1,47 | 2 |
| Abril | 1,36 | 2 |
| Mayo | 1,65 | 2 |
| Junio | 1,68 | 2 |
| Julio | 1,76 | 2 |
| Agosto | 1,65 | 2 |
| Setiembre | 1,54 | 2 |
| Octubre | 1,34 | 2 |
| Noviembre | 1,15 | 2 |
| Diciembre | 1,14 | 2 |

<http://www.giacobone.com/servicios/soluciones-energeticas/energia-eolica/>

| ELECCION DE AEROGENERADORES | |
|--|----------------------|
| Tensión de Trabajo (Definida en Baterías) | 48,00 Volts |
| Distancia Aprox. desde Torre a Tablero | 60,00 metros |
| Costo Unitario Aprox. / 2023 (aprox. usd3000bna) | \$1.691.343,54 pesos |
| CANTIDAD ELEGIDA | 2 Aeros |

(valor q va a hoja Costos Aproximados)
 (valor q va a hoja Costos Aproximados)
 (valor q va a hoja Costos Aproximados)

Paso 4: Finalmente se ingresaron los últimos costos de instalación, transporte, montaje y demás materiales para una aproximación monetaria de la inversión.

CALCULO DE COSTOS APROXIMADOS

Proyecto: Casa con invernadero
Fecha: 14/12/2023 21:34
Revisión: A

| Datos Adicionales | \$ar / 12-2023 | |
|------------------------------|----------------|-----------|
| Precio cable Sintenax 3x6mm2 | 2066,58 | \$/m |
| Torre 12m reticulado | 820648,53 | \$/unidad |
| Costos montaje/cables/bases | 50505,30 | \$/unidad |
| Fletes, Instalacion, admin. | 436610,21 | \$/unidad |

Resumen de Datos del Proyecto y Selecciones:

| | | | |
|---|-------------|----------|------------------------|
| Energía Diaria Demandada | 5197,65 | Wh | Planilla Energia |
| Tensión de Trabajo Sistema CC: | 48,00 | Volts | Planilla Baterías |
| N° de Baterías Requerido: | 56 | Unidades | Planilla Baterías |
| Cantidad de Aerogeneradores + Torre + Cableado: | 2 | Unidades | Planilla Aerogenerador |
| Distancia en Metros de Aerog. a Tablero: | 60 | metros | Planilla Aerogenerador |
| Inversor: Cantidad en Circuitos Separados | 1 | Unidades | Planilla Inversor |
| Inversor: Potencia Nominal Requerida | 1031,00 | W | Planilla Energia |
| Inversor: Potencia Pico Requerida | 1251,00 | W | Planilla Energia |
| Tipo de Inversor | SPF 3500 ES | - | Planilla Inversor |

| CANTIDAD | DESCRIPCION | Precio Unitario | Precio Total | IVA 15% MicroSOLA R | \$ A PAGAR c/IVA incl. |
|----------------------------|--|-----------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| 2 | AEROGENERADORES ST 375 | 1691343,54 | 3382687,08 | 507403,06 | 3890090,14 |
| 2 | TORRES TIPO RETICULADO 12m | 820648,53 | 1641297,06 | 246194,56 | 1887491,62 |
| 1 | MONTAJES-CABLES-BASES | 50505,30 | 50505,30 | 7575,80 | 58081,10 |
| 60 | MTS totales CABLEADO EXTERIOR SINTENAX | 2066,58 | 123994,80 | 18599,22 | 142594,02 |
| 56 | Trojan T-105 225Ah | 302445,59 | 16936953,04 | 2540542,96 | 19477496,00 |
| 1 | SPF 3500 ES | 1023347,59 | 1023347,59 | 153502,14 | 1176849,73 |
| 1 | FLETES, INSTALACION Y GASTOS ADMIN. | 436610,21 | 436610,21 | 65491,53 | 502101,74 |
| TOTAL CON IMPUESTOS | | | | | 27134704,34 |

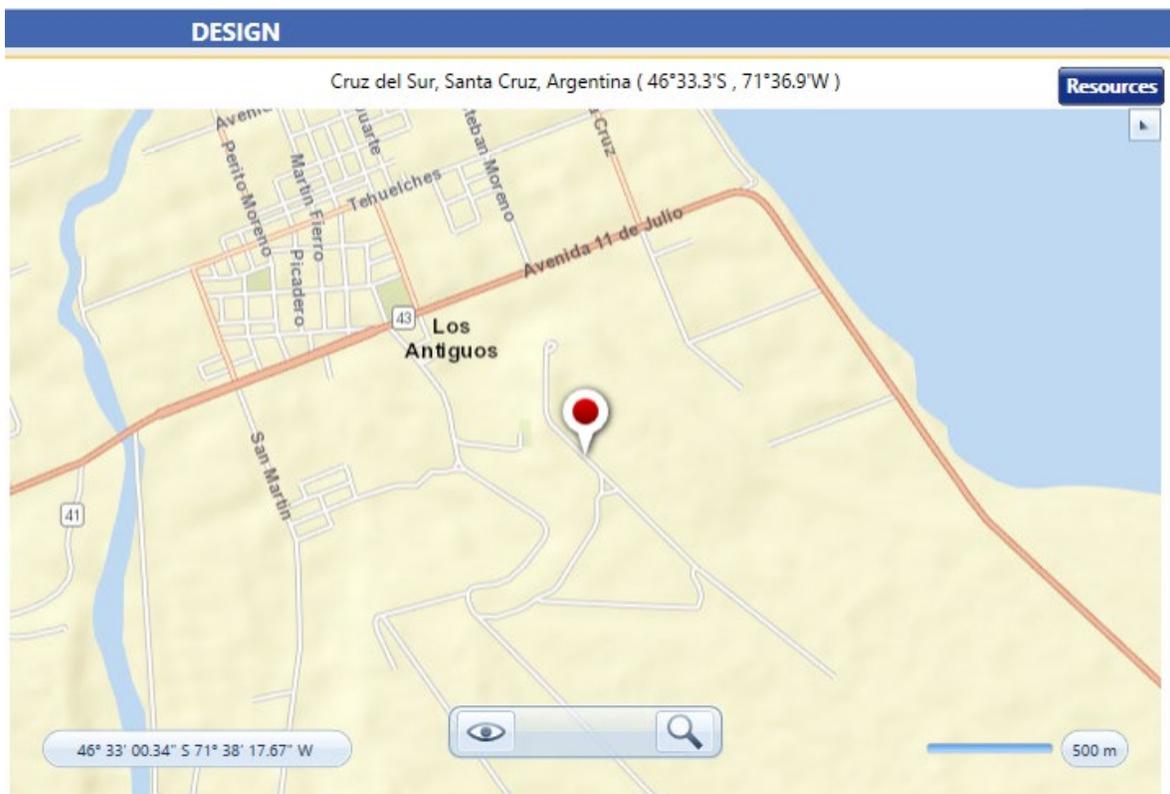
Como conclusión se obtuvo que es necesario 2 aerogeneradores de 375W de potencia y 56 baterías.

Tabla N°5. Número final de baterías, paneles y aerogeneradores necesarios para satisfacer toda la demanda energética diaria en las estaciones de otoño-invierno.

| Componentes | Cantidad |
|-----------------|----------|
| Paneles Solares | 10 |
| Aerogeneradores | 2 |
| Baterías | 104 |

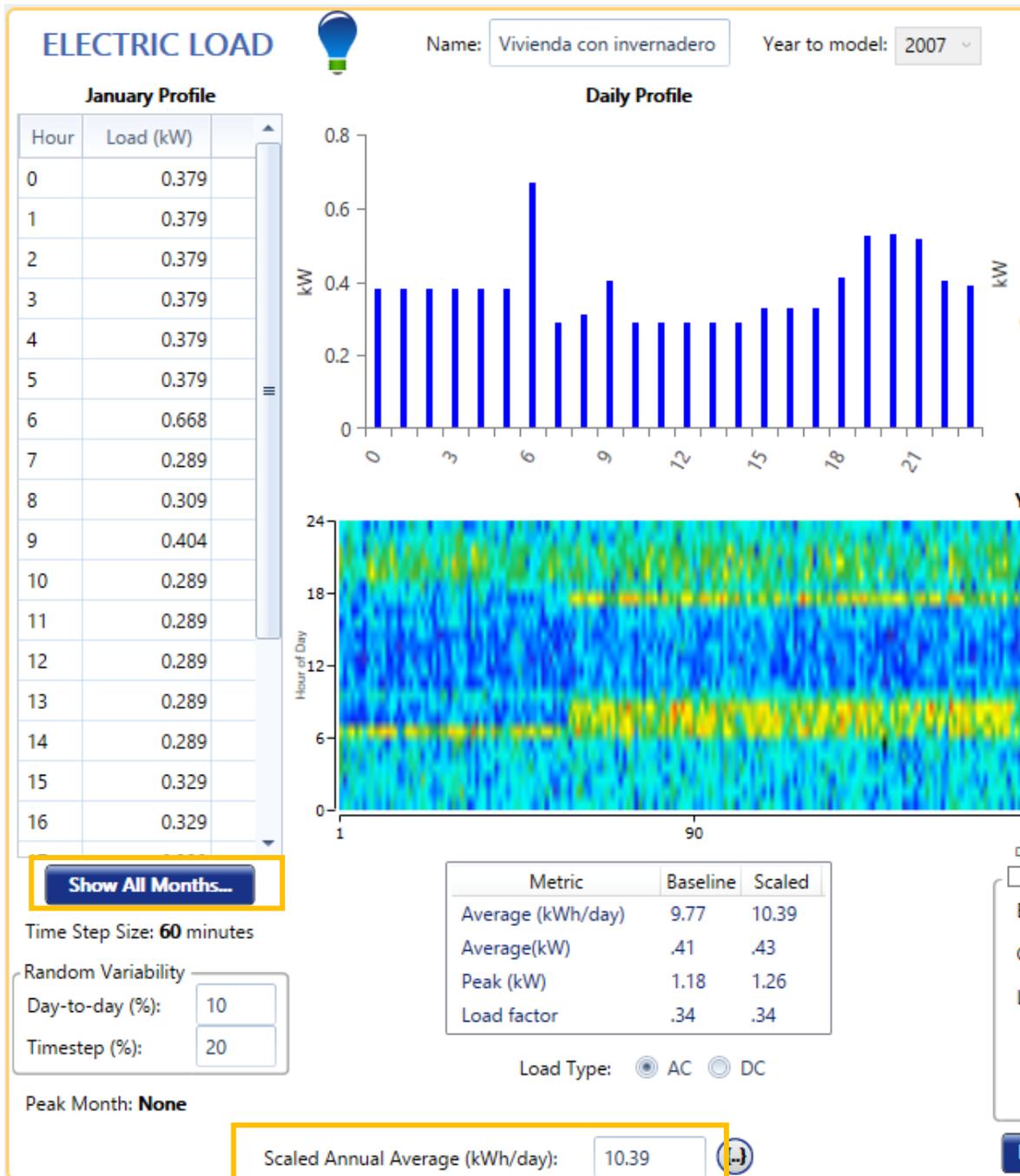
Procedimiento en Software HOMER

Paso 1: Se referencia geográficamente la ubicación del emprendimiento en el botón “Design”



Paso 2: Se cargaron los datos de demanda energética en la pestaña “LOAD” y el botón “Electric #1”, en este caso cargamos los dos perfiles de consumo otoño-invierno y primavera-verano, respectivamente mes a mes, así también el máximo consumo promedio por día para poder escalar los gráficos del HOMER.





Paso 3: Se cargaron a mano (calculados previamente en las planillas Excel ya mencionadas) y se descargaron de internet (en caso de que tuviera la opción) los diferentes factores climáticos de la zona. En la pestaña “RESOURCES”, en este caso use los botones de “Solar GHI”, “Wind” y “Temperature”

LOAD COMPONENTS **RESOURCES** PROJECT HELP

 Solar GHI
  Solar DNI
  Wind
  Temperature
  Fuels
  Hydrokinetic
  Hydro
  Biomass
  Custom

SOLAR GHI RESOURCE



Remove

Choose Data Source: Enter monthly averages Import from a time series data file or the library

Download From Internet...

Import...

Import and Edit...

Library:

Monthly Average Solar Global Horizontal Irradiance (GHI) Data

| Month | Clearness Index | Daily Radiation (kWh/m ² /day) |
|-------|-----------------|---|
| Jan | 0.528 | 6.260 |
| Feb | 0.554 | 5.640 |
| Mar | 0.506 | 3.920 |
| Apr | 0.472 | 2.450 |
| May | 0.426 | 1.420 |
| Jun | 0.367 | 0.930 |
| Jul | 0.385 | 1.110 |
| Aug | 0.409 | 1.790 |
| Sep | 0.442 | 2.970 |
| Oct | 0.493 | 4.590 |
| Nov | 0.518 | 5.900 |
| Dec | 0.520 | 6.420 |



WIND RESOURCE



Choose Data Source: Enter monthly averages Import from a time series data file or the library

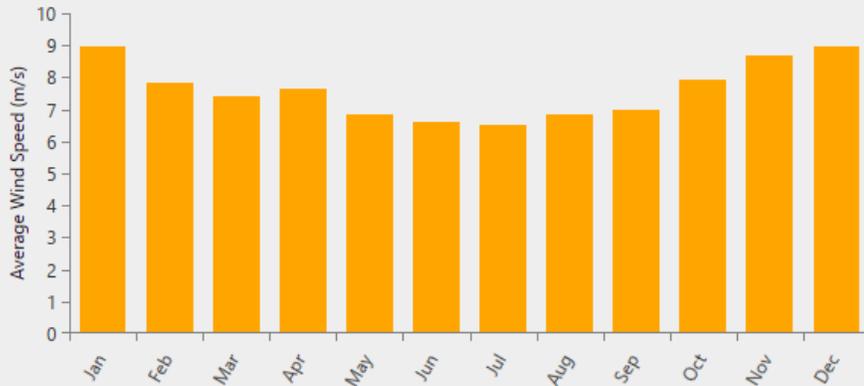
Download From Internet...

Import...

Import and Edit...

Monthly Average Wind Speed Data

| Month | Average (m/s) |
|-------|---------------|
| Jan | 8.940 |
| Feb | 7.840 |
| Mar | 7.410 |
| Apr | 7.660 |
| May | 6.820 |
| Jun | 6.610 |
| Jul | 6.530 |
| Aug | 6.830 |
| Sep | 7.000 |
| Oct | 7.920 |
| Nov | 8.670 |
| Dec | 8.970 |



Parameters

Variation With Height

Advanced Parameters

Altitude above sea level (m):

Anemometer height (m):

TEMPERATURE RESOURCE



Remove

Choose Data Source: Enter monthly averages Import from a time series data file or the library

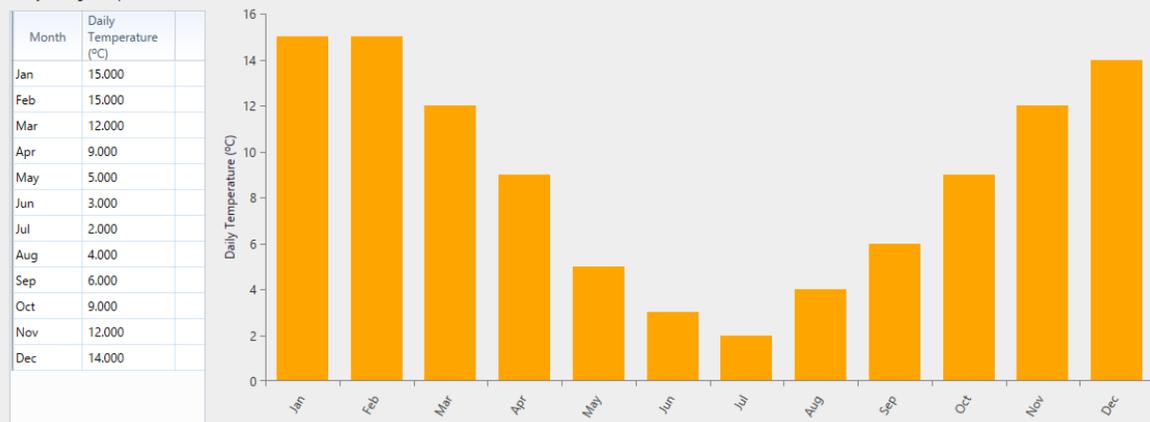
Download From Internet...

Import...

Import and Edit...

Library:

Monthly Average Temperature Data



Paso 4: Se arma el sistema energético desde la pestaña “COMPONENTS” y como en general el catálogo de componentes es de piezas genéricas, se buscó lo más cercano posible en cuanto a especificaciones de las partes y se fue modificando a medida de los componentes obtenidos en la realidad y al sistema que se desea realizar, como se vio en la tabla 4.



Add/Remove Generic 1 kW

WIND TURBINE

Name: Abbreviation: Remove

[Copy To Library](#)

| Quantity | Capital (\$) | Replacement (\$) | O&M (\$/year) |
|----------------------------|--------------|------------------|---------------|
| 1 | \$1,289.13 | \$1,289.13 | \$129.00 |
| Click here to add new item | | | |

Multiplier:

Properties

Name: **Generic 1 kW**

Abbreviation: **G1**

Rated Capacity (kW): **1**

Manufacturer: **Generic**

homeenergy.com

Notes:

Site Specific Input

Lifetime (years): Hub Height (m): Consider ambient temperature effects?

Quantity Optimization

HOMER Optimizer™

Search Space

| Quantity |
|----------|
| 0 |
| 1 |
| 2 |

Electrical Bus: AC DC

PV  Name: SunPower E20-327 Abbreviation: SPR-E20

Remove Copy To Library ?

Properties

Name: SunPower E20-327
 Abbreviation: SPR-E20
 Panel Type: Flat plate
 Rated Capacity (kW): 6.3
 Temperature Coefficient: -0.34
 Operating Temperature (°C): 41.00
 Efficiency (%): 20.9
 Manufacturer: SunPower
[Data Sheet for E20-327](#)
 Notes:
 This model represents the SPR-E20-327, as opposed to the SPR-E19-320, both of which represent SunPower E-series Residential Solar Panels.
 96 monocrystalline cells, nominal power of 327W, average panel efficiency of 20.4%.

Cost

| Capacity (kW) | Capital (\$) | Replacement (\$) | O&M (\$/year) |
|---------------|--------------|------------------|---------------|
| 0.45 | 153.84 | 153.84 | 30.00 |

Lifetime time (years): 25.00

Sizing

HOMER Optimizer™
 Search Space

kW
 0
 0.45
 1.8
 4.5
 6.3

Site Specific Input Derating Factor (%): 88.00

Electrical Bus AC DC

 PV Advanced Properties

MPPT Orientation Temperature

Ground Reflectance (%): 20.00

Tracking System: No Tracking

Use default slope Panel Slope (degrees): 37.99

Use default azimuth Panel Azimuth (degrees West of South): 180.00

 PV Advanced Properties

MPPT Orientation Temperature

Consider temperature effects?
 Using ambient temperature defined in the temperature resource.

Temperature effects on power (%/°C): -0.340

Nominal operating cell temperature (°C): 41.00

Efficiency at standard test conditions (%): 20.90

STORAGE  Name: Trojan SSIG 06 255 Abbreviation: SSIG 06 Remove
Copy To Library

Properties

Kinetic Battery Model

Nominal Voltage (V): 6
 Nominal Capacity (kWh): 1.52
 Maximum Capacity (Ah): 254
 Capacity Ratio: 0.477
 Rate Constant (1/hr): 0.455
 Roundtrip efficiency (%): 80
 Maximum Charge Current (A): 45
 Maximum Discharge Current (A): 300
 Maximum Charge Rate (A/Ah): 1

Cost

| Quantity | Capital (\$) | Replacement (\$) | O&M (\$/year) |
|----------|--------------|------------------|---------------|
| 1 | 230.52 | 230.52 | 23.00 |

Lifetime throughput (kWh): 914.30 More...

Sizing

HOMER Optimizer™
 Search Space

| # strings |
|-----------|
| 0 |
| 8 |
| 16 |
| 32 |
| 48 |
| 56 |
| 64 |
| 72 |
| 80 |
| 88 |
| 96 |
| 104 |
| 112 |

Site Specific Input

String Size: 8 Voltage: 48 V

Initial State of Charge (%): 100.00 (-)

Minimum State of Charge (%): 70.00 (-)

CONVERTER  Schneider Conext XW+5548 Name: Schneider Conext XW+5548

Complete Catalog Abbreviation: Conext

Properties

Name: **Schneider Conext XW+5548**

Abbreviation: **Conext XW+5548**

sesolar.com

Notes:
Both grid forming and grid following. It is a battery dedicated inverter

Costs

| Capacity (kW) | Capital (\$) | Replacement (\$) | O&M (\$/year) |
|---------------|--------------|------------------|---------------|
| 1 | \$780.00 | \$780.00 | \$78.00 |

Click here to add new item

Multiplier: (-) (-) (-)

Schneider Electric

Inverter Input

Lifetime (years): 10.00 (-)

Efficiency (%): 93.00 (-)

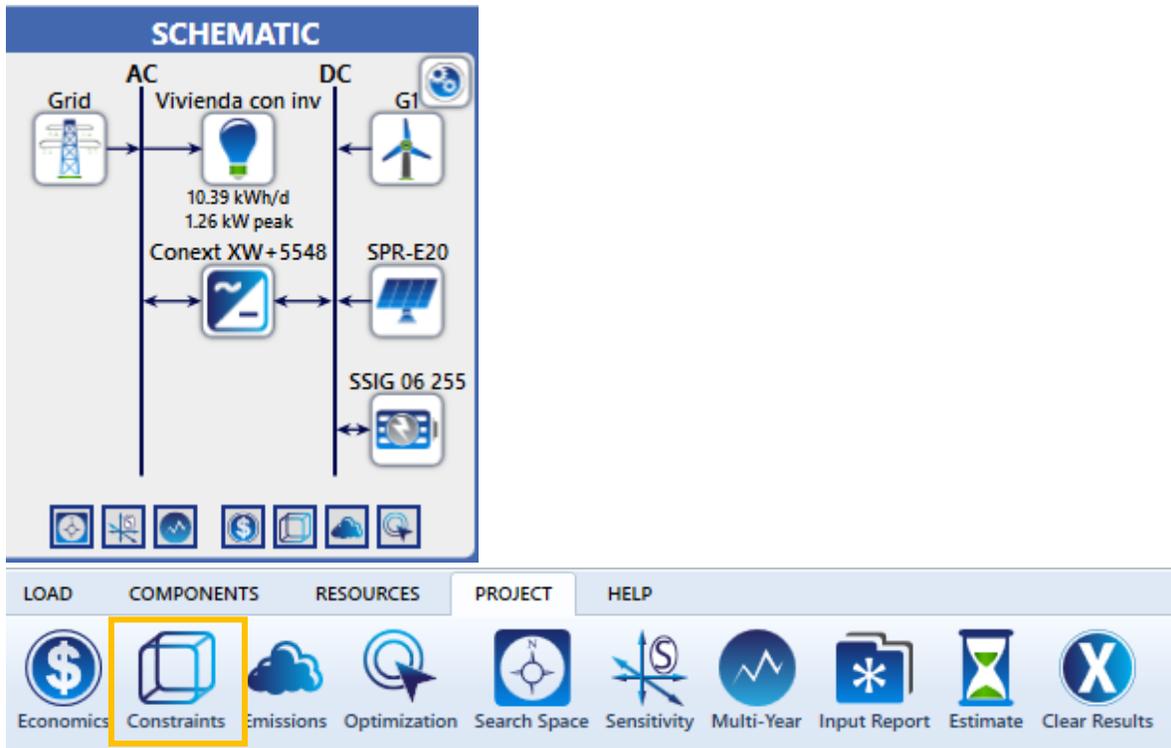
Parallel with AC generator?

Rectifier Input

Relative Capacity (%): 100.00 (-)

Efficiency (%): 93.00 (-)

Paso 5: Una vez armado el esquema de componentes y ajustado sus parámetros a los datasheet de los componentes reales, vamos a la pestaña “Project” y al botón “Constraints” donde ajustamos el porcentaje de intervención de las energías a utilizar y el porcentaje total de energía generada que queremos que las fuentes renovables otorguen al sistema. Como ya se menciona la distribución entre fuentes debe ser del 50/50 y el sistema en la medida de lo posible debe ser autónomo a pesar de estar conectado a la red, para este caso utilice 90%.



CONSTRAINTS

Maximum annual capacity shortage (%):

Minimum renewable fraction (%):

Operating Reserve

As a percentage of load

Load in current time step (%):

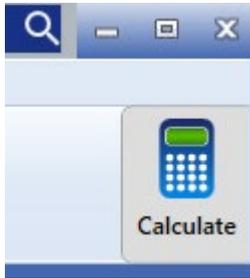
Annual peak load (%):

As a percentage renewable output

Solar power output (%):

Wind power output (%):

Paso 5: Pulsamos el botón “Calculate” de la esquina superior y el software nos da una serie de soluciones para la demanda y el sistema que deseamos conformar. De esta manera elegimos uno de ellos y podemos ver las características y resultados finales que nos daría el sistema seleccionado.



RESULTS

Summary Tables Graphs

Export... Export Details...

Optimization Results
Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.

| Architecture | | | | Cost | | | | System | | | | SPR-E20 | | G1 | | Autonomy | |
|--------------|----|------------------|-----------|---------------------|----------|----------|---------------|------------------------|------------|--------------|-------------------|---------|----------------------------|-------------------|---------------------|---------------|---------------|
| SPR-E20 (kW) | G1 | SSIG 06 255 (\$) | Grid (kW) | Conext XW+5548 (kW) | Dispatch | NPC (\$) | LCOE (\$/kWh) | Operating cost (\$/yr) | CAPEX (\$) | Ren Frac (%) | Total Fuel (L/yr) | CAPEX | Energy Production (kWh/yr) | Capital Cost (\$) | Production (kWh/yr) | O&M Cost (\$) | Autonomy (hr) |
| 6.30 | 2 | 64 | 999,999 | 2.41 | LF | \$49,584 | \$0.337 | \$2,183 | \$21,362 | 90.1 | 0 | 2,154 | 8,457 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 6.30 | 2 | 64 | 999,999 | 2.41 | CC | \$49,584 | \$0.337 | \$2,183 | \$21,362 | 90.1 | 0 | 2,154 | 8,457 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 6.30 | 2 | 64 | 999,999 | 2.44 | LF | \$49,654 | \$0.336 | \$2,187 | \$21,387 | 90.2 | 0 | 2,154 | 8,457 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 6.30 | 2 | 64 | 999,999 | 2.44 | CC | \$49,654 | \$0.336 | \$2,187 | \$21,387 | 90.2 | 0 | 2,154 | 8,457 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 6.30 | 2 | 64 | 999,999 | 2.50 | LF | \$49,795 | \$0.333 | \$2,194 | \$21,435 | 90.3 | 0 | 2,154 | 8,457 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 6.30 | 2 | 64 | 999,999 | 2.50 | CC | \$49,795 | \$0.333 | \$2,194 | \$21,435 | 90.3 | 0 | 2,154 | 8,457 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 4.50 | 2 | 64 | 999,999 | 3.50 | LF | \$49,974 | \$0.317 | \$2,195 | \$21,600 | 90.6 | 0 | 1,538 | 6,041 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |
| 4.50 | 2 | 64 | 999,999 | 3.50 | CC | \$49,974 | \$0.317 | \$2,195 | \$21,600 | 90.6 | 0 | 1,538 | 6,041 | 2,578 | 6,605 | 258 | 67.6 |

Simulation Results

System Architecture: Trojan SSIG 06 255 (8.00 strings) HOMER Cycle Charging
 SunPower E20-327 (4.50 kW) Schneider Conext XW+5548 (3.50 kW)
 Generic 1 kW (2.00) Grid (999,999 kW)

| | |
|-----------------|-------------|
| Total NPC: | \$49,974.39 |
| Levelized COE: | \$0.3171 |
| Operating Cost: | \$2,194.89 |

Schneider Conext XW+5548 Emissions

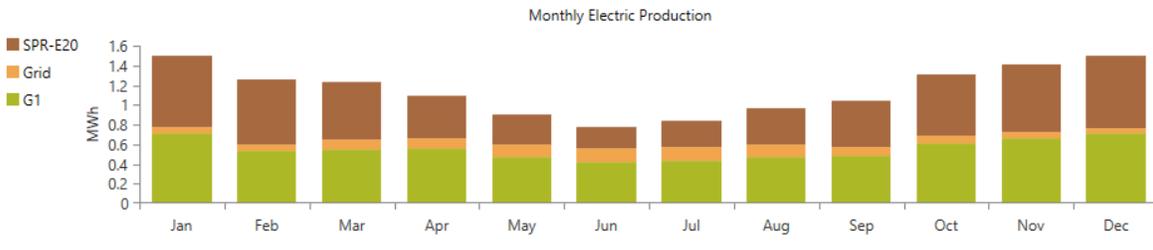
Cost Summary Cash Flow Compare Economics **Electrical** Renewable Penetration Trojan SSIG 06 255 SunPower E20-327 Generic 1 kW Grid

| Production | kWh/yr | % |
|------------------|---------------|------------|
| SunPower E20-327 | 6,041 | 43.8 |
| Generic 1 kW | 6,605 | 47.9 |
| Grid Purchases | 1,143 | 8.29 |
| Total | 13,789 | 100 |

| Consumption | kWh/yr | % |
|-----------------|---------------|------------|
| AC Primary Load | 3,792 | 31.1 |
| DC Primary Load | 0 | 0 |
| Deferrable Load | 0 | 0 |
| Grid Sales | 8,400 | 68.9 |
| Total | 12,192 | 100 |

| Quantity | kWh/yr | % |
|---------------------|--------|------|
| Excess Electricity | 766 | 5.55 |
| Unmet Electric Load | 0 | 0 |
| Capacity Shortage | 0 | 0 |

| Quantity | Value | Units |
|-------------------------|-------|-------|
| Renewable Fraction | 90.6 | % |
| Max. Renew. Penetration | 195 | % |



Como resultado se seleccionó el sistema que cumpliera con la capacidad de los componentes y el tiempo de autonomía más próximo a los 3 días. Recordar que el HOMER no pudo calcular el resultado de 100% de energía renovable debido a que el sistema está

conectado a la red y tiende a obligar a bajar la fracción renovable. Dando como resultado final un total de 5 paneles de 450W, 2 aerogeneradores de 1kW (recordar que el modelo real elegido es de 375W) y un total de 64 baterías.