



CONTERBA
Hybrid Energy Solutions

INFORME MODELO DE CONSULTORÍA ENERGÉTICA

Diagnóstico y optimización energética de una base operativa remota

Caso demostrativo Empresa | Medición trifásica, resultados



Documento comercial demostrativo. Los valores económicos y de generación térmica se presentan como supuestos de caso; el diseño ejecutivo requiere campaña completa y relevamiento en campo.

1. Resumen ejecutivo

Conterba realizó el análisis de una campaña de medición trifásica en una base operativa remota. El objetivo fue caracterizar la demanda, detectar riesgos y oportunidades de eficiencia, evaluar la operación de grupos generadores y definir una arquitectura energética híbrida capaz de reducir costos sin comprometer continuidad.

Indicador	Resultado observado	Lectura ejecutiva
Potencia media	7.82 kW	Carga sostenida moderada
Pico máximo	21.38 kW	18/05 a las 08:15
Percentil 95	15.52 kW	El 95% de las lecturas queda por debajo
Demanda mínima	2.05 kW	Existe carga base permanente
Desbalance medio	72.7%	Prioridad de corrección y verificación

HALLAZGO PRINCIPAL

La instalación presenta una carga base cercana a 5,5 kW durante la noche y una concentración de demanda entre las 08:00 y las 11:00. Se detectan ineficiencias en el uso del generador, picos de consumo evitables, costos innecesarios, riegos en protecciones y faltantes de control y medición estables

Resultado preliminar

Para el caso demostrativo se detecta que existe un uso poco eficiente de los generadores, tanto debido a su mal dimensionamiento como a la redundancia en la instalación por tener varios generadores en vez de un sistema central. A su vez se detectan faltantes en protecciones eléctricas, conexiones redundantes, falta de conocimiento de la arquitectura actual de la instalación e instalaciones espejadas. Se registraron picos de sobredemanda debido al arranque simultáneo evitable de consumos en el mismo horario así como un excesivo consumo nocturno debido a una sobre iluminación así como presencia de luminarias sin apagado diurno. Se detectan oportunidades de mejora en automatización, apagado automático, control de uso por horario y en una revisión general de la arquitectura de la instalación eléctrica general. Se recomienda el armado de un anillo eléctrico central con un único generador central, una distribución a intervalos de 15 minutos para el arranque de equipos, centralización del tablero eléctrico con incorporación de un sistema de monitoreo y control a tiempo real, un redimensionamiento del equipo generador y la incorporación de un sistema híbrido con baterías y paneles para control de picos de consumo y apagado automático del grupo generador en momentos de bajo consumo.

2. Alcance y metodología

La consultoría Conterba combina medición, inspección física, documentación eléctrica y modelado tecnoeconómico. La duración típica es de 1 a 4 semanas, ajustada al ciclo productivo del cliente.

- Instalación de uno o varios analizadores de tensión y corriente, con registro continuo.
- Caracterización de potencia activa, demanda máxima y mínima, perfiles diarios y picos.
- Relevamiento de tableros, protecciones, conductores, tomas, puestas a tierra y riesgos visibles.
- Levantamiento y actualización de diagramas eléctricos y unifilares.
- Inventario de grupos generadores: potencia, horas, combustible, carga media, mantenimiento y estrategia operativa.
- Detección de consumos evitables, cargas desplazables y oportunidades de balance entre fases.
- Diseño conceptual de la generación ideal y hoja de ruta priorizada.

Calidad y límites de la muestra

El archivo contiene 933 registros entre el 11/05/2026 13:40 y el 18/05/2026 11:35. Se detectan intervalos sin datos; por eso, la energía integrada (609.8 kWh sobre 77.8 horas válidas) no debe extrapolarse de forma lineal sin completar la campaña.

3. Perfil de demanda

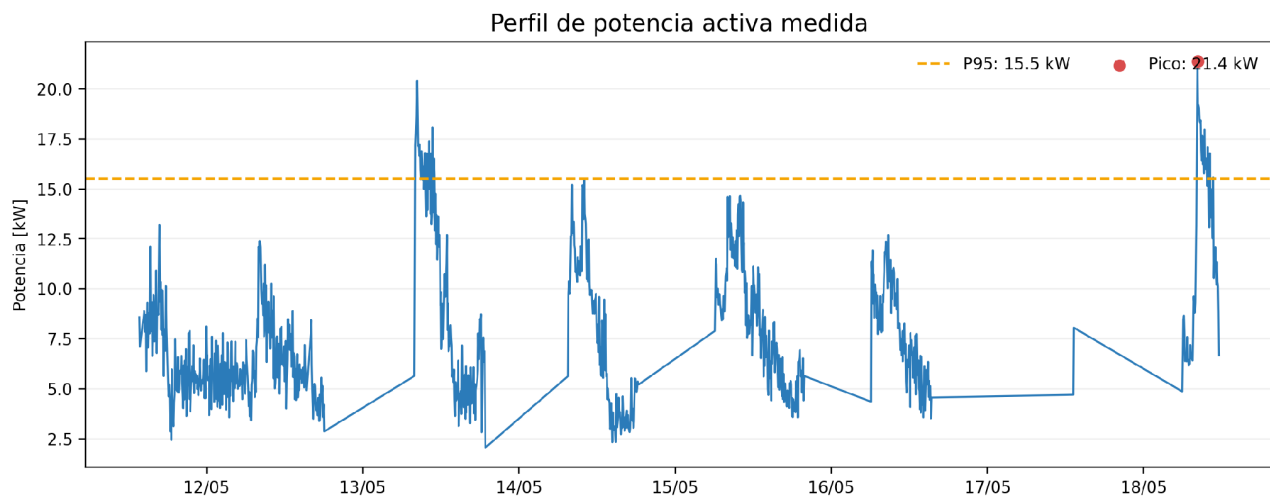


Figura 1. Potencia activa total medida y referencias de pico/P95.

La potencia muestra un régimen base relativamente estable y eventos de crecimiento asociados al inicio de actividad. El máximo registrado alcanza 21,38 kW, mientras que el P95 es 15,52 kW. Esta diferencia confirma que dimensionar únicamente por el máximo instantáneo puede sobredimensionar la generación primaria; los picos pueden gestionarse mediante BESS e inversor.

CRITERIO DE DISEÑO

Separar energía, potencia continua y potencia de pico.
El campo solar cubre energía; el BESS atiende rampas y picos; el generador respalda autonomía y contingencias.

Potencias:

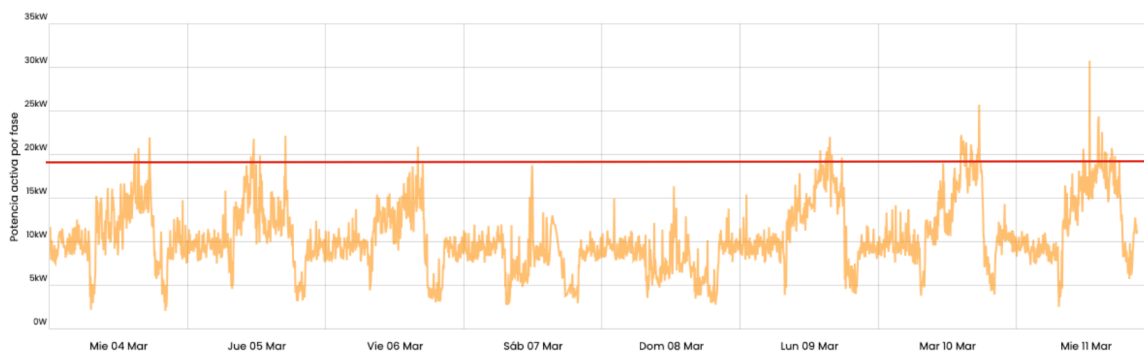


Gráfico 1: Evolución de potencia adquirida (KW) – última semana

El gráfico superior se obtiene del dispositivo de medición in-situ, el cual permite conocer con exactitud cómo es la demanda energética en todo momento. El mismo muestra la demanda de energía en KW en cada momento; conociendo el contrato de potencia de la base de Añelo (19KW) se puede trazar una línea marcando el mismo. La multa por exceso de demanda se registra con cualquier medición superior a ese valor; se observa en el gráfico que la potencia media adquirida está en gran medida por debajo del contrato, y que son pocos los momentos en los que la misma se supera, por lo que es posible eliminar en gran medida las multas por exceso colocando un equipo solar que provea la energía en los momentos de picos de consumo que siempre se

suceden de día, por ende, con producción solar. A su vez, el pico de consumo permite determinar que un sistema solar con 50KW de pico está correctamente dimensionado para abastecer todas las necesidades de potencia

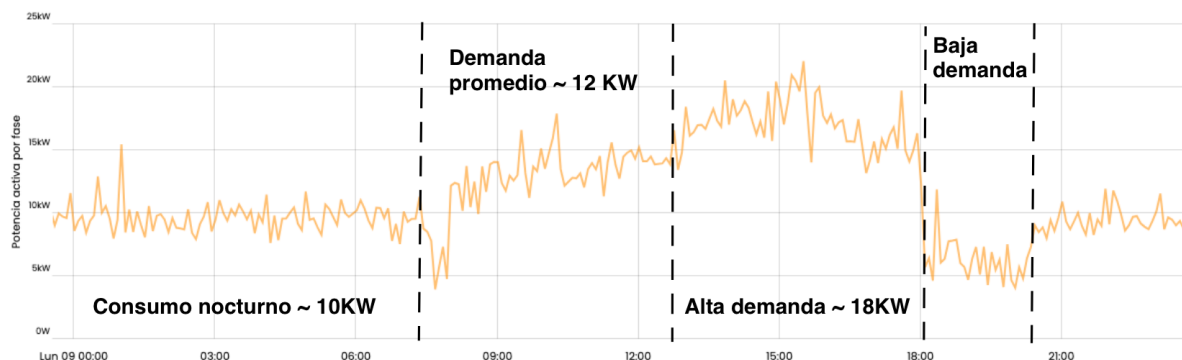


Gráfico 2: Demanda de potencia (KW) a lo largo de un día

Al visualizar la granularidad de un día, se puede realizar la tabla de demanda horaria para poder estimar con alta precisión la demanda energética a lo largo del día, y calcular cómo interactuará la misma con la producción solar.

Consumos de Energía:

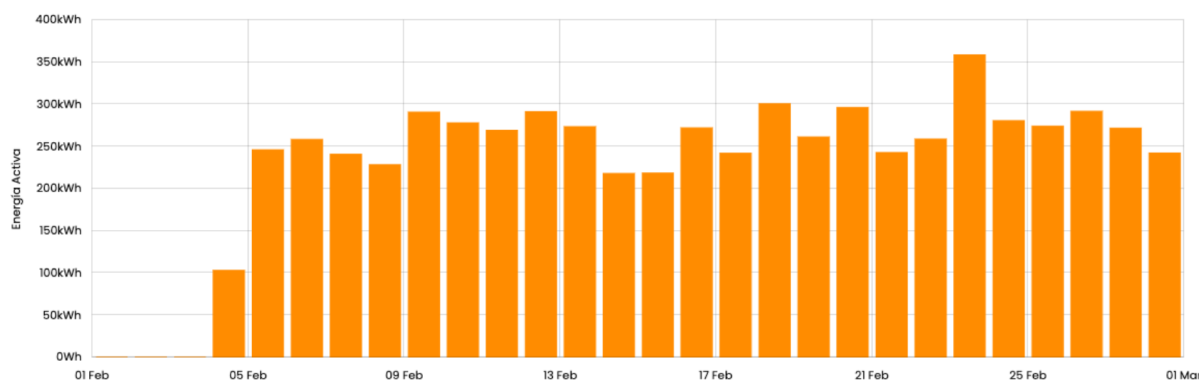


Gráfico 3: Consumos energéticos diarios reales (Febrero 2026)

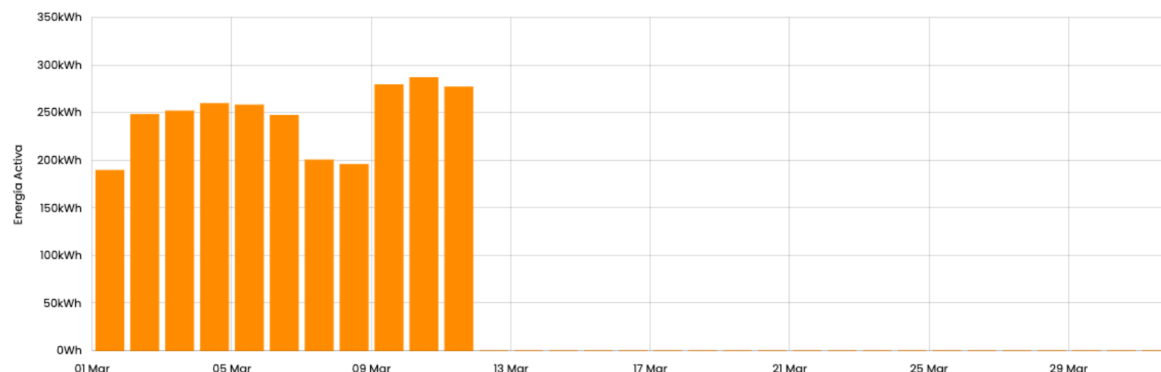


Gráfico 4: Consumos energéticos diarios reales (Marzo 2026)

Los gráficos 3 y 4 muestran la cantidad de energía diaria demandada en la base Añelo. Estos valores diarios son esenciales para el correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico, permitiendo conocer con exactitud los valores mínimos, máximos y promedios de consumo diarios, entendiendo cuáles son los límites en donde funcionará el sistema.

4. Consumo diario y zonas horarias

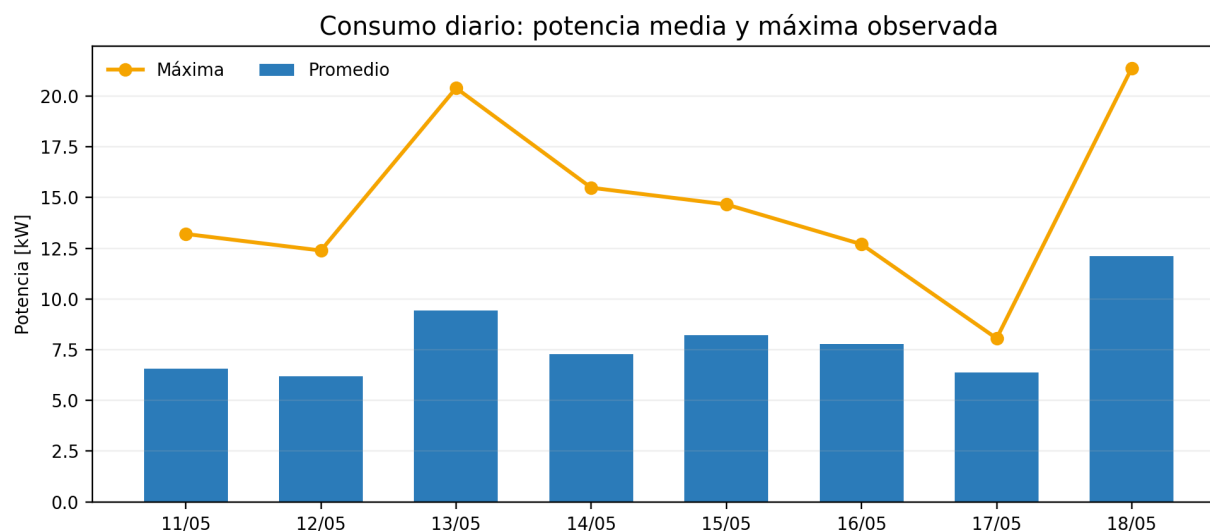


Figura 2. Potencia media y máxima por día con disponibilidad variable de muestras.

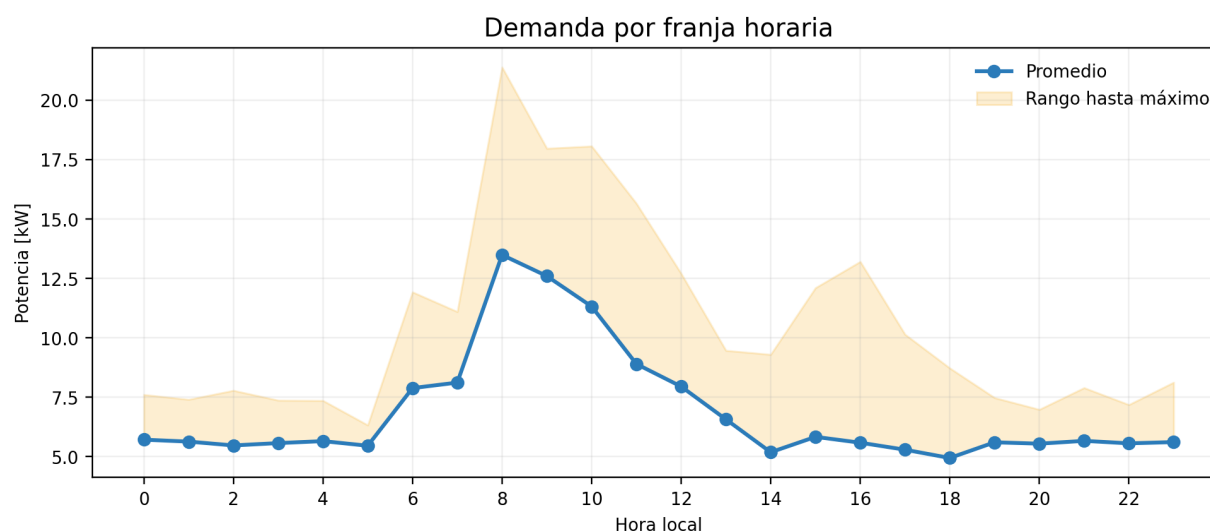


Figura 3. Promedio y máximo observado por hora local.

La franja de mayor demanda se concentra entre las 08:00 y las 11:00, con promedio horario máximo a las 08:00. Entre las 00:00 y las 05:00 persiste una carga base de aproximadamente 5,5 kW. La primera oportunidad es clasificar esa base nocturna en crítica, necesaria y evitable.

5. Calidad eléctrica y balance de fases

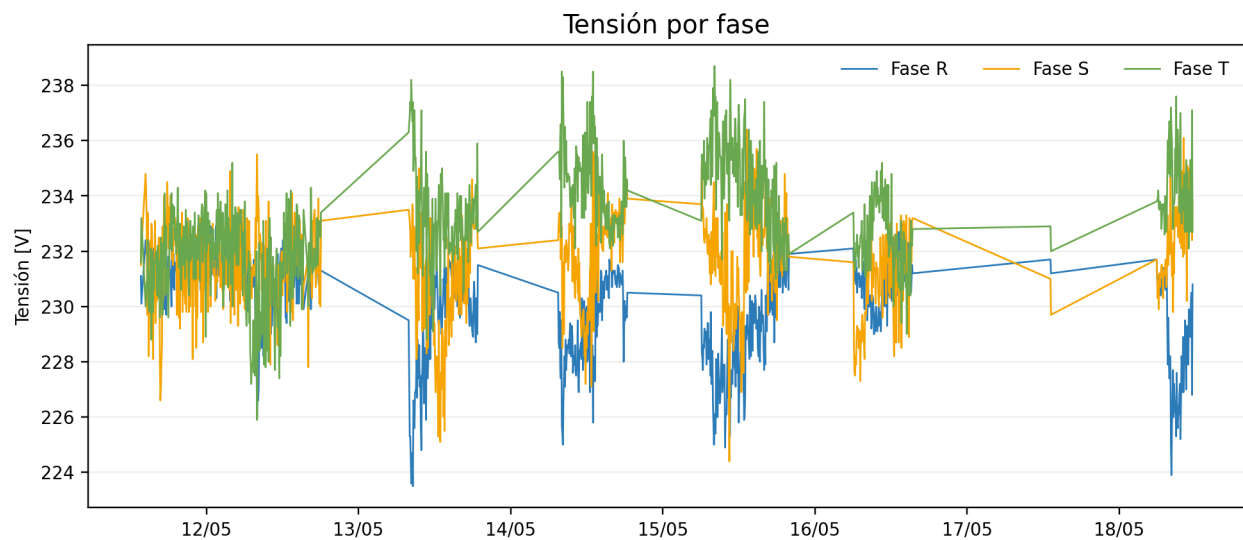


Figura 4. Evolución de la tensión fase-neutro.

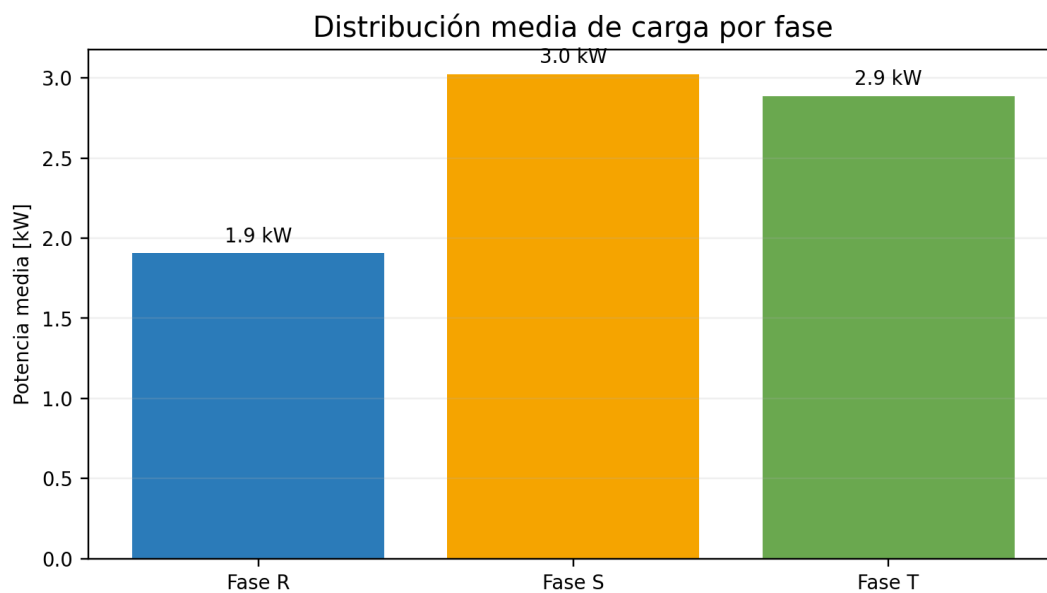


Figura 5. Potencia promedio distribuida por fase.

Las tensiones observadas se ubicaron entre 223.5 V y 238.7 V. No se identifican, en esta muestra, excursiones extremas; sin embargo, la fase T mantiene un nivel medio superior a R. La carga promedio se distribuye R 24.4%, S 38.7% y T 36.9%.

El indicador de desbalance de potencia utilizado es exploratorio y sensible a cargas monofásicas intermitentes. Antes de emitir una conclusión normativa deben validarse factor de potencia, armónicos, secuencia, calibre de conductores y simultaneidad de equipos.

6. Relevamiento de la instalación

El relevamiento en campo transforma la curva de demanda en acciones concretas. Para cada tablero se recomienda documentar ubicación, fuente, tensión, corriente nominal, interruptor general, derivaciones, protecciones, conductores, puesta a tierra, identificación, temperatura y condición visual.

Componente	Verificación	Riesgo que controla
Tablero general	Rotulado, envolvente, accesibilidad, aprietes y temperatura	Contacto, arco, indisponibilidad
Protecciones	Poder de corte, curvas, selectividad, diferencial y SPD	Falla no despejada o disparo total
Conductores	Sección, aislación, canalización, caída de tensión	Sobretemperatura y pérdida
Tomas y extensiones	Grado IP, estado mecánico y uso permanente	Choque eléctrico e incendio
Puesta a tierra	Continuidad, equipotencialidad y medición	Tensión de contacto
Generación	Transferencia, enclavamientos, neutro y anti-retorno	Paralelismo no controlado



Figura 6. Vista aérea usada para sectorización, trazado y preselección de áreas técnicas.

7. Evaluación de grupos generadores

En locaciones aisladas, el costo energético depende tanto del consumo como del punto de operación del generador. Los equipos sobredimensionados trabajando a baja carga elevan el consumo específico, aumentan horas de mantenimiento y pueden producir carbonización, mala combustión y envejecimiento prematuro.

Dato a relevar	Unidad	Uso en el análisis
Potencia nominal y continua	kVA / kW	Comparación con la carga real
Horas de operación	h/día y h/año	Costo de alquiler, mantenimiento y vida útil
Combustible	L/día y L/h	Costo energético real
Carga media y máxima	%	Eficiencia y margen de arranque
Mantenimientos	USD/h o USD/año	Costo total de propiedad
Lógica de arranque	Manual/automática	Continuidad y optimización

Escenario demostrativo

Supuesto comercial de referencia: 110 kVA operando 24 h/día, 130 L/día de combustible, alquiler de USD 55/día, combustible a USD 1,50/L y mantenimiento de USD 0,33/h. Estos datos no provienen del archivo de medición y deben reemplazarse por datos contractuales y aforos del cliente.

COSTO BASE ILUSTRATIVO

≈ USD 95.900 por año
Combustible + alquiler + mantenimiento, sin impuestos ni logística.

8. Sistema híbrido recomendado

Análisis y conclusiones respecto a potencia y energía demandada:

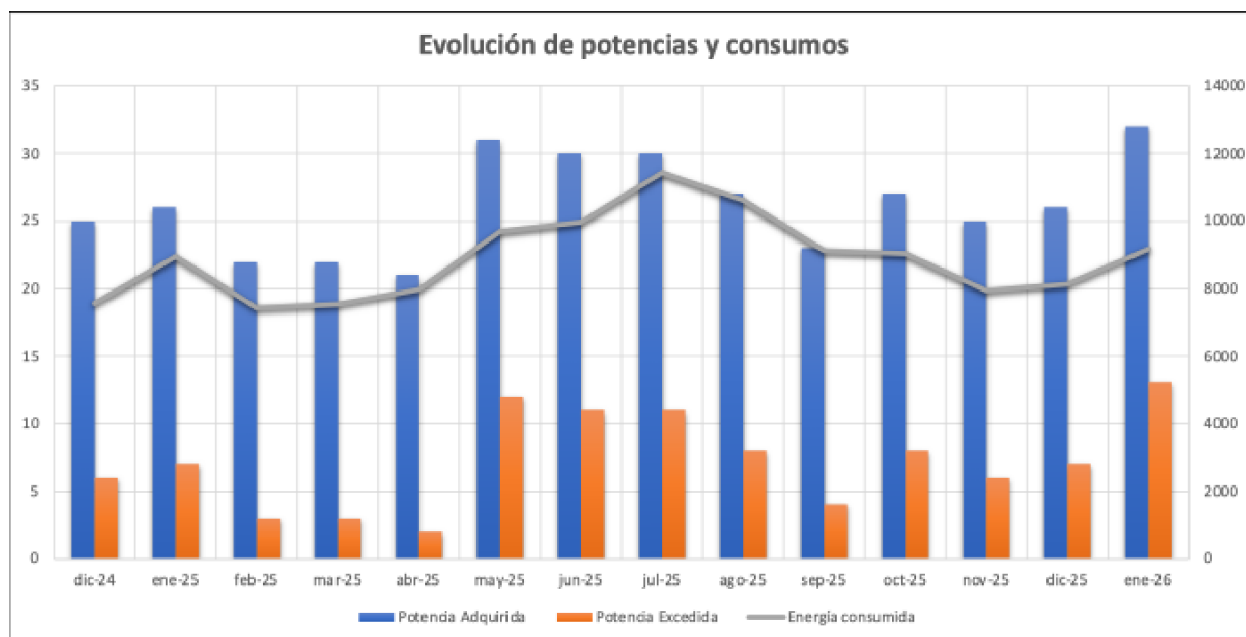
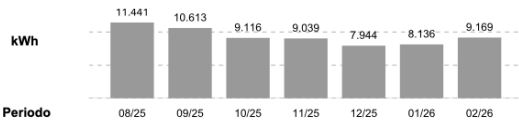


Gráfico 5: Evolución de potencia consumida, excedida y consumo

El gráfico 5 muestra la evolución completa de la potencia adquirida, la potencia excedida (respecto del contrato, por ende perceptible de multas) así como la energía mensual consumida (eje derecho, trazo gris).

Se registra un pico de demanda de 32 KW (único) y picos diarios del orden de los 22~25KW, un sistema de 50KW cubre con creces la necesidad. Se observa un alto consumo nocturno constante de 10KW, representando 120KWh diarios (~50% del total), marcando la posibilidad de optimizar el sistema mediante una reducción del mismo, probablemente debido a equipos que quedan prendidos y un exceso de iluminación. Se nota adicionalmente que la demanda en fines de semana no desciende considerablemente respecto del resto de los días. Se registra un consumo diario promedio de 250 KWh, siendo este el valor de diseño.

Análisis de la factura de luz:

Detalle de Medidores, Lecturas y Consumos Registrados						Período de Lecturas desde el día 31/12/2025 al día 31/01/2026							
Medidor	Est.Anterior	Est.Actual	Lect. x	Consumo	Unidad	Capacidades de Suministro:							
19676933	354,00	386,36	1	32.36	kW	-Contratada Única o en Pico:	19 kW	-Fuera de Pico: 0 kW					
19676933	121008,00	130177,00	1	9169	kWh	-Registrada Única o en Pico:	32 kW	-Fuera de Pico: 0 kW					
19676933	9954,00	11139,00	1	1185	kVArh	Energías Activas:							
						-Registrada Período Actual:	9.169 kWh	Prom. Diario: 0,00 kWh					
						-Reg. Igual Período Año 2015:	kWh	Prom. Diario: 0,00 kWh					
						Energía Reactiva y Factor de Potencia:							
						Registrada: 1185 kVArh-	Tangente de Fi= 0.13	- Recargo 0 %					
													
						kWh							
						Periodo	08/25	09/25	10/25	11/25	12/25	01/26	02/26

Detalle de conceptos facturados: Tipo: Mensual Tarifa: T2-MEDIANAS DEMANDAS					Clase: 1-Mediana Demandas Tensión: 1-Baja Tensión				
Cod. Detalle		Cantidad	Precio Unit.	Importe	Cod.	Detalle		Importe	
CONCEPTOS GRAVADOS					IMPUESTOS MUNICIPALES				
DEM	Dem. de Potencia	19	48.009,32000	912.177,08	TTA	Tasa Municip. Al.Pub.		4,80	
EXC	Exceso de Demanda	13	72.013,98000	936.181,74	OIM	Ord. Imp. Munic. CM		302.311,13	
ECO	Energía Consumida	9169	347,77700	3.188.767,31	Total Impuestos Municipales \$ 302.315,93				
CAV	Cargo Ad. Variable	9169	0,15190	1.392,77	IMPUESTOS PROVINCIALES				
OMA	Op. y Mant. Al. Publ			2.091,99	IBE	Contr. Directo I.B.	% 2	100.770,38	
					Total Impuestos Provinciales \$ 100.770,38				
Neto de Conceptos Gravados sujeto a IVA e Impuestos: \$ 5.040.610,89					TOTAL FACTURADO \$ 6.955.880,47				
Alícuota de IVA aplicable a la operación: 27,00 %									
Impuesto al Valor Agregado – IVA \$ 1.360.964,94									
Percepción IVA %3 \$ 151.218,33									

Gráfico 6: Factura vigente Base Año (costos unitarios en recuadro)

Tomando como referencia la última factura vigente, se analiza la composición de la facturación. La misma consta de lo siguiente:

- Cargo por demanda: Corresponde a la resultante entre la potencia contratada (19KW) multiplicado por el valor unitario de potencia (~34 u\$/KW). Este valor varía mensualmente acorde al aumento del valor unitario de la potencia o si se modificase la potencia contratada
- Cargo por exceso de demanda: Corresponde a una multa que resulta de multiplicar el valor unitario de la potencia excedida (~51.5 u\$/KW) por la diferencia entre la máxima potencia registrada en el período (ver gráfico 1) y la contratada, siguiendo la ecuación:

$$((\text{Máxima potencia registrada}) - (\text{Potencia contratada})) \times (\text{Valor Pot Excedida})$$
Vale aclarar que un único registro de 5 minutos en el mes de una potencia superior a la contratada ya es suficiente para que se aplique la multa. No importa la cantidad de veces que se haya excedido, solo importa el máximo registro del exceso.
- Energía consumida: Este valor resulta de multiplicar la cantidad total de energía consumida en el mes (KWh, ver gráficos 3 y 4) por el valor unitario del KWh (~0.27 u\$/KWh). Este valor varía mes a mes conforme se consuma más o menos ese mes y conforme aumenta el valor del KWh. Como referencia, el valor del KWh en Buenos Aires para una tarifa similar es de ~0.07 u\$/KWh.

El sistema de energía solar reducirá de manera significativa la energía consumida, ya que cada unidad de energía que generen los paneles, es una unidad de energía menos que se compre a la distribuidora. Adicionalmente, las multas por exceso de potencia se reducirán, ya que en los momentos en los que ocurren los excesos, se contará con producción solar para evitar que el exceso de potencia venga de la red.

Adicionalmente, se configurará un esquema de “Peak Shaving”, el cual permite que el sistema de energía solar reconozca como máxima potencia adquirible 19KW, y cada vez se exceda el mismo, el exceso venga de los paneles o de la batería, evitando incurrir en multas.

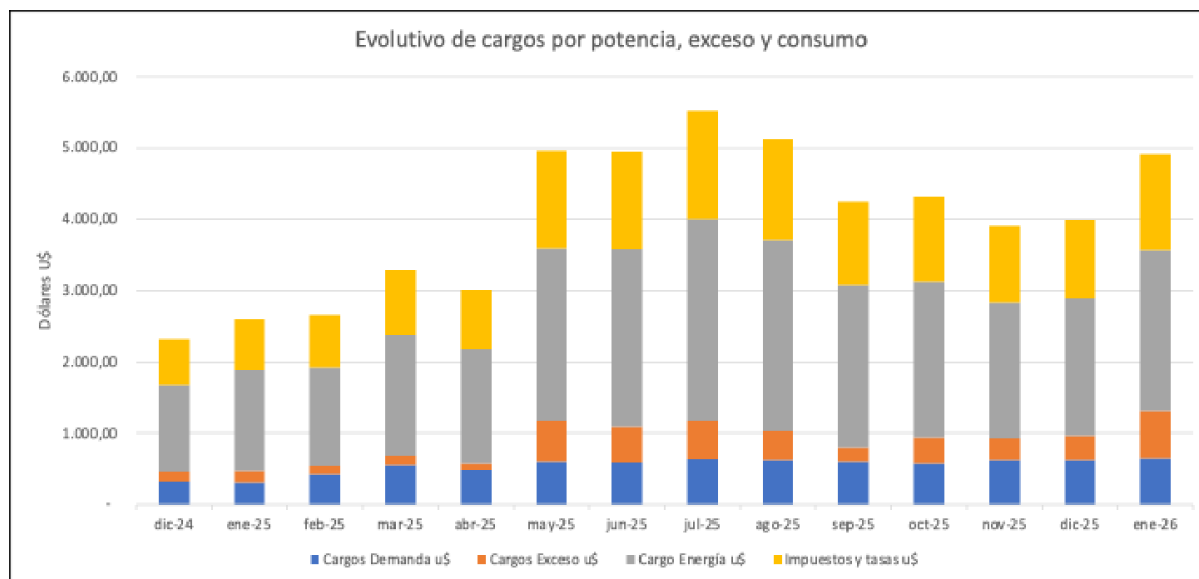


Gráfico 7: Evolutivo de cargos por potencia demandada, excedida y por energía consumida (U\$)

El gráfico 7 muestra la composición de los cargos energéticos de los últimos 14 meses, descomponiendo la totalidad de la factura en los ítems principales: potencia demandada, potencia excedida, energía consumida, tasas e impuestos. Al tomar los valores en dólares, se puede observar que el mayor ajuste en los montos se dio en Abril a Mayo de 2025, en donde la recomposición de tarifas comenzó a estabilizar los valores en dólares unitarios de las potencias y energía. Se puede observar a su vez la composición porcentual de los cargos totales, siendo:

- Potencia demandada: 10,9% (antes de tasas e impuestos)
- Potencia excedida: 9,9% (antes de tasas e impuestos)
- Energía: 70,3% (antes de tasas e impuestos)
- Tasas: 8% (respecto del monto final)
- IVA: 30% (respecto del monto final)

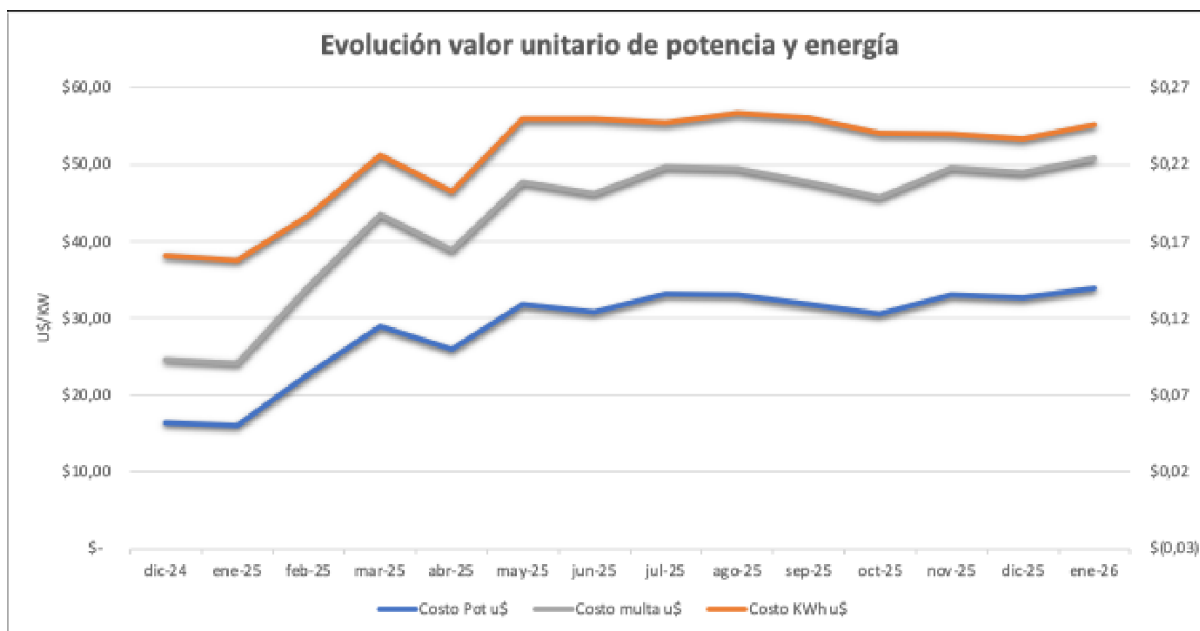


Gráfico 8: Evolución valores unitarios de potencia y energía (U\$)

El gráfico 8 permite observar la franja de reacomodamiento tarifario y luego una estabilización en los meses desde Mayo 2025 al presente.

Se podría entonces plantear un escenario con las siguientes características:

- Ahorro energético proyectado: 75%
- Ahorro en multas: 80%
- Ahorro en tasas: 70%

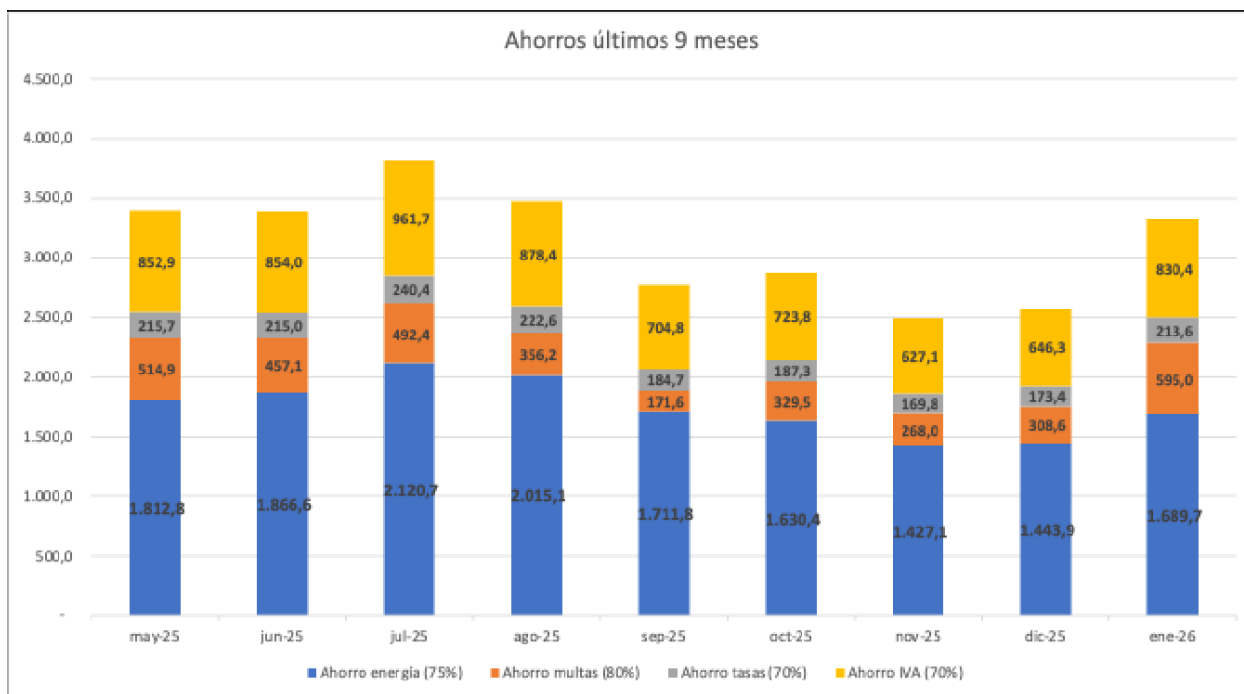


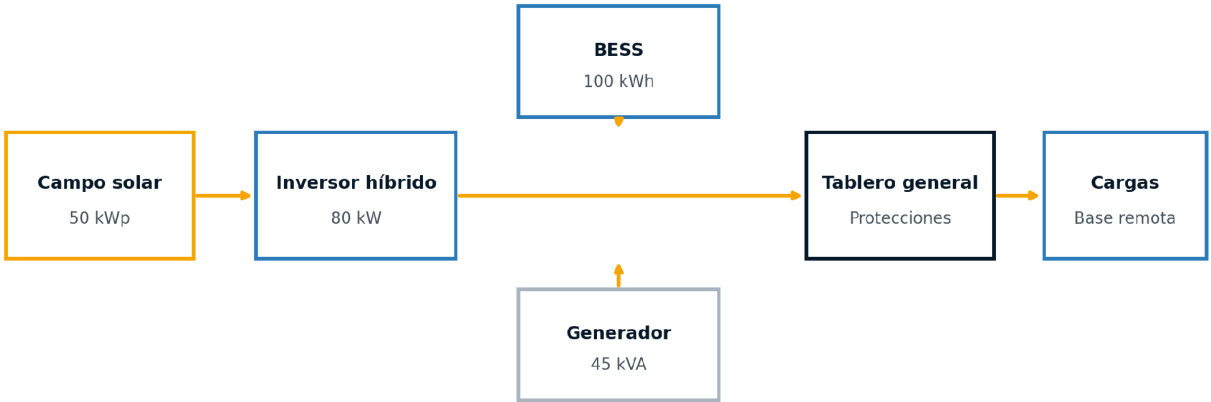
Gráfico 9: Estimación de ahorros en los últimos 9 meses

El gráfico 9 supone un escenario en el que se hubiese instalado el sistema de energía solar propuesto hace 9 meses y se estuvieran observando hoy los resultados que hubiese tenido. Se toma como premisa un 75% de ahorro en conceptos de energía consumida (acorde a las proyecciones solares menos un margen), un 80% de las multas por exceso de potencia y un 70% de las tasas. Se obtiene entonces un resultado que indica qué ahorros se hubiesen tenido en estos 9 meses de haberse instalado:

- Ahorro en energía: 15,718 u\$ (20.957u\$ proyección anual)
- Ahorro en multas: 3.493 u\$ (4.657 u\$ proyección anual)
- Ahorro en tasas: 1.822 u\$ (2.430 u\$ proyección anual)
- Ahorro en IVA: 7.079 u\$ (9.440 u\$ proyección anual)

Se hubieran tenido entonces ahorros por conceptos energéticos de 21.033 u\$, con un ahorro anual proyectado (considerando desde la adecuación de valores unitarios) de **28.044 u\$**. Adicionalmente, se hubiesen ahorrado 9.440 u\$ en conceptos de IVA.

Arquitectura híbrida propuesta - esquema conceptual



Control EMS: prioriza solar, gestiona batería y arranca el generador según SOC, potencia y disponibilidad.

Figura 7. Diagrama funcional conceptual. No reemplaza el unifilar ejecutivo.

Subsistema	Capacidad de referencia	Función
Solar FV	50 kWp	Reducir energía térmica diurna
Inversor híbrido	80 kW trifásico	Formación/gestión de red y atención de picos
BESS	100 kWh nominales	Desplazamiento, rampas, reserva y arranque
Generador	≈45 kVA	Respaldo, recarga y contingencia
EMS / control	Automático	Despacho por SOC, carga, pronóstico y alarmas

Criterio de operación: solar prioritaria; excedentes a batería; batería para demanda nocturna y picos; arranque del generador por SOC mínimo, potencia sostenida, indisponibilidad solar o evento de seguridad. Deben definirse reservas diferenciadas para cargas críticas.

9. Diagrama unifilar conceptual

El esquema definitivo debe incorporar niveles de cortocircuito, selectividad, puesta a tierra, secciones, longitudes, condiciones ambientales, normativa aplicable y filosofía de transferencia.

Origen	Protección / conversión	Acoplamiento	Destino
Campo FV	Seccionamiento CC + fusibles + SPD	Bus CC del inversor	Bus CA híbrido
BESS	BMS + interruptor CC + contacto de emergencia	PCS / inversor híbrido	Bus CA híbrido
Generador	Interruptor motorizado + protecciones ANSI	ATS / tablero de sincronismo	Bus CA híbrido
Bus CA	Interruptor general + SPD + medición	Tablero general BT	Cargas críticas y no críticas

Protecciones mínimas a estudiar

- Sobrecorriente y cortocircuito en CC y CA.
- Sobretensiones transitorias y coordinación de SPD.
- Falla a tierra, diferencial y esquema de neutro.
- Sub/sobretensión, sub/sobrefrecuencia y potencia inversa del generador.
- Parada de emergencia, enclavamientos mecánicos y eléctricos.
- Selectividad entre tablero general y derivaciones.

Nota: la arquitectura final puede utilizar acoplamiento AC, DC o mixto. La elección depende de compatibilidad, criticidad, expansión, eficiencia y estrategia de mantenimiento.

10. Impacto económico preliminar

A efectos demostrativos se compara el escenario térmico base con una operación híbrida capaz de reducir el consumo a 48 L/día y las horas equivalentes del generador. No constituye una garantía de ahorro.

Indicador	Base	Híbrido ilustrativo	Variación
Combustible	130 L/día	48 L/día	-63%
Consumo anual	47,450 L	17,520 L	-29,930 L
Costo combustible	USD 71.175/año	USD 26.280/año	-USD 44.895/año
Horas de generador	24 h/día	≈12 h/día	≈-50%

POTENCIAL DE AHORRO	≈ USD 45.000/año sólo en combustible A esto pueden sumarse menor alquiler, mantenimiento y logística; deben descontarse O&M y reposiciones del sistema híbrido.
---------------------	--

Para una evaluación de inversión se desarrollan CAPEX, OPEX, degradación del BESS, reposiciones, costo financiero, precio del combustible, disponibilidad, VAN, TIR y payback mediante escenarios conservador, base y exigente.

11. Oportunidades de mejora

Prioridad	Oportunidad	Acción recomendada	Impacto esperado
Alta	Desbalance entre fases	Inventariar cargas monofásicas y redistribuir circuitos	Menores pérdidas y calentamiento
Alta	Generador sobredimensionado	Medir carga/combustible y migrar a operación híbrida	Menor L/kWh y horas
Alta	Carga base nocturna	Separar consumos críticos, necesarios y evitables	Reducción inmediata
Alta	Documentación incompleta	Actualizar unifilares, rótulos y cuadro de cargas	Seguridad y mantenibilidad
Media	Picos 08:00-11:00	Secuenciar arranques y usar BESS	Menor potencia de generación
Media	Protecciones	Estudio de coordinación, tierra y SPD	Menor riesgo e indisponibilidad
Media	Monitoreo continuo	Alarmas, KPI y dashboard remoto	Control del desempeño

Indicadores de seguimiento

kWh/día, kW máximo, carga base nocturna, L/día, L/kWh, horas de generador, % energía solar, ciclos y SOC del BESS, indisponibilidad, alarmas eléctricas y costo total USD/kWh útil.

12. Recomendaciones y hoja de ruta

0-30 días | Seguridad y datos

Completar 2-4 semanas de medición; relevar tableros y generadores; corregir riesgos críticos; validar puesta a tierra; clasificar cargas.

30-60 días | Ingeniería conceptual

Cerrar balance energético; modelar solar/BESS/generador; definir cargas críticas; elaborar unifilar, protecciones, layout y CAPEX/OPEX.

60-120 días | Piloto y validación

Implementar control/medición o piloto híbrido; medir combustible específico, horas y calidad de servicio; ajustar EMS.

120+ días | Implementación y M&V

Ejecutar sistema definitivo; comisionar; capacitar; establecer línea base y verificación mensual de ahorros.

RECOMENDACIÓN Conterba

Avanzar primero con balance de fases, submedición por sectores y aforo del generador. Son las tres acciones que más reducen la incertidumbre del diseño y del ahorro.

13. Entregables de la consultoría Conterba

- Base de datos depurada y trazable de las mediciones.
- Informe ejecutivo y técnico con perfiles, picos, mínimos y franjas horarias.
- Inventario de tableros, cargas, generadores y riesgos.
- Diagramas unifilares y esquema de distribución actualizado.
- Reporte de protecciones, conductores, tomas y puesta a tierra.
- Modelo de generación ideal y dimensionamiento preliminar solar + BESS + generador.
- Evaluación económica por escenarios y priorización de inversiones.
- Plan de implementación, indicadores y estrategia de medición y verificación.

Información requerida al cliente

Facturas o costos de energía, contratos de alquiler/mantenimiento, registros de combustible, fichas de generadores, horarios productivos, planos existentes, listado de cargas críticas, incidentes y planes de crecimiento.

Sobre este documento

Caso demostrativo elaborado para comunicar el alcance del servicio. Las mediciones eléctricas provienen del archivo suministrado; la identidad del sitio se mantiene anonimizada. Los datos térmicos, económicos y capacidades propuestas son supuestos ilustrativos y deben validarse en cada proyecto.

CONTERBA — HYBRID ENERGY SOLUTIONS