

PROVINCIA DE RIO NEGRO

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTUDIO DE DEMANDA ELÉCTRICA Y  
PROYECTO DE MICRO-RED ABASTECIMIENTO  
PARAJE AGUADA GUZMAN

INFORME FINAL

ENERO 2018

MAURICIO SCHNEEBELI  
GONZALO RODRIGUEZ

## 1 ÍNDICE.

<b>1</b>	<b>ÍNDICE.</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Aguada Guzmán HOY, RESULTADOS DEL RELEVAMIENTO.</b>	<b>17</b>
6.1	Generalidades	17
6.2	Población	19
6.3	Servicios públicos.	23
6.3.1	Agua.	23
6.3.2	Calefacción.	25
6.3.3	Electricidad.	25
6.4	Medición de demanda actual.	28
6.5	Análisis de recursos energéticos en sitio	29
<b>7</b>	<b>PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>DISEÑO DEL CENTRO DE GENERACIÓN PARA LA MICRORRED HÍBRIDA DEL PARAJE AGUADA GUZMAN</b>	<b>38</b>
8.1	Micro-redes híbridas: generalidades.	38
8.1.1	Sistemas de generación híbridos.	38
8.1.2	Sistemas híbridos a pequeña escala. Micro-redes	38
8.1.3	Electrificación rural aislada con micro-redes híbridas	39
8.2	Consideraciones económicas.	40
8.3	Recurso eólico	42
8.4	Distribución mensual de velocidades medias.	42
8.4.1	Variación del recurso eólico según la altura	42
8.5	Recurso solar.	43
8.6	Esquema de interconexión propuesto	43
8.7	Estrategias de despacho de energía	45
8.7.1	Estrategia de seguimiento de carga	45
8.7.2	Estrategia de ciclo de carga	46
8.8	Características de los componentes del sistema	46
8.8.1	Inversor y gestor de micro-red	46
8.8.2	Banco de baterías	47

8.8.3	Grupo electrógeno _____	47
8.8.4	Generación solar _____	48
8.8.5	Generación eólica _____	48
8.8.6	Tipo de inversores solares a red _____	48
8.8.7	Tipo de reguladores de carga _____	48
<b>8.9</b>	<b>Resultados de la Opción óptima para la combinación solar eólica GLP Según el</b>	
	<b>escenario de almacenamiento en baterías de Plomo Ácido. _____</b>	<b>50</b>
8.9.1	Dimensionado. _____	50
8.9.2	Resumen de costos _____	50
8.9.3	Síntesis de modos de generación del sistema. _____	52
8.9.4	Parámetros de operación del grupo electrógeno 70KW _____	52
8.9.5	Parámetros de operación del Banco de baterías: _____	53
8.9.6	Parámetros de operación del generador PV en barra de CA: _____	55
8.9.7	Parámetros de operación del generador PV en barra de CC. _____	56
8.9.8	Parámetros de operación del generador eólico: _____	57
8.9.9	Parámetros de operación del inversor bidireccional _____	58
8.9.10	Resumen Renovable. _____	59
8.9.11	Comparación con caso base GLP 24hs _____	59
8.9.12	Resumen de costos inversión inicial. _____	60
8.9.13	Plan de obra. _____	61
<b>8.10</b>	<b>Resultados de la Opción óptima para la combinación solar eólica GLP Según el</b>	
	<b>escenario de almacenamiento en baterías de Ion-Litio. _____</b>	<b>62</b>
8.10.1	Dimensionado. _____	62
8.10.2	Resumen de costos _____	62
8.10.3	Síntesis de modos de generación del sistema. _____	64
8.10.4	Parámetros de operación del grupo electrógeno 70KW _____	64
8.10.5	Parámetros de operación del Banco de baterías: _____	65
8.10.6	Parámetros de operación del generador PV en barra de CA: _____	67
8.10.7	Parámetros de operación del generador PV en barra de CC. _____	68
8.10.8	Parámetros de operación del generador eólico: _____	69
8.10.9	Parámetros de operación del inversor bidireccional _____	69
8.10.10	Resumen Renovable. _____	71
8.10.11	Comparación con caso base GLP 24hs _____	71
8.10.12	Resumen de costos inversión inicial. _____	72
8.10.13	Plan de obra. _____	73
<b>9</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO PARA LA</b>	
	<b>MICRO RED AGUADA GUZMAN _____</b>	<b>74</b>
<b>9.1</b>	<b>GENERALIDADES _____</b>	<b>74</b>
<b>9.2</b>	<b>SITIO DE IMPLANTACIÓN _____</b>	<b>74</b>
<b>9.3</b>	<b>ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN _____</b>	<b>77</b>
<b>9.4</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO PRINCIPAL DE GENERACIÓN _____</b>	<b>78</b>
9.4.1	SOLARES _____	78

9.4.2	EOLICOS _____	79
9.4.3	GENERADOR TERMICO _____	80
9.4.4	REGULADOR DE CARGA _____	81
9.4.5	INVERSORES _____	81
9.4.6	BATERIAS _____	82
9.4.7	Estrategias de despacho de energía _____	82
9.4.8	Obra civil _____	82
<b>9.5</b>	<b>Resultados de la Opción óptima para la combinación solar eólica GLP. _____</b>	<b>86</b>
9.5.1	Dimensionado. _____	86
<b>9.6</b>	<b>Resumen de costos inversión inicial. _____</b>	<b>88</b>
<b>9.7</b>	<b>Plan de obra. _____</b>	<b>90</b>

## **2 ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.**

Ilustración 1: Panorámica del centro urbano. ....	17
Ilustración 2: principal actividad ganadería ovina en régimen de subsistencia.....	18
Ilustración 3: Construcción típica en adobe. ....	18
Ilustración 4: Relevamiento Poblacional centro de salud plano.....	21
Ilustración 5: Relevamiento Poblacional centro de salud.....	22
Ilustración 6: Tanque de almacenamiento de agua. ....	23
Ilustración 7: Planta potabilizadora actual. ....	25
Ilustración 8: Depósito de GLP domiciliario. ....	25
Ilustración 9: Grupo generador GLP existente.....	26
Ilustración 10: Red eléctrica existente. ....	27
Ilustración 11: Ejemplo de bajada eléctrica residencial existente. ....	27
Ilustración 12: Sitio seleccionado para la planta de generación. ....	29
Ilustración 13: demanda hora-año de energía. ....	35
Ilustración 14: Distribución horaria mes a mes del consumo.....	36
Ilustración 15: Distribución mensual de la energía para la carga diferida.....	37
Ilustración 16: Ejemplo de micro-red híbrida típica .....	40
Ilustración 17: Esquema de interconexión propuesto. ....	45
Ilustración 18: Resumen de costos por componente .....	51
Ilustración 19: parámetros de operación grupo electrógeno salida: KW.....	53
Ilustración 20: parámetros de operación banco de baterías (Estado de carga%).	54
Ilustración 21: Parámetros de operación generador solar barra CA Salida: KW. ..	55
Ilustración 22: Parámetros de operación generador solar barra CC Salida: KW. ...	56
Ilustración 23: Parámetros de operación generador eólico barra CC Salida KW ..	57

Ilustración 24: Parámetros de operación Inversor bidireccional Salida KW.....	58
Ilustración 25: Resumen de costos por componente .....	63
Ilustración 26: parámetros de operación grupo electrógeno salida: KW.....	65
Ilustración 27: parámetros de operación banco de baterías (Estado de carga%).	66
Ilustración 28: Parámetros de operación generador solar barra CA Salida: KW. ..	67
Ilustración 29: Parámetros de operación generador solar barra CC Salida: KW. ..	68
Ilustración 30: Parámetros de operación generador eólico barra CC Salida KW ..	69
Ilustración 31: Parámetros de operación Inversor bidireccional Salida KW.....	70
Ilustración 32: Comparación caso base solo GLP 24 hs. ....	71
Ilustración 33: Distribución mensual de la energía para la carga diferida. Ordenadas: Energía en Kwh/d .....	74
Ilustración 34: Vista del centro urbano.....	75
Ilustración 35: Sitio seleccionado para el montaje de todos los componentes de generación. ....	76
Ilustración 36: Esquema de interconexión. ....	78

### 3 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Censos INDEC 1991-2001-2010 .....	19
Tabla 2: Promedios de parámetros eléctricos registrados.....	28
Tabla 3: Energía horaria promedio consumida durante el relevamiento.....	31
Tabla 4: Ponderación para la energía mensual según Homer Energy, .....	31
Tabla 5: Distribución horaria del Consumo en KWh actual.....	32
Tabla 6: Proyección demográfica INDEC Departamento El Cuy 2010-2025. ....	33
Tabla 7: Cantidad de usuarios Prov de Rio Negro. Fuente: Ministerio de energía y minería de Argentina. ....	33
Tabla 8: Crecimiento interanual según las distintas fuentes analizadas.....	34
Tabla 9: Ponderación para los índices de crecimiento poblacional interanual.....	34
Tabla 10: Expectativas de inflación .....	40
Tabla 11: Expectativas de tasa.....	41
Tabla 12: Velocidades medias de viento distribución mensual.....	42
Tabla 13: Radiación solar disponible, distribución mensual .....	43
Tabla 14: Arquitectura óptima sistema Plomo Acido .....	50
Tabla 15: Resumen de costos por componente y tipo de costo .....	51
Tabla 16: Resumen de generación del sistema.....	52
Tabla 17: GE GLP Resumen eléctrico.....	52
Tabla 18: GE GLP Resumen de combustible. ....	52
Tabla 19: GE GLP Estadísticas de operación. ....	53
Tabla 20: Banco de baterías Plomo Acido Propiedades.....	53
Tabla 21: Banco de baterías Plomo Acido resultados de operación.....	54
Tabla 22: Banco de baterías Plomo Acido Estadísticas de operación.....	54

Tabla 23: Generador Solar en barra CA resumen eléctrico.....	55
Tabla 24: Generador Solar en barra CA estadísticas de operación.....	55
Tabla 25: Generador Solar en barra CC resumen eléctrico.....	56
Tabla 26: Generador Solar en barra CC estadísticas de operación. ....	56
Tabla 27: Generador eólico en barra CC estadísticas de operación. ....	57
Tabla 28: Costos de la inversión inicial.....	60
Tabla 29: Cronograma de obra.....	61
Tabla 30: Arquitectura óptima sistema Ion-Litio.....	62
Tabla 31: Resumen de costos por componente y tipo de costo .....	63
Tabla 32: Resumen de generación del sistema.....	64
Tabla 33: GE GLP Resumen eléctrico.....	64
Tabla 34: GE GLP Resumen de combustible. ....	64
Tabla 35: GE GLP Estadísticas de operación. ....	65
Tabla 36: Banco de baterías Ion-Litio Propiedades. ....	65
Tabla 37: Banco de baterías Ion-Litio resultados de operación.....	66
Tabla 38: Banco de baterías Ion-Litio Estadísticas de operación. ....	66
Tabla 39: Generador Solar en barra CA resumen eléctrico.....	67
Tabla 40: Generador Solar en barra CA estadísticas de operación.....	67
Tabla 41: Generador Solar en barra CC resumen eléctrico.....	68
Tabla 42: Generador Solar en barra CC estadísticas de operación. ....	68
Tabla 43: Generador eólico en barra CC estadísticas de operación. ....	69
Tabla 44: Inv Bidireccional Electrical Summary .....	69
Tabla 45: Inv Bidireccional Statistics .....	70
Tabla 46: Costos de la inversión inicial.....	72

Tabla 47: Cronograma de obra.....	73
Tabla 48: Coordenadas de vértices polígono sugerido para implantación Usina ..	76
Tabla 49: EAP Eólica a instalar. ....	77
Tabla 50: EAP Eólica a instalar. ....	79
Tabla 51: arquitectura del sistema.....	86
Tabla 52: Resumen de costos por componente y tipo de costo Opción Plomo ácido .....	86
Tabla 53: Resumen de costos por componente y tipo de costo Opción Ion-Litio ..	87
Tabla 54: Costos de la inversión inicial Opción Plomo ácido.....	88
Tabla 55: Costos de la inversión inicial Opción Ion-Litio.....	89
Tabla 56: Cronograma de obra opción plomo ácido. ....	90
Tabla 57: Cronograma de obra opción Ion-Litio .....	90

## 4 RESUMEN

Aguada Guzmán es un paraje rural de la provincia de Río Negro, Aislado del sistema interconectado eléctrico Nacional.

Actualmente sus 74 unidades habitacionales y 6 edificios públicos se abastecen de energía eléctrica desde en grupo electrógeno a GLP que opera en modo intermitente energizando al paraje 14 hs diarias

Debido al alto costo de operación y mantenimiento y lo no satisfactorio del servicio eléctrico vigente, se busca una alternativa que permita optimizar las horas de operación del grupo térmico incorporando fuentes de generación de base renovable, observando fundamentalmente:

- Que la operación de la usina sea de continuo (24h/día).
- Que el combustible utilizado sea al menos el 65% inferior al que se debiera usar si operara el grupo GLP solo.
- Que el grupo térmico no opere más de 2500 hs al año.
- Que el valor actual Neto del sistema sea el óptimo de las alternativas de combinación dimensional que se simulen incluyendo la extensión de red, con un plazo de recuperación (payback) de a lo sumo la tercera parte de la vida útil de los equipos en la comparación del uso del grupo generador térmico exclusivamente. Esto permite poner en valor económico el alto costo de la inversión inicial.

Se propone como alternativa generar una micro-red de generación híbrida solar eólica térmica respaldada en baterías y gestionada por inversores bidireccionales que garanticen la calidad de energía en cuanto a estabilidad de tensión y frecuencia.

Para garantizar la factibilidad y diseñar el sistema propuesto, se realiza un relevamiento de campo que permite efectuar un diagnóstico de la situación actual la que se toma como base a efectos de proyectar la demanda. Los resultados de esta proyección arrojan un promedio anual de 665.15 KWh/día con un pico de potencia demandado de 63.63KW.

Adicionalmente se incorporó al centro de consumo la demanda del sistema de bombeo y potabilización de agua que se consume en el paraje, como una carga diferida.

Finalmente en base a este centro de consumo se analizan diversas configuraciones de generación, combinando Aerogeneradores y Paneles solares fotovoltaicos formando un sistema híbrido con un grupo electrógeno con motorización a combustión interna de Gas Licuado de Petróleo respaldado en inversores bidireccionales con base en un banco de baterías, se muestran dos resultados, uno para almacenamiento en baterías plomo ácido y otro para almacenamiento en baterías de Ion Litio.

La optimización para el caso de baterías plomo ácido da como resultado un sistema trifásico compuesto por una fuente eólica de 10KW (Nominales) aportando energía a la barra de DC, una fuente solar de 100 KWp Aportando 60KWp a la barra de AC y 40KWp a la barra de AC, baterías en 48VCC por 9000AH para cada fase, Inversores bidireccionales por 16Kw para cada fase y sincronizados entre sí formando un sistema trifásico 3x220V, todo operando contra un grupo GLP de 70KW.

El análisis del caso óptimo es comparado contra el caso base representado solo por un grupo con motorización a combustión interna de Gas Licuado de Petróleo operando de continuo y optimizando el consumo que representa el bombeo de agua a efectos de cubrir los valles de demanda sin necesidad de lastrar con carga fantasma al motor.

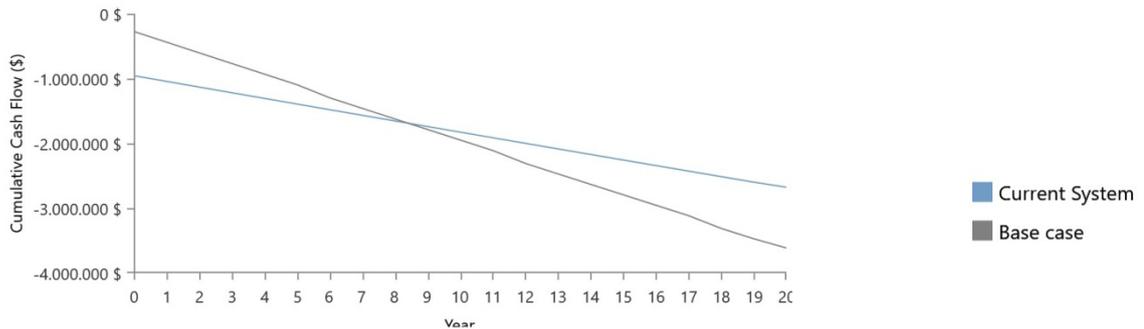
Los resultados para el caso óptimo con una inversión inicial de U\$S 954.570 son:

- Consumo de 39.869 lit/año de Gas Licuado de Petróleo.
- Tiempo de operación del grupo electrógeno 2006 hs/año

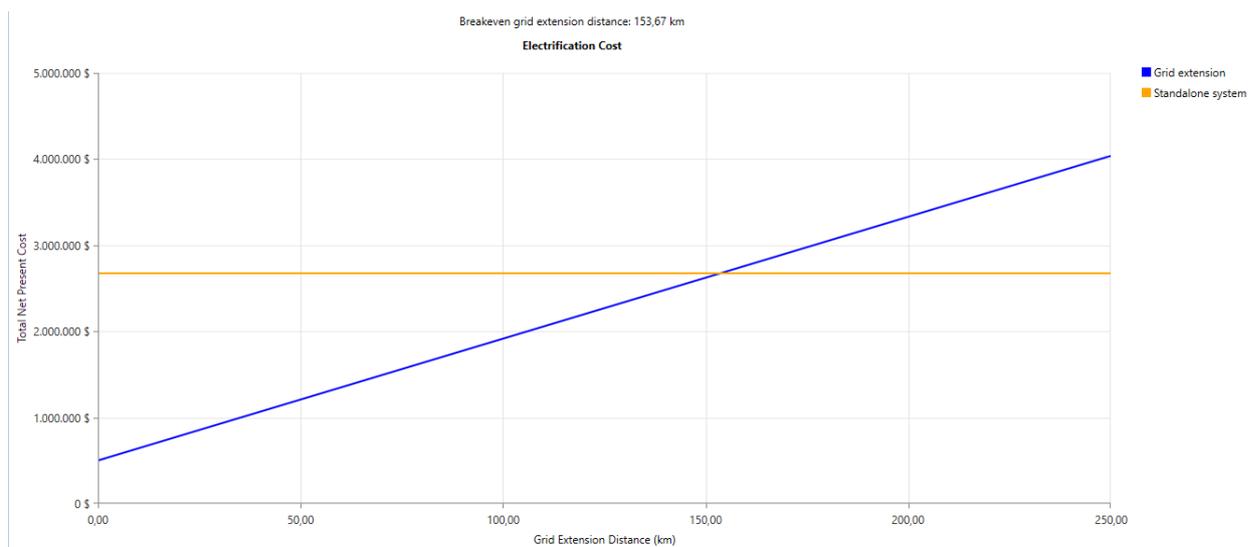
Mientras que para el sistema operando de continuo solo con grupo electrógeno:

- Consumo de 114.347 lit/año de Gas Licuado de Petróleo.
- Tiempo de operación del grupo electrógeno 8760 hs/año

. Esto garantiza un payback de 8.34 años en la curva de gastos acumulativos que tiene en cuenta el capital inicial, la operación y el mantenimiento en un proyecto a 20 años.



También se compara el resultado con la extensión de una red de media tensión, dando un break-even de 153.67km. El caso posible de extensión de línea presenta una distancia a recorrer desde la estación transformadora Allen hasta Aguada Guzman de 200km.



Se debe tener en cuenta que por la distancia a recorrer, la ecuación de Alfred Still recomienda una tensión de transmisión de al menos 61KV, este análisis a priori invalidaría la transmisión en media tensión aunque el bajo requerimiento en cuanto a potencia amerita un análisis más detallado, el precio de referencia tomado fue de U\$S/Km11.000 considerando una línea de 33KV como la mayor tensión estándar en media tensión en la región, pasar a 132KV parte de una base de U\$S3.500.000 en ET y U\$S/Km150.000 lo que deja esta opción fuera de análisis.

En el caso de que el sistema de almacenamiento se basara en baterías de Ion-Litio se presentará como sistema seleccionado uno que lleva la misma arquitectura que

el óptimo de plomo ácido esto a pesar de que la optimización da como mejores resultados otras arquitecturas que mejoran hasta en 0.005 \$/KWh la propuesta seleccionada. Esta elección de sistema nos permitirá ante una misma demanda y sistema de generación comparar solo el cambio de tecnología de almacenamiento.

Se adopta entonces para el caso de baterías de Ion-Litio un sistema trifásico compuesto por una fuente eólica de 10KW (Nominales) aportando energía a la barra de DC, una fuente solar de 100 KWp Aportando 60KWp a la barra de AC y 40KWp a la barra de AC, baterías en 48VCC por 275 KWh, Inversores bidireccionales por 16Kw para cada fase y sincronizados entre sí formando un sistema trifásico 3x220V, todo operando contra un grupo GLP de 70KW.

También se compara este sistema contra el caso base representado solo por un grupo con motorización a combustión interna de Gas Licuado de Petróleo operando de continuo y optimizando el consumo que representa el bombeo de agua a efectos de cubrir los valles de demanda sin necesidad de lastrar con carga fantasma al motor.

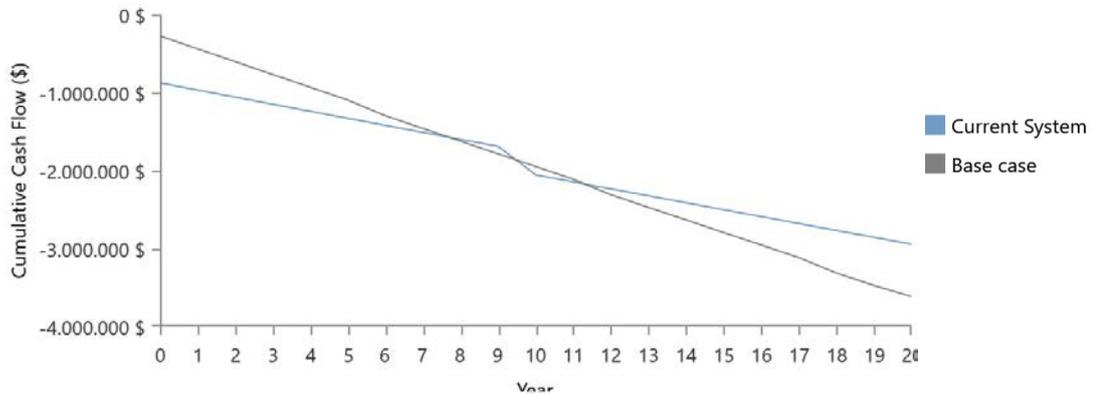
Los resultados para el caso óptimo con una inversión inicial de U\$S 874.570 son:

- Consumo de 43.848 lit/año de Gas Licuado de Petróleo.
- Tiempo de operación del grupo electrógeno 2172 hs/año

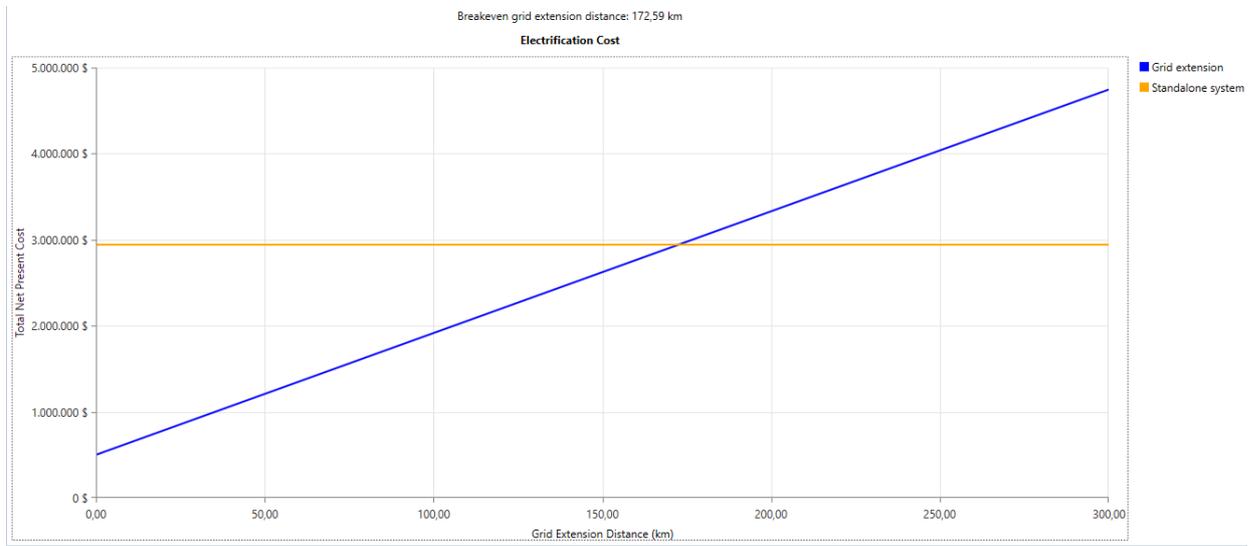
Mientras que para el sistema operando de continuo solo con grupo electrógeno:

- Consumo de 114.347 lit/año de Gas Licuado de Petróleo.
- Tiempo de operación del grupo electrógeno 8760 hs/año

. Esto garantiza un payback inicial de 7.62 años en la curva de gastos acumulativos que tiene en cuenta el capital inicial, la operación y el mantenimiento en un proyecto a 20 años, aunque se debe prestar especial atención a la discontinuidad en la curva current system entre el año 9 y el 10 aparece un reemplazo de baterías que desplaza el payback al año 11.



También se compara el resultado con la extensión de una red de media tensión, dando un breakeven de 172.59km. Como ya se mencionó, el caso posible de extensión de línea presenta una distancia a recorrer desde la estación transformadora Allen hasta Aguada Guzman de 200km. Al igual que en el caso anterior se recomienda verificar respecto a la tensión de transporte.



## 5 INTRODUCCIÓN

El consejo Federal de Inversiones de la República Argentina, a solicitud de la Secretaría de Energía de la Provincia de Rio Negro, encomienda a INVAP Ingeniería según contrato de obra Exp N° 15597 336-01, diseñar una micro-red Híbrida de fuentes energéticas: solar, eólica e hidrocarburo, que satisfaga la demanda energética del Paraje Aguada Guzmán.

Aguada Guzmán es un paraje rural de la provincia de Rio Negro, Aislado del sistema interconectado eléctrico Nacional.

Sus Actuales 74 unidades habitacionales y 9 edificios públicos y de servicios, se abastecen de energía eléctrica desde en grupo electrógeno a gas licuado de petróleo que opera en modo intermitente energizando al paraje durante 14 hs diarias.

En usinas térmicas aisladas, el precio de la energía (\$/KWh) no solo es afectado por el alto costo del combustible, que incluyen el valor del mismo en surtidor más los costos asociados al acarreo y almacenamiento de un stock prudencial; sino también por la operación y el mantenimiento técnico de los motores de combustión interna, que representan del orden de 3 veces el costo de combustible.

Ante esta situación se busca una alternativa que permita optimizar las horas de operación del grupo térmico en función de sus costos de operación y mantenimiento incorporando fuentes de generación de base renovable, observando fundamentalmente:

- Que la operación de la usina sea de continuo (24h/día).
- Que el combustible utilizado sea al menos el 65% inferior al que se debiera usar si operara el grupo GLP solo.
- Que el grupo térmico no opere más de 2500 hs al año.
- Que el valor actual Neto del sistema sea el óptimo de las alternativas de combinación dimensional que se simulen, con un plazo de recuperación (payback) de a lo sumo la tercera parte de la vida útil de los equipos en la comparación del uso del grupo generador térmico exclusivamente. Esto permite poner en valor económico el alto costo de la inversión inicial.

El objetivo del presente trabajo es realizar el anteproyecto de construcción de una micro red con generación aislada híbrida solar-eólica-hidrocarburo para dar respuesta a la demanda de energía del paraje Aguada Guzmán de la provincia de Rio Negro.

Para lograr esto se realizarán las siguientes tareas:

- Diagnosticar la situación actual del paraje en términos eléctricos.
- Medir y parametrizar la demanda eléctrica local.
- Parametrizar los recursos energéticos disponibles.
- Diseñar una micro red estable y acorde a los requerimientos energéticos exigidos.
- Diseñar un esquema de generación aislada híbrida (solar – eólica – hidrocarburo).
- Elaborar un esquema de generación y distribución aislada replicable en otros parajes.

En este informe, se presenta el desarrollo de todas las tareas previamente listadas, en primer lugar en el apartado 6 “Aguada Guzmán Hoy resultados del relevamiento”, se expone el resultado del relevamiento de campo con un diagnóstico de la situación actual, todo respaldado de un registro fotográfico que ilustra evidencia las principales consideraciones expuestas.

En el apartado 7 “Proyección de la demanda”, se realiza un análisis desde los datos medidos en el relevamiento con la incorporación de una red de luminarias públicas led y llevándolos a la situación estacional por medio del modelo de ponderación propuesto por Homer Energy para comunidades rurales, luego se toman distintas consideraciones de crecimiento demográfico desde fuentes oficiales como el INDEC y el ministerio de energía de la nación y se realiza un promedio ponderado de todos los datos tenidos en cuenta a los fines de referenciar un valor de crecimiento interanual proyectado que nos permita tomar decisiones respecto al periodo de proyección de la demanda a tener en cuenta.

Finalmente en el apartado 8 “Diseño del centro de generación para la micro-red híbrida del paraje Aguada Guzman” se muestra el resultado de simulación optimizado mediante Homer Energy lo que configura el diseño dimensional del centro de generación híbrido para la microrred aislada del paraje en dos versiones: Almacenamiento en plomo ácido y almacenamiento en Ion-Litio.

## 6 AGUADA GUZMÁN HOY, RESULTADOS DEL RELEVAMIENTO.

### 6.1 Generalidades

Durante la primera semana de noviembre del corriente año 2017, se visitó la localidad de Aguada Guzmán, un paraje rural perteneciente al departamento El Cuy de la provincia de Rio Negro ubicado en coordenadas -39.983, -68.875.

Se accedió desde el puente aguas debajo de la Central Hidroeléctrica Pichi Picún Leufú por un camino consolidado que hace sus primeros kilómetros bordeando el río Limay y pasando por Naupahuen.

El centro urbano del paraje tiene un desarrollo norte sur de 0.5km y este oeste de 0.5 km siendo el límite noroeste la ruta provincial 74.

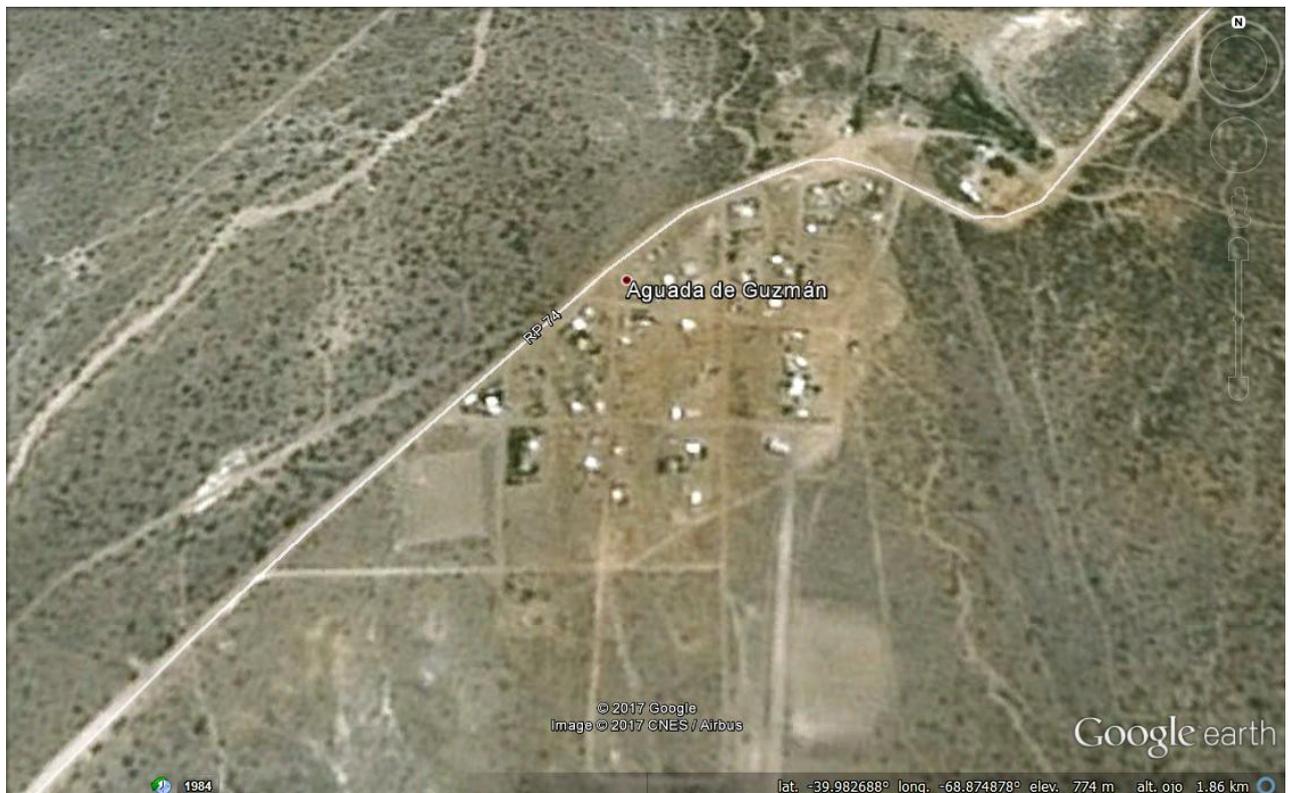


Ilustración 1: Panorámica del centro urbano.

Durante la visita se realizaron distintas entrevistas con pobladores y referentes sociales de la comunidad. De esas charlas se concluye que la mayoría de los habitantes son de escasos recursos económicos, siendo su principal actividad la ganadería ovina en un régimen de subsistencia y en general las mujeres son amas de casa dedicándose a las tareas domésticas de un hogar de campo.



**Ilustración 2: principal actividad ganadería ovina en régimen de subsistencia.**

En cuanto al régimen habitacional existe un alto porcentaje de viviendas de construcción muy precaria prevaleciendo la construcción con ladrillos de adobe y pisos de cemento alisado o de tierra.



**Ilustración 3: Construcción típica en adobe.**

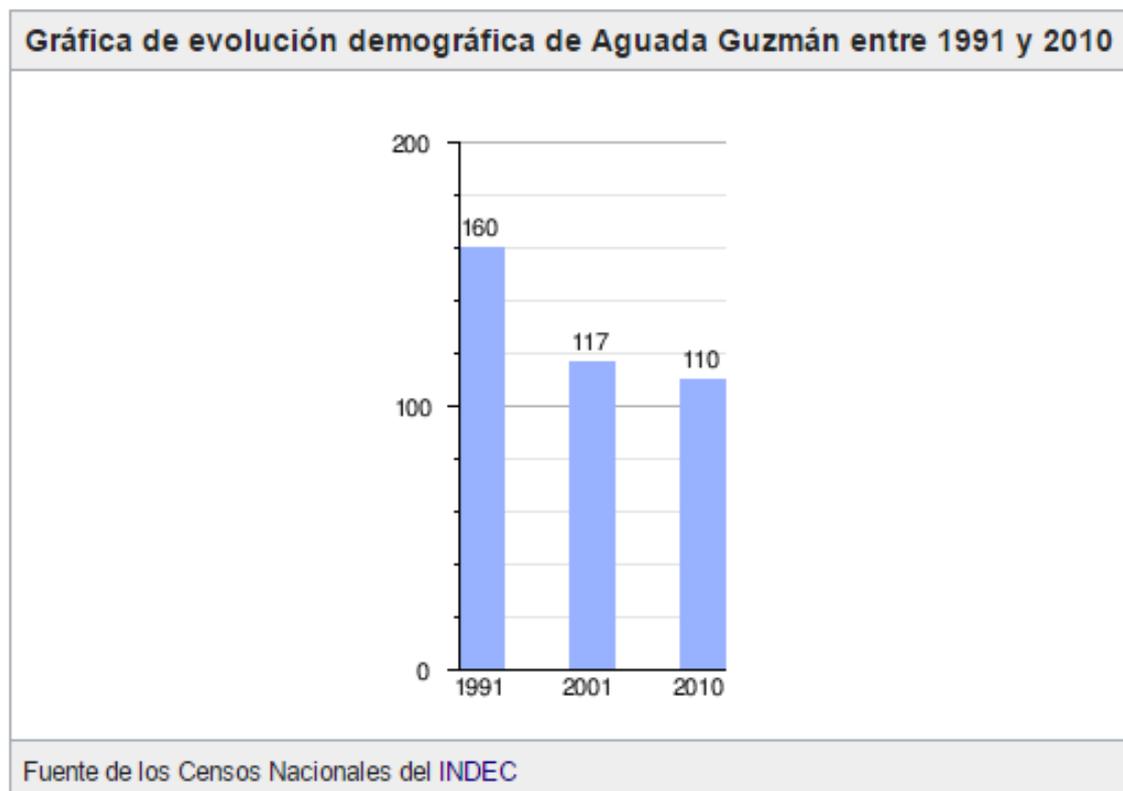
## 6.2 Población

Ante la consulta con los referentes de la comisión de fomento de la existencia de algún relevamiento poblacional actualizado, se nos invita al centro de salud donde los agentes tienen un relevamiento actualizado hecho por ellos mismos. Este relevamiento está actualizado a la fecha de nuestra visita.

- 112 habitantes zona urbana
- 47 habitantes zona rural
- 45 casas habitadas
- 19 deshabitadas
- 10 de ocupación temporaria.

Este relevamiento lo mantienen permanentemente los agentes de salud y es la única referencia documental de población en la comuna. Formalmente existe además el censo 2010 del INDEC. A los efectos comparativos se debe considerar frente al censo del INDEC el total de pobladores, tanto de zona urbana como rural 159 habitantes.

Tabla 1: Censos INDEC 1991-2001-2010







# ANTIDAD DE MUJERES Y VARONES ZONA URBANA Y RURAL 2

## CANTIDAD DE MUJERES Y VARONES

### Mujeres Zona Urbana

De 0 a 4 años : 3

De 5 a 9 años : 0

De 10 a 14 años : 4

De 15 a 19 años : 8

De 20 a 29 años : 4

De 30 a 39 años : 7

De 40 a 49 años : 7

De 50 a 59 años : 8

De 60 y + : 8 total 49

### Mujeres Zona Rural

De 40 a 49 años : 1

De 50 a 59 años : 1

De 60 y + : 10 total 12

**total Mujeres y Varones zona Rural 47**

### Varones Zona Urbana

De 0 a 4 años : 3

De 5 a 9 años : 3

De 10 a 14 años : 5

De 15 a 19 años : 4

De 20 a 29 años : 3

De 30 a 39 años : 9

De 40 a 49 años : 9

De 50 a 59 años : 10

De 60 y + : 17 total 63

**total MUJERES Y VARONES ZONA URBANA 112**

CASAS HABITADAS : 45

CASAS DESABITADAS : 19

CASAS TEMPORARIAS : 10 total : 74 CASAS

### 6.3 Servicios públicos.

#### 6.3.1 Agua.

El abastecimiento de agua para consumo y riego se realiza desde un tanque ubicado en la parte más alta al sur del paraje, el que se llena con bombeo de pozo en una instalación a pocos metros del mismo tanque.



**Ilustración 6: Tanque de almacenamiento de agua.**

El sistema de bombeo se abastece de energía de la red pública y consta de una bomba electro sumergible de 1.1KW de potencia, se midió un caudal a la entrada del tanque de 4000 litros hora

El agua de consumo humano ha sido definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. Debe ser potable, segura, límpida e inodora, fresca y agradable. Estas características del agua son imprescindibles para que sea consumida, así como también haber sido tratada adecuadamente para evitar transmitir cualquier tipo de enfermedades, tanto a personas como a animales. Como agua segura se entiende al

agua que no contiene microorganismos, sustancias peligrosas y/o tóxicas como metales disueltos o productos químicos perjudiciales para la salud.

La OMS considera que la cantidad adecuada de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 50 litros/habitante/día. A estas cantidades en zonas rurales debe sumarse el aporte necesario para la agricultura, la industria y, por supuesto, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fluviales y, en general, dependientes del agua dulce. Teniendo en cuenta todos estos parámetros, se considera una cantidad mínima de 200 litros/habitante/día.

Si consideramos además pérdidas de un 25% el total de bombeo diario deberían ser de 28.000 litros, el sistema actual es capaz de abastecer este volumen con un bombeo permanente de 7 hs.

Según lo conversado con la gente de la comisión de fomento, en verano el agua se bombea durante las 14 hs y se debe restringir la salida para que no se vacíe el depósito, esto hace suponer que el requerimiento hídrico en una zona tan seca es aún mucho mayor.

Por otra parte se nos transmitió que el agua de bombeo no es potable, por lo que no se utiliza directamente para consumo, a los fines de proveer agua potable a la población, en dependencias de la comisión de fomento se instaló una planta potabilizadora con una canilla a la calle de donde los pobladores pueden ir a servirse agua potabilizada. Lógicamente el agua potabilizada, al ser escasa y laboriosa de obtener, solo es usada para consumo directo beber y cocinar, utilizando para todo el resto de las actividades agua de red (sin potabilizar).



Para nuestros cálculos consideraremos una distribución de demanda de energía de 15.5KW/h/día en invierno y de 51 KW/h/día en verano y aplicaremos, para los meses que lo permitan, el concepto de carga diferida. Esta consideración no solo pretende cubrir la demanda real de verano, sino también la potabilización del total de agua de red por medio de un sistema de osmosis inversa y clorificador.

Ilustración 7: Planta potabilizadora actual.

### 6.3.2 Calefacción.

La calefacción se resuelve en 60 unidades habitacionales y edificios públicos con sistemas a gas envasado, el GLP es provisto por el estado a través de YPF gas y sin costo para el usuario, en aquellas casas que no se ha realizado la conexión de gas, la calefacción es por combustión de leña.

Se observa como de suma importancia cubrir las unidades habitacionales que aún no cuentan con su sistema de gas envasado, puesto que al carecer de este suministro en épocas de invierno se refuerza la calefacción a leña con estufas eléctricas y estas implican una fuerte demanda que de ninguna manera debería ser cubierta por una micro-red aislada.



Ilustración 8: Depósito de GLP domiciliario.

### 6.3.3 Electricidad.

Respecto al sistema de generación y transmisión de energía eléctrica, lo observado se puede resumir en los siguientes puntos:

- La generación actual solo cubre 14 hs diarias de abastecimiento de energía.
- En términos generales la instalación eléctrica desde la generación hasta los puntos de consumo si bien satisface parcialmente el requerimiento actual, debe ser optimizado generando una red de distribución en baja tensión con ramales optimizados y dimensionados adecuadamente según la corriente a transportar.
- La localización actual del grupo electrógeno a gas en el interior del predio de la escuela, es incompatible con las actividades áulicas. puesto que el ruido del motor en funcionamiento interfiere fuertemente en el dictado de clases en toda la escuela.
- Es recomendable estandarizar las bajadas con un pilar, disyuntor diferencial e interruptor termo-magnético y medidor con limitador de energía.



**Ilustración 9: Grupo generador GLP existente.**



**Ilustración 10: Red eléctrica existente.**



**Ilustración 11: Ejemplo de bajada eléctrica residencial existente.**

## 6.4 Medición de demanda actual.

Se realizó una recolección de datos cuantitativos de consumo durante 48hs seguidas mediante registrador digital trifásico. Para ello se dio aviso a la comunidad del paraje con avisos radiales de que durante el periodo de medición se contará con energía eléctrica las 24hs. La medición se realizó en la línea de salida del generador GLP, permitiendo cuantificar la demanda global del sistema

El registrador se puso en funcionamiento a las 14:30hs del día 03 de noviembre hasta las 14:28hs del día 05 de noviembre, registrando datos cada 5 seg de ellos se obtiene el siguiente resumen:

**Tabla 2: Promedios de parámetros eléctricos registrados.**

TIME	INSTV1 [V]	INSTV 2[V]	INST_V 3 [V]	INST_A1 [A]_1	INST_A2 [A]_1	INST_A3 [A]_1	INST_An [A]_1	INST_f [Hz]	INST_P [W]	INST_P1 [W]_1	INST_P2 [W]_1	INST_P3 [W]_1
0:00:00	227,41	225,21	225,90	24,99	35,99	31,83	7,53	49,99	19756,00	5252,96	7615,02	6888,63
1:00:00	226,11	225,39	225,02	23,79	27,91	22,34	3,39	49,99	15361,24	4977,64	5669,75	4714,61
2:00:00	226,01	225,43	224,73	22,73	26,57	21,42	2,50	49,98	14664,46	4769,37	5426,53	4469,12
3:00:00	225,76	225,44	224,88	23,02	26,55	19,87	2,96	49,98	14429,67	4823,58	5435,63	4171,03
4:00:00	225,75	225,50	224,64	22,36	25,12	19,99	3,39	49,98	14036,26	4667,10	5186,93	4182,86
5:00:00	225,97	225,38	225,31	19,86	27,04	19,11	4,10	49,99	13778,35	4101,57	5655,49	4022,03
6:00:00	225,54	225,48	224,68	20,77	23,20	17,41	3,54	49,99	12757,51	4325,37	4768,72	3664,17
7:00:00	225,39	225,57	224,02	26,28	25,52	21,74	5,34	49,99	15529,81	5628,47	5304,07	4597,78
8:00:00	224,81	225,63	223,73	30,83	25,84	21,52	10,16	49,99	16465,07	6622,22	5264,69	4578,93
9:00:00	225,07	225,60	224,33	33,06	30,94	23,78	9,73	49,98	18225,00	7003,99	6187,97	5033,81
10:00:00	224,83	225,76	224,05	35,91	31,07	24,08	12,87	49,98	18746,92	7600,98	6091,51	5055,11
11:00:00	224,09	225,74	224,49	37,51	32,75	22,08	13,41	49,98	18823,33	7733,18	6498,69	4592,14
12:00:00	224,79	225,66	224,63	34,88	34,14	23,18	9,71	49,98	18943,92	7366,02	6822,91	4755,57
13:00:00	225,66	225,52	224,82	31,74	32,95	26,57	5,85	49,98	18748,70	6558,01	6614,08	5577,33
14:00:00	225,47	225,49	224,77	30,92	31,61	23,97	7,04	49,99	17616,14	6377,34	6231,29	5008,32
15:00:00	224,71	225,60	224,41	32,25	30,09	20,23	10,37	49,99	16988,72	6839,48	5971,66	4178,31
16:00:00	225,06	225,54	224,38	29,63	28,54	21,17	7,27	49,99	16237,56	6195,68	5673,95	4368,86
17:00:00	225,28	225,60	224,13	34,23	31,15	26,55	9,83	49,99	18946,60	7188,12	6155,80	5603,13
18:00:00	225,80	225,61	224,08	33,51	31,54	29,61	7,40	49,99	19484,74	6997,01	6262,67	6225,78
19:00:00	225,37	225,61	224,39	34,00	32,75	26,93	7,90	49,99	19332,31	7114,43	6555,38	5663,14
20:00:00	227,00	225,40	224,63	36,41	39,47	40,85	6,27	49,99	24890,31	7766,03	8263,60	8860,95
21:00:00	228,12	225,25	225,44	36,68	44,95	47,30	7,04	49,98	27643,50	7820,67	9494,31	10328,55
22:00:00	227,15	225,28	225,63	37,56	45,67	42,39	4,45	49,99	27114,42	8093,10	9778,55	9242,56
23:00:00	227,31	225,16	226,45	28,96	42,54	35,33	9,64	49,99	22882,00	6086,11	9127,57	7668,66

## 6.5 Análisis de recursos energéticos en sitio

Tras haber revisado los atlas climatológicos globales, se realizó un análisis in-situ del recurso energético disponible (solar y eólico). Al respecto se identificó como sitio óptimo para emplazamiento de los equipos constituyentes de la etapa de generación de la microred el sur del emplazamiento de la bomba de agua. Se descarta a priori la distribución dispersa de los generadores solares o eólicos debido a la baja extensión superficial del centro urbano a energizar del paraje.

Para seleccionar el sitio se tuvo en cuenta desde el aspecto de los generadores fotovoltaicos consideraciones acerca de sombras naturales y artificiales actuales y por proyección de crecimiento del paraje, disponibilidad de uso del territorio, topográficas en cuanto a la inclinación del suelo dando preferencia a zonas planas, facilidades de acceso para la realización de la obra y proximidad al centro de consumo.

La selección del sitio para los generadores eólicos tiene en cuenta consideraciones acerca de sombras eólicas naturales y artificiales actuales y por proyección de crecimiento del paraje a los cuatro vientos y con especial énfasis en la dirección oeste como dirección preferencial de viento, disponibilidad de uso del territorio, facilidades de acceso para la realización de la obra y proximidad al sitio de almacenamiento de baterías y tableros.



Ilustración 12: Sitio seleccionado para la planta de generación.

El sitio seleccionado es actualmente propiedad fiscal y según lo conversado con la Sra Comisionada de Fomento no existen inconvenientes para disponer de la superficie necesaria para establecer el centro de generación.

Se recomienda reservar el área comprendida entre las siguientes coordenadas a efectos de garantizar la implantación de todo el sistema.

39°59'0.00"S 68°52'26.00"O

39°59'0.00"S 68°52'20.00"O

39°59'3.00"S 68°52'26.00"O

39°59'3.00"S 68°52'20.00"O

## 7 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.

A efectos de determinar la demanda de energía se toma como base los resultados del relevamiento de consumo del paraje durante 48hs en el mes de octubre de 2016, trabajando sobre los registros se obtiene la siguiente tabla de consumo horario registrado.

**Tabla 3: Energía horaria promedio consumida durante el relevamiento.**

Hora	Energía Consumida (KWh)
0:00	19,76
1:00	15,36
2:00	14,66
3:00	14,43
4:00	14,04
5:00	13,78
6:00	12,76
7:00	15,53
8:00	16,47
9:00	18,23
10:00	18,75
11:00	18,82
12:00	18,94
13:00	18,75
14:00	17,62
15:00	16,99
16:00	16,24
17:00	18,95
18:00	19,48
19:00	19,33
20:00	24,89
21:00	27,64
22:00	27,11
23:00	22,88

Estos valores se proyectaron en los restantes meses del año con la propuesta de Homer Energy para comunidades rurales, este modelo tomando octubre como mes base, aplica el siguiente esquema de multiplicación.

**Tabla 4: Ponderación para la energía mensual según Homer Energy,**

Comunidades rurales, mes base Noviembre.											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1,07	1,02	1	1,01	1,04	1,08	1,14	1,18	1,22	1,11	1	1,02

Aplicando estas correcciones la energía hora a hora mes a mes queda como sigue, estos valores representan el consumo actual. Se considera la incorporación de luminarias públicas led de similar demanda que el sistema actual de alumbrado público.

**Tabla 5: Distribución horaria del Consumo en KWh actual.**

Distribución horaria del Consumo en KWh												
	ENERO	FEBR	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
<b>0:00</b>	21,16	20,24	19,76	19,95	20,63	21,40	22,52	23,36	24,15	21,95	19,76	20,24
<b>1:00</b>	16,45	15,74	15,36	15,51	16,04	16,64	17,51	18,16	18,77	17,07	15,36	15,74
<b>2:00</b>	15,71	15,02	14,66	14,81	15,32	15,89	16,72	17,34	17,92	16,29	14,66	15,02
<b>3:00</b>	15,46	14,78	14,43	14,57	15,07	15,63	16,45	17,06	17,64	16,03	14,43	14,78
<b>4:00</b>	15,03	14,38	14,04	14,18	14,66	15,21	16,00	16,59	17,16	15,60	14,04	14,38
<b>5:00</b>	14,76	14,12	13,78	13,92	14,39	14,93	15,71	16,29	16,84	15,31	13,78	14,12
<b>6:00</b>	13,66	13,07	12,76	12,89	13,32	13,82	14,54	15,08	15,59	14,18	12,76	13,07
<b>7:00</b>	16,63	15,91	15,53	15,69	16,22	16,82	17,70	18,36	18,98	17,26	15,53	15,91
<b>8:00</b>	17,64	16,87	16,47	16,63	17,20	17,84	18,77	19,47	20,12	18,29	16,47	16,87
<b>9:00</b>	19,52	18,67	18,23	18,41	19,04	19,74	20,78	21,55	22,28	20,25	18,23	18,67
<b>10:00</b>	20,08	19,21	18,75	18,93	19,58	20,31	21,37	22,16	22,91	20,83	18,75	19,21
<b>11:00</b>	20,16	19,28	18,82	19,01	19,66	20,39	21,46	22,25	23,01	20,91	18,82	19,28
<b>12:00</b>	20,29	19,41	18,94	19,13	19,79	20,52	21,60	22,40	23,15	21,05	18,94	19,41
<b>13:00</b>	20,08	19,21	18,75	18,94	19,58	20,31	21,37	22,17	22,92	20,83	18,75	19,21
<b>14:00</b>	18,87	18,05	17,62	17,79	18,40	19,08	20,08	20,83	21,53	19,57	17,62	18,05
<b>15:00</b>	18,20	17,40	16,99	17,16	17,74	18,40	19,37	20,08	20,76	18,88	16,99	17,40
<b>16:00</b>	17,39	16,63	16,24	16,40	16,96	17,59	18,51	19,20	19,85	18,04	16,24	16,63
<b>17:00</b>	20,29	19,41	18,95	19,14	19,79	20,53	21,60	22,40	23,16	21,05	18,95	19,41
<b>18:00</b>	20,87	19,96	19,48	19,68	20,35	21,11	22,21	23,04	23,81	21,65	19,48	19,96
<b>19:00</b>	20,71	19,80	19,33	19,53	20,19	20,94	22,04	22,86	23,63	21,48	19,33	19,80
<b>20:00</b>	26,66	25,50	24,89	25,14	26,00	26,96	28,37	29,43	30,42	27,66	24,89	25,50
<b>21:00</b>	29,61	28,32	27,64	27,92	28,87	29,95	31,51	32,68	33,79	30,72	27,64	28,32
<b>22:00</b>	29,04	27,78	27,11	27,39	28,32	29,37	30,91	32,06	33,14	30,13	27,11	27,78
<b>23:00</b>	24,51	23,44	22,88	23,11	23,90	24,79	26,09	27,05	27,97	25,42	22,88	23,44

A los efectos de considerar el crecimiento demográfico se toma como referencia en primer lugar el censo 2010 realizado por el INDEC para Aguada Guzmán que arroja una medición de 110 habitantes y se compara con el relevamiento actual de zona urbana más zona rural realizado por los agentes de salud 159 habitantes. Según estos valores se puede promediar un incremento poblacional del 5.4% interanual.

Si se toma como referencia la proyección del INDEC difundida en la publicación “Serie Análisis Demográfico N°36” el crecimiento poblacional interanual promedio para el departamento El Cuy entre los años 2010 al 2017 del 2.51% y entre los años 2018 al 2025 del 1.98%

Tabla 6: Proyección demográfica INDEC Departamento El Cuy 2010-2025.

Población estimada al 1 de julio de cada año calendario Ambos sexos, según departamento. Provincia de Río Negro. Años 2010-2025								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>El Cuy</b>	5.348	5.496	5.643	5.788	5.934	6.078	6.221	6.363
<b>Crecimiento Interanual</b>		0,028	0,027	0,026	0,025	0,024	0,024	0,023
<b>Año</b>	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>El Cuy</b>	6.505	6.643	6.781	6.918	7.052	7.185	7.317	7.446
<b>Crecimiento interanual</b>	0,022	0,021	0,021	0,02	0,019	0,019	0,018	0,018

Por último considerando el aumento de cantidad de usuarios residenciales y rurales en la provincia de Río Negro entre los años 1999 y 2012 según informe publicado en <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140> del Ministerio de Energía y Minería de Argentina, se puede decir que la provincia de Río Negro experimentó un crecimiento interanual para usuarios residenciales del 2.79% entre los años 1999 y 2012 y para el mismo periodo el crecimiento interanual promedio de usuarios rurales fue de -0.24%.

Tabla 7: Cantidad de usuarios Prov de Río Negro. Fuente: Ministerio de energía y minería de Argentina.

Cantidad de usuarios Provincia de Río Negro				
Año	Residencial	E. Rural	crecimiento interanual residencial	crecimiento interanual rural
1999	140621	8067		
2000	143610	8259	0,02125572	0,0238006
2001	145680	8125	0,01441404	-0,0162247
2002	148301	8023	0,01799149	-0,0125538
2003	152910	8080	0,03107868	0,00710457
2004	157258	8057	0,02843503	-0,0028465
2005	162054	8025	0,03049765	-0,0039717
2006	167140	7987	0,0313846	-0,0047352
2007	171329	8454	0,02506282	0,05847001
2008	177616	7854	0,03669548	-0,0709723
2009	182320	7828	0,0264841	-0,0033104
2010	187721	7812	0,02962374	-0,0020439
2011	192946	7793,5	0,02783386	-0,0023681
2012	201094	7775	0,04222943	-0,0023737

La siguiente tabla resume los estudios puestos en análisis.

Tabla 8: Crecimiento interanual según las distintas fuentes analizadas.

Fuente	Área de estudio	Periodo	Crecimiento interanual
Censo INDEC & registros agentes de salud	Aguada Guzman	2010-2017	5.4%
Proyección INDEC	Departamento El Cuy	2010-2017	2.51%
Proyección INDEC Departamento El Cuy	Departamento El Cuy	2018-2025	1.98%
Cantidad de usuarios eléctricos residenciales	Provincia de Rio Negro	1999-2012	2.79%
Cantidad de usuarios eléctricos rurales	Provincia de Rio Negro	1999-2012	-0.24%

En busca de considerar todos los datos se ponderan de acuerdo a tres características:

- Área de estudio con un valor 1 para el área específica del paraje, 0.5 para el departamento y 0 para la provincia.
- Tipo de ambiente, un valor 1 para el área rural, 0.5 para el área rural que involucra comunidades mayores y 0 para áreas que involucran metrópolis.
- Periodo de análisis con un valor 1 para muestras que efectivamente ocurrieron, 0.5 para proyecciones de corto plazo y 0 para proyecciones de largo plazo.

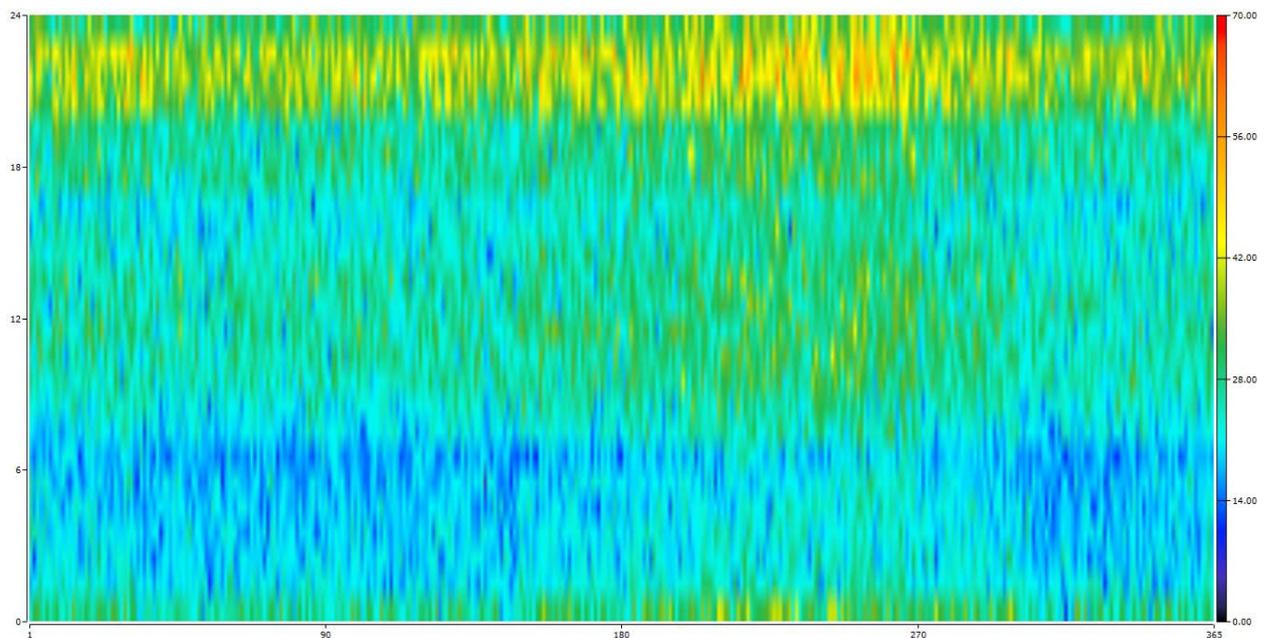
Tabla 9: Ponderación para los índices de crecimiento poblacional interanual.

Crecimiento interanual	Ponderación por área de estudio	Ponderación por tipo de ambiente	Ponderación por periodo de estudio	Factor de ponderación total normalizado
1,22%	1	1	1	0,35294118
2,51%	0,5	0,5	0,5	0,17647059
1,98%	0,5	0,5	0	0,11764706
2,79%	0	0	1	0,11764706
-0,24%	0	1	1	0,23529412

Aplicando las ponderaciones asumidas se obtiene un crecimiento interanual del 2.853%, la demanda de la energía se proyectará a 15 años, dando un crecimiento final del 40.8%.

Este parámetro si bien nos da un marco de referencia a los fines del dimensionado del sistema, simplemente representa un modelo teórico y su validez debe ser demostrada en los hechos. Muchos son los factores que dificultan una correcta proyección de demanda, expansiones por nuevas actividades económicas pueden modificar sensiblemente cualquier estimación. Considerar la proyección de la demanda desde el crecimiento demográfico histórico es una base conservadora, y no implica riesgo puesto que los sistemas propuestos son ampliables.

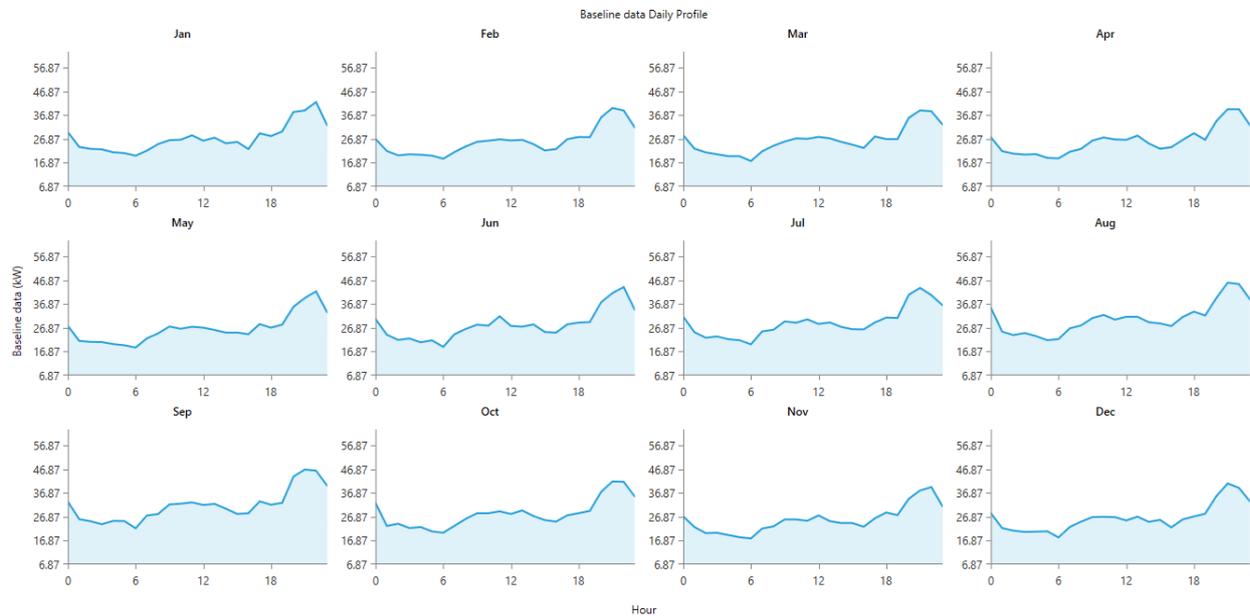
La distribución se estima constante para todos los días del mes aunque se impone una aleatoriedad admisible del 5% día a día y del 15% cada 10 minutos. Dando como resultado el siguiente mapa anual de carga en escala de colores representando KW hora a hora:



Abcisas: días. Ordenadas: hora. Color: energía en KWh

Ilustración 13: demanda hora-año de energía.

La distribución horaria base para cada mes es la siguiente: (Abscisas: días. Ordenadas: energía en KWh)



**Ilustración 14: Distribución horaria mes a mes del consumo**

La energía diaria promedio anual proyectada es de 665.15 KWh/día con un pico de potencia demandado de 63.63KW y una potencia promedio de 27.71KW

Adicionalmente se incorporó al centro de consumo la demanda del sistema de bombeo y potabilización de agua que se consume en el paraje, como una carga diferida.

- Una carga diferida es la carga eléctrica que debe satisfacerse dentro de cierto lapso de tiempo, sin embargo, no es importante cumplir con tiempos exactos. Las cargas normalmente se clasifican como diferidas cuando tienen algún almacenamiento asociado a ellos. El bombeo de agua es un ejemplo común: hay cierta flexibilidad para determinar el momento en que opera la carga, siempre y cuando el tanque de agua no se seque.

Para determinar la demanda de energía de esta carga, durante el relevamiento se verificó la potencia de la bomba, obteniendo un resultado de 1.1KWh, a efectos de garantizar el consumo el sistema de bombeo debe funcionar 7hs diarias en invierno y 24

en verano, se asume el siguiente perfil mensual de consumo en KWh/día, la diferencia mensual considera el uso de agua para riego en los meses de verano:



Ilustración 15: Distribución mensual de la energía para la carga diferida.

## **8 DISEÑO DEL CENTRO DE GENERACIÓN PARA LA MICRORRED HÍBRIDA DEL PARAJE AGUADA GUZMAN**

### **8.1 Micro-redes híbridas: generalidades.**

#### **8.1.1 Sistemas de generación híbridos.**

Las instalaciones híbridas constituyen un sistema de generación que permite optimizar en gran medida la producción de electricidad a partir de energías renovables, como la fotovoltaica y la eólica, combinándolas con las no renovables como el uso de grupos electrógenos diesel. La tecnología actual permite el respaldo en sistemas de almacenaje (baterías), de condicionamiento de la potencia (inversores, rectificadores, reguladores de carga) y de regulación y control mediante inversores bidireccionales que interactúan en el sistema como gestores de energía.

El objetivo de combinar las fuentes de generación es minimizar a la vez los costes y las emisiones contaminantes que genera la producción de energía en sistemas convencionales aislados de la red eléctrica, además de reducir la energía no servida (demandada por los aparatos o dispositivos pero que no puede ser suministrada).

Los sistemas híbridos que combinan ambas fuentes renovables, eólica y solar, proporcionan un suministro de energía estacional equilibrado en cuanto a la penetración renovable - vientos más altos en invierno y horas de luz solar más intensas y numerosas en verano. El equilibrio entre viento y energía solar obviamente depende de la posición y localización.

Actualmente se proyectan sistemas híbridos en los que las fuentes renovables y el almacenaje proporcionan hasta el 80-90% de las necesidades energéticas, dejando al diesel solo una función auxiliar.

La configuración típica de un sistema híbrido es la siguiente:

- Una o más unidades de generación de fuentes renovables.
- Una o más unidades de generación convencional.
- Sistema de almacenamiento.
- Sistemas de acondicionamiento de la potencia.
- Sistema de regulación y control.

#### **8.1.2 Sistemas híbridos a pequeña escala. Micro-redes**

Las micro-redes son sistemas de distribución eléctrica que contienen cargas y fuentes de energía distribuida (generadores distribuidos, equipos de almacenamiento, o

cargas controlables) que pueden ser operados de manera coordinada y controlada bien sea conectadas a la red eléctrica o aisladas.

De forma general, las micro-redes híbridas engloban sistemas de distribución generalmente de baja tensión con fuentes de generación distribuida, esta configuración posibilita el abastecimiento de energía con alta penetración renovable puesto que el funcionamiento y control de la mayoría de las micro-fuentes de generación están basados en electrónica de potencia y el sistema está respaldado en almacenamiento.

### **8.1.3 Electrificación rural aislada con micro-redes híbridas**

Normalmente ante los altos costos de operación y mantenimiento de las usinas eléctricas basadas en motores de combustión interna, la mayoría de los procesos de electrificación rural siguen el modelo de extensión de red, sin embargo esta solución muchas veces no resulta económicamente viable, ya sea por distancias o por la imposibilidad técnica de ofrecer un servicio confiable.

La tecnología renovable basada en sistemas aislados o mini redes representa una importante revolución tecnológica para aquellas zonas rurales sin acceso a la red eléctrica.

Así pues, la electrificación rural sin conexión a red es un campo extenso y difuso, en el que conviven diferentes tecnologías, recursos energéticos, aplicaciones y condiciones locales. En muchos casos se dan circunstancias que pueden dar una idea de las dificultades que aparecen al trabajar en este entorno: población dispersa, baja demanda eléctrica, ingresos económicos medios bajos y comunicaciones deficientes.

Estos sistemas, que benefician principalmente a los consumidores y al medio ambiente, favorecen la independencia de la red eléctrica y aprovechan de forma más eficaz las energías renovables y los sistemas de almacenamiento.

En resumen, la operación de las unidades de generación eléctrica, almacenamiento y carga como micro-red busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Mejorar la eficiencia energética, esto se logra gracias a una planificación y operación adecuada de las unidades de generación y almacenamiento.
- Reducción de emisión de gases de efecto invernadero.
- Incremento del uso de las energías renovables y recursos locales.
- Reducción de los costes de energía.
- Mejora de la Calidad de Suministro.
- Mayor concienciación, los usuarios pueden ser productores de energía.
- Minimización de pérdidas eléctricas, dado que las unidades de generación dispersas operan cerca de las cargas.



Ilustración 16: Ejemplo de micro-red híbrida típica

1. Módulos solares fotovoltaicos
2. Inversor solar
3. Centro neurálgico
4. Baterías
5. Generador de combustión interna
6. Generador eólico

## 8.2 Consideraciones económicas.

A efectos de valorizar la inflación y la tasa de interés, se toma como base de referencia el informe “Resultados del relevamiento de expectativas de mercado” Diciembre de 2017 del BCRA.

Se considera prudente tomar los valores correspondientes a diciembre 2018, esto debido a que los valores del último año, si bien reales, no son representativos de una proyección a futuro por estar en un esquema de transición, y por el mismo motivo arriesgar mayores plazos de expectativas pueden tener altas incertidumbres.

Tabla 10: Expectativas de inflación

**Cuadro 1.2 | Expectativas de inflación anual — IPC**

Precios minoristas (IPC nivel general)							
	Referencia	Mediana (Ene-18)	Mediana (Dic-17)	Variación*	Promedio (Ene-18)	Promedio (Dic-17)	Variación*
2018	var. % i.a.; dic-18	19,4	17,4	↑ (9)	19,3	17,0	↑ (5)
Próx. 12 meses	var. % i.a.	18,6	17,4	↑ (1)	18,5	17,0	↑ (1)
2019	var. % i.a.; dic-19	13,5	11,6	↑ (3)	13,8	11,6	↑ (5)
Próx. 24 meses	var. % i.a.	13,4	11,6	↑ (1)	13,5	11,6	↑ (1)
2020	var. % i.a.; dic-20	9,1	8,0	↑ (1)	9,7	8,2	↑ (1)

\*Comparación en relación al relevamiento anterior. Revisión al alza ↑; revisión a la baja ↓; sin cambios respecto al último pronóstico ⇨  
El número entre paréntesis significa por cuántos períodos consecutivos la variación tiene el mismo signo.

Fuente: REM - BCRA (ene-18)

**Tabla 11: Expectativas de tasa**

**Cuadro 2.1 | Expectativas de tasa de interés de política monetaria**

Tasa de política monetaria (Pase 7 días) (último comunicado de cada mes)							
	Referencia	Mediana (Ene-18)	Mediana (Dic-17)	Variación*	Promedio (Ene-18)	Promedio (Dic-17)	Variación*
feb-18	TNA; %	27,00	28,75	↓ (1)	26,98	28,20	↓ (2)
mar-18	TNA; %	26,50	28,00	↓ (2)	26,55	27,90	↓ (2)
abr-18	TNA; %	26,13	27,25	↓ (2)	26,02	27,26	↓ (2)
may-18	TNA; %	25,50	26,75	↓ (2)	25,47	26,65	↓ (2)
jun-18	TNA; %	25,00	26,00	↓ (1)	24,90	26,14	↓ (1)
jul-18	TNA; %	24,50	-	-	24,35	-	-
2018	TNA; %; dic-18	21,75	22,25	↓ (1)	21,65	22,49	↓ (1)
Próx. 12 meses	TNA; %	21,50	22,25	↓ (2)	21,19	22,49	↓ (2)
2019	TNA; %; dic-19	16,00	15,65	↑ (1)	16,26	15,84	↑ (1)

\*Comparación en relación al relevamiento anterior. Revisión al alza ↑; revisión a la baja ↓; sin cambios respecto al último pronóstico ⇨  
El número entre paréntesis significa por cuántos períodos consecutivos la variación tiene el mismo signo.

Fuente: REM - BCRA (ene-18)

Se trabaja entonces sobre la base de una inflación anual esperada del 19.4% y una tasa de interés del 21.75%.

El proyecto se simula a 20 años considerando este un valor estándar de vida útil para aerogeneradores, baja pérdida de rendimiento en generadores solares.

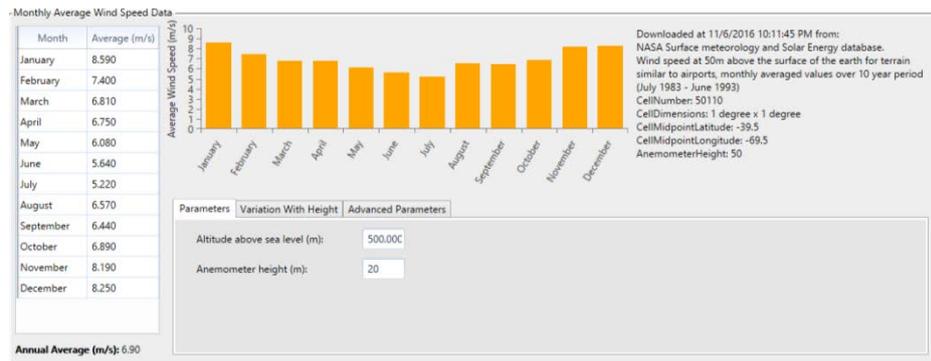
Todos los valores son expresados en dólares americanos y en lo que respecta a equipamientos son precios nacionalizados y corresponden al valor directo de fábrica nacional o importador, no incluyen flete ni seguros, estos ítems se tienen en cuenta para el costo de la instalación.

### 8.3 Recurso eólico

### 8.4 Distribución mensual de velocidades medias.

En el sitio en estudio se dispone de la siguiente distribución de velocidades medias de vientos.

Tabla 12: Velocidades medias de viento distribución mensual



La distribución descargada de las bases de datos de la NASA fue corregida por datos propios (INVAP) de una estación situada en la central Hidroeléctrica Pichi Picun Leufú con registros tomados desde el año 2000 al año 2003 a 20 y 40 metros de altura.

#### 8.4.1 Variación del recurso eólico según la altura

Los obstáculos a nivel del suelo como vegetación, edificios y rasgos topográficos tienden a enlentecer el viento que pasa cerca de la superficie. Dado que el efecto de estos obstáculos disminuye con la altura, las velocidades de viento tienden a aumentar con la misma. Esta variación en la velocidad del viento se llama *cizalladura*. En este trabajo se modela la cizalladura a través del modelos matemático de perfil logarítmico.

El perfil logarítmico (o ley log) asume que la velocidad del viento es proporcional al logaritmo de la altura sobre el nivel del suelo. La siguiente ecuación, por lo tanto, proporciona la ratio entre la velocidad de viento a la altura del buje y la velocidad del viento a la altura del anemómetro:

$$\frac{U_{hub}}{U_{anem}} = \frac{\ln(z_{hub}/z_0)}{\ln(z_{anem}/z_0)}$$

$U_{hub}$  = velocidad del viento a la altura del buje del aerogenerador  $\left[ \frac{m}{s} \right]$

$U_{anem}$  = velocidad del viento a la altura del buje [m/s]

$z_{hub}$  = altura del buje del aerogenerador [m]

$z_{anem}$  = altura del anemómetro [m]

$z_0$  = longitud de la aspereza de la superficie [m]

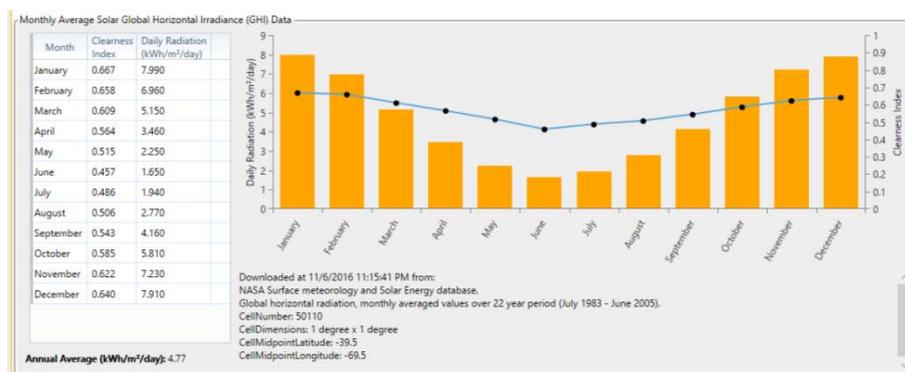
$\ln(\dots)$  = logaritmo natural

La longitud de la aspereza de la superficie es un parámetro que caracteriza la aspereza del terreno circundante, considerando en Aguada Guzman un suelo caracterizado mayormente por la presencia de “Coirón y Neneo” ambos con forma de matas de pasto o arbustos bajos, se toma para este parámetro un valor de 0.01m.

### 8.5 Recurso solar.

La radiación solar disponible es la siguiente:

**Tabla 13: Radiación solar disponible, distribución mensual**



### 8.6 Esquema de interconexión propuesto

Se propone un sistema combinado de energía solar eólica y térmico respaldado en un banco de baterías, el esquema de configuración de la micro-red propuesta considera el análisis de combinación de alternativas dimensionales de los distintos componentes con factibilidad técnica de acuerdo a las características de los equipos. Se optimiza de acuerdo al siguiente detalle:

- **GRUPO ELECTRÓGENO:** con motor de combustión interna a Gas Licuado de Petróleo conectado en la barra de corriente alterna 380VCA. Se define trabajar con un modelo de potencia 75KW a los efectos de que el grupo sea back-up efectivo ante salidas de servicio del sistema híbrido.
- **MÓDULOS FOTOVOLTAICOS** conectados mediante inversores sincrónicos a la barra de CA o mediante reguladores de carga a la barra de CC. Se analiza un amplio espectro de potencias lo que garantiza acceder a resultados optimizados según Costo Efectivo de la Energía.
- **AEROGENERADORES** se analiza según módulos unitarios de curva de potencia normalizada a 20m/s (considerando equipos ensayados por el INTI, de curva de potencia creciente hasta 20m/s) instalados a 15m de altura, conectados en la barra de corriente continua con módulos cargadores de baterías. Se analiza un amplio espectro de potencias lo que

garantiza acceder a resultados optimizados según Costo Efectivo de la Energía.

**EAP Eólica normalizada.**

V(m/s)	EAP(Kwh)
5	918,24
6	1522,8
7	2167,68
8	2780,16
9	3300,72

- **BANCO DE BATERÍAS** Se analizan dos versiones:
  1. OPzS 48VCC Plomo ácido en vasos de 2VCC conectados en la barra de corriente continua analizando. Se analiza un espectro de capacidades del banco que garantiza acceder a resultados optimizados según Costo Efectivo de la Energía.
  2. Lithium Ion Energy Storage System (ESS) Ion Li, en módulos de energía total 9.8KWh con uso admitido de 8.8KWh Capacidad de 189AH y rango de tensión de 42V a 58.8V potencia máxima de 5KW admitiendo picos de 10KW durante 10 segundos. Se analiza un espectro de capacidades del banco que garantiza acceder a resultados optimizados según Costo Efectivo de la Energía.
- **INVERSORES BIDIRECCIONALES** que vinculan las barras de CC y CA. Se analiza un espectro de potencias que garantiza acceder a resultados optimizados según Costo Efectivo de la Energía.
- **SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA:** Este sistema generalmente incorporado en los inversores bidireccionales deberá permitir realizar una estrategia de despacho de energía según los métodos de seguimiento de carga, ciclo de carga o una combinación de ambos interactuando plenamente con el Battery Management System ya sea este último incorporado en las unidades de almacenamiento como suele ser el caso de las baterías de Ion-Litio o incorporado en el mismo inversor bidireccional, típico para baterías de plomo ácido.

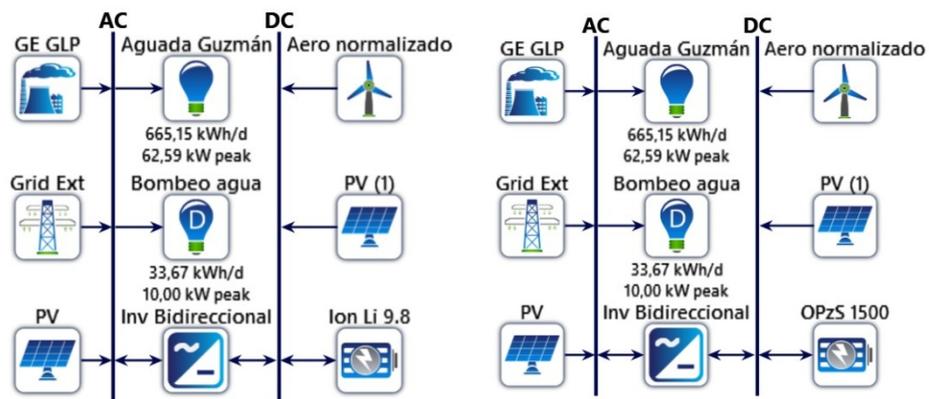


Ilustración 17: Esquema de interconexión propuesto.

## 8.7 Estrategias de despacho de energía

Una estrategia de despacho de energía es un conjunto de reglas que rigen el funcionamiento del generador y del banco de baterías. Se modelaran tres estrategias de despacho de energía: ciclo de carga, seguimiento de carga y una combinación de ambas. Muchos son los factores que determinan cuál de éstas es la más óptima, tales como los tamaños de los generadores y del banco de baterías, el precio del combustible, el costo de O&M de los generadores, la cantidad de potencia renovable en el sistema y el carácter de los recursos renovables. En este trabajo se simulará cada sistema con cada una de las estrategias; de este modo se podrá verificar cuál es la óptima.

### 8.7.1 Estrategia de seguimiento de carga

En la estrategia de seguimiento de carga el generador produce sólo suficiente energía para satisfacer la demanda en el momento que éste sea necesario. El seguimiento de carga suele ser óptimo en sistemas con mucha potencia renovable, cuando la salida de energía renovable a veces es superior a la carga.

La estrategia de seguimiento de carga, es una estrategia de despacho de energía en la que cada vez que el generador opera, produce solamente la potencia suficiente para abastecer la carga primaria conectada. Los objetivos de menor prioridad, como cargar el banco de baterías o alimentar la carga diferida se dejan para las fuentes de energías renovables.

Bajo la estrategia de seguimiento de carga, el gestor de energía despacha las fuentes de potencia controlables del sistema (generador y banco de baterías), de manera de alimentar la carga primaria al menor costo total en cada intervalo de simulación, cumpliendo con el requerimiento de reserva operativa. El costo total incluye los costos de combustible, de operación y mantenimiento, y de reemplazo.

Para lograr esto, en la simulación HOMER calcula el costo fijo y el marginal de cada fuente de potencia despachable:

- El costo fijo de un generador, es igual a su costo horario de operación y de mantenimiento más el costo horario de reemplazo, más el costo de su consumo de combustible sin carga. Su costo marginal es igual a la pendiente de su curva de consumo de combustible multiplicada por el precio del combustible.
- El costo fijo del banco de batería es igual a cero y su costo marginal es igual al costo de desgaste de la batería.

Una vez que caracteriza cada una de las fuentes despachables de este modo, HOMER busca una combinación de fuentes de generación que satisfaga la carga primaria, la reserva operativa requerida y la carga térmica al mínimo costo

### **8.7.2 Estrategia de ciclo de carga**

La estrategia de ciclo de carga, es una estrategia de despacho de energía por medio de la cual cuando un generador debe operar para abastecer la carga primaria, éste opera a máxima potencia. La producción excedente de electricidad, se dirige a objetivos de menor prioridad como son (en orden descendente de prioridad): alimentar la carga diferida o cargar el banco de baterías.

En la simulación, cuando se emplea la estrategia de ciclo de carga, HOMER despacha las fuentes de energía controlables (generador y banco de baterías) en cada intervalo de tiempo de simulación, mediante un proceso de dos pasos. Primero, HOMER selecciona la combinación óptima de fuentes de energía para servir la carga primaria, de acuerdo con la estrategia de seguimiento de carga. Luego, HOMER aumenta la producción de cada generador en esa combinación óptima hasta su capacidad nominal (o hasta lo más cerca posible) sin causar exceso de electricidad.

## **8.8 Características de los componentes del sistema**

### **8.8.1 Inversor y gestor de micro-red**

Existen en el mercado distintas marcas de equipos que controlan y administran el uso de la energía en sistemas de micro redes. En este trabajo se realizan las simulaciones con equipos de las siguientes características:

- Tensión nominal del bus DC: 48 V
- Tensión nominal del bus AC: 230/400 V
- Configuración multicluster trifásico (permite hasta 36 equipos en paralelo – serie para potencias de hasta 300 kW)
- Tipo de baterías: plomo-ácido OPzS, ion litio.
- Tipo de inversor: bidireccional para aceptar generación distribuida

- Rendimiento inversor y cargador: hasta 95%

Es necesario definir previamente la selección del inversor gestor de micro red para luego seleccionar los demás componentes del sistema ya que se fija la tensión y tipo de baterías, la tensión de salida y la forma de entrada y salida de equipos generadores en la red distribuida.

La tensión de baterías definida en 48 V es la estándar actualmente en cargadores/reguladores solares y eólicos. Existe equipamiento de micro-redes en 110 VDC y 840 VDC con otra topología de inversores. La gestión de carga de baterías se realiza en su totalidad con generación distribuida por medio de inversores a red. La desventaja es cuando se sobrepasan los límites prácticos de la penetración renovable en la red de AC para la estabilización de la frecuencia. En estos casos, los generadores solares, eólicos o de otras fuentes deben hacer carga directamente por bus de DC.

### **8.8.2 Banco de baterías**

Por robustez rango de descarga y vida útil, la batería que históricamente se ha utilizado para aplicaciones aisladas es la de tipo tubular abierta (OPZs), Actualmente el fuerte impulso que están teniendo las baterías de Ion-Litio las posicionan entre las preferidas para estas aplicaciones.

En el caso de baterías de Plomo ácido se las seleccionarán en tecnología OPzS en vasos de 2 V para la conformación de bancos serie de 48VCC.

En el caso de baterías de Ion-Litio, si bien se modeló considerando módulos de energía total 9.8KWh con uso admitido de 8.8KWh Capacidad de 189AH y rango de tensión de 42V a 58.8V potencia máxima de 5KW admitiendo picos de 10KW durante 10 segundos, es fundamental que el diseño del sistema completo sea apoyado por el fabricante de las baterías.

En ambos casos es necesario garantizar la deposición final de residuos una vez cumplida la vida útil.

### **8.8.3 Grupo electrógeno**

Por pedido de la Secretaría de Energía, se partirá con uso de gas envasado (GLP) por tener la provincia de Río Negro un contrato de suministro vigente con la empresa YPF Gas. El tamaño del grupo electrógeno seleccionado será para cubrir potencia pico y carga de baterías. Se buscará que el equipo no trabaje bajo 30% de su potencia nominal.

Por razones de confort, se sugieren grupos con cabina insonorizada.

#### **8.8.4 Generación solar**

Se sugiere una planta FV a nivel de suelo y aprovechando techo de sala de baterías. Como primera aproximación, toda la generación será volcada al bus de AC o salida de inversores por facilidad técnica, rendimientos y economía.

La evaluación permitirá seleccionar del mercado diferentes marcas de componentes, de generación eléctrica proveniente de fuente solar, que reúnan las características técnicas propuestas. En caso de variar estas en más de un 15% se recomienda realizar una corrida final del sistema con la marca de equipos seleccionada por precio o disponibilidad.

#### **8.8.5 Generación eólica**

El paraje Aguada Guzman tiene un potencial eólico alto. Se analizan en las corridas de simulación Homer equipos con curva de potencia certificada por el INTI. Dependiendo de la localización de los aerogeneradores podrá decidirse si generarán al bus de AC o a DC por cercanía a la sala de baterías.

La evaluación permitirá seleccionar del mercado diferentes marcas de componentes, de generación eléctrica proveniente de fuente eólica, que reúnan las características técnicas propuestas. En caso de variar estas en más de un 15% se recomienda realizar una corrida final del sistema con la marca de equipos seleccionada por precio o disponibilidad.

#### **8.8.6 Tipo de inversores solares a red**

Sólo serán utilizados en el proyecto modelos de inversores tipo string inverters por el tamaño de proyecto (pequeño en comparación a parques solares), modularidad y facilidad de mantenimiento. En cuanto a la cantidad de entradas MPPT, no es necesario que sean múltiples ya que todos los módulos podrán generar en el mismo punto instantáneo de radiación por no haber sombras de edificios cercanos ni arboledas.

A los propósitos de control, el modelo de inversor elegido tendrá que controlar su potencia de salida por lectura de frecuencia de red (FSPC - freq shift power control), es la forma más simple de evitar sobrecarga de baterías en un sistema aislado.

#### **8.8.7 Tipo de reguladores de carga**

Cada marca de inversor híbrido para micro-redes tendrá un máximo de inyección a red o autoconsumo desde bus de AC. En caso de que la simulación maximice la inversión con una penetración renovable mayor al porcentaje sugerido por el inversor, esa fuente de generación deberá cargar baterías desde el bus de DC y efectuar comunicación con el gestor de la micro-red el estado de carga (tensión y corriente).

Los reguladores de carga solar deberán elegirse con tecnología MPPT mayor a 500 VDC de entrada en cantidades adecuadas para cargar con la misma corriente cada banco, ya que si bien no trabajarán en paralelo los bancos, deben comportarse con los mismos valores de SOC y tensión.

Dependiendo de la potencia solar de diseño, podrán instalarse ciertos módulos en techo de sala de baterías y el resto sobre soportes para piso en un terreno próximo a la sala de baterías.

## 8.9 Resultados de la Opción óptima para la combinación solar eólica GLP Según el escenario de almacenamiento en baterías de Plomo Ácido.

### 8.9.1 Dimensionado.

La simulación devuelve como sistema óptimo el siguiente dimensionado:

Tabla 14: Arquitectura óptima sistema Plomo Acido

Component	Name	Size	Unit
Generator	GE GLP	70,0	kW
PV #1	PV	60,0	kW
PV #2	PV (1)	40,0	kW
Storage	Baterías OPzS	27000	Ah
Wind turbine	Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s	10	ea.
System converter	Inv Bidireccional	48,0	kW
Dispatch strategy	HOMER Cycle Charging		

### 8.9.2 Resumen de costos

A lo largo de los 20 años de vida útil del sistema los costos son los siguientes:

(Todos los costos están puestos en dólares americanos, no incluyen IVA y consideran valores directos de fábrica)

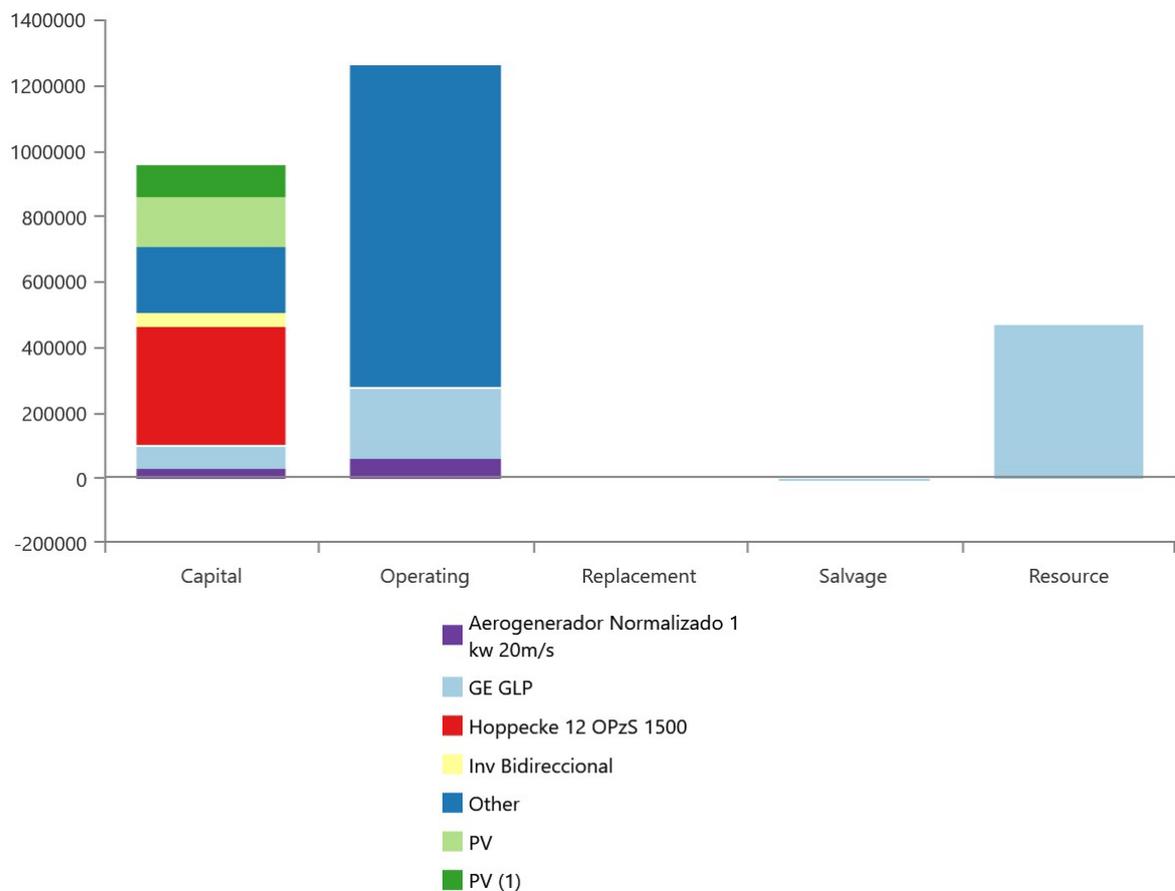


Ilustración 18: Resumen de costos por componente

Tabla 15: Resumen de costos por componente y tipo de costo

Name	Capital	Operating	Replacement	Salvage	Resource	Total
<b>Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s X10</b>	30.370 \$	64.857 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	95.227 \$
<b>GE GLP 70KW</b>	67.200 \$	209.742 \$	0,00 \$	-7.224 \$	470.149 \$	739.867 \$
<b>Baterías OPzS 48VCC 27000Ah</b>	360.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	360.000 \$
<b>Inv Bidireccional 48KW</b>	42.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	42.000 \$
<b>Other</b>	205.000 \$	982.683 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	1,19 \$M
<b>PV 60KW (CA)</b>	150.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	150.000 \$
<b>PV 40 KW (CC)</b>	100.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	100.000 \$
<b>System</b>	954.570 \$	1,26 \$M	0,00 \$	-7.224 \$	470.149 \$	2,67 \$M

### 8.9.3 Síntesis de modos de generación del sistema.

Tabla 16: Resumen de generación del sistema

Component	Production (kWh/yr)	Percent
PV 60KW (CA)	91.226	32,1
PV 40 KW (CC)	60.817	21,4
GE GLP 70KW	114.544	40,3
Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s X10	17.614	6,20
<b>Total</b>	<b>284.201</b>	<b>100</b>

### 8.9.4 Parámetros de operación del grupo electrógeno 70KW

El grupo electrógeno motorizado por combustión interna de gas licuado de petróleo tiene los siguientes parámetros de operación en el sistema diseñado:

Tabla 17: GE GLP Resumen eléctrico.

Quantity	Value	Units
Electrical Production	114.544	kWh/yr
Mean Electrical Output	57,1	kW
Minimum Electrical Output	21,0	kW
Maximum Electrical Output	70,0	kW

Tabla 18: GE GLP Resumen de combustible.

Quantity	Value	Units
Fuel Consumption	39.869	L
Specific Fuel Consumption	0,348	L/kWh
Fuel Energy Input	262.075	kWh/yr
Mean Electrical Efficiency	43,7	%

Tabla 19: GE GLP Estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Hours of Operation	2.006	hrs/yr
Number of Starts	332	starts/yr
Operational Life	24,9	yr
Capacity Factor	18,7	%
Fixed Generation Cost	9,44	\$/hr
Marginal Generation Cost	0,150	\$/kWh

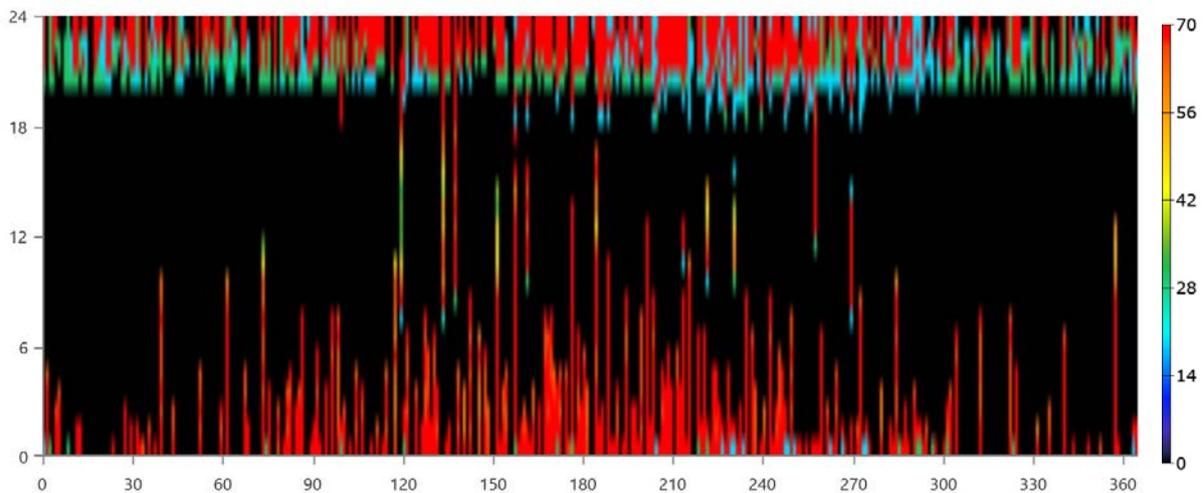


Ilustración 19: parámetros de operación grupo electrógeno salida: KW.

### 8.9.5 Parámetros de operación del Banco de baterías:

Tabla 20: Banco de baterías Plomo Acido Propiedades.

Quantity	Value	Units
Batteries	432	qty.
String Size	24,0	Batteries
Strings in Parallel	18,0	Strings
Bus Voltage	48,0	V
Capacity of each Battery	1500	Ah

Tabla 21: Banco de baterías Plomo Acido resultados de operación.

Quantity	Value	Units
Average Energy Cost	0,0832	\$/kWh
Energy In	112.650	kWh/yr
Energy Out	97.188	kWh/yr
Storage Depletion	334	kWh/yr
Losses	15.795	kWh/yr
Annual Throughput	104.801	kWh/yr

Tabla 22: Banco de baterías Plomo Acido Estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Autonomy	37,3	Hr
Storage Wear Cost	0	\$/kWh
Nominal Capacity	1.551	kWh
Usable Nominal Capacity	1.086	kWh
Lifetime Throughput	2.096.019	kWh
Expected Life	20,0	Yr

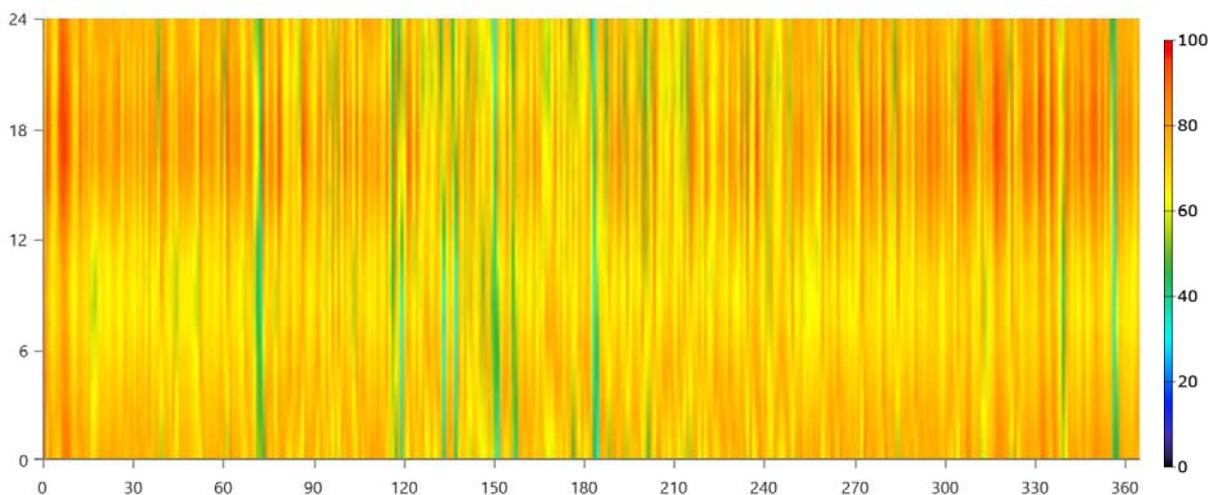


Ilustración 20: parámetros de operación banco de baterías (Estado de carga%).

### 8.9.6 Parámetros de operación del generador PV en barra de CA:

Tabla 23: Generador Solar en barra CA resumen eléctrico.

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	55,5	kW
PV Penetration	37,6	%
Hours of Operation	4.378	hrs/yr
Levelized Cost	0,0837	\$/kWh

Tabla 24: Generador Solar en barra CA estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Rated Capacity	60,0	kW
Mean Output	10,4	kW
Mean Output	250	kWh/d
Capacity Factor	17,4	%
Total Production	91.226	kWh/yr

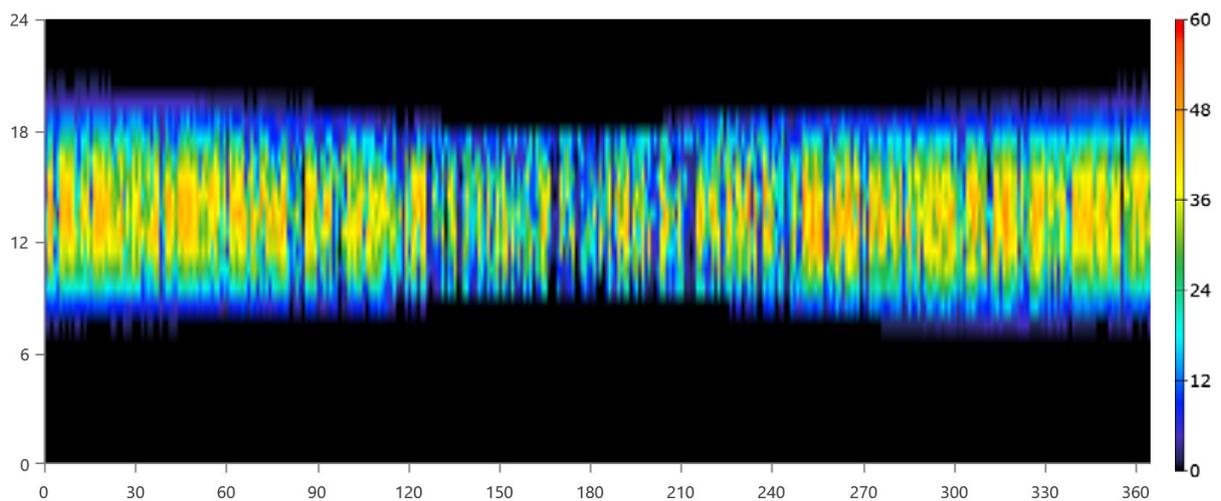


Ilustración 21: Parámetros de operación generador solar barra CA Salida: KW.

### 8.9.7 Parámetros de operación del generador PV en barra de CC.

Tabla 25: Generador Solar en barra CC resumen eléctrico.

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	37,0	kW
PV Penetration	25,1	%
Hours of Operation	4.378	hrs/yr
Levelized Cost	0,0837	\$/kWh

Tabla 26: Generador Solar en barra CC estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Rated Capacity	40,0	kW
Mean Output	6,94	kW
Mean Output	167	kWh/d
Capacity Factor	17,4	%
Total Production	60.817	kWh/yr

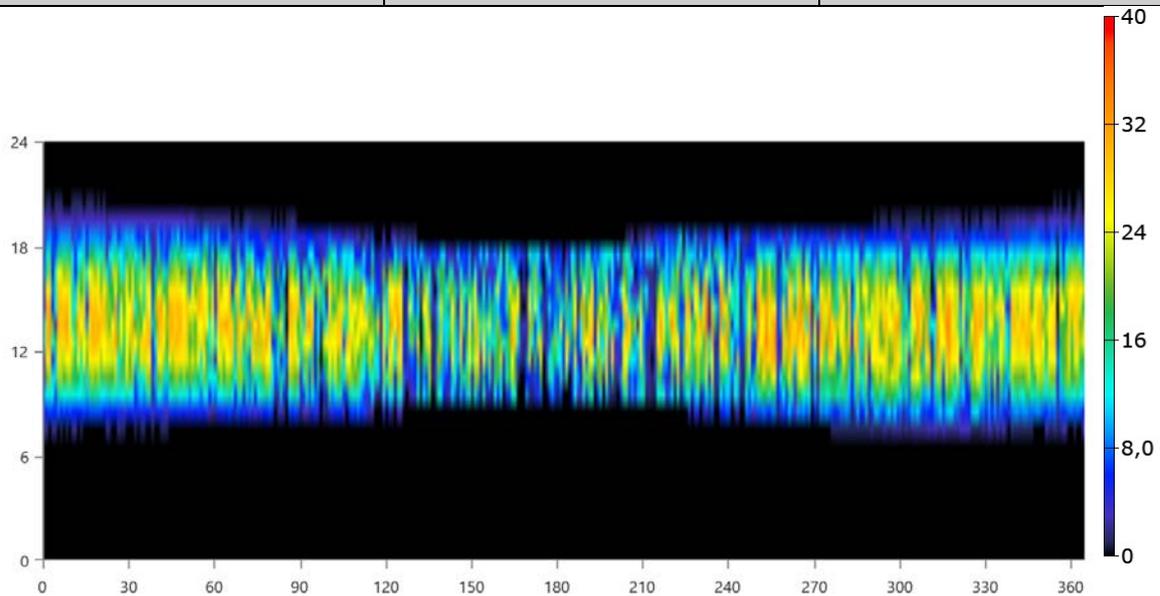


Ilustración 22: Parámetros de operación generador solar barra CC Salida: KW.

### 8.9.8 Parámetros de operación del generador eólico:

Tabla 27: Generador eólico en barra CC estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	9,52	kW
Wind Penetration	7,26	%
Hours of Operation	8.171	hrs/yr
Levelized Cost	0,275	\$/kWh
Total Production	17.614	kWh/yr

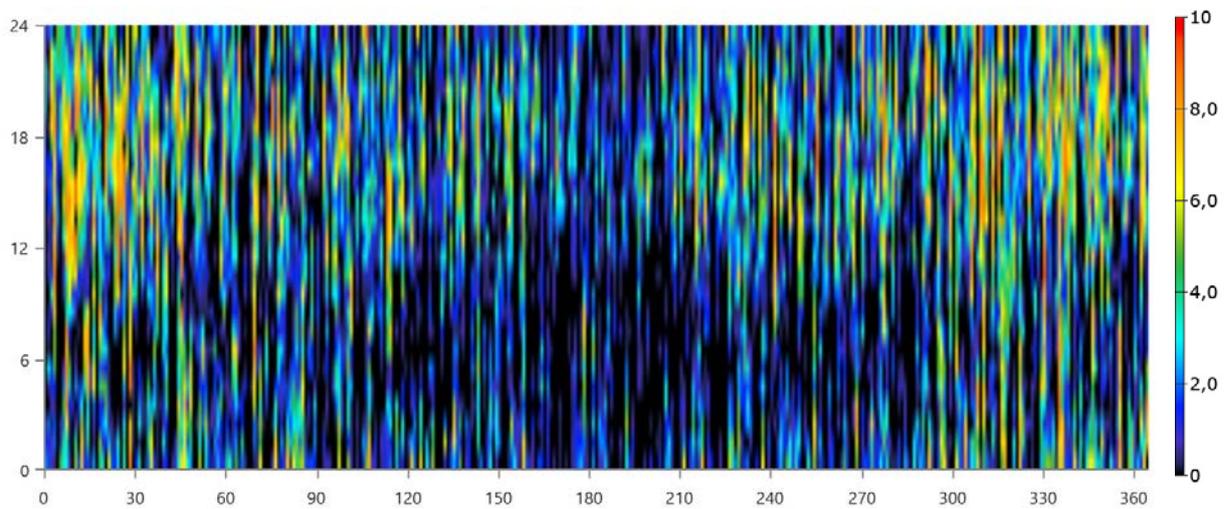


Ilustración 23: Parámetros de operación generador eólico barra CC Salida KW

### 8.9.9 Parámetros de operación del inversor bidireccional

Inv Bidireccional Electrical Summary

Quantity	Value	Units
Hours of Operation	6.079	hrs/yr
Energy Out	114.493	kWh/yr
Energy In	120.519	kWh/yr
Losses	6.026	kWh/yr

Inv Bidireccional Statistics

Quantity	Value	Units
Capacity	48,0	kW
Mean Output	13,1	kW
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	43,3	kW
Capacity Factor	27,2	%

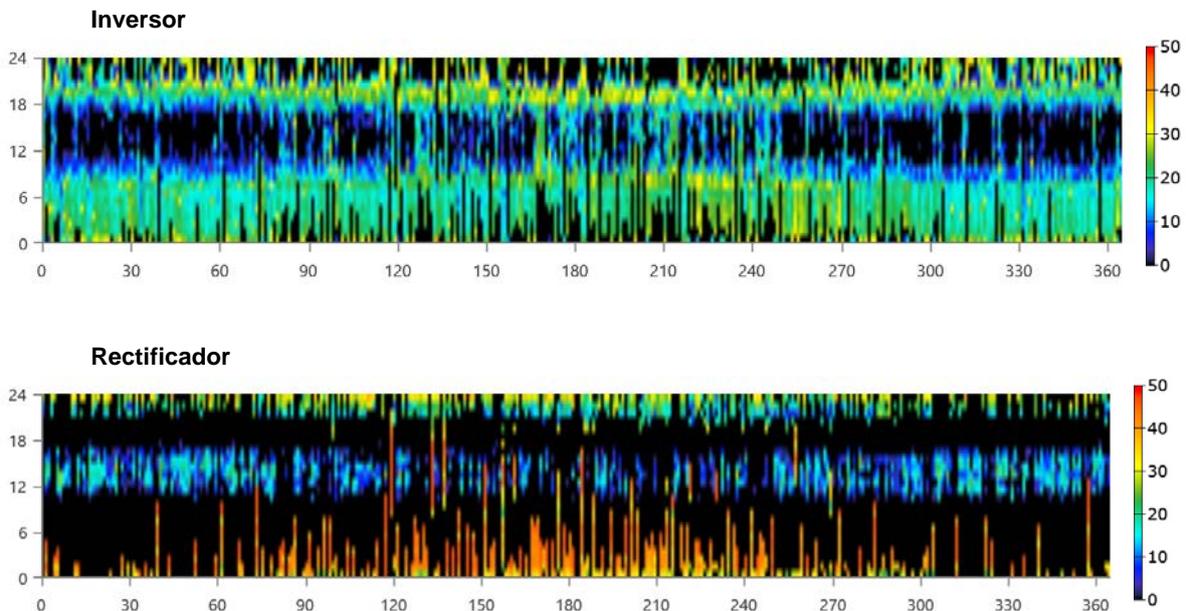
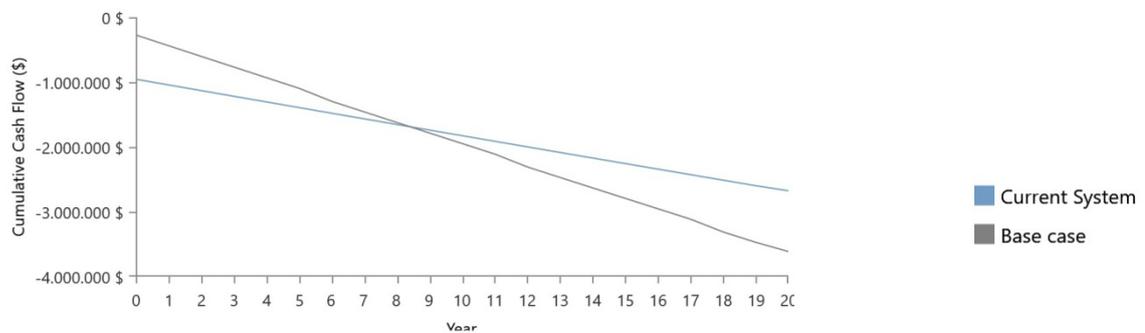


Ilustración 24: Parámetros de operación Inversor bidireccional Salida KW.

### 8.9.10 Resumen Renewable.

Capacity-based metrics	Value	Unit
Nominal renewable capacity divided by total nominal capacity	99,8	%
Usable renewable capacity divided by total capacity	53,6	%
Energy-based metrics	Value	Unit
Total renewable production divided by load	66,6	%
Total renewable production divided by generation	59,7	%
One minus total nonrenewable production divided by load	55,0	%
Peak values	Value	Unit
Renewable output divided by load (HOMER standard)	563	%
Renewable output divided by total generation	100	%
One minus nonrenewable output divided by total load	100	%

### 8.9.11 Comparación con caso base GLP 24hs



### 8.9.12 Resumen de costos inversión inicial.

Tabla 28: Costos de la inversión inicial

ÍTEM	UNITARIO U\$S+IVA	CANTIDAD	TOTAL U\$S+IVA
Módulos fotovoltaicos con estructura soporte e inversor o cargador de baterías.	2.500U\$S/KW	100KW	U\$S 250.000
Aerogenerador, torre y tablero de control cargador de baterías	3.037U\$S/KW	10KW	U\$S 30.370
Inversor bidireccional y gestor de energía	875U\$S/KW	48KW	U\$S 42.000
Baterías OPzS 48VCC 3000AH	U\$S 40.000	9 unid	U\$S 360.000
Grupo electrógeno GLP 70KW con depósitos de reserva de combustible	U\$S 67.200	1 unid	U\$S 72.000
Proyecto ejecutivo Instalación y puesta en marcha	U\$S205.000	1 unid	U\$S205.000
		TOTAL	U\$S 954.570

Son valores nacionalizados o de fábrica. No incluyen IVA ni cargos de facturación.

### 8.9.13 Plan de obra.

Tabla 29: Cronograma de obra.

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14
Proyecto ejecutivo	■	■	■	■	■	■	■	■						
Compras			■	■	■	■	■	■	■	■				
Movimiento de suelos				■	■									
Obra Civil						■	■	■	■					
Montaje y PEM provisoria grupo GLP						■	■	■	■	■				
Montaje módulos solares						■	■	■	■	■				
Montaje baterías									■	■	■	■		
Montaje eólicos										■				
Montaje inversores											■			
Cableado												■		
Conexionado													■	■
PEM														■

## 8.10 Resultados de la Opción óptima para la combinación solar eólica GLP Según el escenario de almacenamiento en baterías de Ion-Litio.

### 8.10.1 Dimensionado.

La simulación devuelve como sistema óptimo el siguiente dimensionado:

Tabla 30: Arquitectura óptima sistema Ion-Litio

Component	Name	Size	Unit
Generator	GE GLP	70,0	kW
PV #1	PV CA	60,0	kW
PV #2	PV CC	40,0	kW
Storage	Baterías Ion-Litio	274.4	KW/h
Wind turbine	Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s	10	ea.
System converter	Inv Bidireccional	48,0	kW
Dispatch strategy	HOMER Cycle Charging		

### 8.10.2 Resumen de costos

A lo largo de los 20 años de vida útil del sistema los costos son los siguientes:

(Todos los costos están puestos en dólares americanos, no incluyen IVA y consideran valores directos de fábrica)

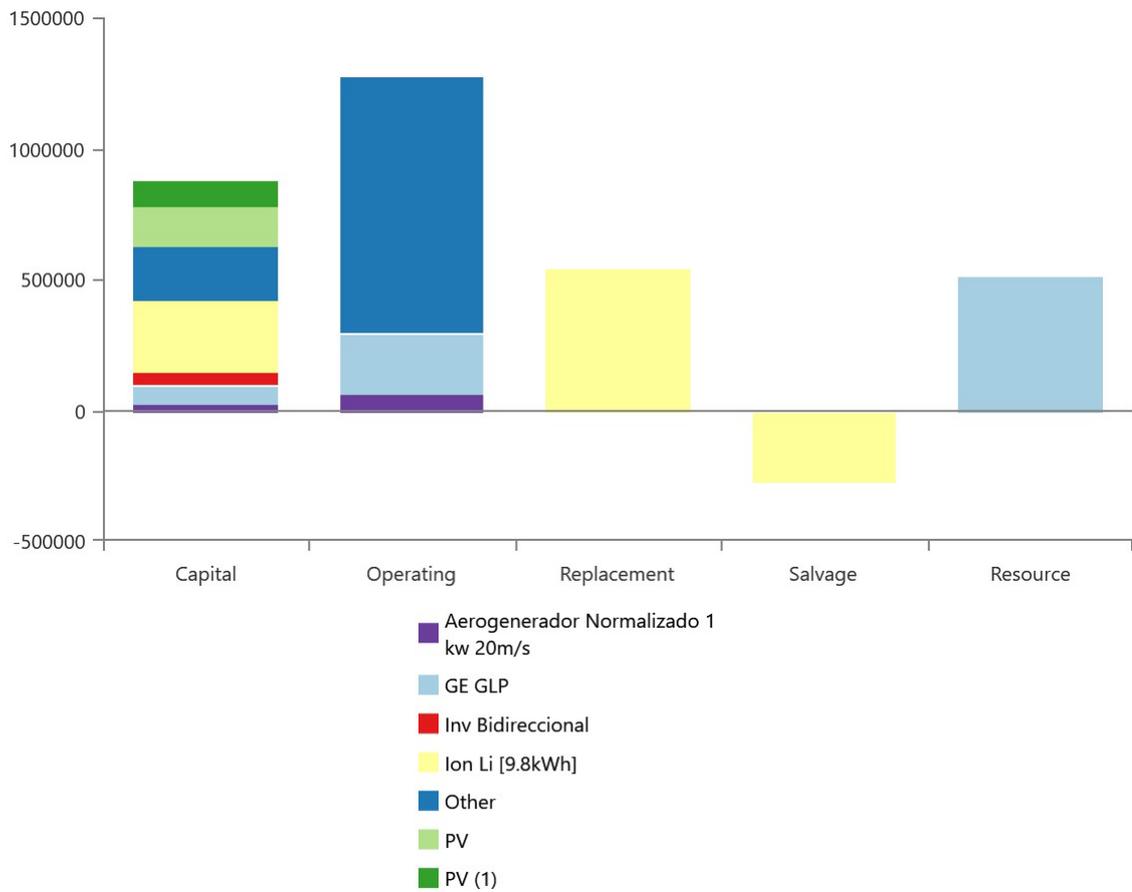


Ilustración 25: Resumen de costos por componente

Tabla 31: Resumen de costos por componente y tipo de costo

Name	Capital	Operating	Replacement	Salvage	Resource	Total
<b>Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s X 10</b>	30.370 \$	64.857 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	95.227 \$
<b>GE GLP 70KW</b>	67.200 \$	227.099 \$	0,00 \$	-4.797 \$	517.067 \$	806.569 \$
<b>Inv Bidireccional 48KW</b>	42.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	42.000 \$
<b>Ion Li [275KWh]</b>	280.000 \$	0,00 \$	546.317 \$	-265.358 \$	0,00 \$	560.959 \$
<b>Other</b>	205.000 \$	982.683 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	1,19 \$M
<b>PV 60KWp (CA)</b>	150.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	150.000 \$
<b>PV 40KWp (CC)</b>	100.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	100.000 \$
<b>System</b>	874.570 \$	1,27 \$M	546.317 \$	-270.154 \$	517.067 \$	2,94 \$M

### 8.10.3 Síntesis de modos de generación del sistema.

Tabla 32: Resumen de generación del sistema

Component	Production (kWh/yr)	Percent
PV 60KWp (CA)	91.226	30,8
PV 40KWp (CC)	60.817	20,5
GE GLP 70KW	126.740	42,8
Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s X10	17.614	5,94
<b>Total</b>	<b>296.398</b>	<b>100</b>

### 8.10.4 Parámetros de operación del grupo electrógeno 70KW

El grupo electrógeno motorizado por combustión interna de gas licuado de petróleo tiene los siguientes parámetros de operación en el sistema diseñado:

Tabla 33: GE GLP Resumen eléctrico.

Quantity	Value	Units
Electrical Production	126.740	kWh/yr
Mean Electrical Output	58,4	kW
Minimum Electrical Output	22,2	kW
Maximum Electrical Output	70,0	kW

Tabla 34: GE GLP Resumen de combustible.

Quantity	Value	Units
Fuel Consumption	43.848	L
Specific Fuel Consumption	0,346	L/kWh
Fuel Energy Input	288.229	kWh/yr
Mean Electrical Efficiency	44,0	%

Tabla 35: GE GLP Estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Hours of Operation	2.172	hrs/yr
Number of Starts	556	starts/yr
Operational Life	23,0	yr
Capacity Factor	20,7	%
Fixed Generation Cost	9,44	\$/hr
Marginal Generation Cost	0,150	\$/kWh

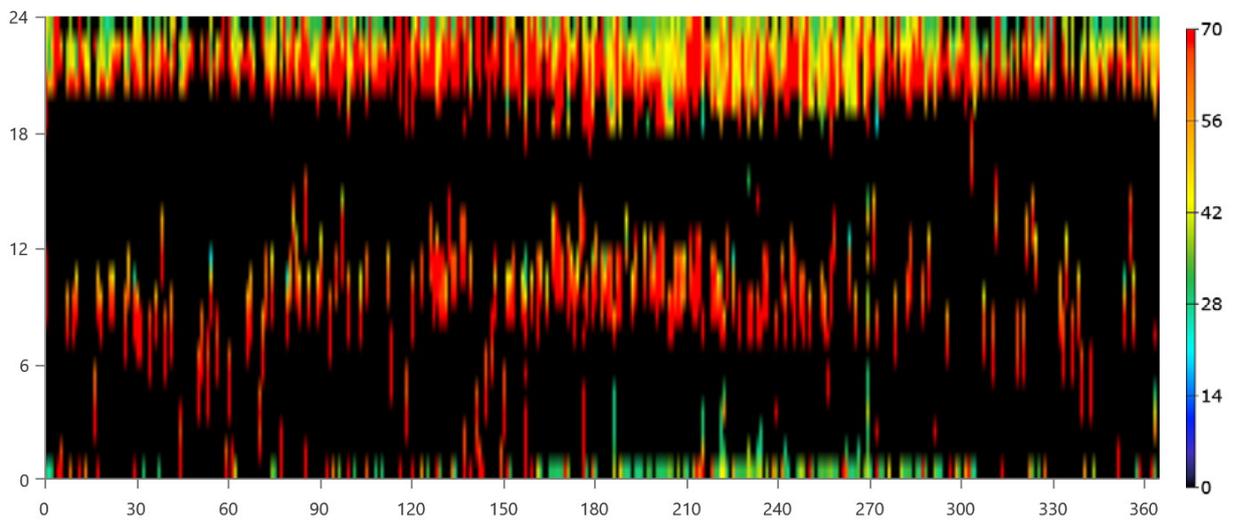


Ilustración 26: parámetros de operación grupo electrógeno salida: KW.

### 8.10.5 Parámetros de operación del Banco de baterías:

Tabla 36: Banco de baterías Ion-Litio Propiedades.

Quantity	Value	Units
Batteries	28,0	qty.
String Size	1,00	Batteries
Strings in Parallel	28,0	Strings
Bus Voltage	48,0	V

Tabla 37: Banco de baterías Ion-Litio resultados de operación.

Quantity	Value	Units
Average Energy Cost	0,0988	\$/kWh
Energy In	87.050	kWh/yr
Energy Out	82.698	kWh/yr
Storage Depletion	0	kWh/yr
Losses	4.353	kWh/yr
Annual Throughput	84.846	kWh/yr

Tabla 38: Banco de baterías Ion-Litio Estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Autonomy	7,83	hr
Storage Wear Cost	0,342	\$/kWh
Nominal Capacity	254	kWh
Usable Nominal Capacity	228	kWh
Lifetime Throughput	840.000	kWh
Expected Life	9,90	yr

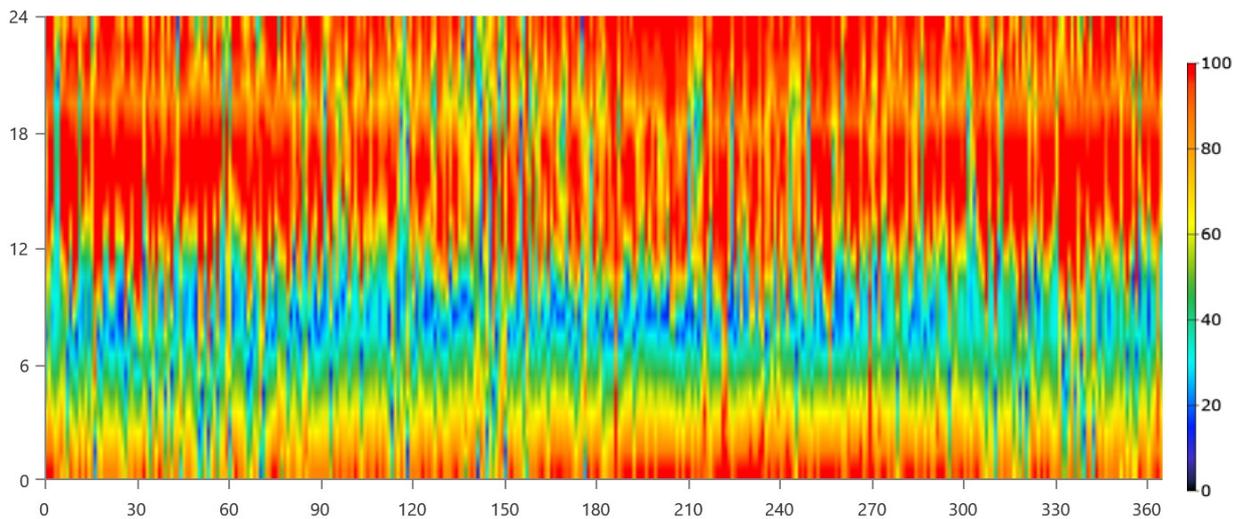


Ilustración 27: parámetros de operación banco de baterías (Estado de carga%).

### 8.10.6 Parámetros de operación del generador PV en barra de CA:

Tabla 39: Generador Solar en barra CA resumen eléctrico.

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	55,5	kW
PV Penetration	37,6	%
Hours of Operation	4.378	hrs/yr
Levelized Cost	0,0837	\$/kWh

Tabla 40: Generador Solar en barra CA estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Rated Capacity	60,0	kW
Mean Output	10,4	kW
Mean Output	250	kWh/d
Capacity Factor	17,4	%
Total Production	91.226	kWh/yr

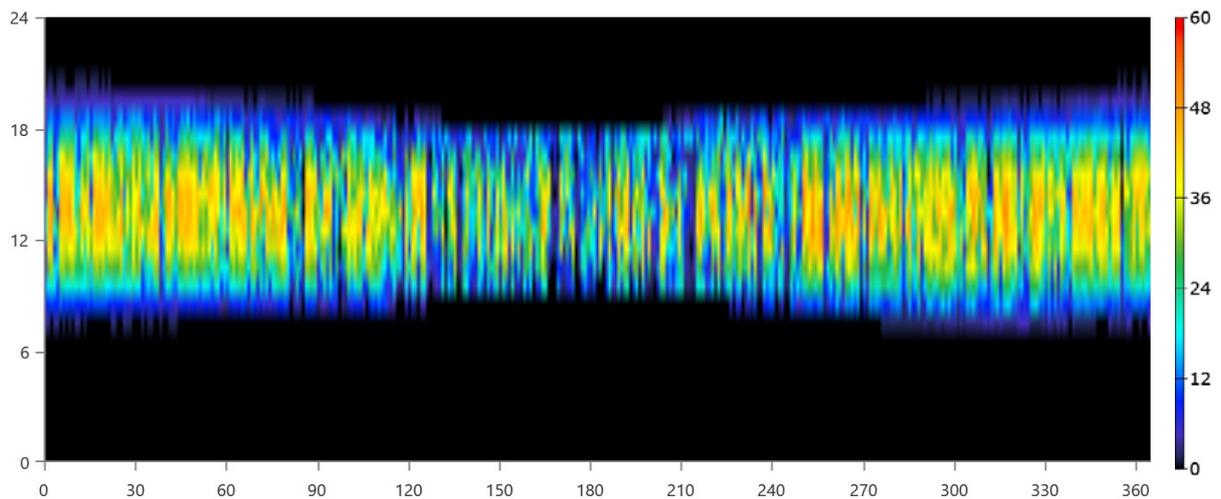


Ilustración 28: Parámetros de operación generador solar barra CA Salida: KW.

### 8.10.7 Parámetros de operación del generador PV en barra de CC.

Tabla 41: Generador Solar en barra CC resumen eléctrico.

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	37,0	kW
PV Penetration	25,1	%
Hours of Operation	4.378	hrs/yr
Levelized Cost	0,0837	\$/kWh

Tabla 42: Generador Solar en barra CC estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Rated Capacity	40,0	kW
Mean Output	6,94	kW
Mean Output	167	kWh/d
Capacity Factor	17,4	%
Total Production	60.817	kWh/yr

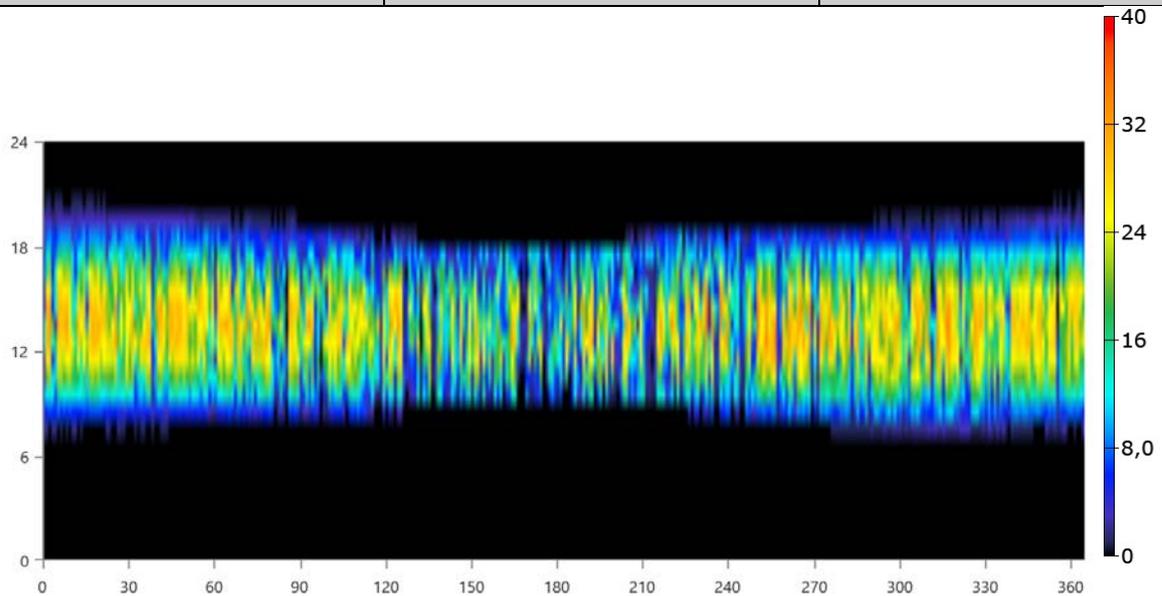


Ilustración 29: Parámetros de operación generador solar barra CC Salida: KW.

### 8.10.8 Parámetros de operación del generador eólico:

Tabla 43: Generador eólico en barra CC estadísticas de operación.

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	9,52	kW
Wind Penetration	7,26	%
Hours of Operation	8.171	hrs/yr
Levelized Cost	0,275	\$/kWh
Total Production	17.614	kWh/yr

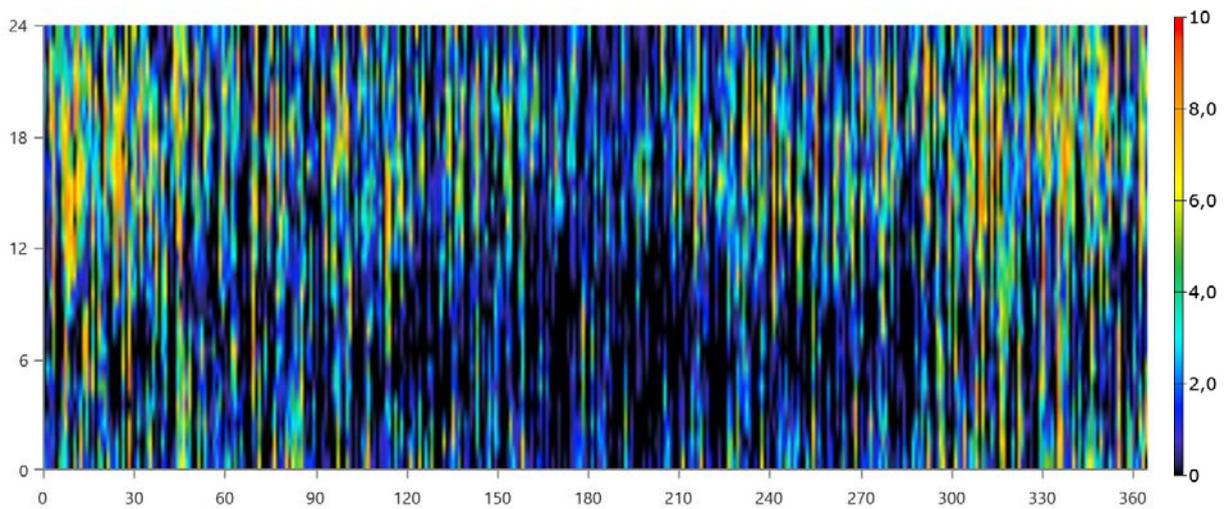


Ilustración 30: Parámetros de operación generador eólico barra CC Salida KW

### 8.10.9 Parámetros de operación del inversor bidireccional

Tabla 44: Inv Bidireccional Electrical Summary

Quantity	Value	Units
Hours of Operation	5.779	hrs/yr
Energy Out	101.170	kWh/yr
Energy In	106.495	kWh/yr
Losses	5.325	kWh/yr

Tabla 45: Inv Bidireccional Statistics

Quantity	Value	Units
Capacity	48,0	kW
Mean Output	11,5	kW
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	34,6	kW
Capacity Factor	24,1	%

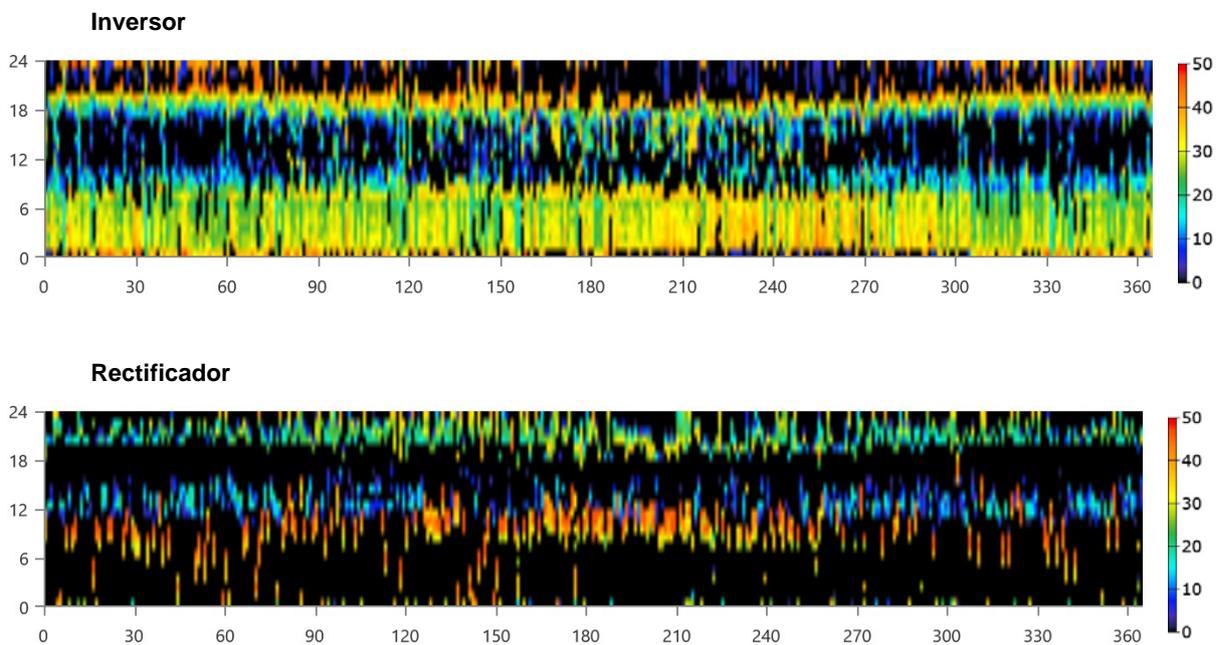


Ilustración 31: Parámetros de operación Inversor bidireccional Salida KW.

### 8.10.10 Resumen Renovable.

Capacity-based metrics	Value	Unit
Nominal renewable capacity divided by total nominal capacity	99,8	%
Usable renewable capacity divided by total capacity	53,6	%
<b>Energy-based metrics</b>		
Total renewable production divided by load	66,5	%
Total renewable production divided by generation	57,2	%
One minus total nonrenewable production divided by load	50,3	%
<b>Peak values</b>		
Renewable output divided by load (HOMER standard)	563	%
Renewable output divided by total generation	100	%
One minus nonrenewable output divided by total load	100	%

### 8.10.11 Comparación con caso base GLP 24hs

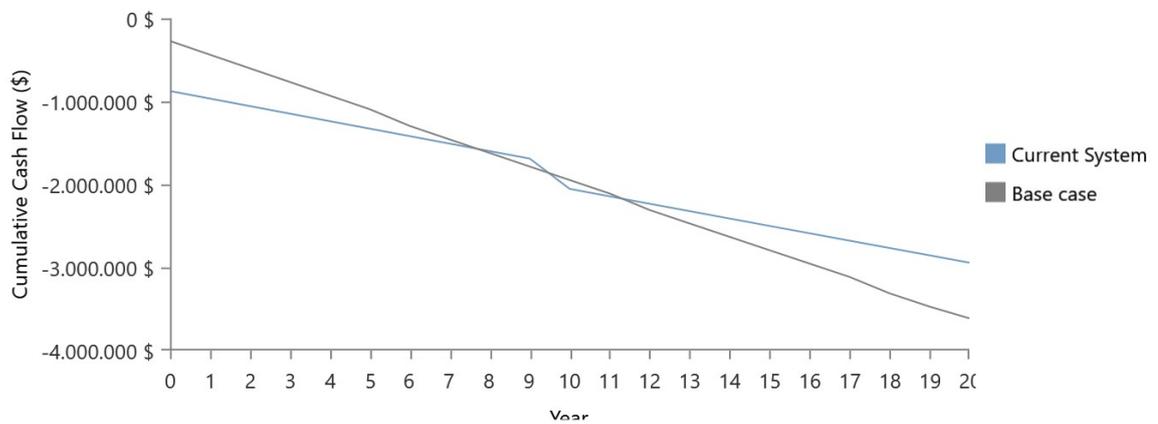


Ilustración 32: Comparación caso base solo GLP 24 hs.

## 8.10.12 Resumen de costos inversión inicial.

Tabla 46: Costos de la inversión inicial

ÍTEM	UNITARIO U\$\$+IVA	CANTIDAD	TOTAL U\$\$+IVA
Módulos fotovoltaicos con estructura soporte e inversor o cargador de baterías.	2.500U\$\$/KW	100KW	U\$\$ 250.000
Aerogenerador, torre y tablero de control cargador de baterías	3.037U\$\$/KW	10KW	U\$\$ 30.370
Inversor bidireccional y gestor de energía	875U\$\$/KW	48KW	U\$\$ 42.000
Baterías Ion-Litio 9.8kw	U\$\$ 10.000	28 unid	U\$\$ 280.000
Grupo electrógeno GLP 75KW con depósitos de reserva de combustible	67.200U\$\$	1 unid	U\$\$ 72.000
Proyecto ejecutivo Instalación y puesta en marcha	U\$\$205.000	1 unid	U\$\$205.000
		TOTAL	U\$\$ 874.570

Son valores nacionalizados o de fábrica. No incluyen IVA ni cargos de facturación.

**8.10.13 Plan de obra.**

**Tabla 47: Cronograma de obra.**

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14
Proyecto ejecutivo	■	■	■	■	■	■	■	■						
Compras			■	■	■	■	■	■	■	■				
Movimiento de suelos				■	■									
Obra Civil						■	■	■	■	■				
Montaje y PEM provisoria grupo GLP						■	■	■	■	■				
Montaje módulos solares						■	■	■	■	■				
Montaje baterías										■				
Montaje eólicos									■					
Montaje inversores											■			
Cableado											■	■		
Conexionado												■	■	
PEM														■

## 9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO PARA LA MICRO RED AGUADA GUZMAN

### 9.1 GENERALIDADES

En el presente Capítulo se definen las especificaciones técnicas del sistema híbrido de generación para la micro-red de Aguada Guzmán y los equipos que la componen, describiendo además las obras necesarias para su correcta puesta en funcionamiento.

El sistema híbrido de generación Aguada Guzmán consiste en una combinación inteligente de Aerogeneradores y Paneles fotovoltaicos formando un sistema híbrido con un grupo electrógeno de motorización a combustión interna de Gas Licuado de Petróleo. Los generadores se respaldan en inversores bidireccionales con base en un banco de baterías OPzS de forma tal que se garantice la calidad de energía en cuanto a estabilidad de tensión y frecuencia.

Para el diseño se consideró una demanda promedio anual de 665.15 KWh/día con un pico de potencia demandado de 63.63KW. El sistema de generación incorpora además la demanda del sistema de bombeo y potabilización de agua, como una carga diferida con el siguiente perfil mensual de demanda

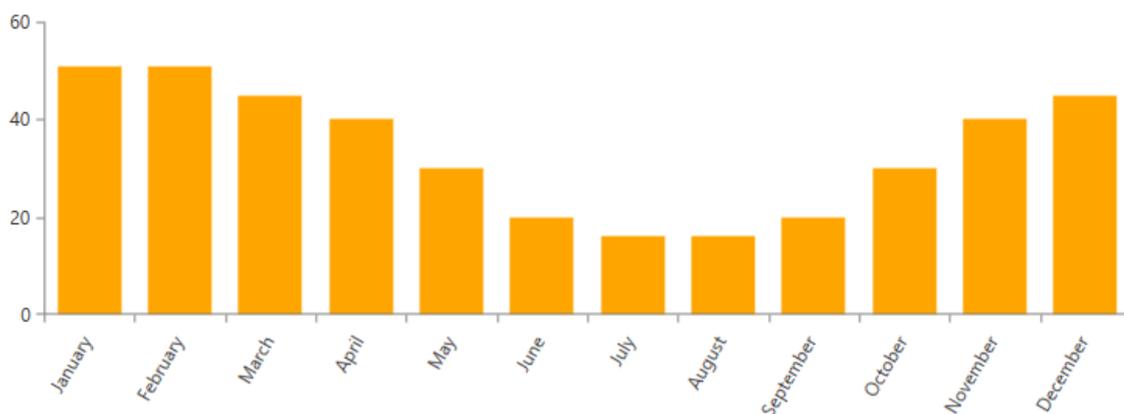


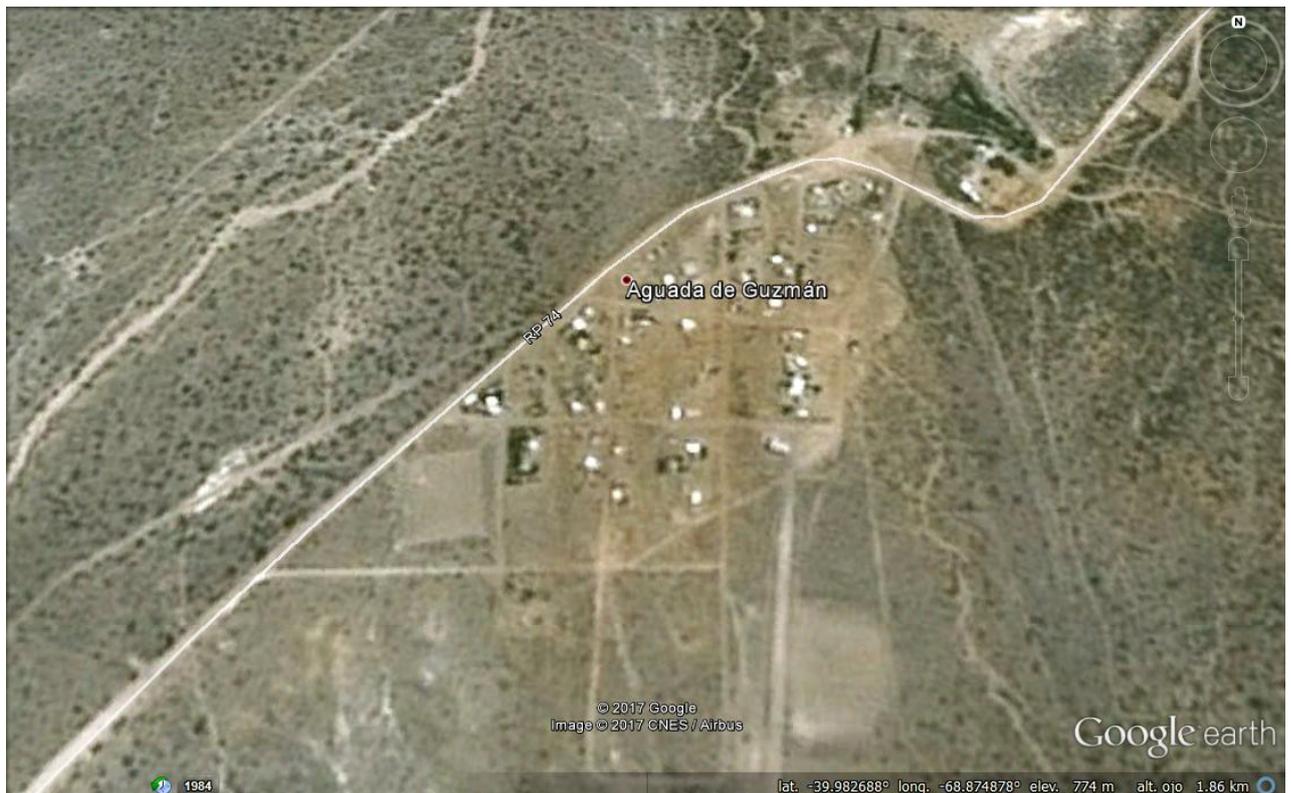
Ilustración 33: Distribución mensual de la energía para la carga diferida. Ordenadas: Energía en Kwh/d

### 9.2 SITIO DE IMPLANTACIÓN

El sistema de generación híbrido será implantado en la localidad de Aguada Guzmán, un paraje rural perteneciente al departamento El Cuy de la provincia de Rio Negro ubicado en coordenadas -39.983, -68.875.

Se accedió desde el puente aguas debajo de la Central Hidroeléctrica Pichi Picún Leufú por un camino consolidado que hace sus primeros kilómetros bordeando el río Limay y pasando por Naupahuen.

El centro urbano del paraje tiene un desarrollo norte sur de 0.5km y este oeste de 0.5 km siendo el límite noroeste la ruta provincial 74.



**Ilustración 34: Vista del centro urbano.**

Se selecciona como sitio de emplazamiento para todo para emplazamiento de los equipos constituyentes de la etapa de generación de la microred el sur del emplazamiento de la bomba de agua.



**Ilustración 35: Sitio seleccionado para el montaje de todos los componentes de generación.**

El sitio seleccionado es actualmente propiedad fiscal y según lo conversado con la Sra Comisionada de Fomento no existen inconvenientes para disponer de la superficie necesaria para establecer el centro de generación.

Se recomienda reservar el área comprendida entre las siguientes coordenadas a efectos de garantizar la implantación de todo el sistema.

**Tabla 48: Coordenadas de vértices polígono sugerido para implantación Usina**

Latitud	Longitud
39°59'0.00"S	68°52'26.00"O
39°59'0.00"S	68°52'20.00"O
39°59'3.00"S	68°52'26.00"O
39°59'3.00"S	68°52'20.00"O

### 9.3 ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN

El Sistema híbrido de generación para la micro-red propuesta se compone de:

- Un sistema de tres barras de corriente continua en 48V que mediante inversores sincronizados serán transformados en tres barras de Corriente alterna de 220V cada una que mediante inversores sincronizados serán transformados en un sistema trifásico.
- Un grupo electrógeno equipado con motor de combustión interna a Gas Licuado de Petróleo conectado en la barra de corriente alterna 380V 70KW con depósito de combustible adaptado para el uso de 25.000litros
- 60KW pico de generación fotovoltaica conectados mediante inversores sincrónicos a la barra de CA .
- 40KW pico de generación fotovoltaica conectados mediante Reguladores de carga a la barra de CC
- Tres Bancos de baterías 48VCC 9000Amph C10 cada uno, de tecnología OPzS con electrolito de Plomo ácido en vasos de 2VCC conectados cada uno en una barra de corriente continua si se optase por baterías de plomo ácido.
- Tres bancos de baterías Ion-Litio de 91.5 KWh cada uno con un uso admitido de hasta el 90% rango de tensión de 42V a 58.8V y capacidad de 1764Ah Cada uno. Los bancos deben ser armados por el fabricante y este debe avalar la interacción eléctrica propuesta.
- Generación eólica conectada a la barra de corriente continua por medio de cargadores de baterías en 48VCC que garantice al menos la siguiente producción anual de energía considerando distribución de Rayleigh para el viento, con una densidad de referencia 1,125kg/m<sup>3</sup> y velocidad de viento máxima 25 m/s para cada una de las velocidades medias de la tabla 2:

Tabla 49: EAP Eólica a instalar.

V(m/s)	EAP(Kwh)
5	9182,4
6	15228
7	21676,8
8	27801,6
9	33007,2

Estos valores deben ser certificados de acuerdo a la Norma IEC 6100-12 por algún organismo de referencia para el sector eólico de baja potencia, en el caso de los equipos de origen nacional el organismo de referencia es el INTI.

- Inversores bidireccionales Sincronizables en base a baterías que vinculan las barras de CC y CA en potencia de 48KW.
- Un sistema de gestión de la energía que permita realizar una estrategia de despacho de energía según el método de seguimiento de carga y opere como gestor de baterías (BMS) en el caso de plomo ácido o sea capaz de interactuar con el BMS propio de las baterías Ion Litio.

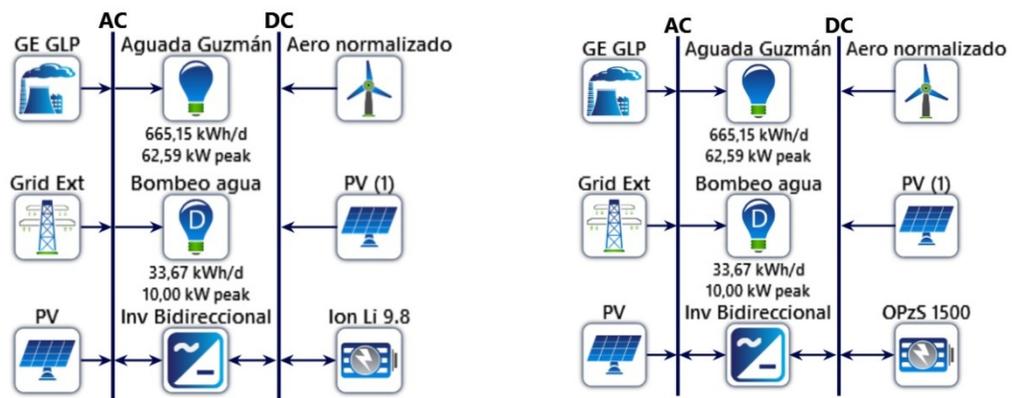


Ilustración 36: Esquema de interconexión.

## 9.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPAMIENTO PRINCIPAL DE GENERACIÓN

### 9.4.1 SOLARES

Se sugiere una planta FV a nivel de suelo y aprovechando techo de sala de baterías pero concentrada en el sitio seleccionado para montar la usina.

Potencia: 60KWp Conectados mediante inversores sincrónicos MPPT a la barra de CA y 40KWp conectados mediante reguladores de carga MPPT a la barra de CC

Eficiencia superior al 15.5%

Estructura del panel de aluminio que soporte al menos una carga de 2400pa

Tolerancia de potencia positiva 0 +3%

Alta resistencia al amoniaco y a la niebla salina.

Los paneles seleccionados deberán garantizar el correcto cumplimiento de las normas IEC-61215; IEC-61730; IEC-62716; IEC-61701 y IEC-62759.

El proveedor deberá demostrar por cálculo que las estructuras de montaje son aptas para soportar las cargas de viento del lugar y peso del sistema.

Las estructuras serán de acero galvanizado y las fundaciones de hormigón.

#### 9.4.2 EOLICOS

La granja eólica que se monte será tal que garantice una producción anual de energía considerando distribución de Rayleigh para el viento, con una densidad de referencia 1,25kg/m<sup>3</sup> y velocidad de viento máxima 25 m/s para cada una de las velocidades medias de la tabla 2:

Tabla 50: EAP Eólica a instalar.

V(m/s)	EAP(Kwh)
5	9182,4
6	15228
7	21676,8
8	27801,6
9	33007,2

Estos valores deben ser certificados de acuerdo a la Norma IEC 6100-12 por algún organismo de referencia para el sector eólico de baja potencia, en el caso de los equipos de origen nacional el organismo de referencia es el INTI.

Los aerogeneradores serán de las siguientes características:

Torre tubular arriostrada o autoportante de 20m de altura, se deberá demostrar mediante un informe de cálculo que la torre provista es apta clase 1 según –IEC61400-2

Sistema de montaje y desmontaje a nivel de suelo tilt-up.

De eje horizontal.

De conexión directa, sin caja multiplicadora.

Con sistema de parada automático eléctrico o mecánico según velocidad de viento, rpm o parámetros eléctricos consensuados.

Con garantía de tres años bajo un programa de mantenimiento establecido.

Mínimamente el mantenimiento será anual a cargo del propietario e implicará:

- Revisar el funcionamiento de toda la instalación observando y registrando parámetros de funcionamiento.
- Bajar el aerogenerador a nivel de suelo por medio del sistema retráctil.
- Verificar el correcto funcionamiento del mecanismo de freno.
- Verificar el correcto funcionamiento del mecanismo de orientación.
- Verificar el correcto funcionamiento del mecanismo de giro del generador.
- Constatar la integridad de las palas.
- Revisar la integridad de todas las conexiones eléctricas: generador, colector, empalme de bajada, bornera del tablero de control, resistencia de dispersión, banco de baterías.
- Repasar todas las uniones roscadas.
- Lubricar los mecanismos que lo requieran.
- Reponer el aerogenerador a su posición de trabajo por medio de su sistema retráctil.
- Realizar el retensado de riendas en caso de torre arriestrada.
- Realizar la puesta en marcha del sistema verificando el correcto funcionamiento del mismo.

### **9.4.3 GENERADOR TERMICO**

Por pedido de la SE, se determina el uso de gas envasado (GLP) por tener la provincia de Río Negro un contrato de suministro vigente con la empresa YPF Gas. El grupo electrógeno seleccionado será del tipo Stand by de 70 kw 380V 50Hz.

El grupo deberá contar con cabina insonorizada. Se recomienda contar con dos grupos gemelos que operen intercaladamente y garanticen la disponibilidad en ocasiones de mantenimiento.

El almacenamiento de combustible será de 25.000 litros provisto de todas las instalaciones de adecuación de las condiciones de almacenamiento a las condiciones de uso. Se deberá garantizar los accesos de carga y proveer todas las condiciones de seguridad para las operaciones de carga, almacenamiento y operación del sistema. El sistema de almacenamiento deberá estar habilitado por el organismo correspondiente y aprobado por el proveedor del grupo generador.

#### **9.4.4 REGULADOR DE CARGA**

Los reguladores de carga solar deberán elegirse con tecnología MPPT mayor a 500 VDC de entrada en cantidades adecuadas para cargar con la misma corriente cada banco, ya que si bien no trabajarán en paralelo los bancos, deben comportarse con los mismos valores de SOC y tensión.

En el caso de los cargadores eólicos se aceptaran equipos de tecnología mppt o pwm que garanticen la carga en estados de carga, fondo y flote respaldados en bancos resistivos de disipación al aire y capaces de absorber toda la energía generada.

#### **9.4.5 INVERSORES**

##### *9.4.5.1 Tipo de inversores solares a red*

Sólo serán utilizados en el proyecto modelos de inversores tipo string inverters por el tamaño de proyecto (pequeño en comparación a parques solares), modularidad y facilidad de mantenimiento. En cuanto a la cantidad de entradas MPPT, no es necesario que sean múltiples ya que todos los módulos podrán generar en el mismo punto instantáneo de radiación por no haber sombras de edificios cercanos ni arboledas.

A los propósitos de control, el modelo de inversor elegido tendrá que controlar su potencia de salida por lectura de frecuencia de red (FSPC - freq shift power control), es la forma más simple de evitar sobrecarga de baterías en un sistema aislado.

##### *9.4.5.2 Inversor bidireccional y gestor de micro-red*

Existen en el mercado distintas marcas de equipos que controlan y administran el uso de la energía en sistemas de micro redes.

Se proveerán equipos de las siguientes características:

- Tensión nominal del bus DC: 48 V
- Tensión nominal del bus AC: 230/400 V
- Configuración multicluster trifásico.
- Potencia total 48KW (3X16KW)
- Tipo de baterías: plomo-ácido OPzS/Ion-Litio
- Tipo de inversor: bidireccional para aceptar generación distribuida
- Rendimiento inversor y cargador: hasta 95%

#### **9.4.6 BATERIAS**

Por robustez rango de descarga y vida útil, la batería que históricamente se ha utilizado para aplicaciones aisladas es la de tipo tubular abierta (OPZs), Actualmente el fuerte impulso que están teniendo las baterías de Ion-Litio las posicionan entre las preferidas para estas aplicaciones.

En el caso de baterías de Plomo ácido se las seleccionarán en tecnología OPzS en vasos de 2 V para la conformación de bancos serie de 48VCC.

En el caso de baterías de Ion-Litio, si bien se modeló considerando módulos de energía total 9.8KWh con uso admitido de 8.8KWh Capacidad de 189AH y rango de tensión de 42V a 58.8V potencia máxima de 5KW admitiendo picos de 10KW durante 10 segundos, es fundamental que el diseño del sistema completo sea apoyado por el fabricante de las baterías.

En ambos casos es necesario garantizar la deposición final de residuos una vez cumplida la vida útil.

#### **9.4.7 Estrategias de despacho de energía**

Estrategia de ciclo de carga

La estrategia de ciclo de carga, es una estrategia de despacho de energía por medio de la cual cuando un generador debe operar para abastecer la carga primaria, éste opera a máxima potencia. La producción excedente de electricidad, se dirige a objetivos de menor prioridad como son (en orden descendente de prioridad): alimentar la carga diferida o cargar el banco de baterías.

#### **9.4.8 Obra civil**

Según sean las características de los equipos provistos se dimensionará una obra civil que contará al menos de las siguientes dependencias:

##### **Sala de Baterías:**

Este ambiente se dimensionará de acuerdo a las características particulares de la batería que se provea, se debe tener especial atención en que el acceso y las maniobras de montaje de los bancos sea posible y con bancos montados sea posible reponer

cualquiera de los vasos de cada uno de los bancos sin riesgo para la seguridad de los operarios.

Se recomiendan disposiciones que permitan el acceso directo cada vaso es decir en conjuntos de a dos filas de vasos. Con pasillos y esquinas que permitan el acarreo de una carretilla o Zorra manual adecuada para el traslado de los vasos. Esta sala debe estar adecuadamente ventilada y ser provista de un sistema de detección de hidrógeno permanente en caso de optar por la versión plomo ácido.

Los bancos estarán montados en bandejas adecuadas para contener el electrolito de los vasos en caso de derrame.

Su estructura se calculará considerando el peso de las baterías.

Según sea la capacidad individual de los vasos que se provean será el arreglo de conexonado, es condición necesaria para el diseño de esta sala contar con la definición de este punto. La sala contará con acondicionamiento de temperatura para garantizar el rango óptimo de operación de las baterías que se provean.

La iluminación de esta sala será antiexplosiva.

### **Sala de tableros reguladores e inversores:**

Esta será una sala limpia, completamente cerrada con aberturas selladas que garanticen el no ingreso de polvo.

Contará con piso liso con cualquier terminación que garantice la no acumulación de polvo, tierra etc. y minimice la generación de electricidad estática, adicionalmente se instalará un sistema de descarga a tierra con pulseras antiestáticas dispuestas al alcance de cada tablero.

Esta sala se encontrará adecuadamente aislada/compartimentada respecto a la sala de baterías y sala de motores.

Se dimensionará de acuerdo a las características particulares de los cargadores de baterías solares y eólicos, inversores y gestores de red que se provean.

Las paredes deberán diseñarse de forma tal que garanticen el anclaje de tableros su portación y la correcta distribución de bandejas porta cables.

### **Sala de motores**

Esta sala será dimensionada en función de las características de los equipos que se provean, en cualquier caso se dispondrá de espacio para dos motores idénticos, ya

sea que se provea en primera instancia o se monte en ocasiones de mantenimientos prolongados como equipo alquilado. Se dispondrá de las instalaciones de montaje, combustible, gases de escape, facilidades de mantenimiento y acometidas eléctricas para los dos equipos.

Se recomienda el montaje de un monorraíl sobre cada equipo que permita realizar tareas de montaje y mantenimiento.

Se montaran contenedores de derrames apropiados alrededor de cada equipo.

La plataforma de montaje será calculada para el uso considerando cargas y vibraciones.

Esta sala será adecuadamente ventilada por medios naturales y de convección forzada preservando la limpieza.

#### **Depósito:**

Sera una facilidad para almacenar repuestos de todo el sistema, y consumibles. Se tendrá en cuenta la posibilidad de almacenar:

- Aerogeneradores
- Repuestos de aerogeneradores.
- Paneles solares
- Estructuras de montaje de paneles.
- Tableros eléctricos y electrónicos.
- Repuestos de motor.
- Aceite
- Grasas
- Solventes
- Agua destilada
- Cables
- Accesorios de montaje en general (tornillería, ferretería)
- Accesorios de montaje de aerogeneradores. (herramental específico)

#### **Taller:**

Se dispondrá de un espacio adecuado para realizar tareas de mantenimiento mecánico con mesas de trabajo elementos de sujeción (morsas etc) y manejo de cargas de hasta 1000kg pluma mecánico. Este será un ambiente permanente para operarios del sistema y eventual para los especialistas de mantenimiento.

#### **Oficina:**

Espacio de uso permanente para operarios del sistema provisto de sistemas informáticos y de comunicación, teléfono internet etc.

**Sanitario:**

Mixto, dimensionado para 5 personas permanente.

## 9.5 Resultados de la Opción óptima para la combinación solar eólica GLP.

### 9.5.1 Dimensionado.

La simulación devuelve como sistema óptimo el siguiente dimensionado:

Tabla 51: arquitectura del sistema

Component	Name	Size	Unit
Generator	GE GLP	70,0	kW
PV #1	PV	60,0	kW
PV #2	PV (1)	40,0	kW
Wind turbine	Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s	10	ea.
System converter	Inv Bidireccional	48,0	kW
Dispatch strategy	HOMER Cycle Charging		
Storage <u>Opción plomo ácido</u>	Baterías OPzS	27000	Ah
Storage <u>Opción Ion-Litio</u>	Baterías Ion-Litio	274.4	KW/h

Tabla 52: Resumen de costos por componente y tipo de costo Opción Plomo ácido

Name	Capital	Operating	Replacement	Salvage	Resource	Total
Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s X10	30.370 \$	64.857 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	95.227 \$
GE GLP 70KW	67.200 \$	209.742 \$	0,00 \$	-7.224 \$	470.149 \$	739.867 \$
Baterías OPzS 48VCC 27000Ah	360.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	360.000 \$
Inv Bidireccional 48KW	42.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	42.000 \$
Other	205.000 \$	982.683 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	1,19 \$M
PV 60KW (CA)	150.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	150.000 \$
PV 40 KW (CC)	100.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	100.000 \$
System	954.570 \$	1,26 \$M	0,00 \$	-7.224 \$	470.149 \$	2,67 \$M

Tabla 53: Resumen de costos por componente y tipo de costo Opción Ion-Litio

Name	Capital	Operating	Replacement	Salvage	Resource	Total
<b>Aerogenerador Normalizado 1 kw 20m/s X 10</b>	30.370 \$	64.857 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	95.227 \$
<b>GE GLP 70KW</b>	67.200 \$	227.099 \$	0,00 \$	-4.797 \$	517.067 \$	806.569 \$
<b>Inv Bidireccional 48KW</b>	42.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	42.000 \$
<b>Ion Li [275KWh]</b>	280.000 \$	0,00 \$	546.317 \$	-265.358 \$	0,00 \$	560.959 \$
<b>Other</b>	205.000 \$	982.683 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	1,19 \$M
<b>PV 60KWp (CA)</b>	150.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	150.000 \$
<b>PV 40KWp (CC)</b>	100.000 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$	100.000 \$
<b>System</b>	874.570 \$	1,27 \$M	546.317 \$	-270.154 \$	517.067 \$	2,94 \$M

## 9.6 Resumen de costos inversión inicial.

Tabla 54: Costos de la inversión inicial Opción Plomo ácido

ÍTEM	UNITARIO U\$S+IVA	CANTIDAD	TOTAL U\$S+IVA
Módulos fotovoltaicos con estructura soporte e inversor o cargador de baterías.	2.500U\$S/KW	100KW	U\$S 250.000
Aerogenerador, torre y tablero de control cargador de baterías	3.037U\$S/KW	10KW	U\$S 30.370
Inversor bidireccional y gestor de energía	875U\$S/KW	48KW	U\$S 42.000
Baterías OPzS 48VCC 3000AH	U\$S 40.000	9 unid	U\$S 360.000
Grupo electrógeno GLP 70KW con depósitos de reserva de combustible	U\$S 67.200	1 unid	U\$S 72.000
Proyecto ejecutivo Instalación y puesta en marcha	U\$S205.000	1 unid	U\$S205.000
		TOTAL	U\$S 954.570

Son valores nacionalizados o de fábrica. No incluyen IVA ni cargos de facturación.

**Tabla 55: Costos de la inversión inicial Opción Ion-Litio**

ÍTEM	UNITARIO U\$\$+IVA	CANTIDAD	TOTAL U\$\$+IVA
<b>Módulos fotovoltaicos con estructura soporte e inversor o cargador de baterías.</b>	2.500U\$\$/KW	100KW	U\$\$ 250.000
<b>Aerogenerador, torre y tablero de control cargador de baterías</b>	3.037U\$\$/KW	10KW	U\$\$ 30.370
<b>Inversor bidireccional y gestor de energía</b>	875U\$\$/KW	48KW	U\$\$ 42.000
<b>Baterías Ion-Litio 9.8kw</b>	U\$\$ 10.000	28 unid	U\$\$ 280.000
<b>Grupo electrógeno GLP 75KW con depósitos de reserva de combustible</b>	67.200U\$\$	1 unid	U\$\$ 72.000
<b>Proyecto ejecutivo Instalación y puesta en marcha</b>	U\$\$205.000	1 unid	U\$\$205.000
		<b>TOTAL</b>	<b>U\$\$ 874.570</b>

## 9.7 Plan de obra.

Tabla 56: Cronograma de obra opción plomo ácido.

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14
Proyecto ejecutivo	■	■	■	■	■	■	■	■						
Compras			■	■	■	■	■	■	■	■				
Movimiento de suelos				■	■									
Obra Civil						■	■	■	■	■				
Montaje y PEM provisoria grupo GLP						■	■	■	■	■				
Montaje módulos solares						■	■	■	■	■				
Montaje baterías									■	■	■	■		
Montaje eólicos										■				
Montaje inversores											■			
Cableado											■	■		
Conexionado												■	■	
PEM														■

Tabla 57: Cronograma de obra opción Ion-Litio

	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14
Proyecto ejecutivo	■	■	■	■	■	■	■	■						
Compras			■	■	■	■	■	■	■	■				
Movimiento de suelos				■	■									
Obra Civil						■	■	■	■	■				
Montaje y PEM provisoria grupo GLP						■	■	■	■	■				
Montaje módulos solares						■	■	■	■	■				
Montaje baterías										■	■	■		
Montaje eólicos									■					
Montaje inversores											■			
Cableado											■	■		
Conexionado												■	■	
PEM														■