

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
VALPARAISO – CHILE



EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE PLANTA DE AGUA POTABLE RURAL

TOMÁS JOSÉ FELIPE CAVIERES GATICA

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL MECÁNICO

Profesor Guía: Mg. Ing. Jaime Espinoza S.
Profesor Correferente: Ing. Rafael Mena Y.

ENERO - 2023

A mis padres, familia y vecinos de La Unión

Agradecimientos

Gracias a mis padres por apoyarme en todo este proceso, por confiar en mí y en los momentos difíciles incentivándome a no abandonar esta meta. Gracias al profesor Jaime Espinoza que me motivo muchas veces con su énfasis y energía en la sala de clases, y ahora al recibir mi tema de memoria permitiéndome brindar una ayuda profesional a los vecinos de La Unión. Gracias a mis compañeros de universidad por acogerme como una familia y crecer juntos, arriba de los cerros de Valparaíso.

Resumen

La planta de Agua Potable Rural Unión-Ortúzar, abastece a un pequeño poblado campesino, en la zona precordillerana de Romeral. Más de 1.100 habitantes, están conectados a su red desde el 2016, sin embargo, al poco tiempo de su operación, solicitaron ayuda insistentemente al municipio, para buscar una explicación y solución, a las exageradas cuentas eléctricas que debían pagar por el uso del agua potable. El consumo anual de este pequeño villorrio, sumaba más de 4.5 millones sólo por este concepto.

La planta producía elevadas facturas de electricidad del sistema conectado (CGED). La razón de ello, no estaba bien identificada, toda vez que la comunidad no podía obtener un desglose detallado de sus facturas.

Serplac de Romeral, acoge este reclamo el 2019 y se procede a investigar las facturaciones de energía eléctrica encontrándose la raíz del problema. El 30% del cobro total mensual, se debía sólo a multas y sobreprecio. De los \$ 4.5 millones, \$ 1,5 eran penalizaciones y gravámenes por consumo en hora punta. Esto implicaba que un tercio del cobro del mes, recibía sanciones desconocidas.

Se investigaron las causas, se evalúan todas las soluciones viables y se descartan las alternativas insostenibles. Finalmente, se diseñan dos soluciones. La primera se propone un sistema fotovoltaico híbrido, que suministre la energía necesaria para la planta, evitándose así recargos en hora punta lográndose ahorros por generar su propia energía. Por otro lado se diseñó un banco de condensadores, que pudiese mejorar el factor de potencia de la planta, evitando con ello las multas y castigos.

Se elaboró un proyecto base, determinándose los datos y variables técnico-económicas. Para ello se realizó un estudio de mercado para implementar el proyecto conjunto y las variables relacionadas. Se presentó el proyecto completo al Comité de APR y se concluyó que las soluciones son rentables, de corto a mediano plazo.

Dentro de la estimación, se jerarquizan etapas, según el nivel de inversión, requisitos y potencialidad de ejecutarse.

En conjunto con el APR, se presentó el proyecto al Consejo Municipal de Romeral, al Serplac y SubDeRe, en noviembre del 2022, con los costes y beneficios a la comunidad:

Se concluye que, en primer lugar, se recomienda implementar un banco de condensadores, por su baja inversión con beneficios a corto plazo. No se necesita terreno adicional para instalación de equipos, ya que se instala dentro de la caseta de captación, ya construida.

Abstrac

The Unión-Ortúzar Rural Drinking Water plant supplies a small peasant town in the foothills of Romeral. More than 1,100 inhabitants have been connected to its network since 2016, however, shortly after its operation, they insistently requested help from the municipality, to seek an explanation and solution to the exaggerated electricity bills that they had to pay for the use of water. potable. The annual consumption of this small village, added more than 4.5 million only for this concept.

The plant produced high connected system electricity (CGED) bills. The reason for this was not well identified, since the community could not obtain a detailed breakdown of their bills.

Serplac de Romeral, accepts this claim in 2019 and proceeds to investigate the electricity billing, finding the root of the problem. 30% of the total monthly charge was due only to fines and overpricing. Of the \$4.5 million, \$1.5 were penalties and levies for consumption at rush hour. This implied that a third of the monthly charge received unknown sanctions.

Causes are investigated, all viable solutions are evaluated, and unsustainable alternatives are ruled out. Finally, two solutions are designed. The first one proposes a hybrid photovoltaic system, which supplies the necessary energy for the plant, thus avoiding surcharges at rush hour, achieving savings by generating its own energy. On the other hand, a bank of capacitors was designed, which could improve the power factor of the plant, thereby avoiding fines and penalties.

A basic project was elaborated, determining the data and technical-economic variables. For this, a market study was carried out to implement the joint project and the related variables. The complete project was presented to the APR Committee and it was concluded that the solutions are profitable, in the short to medium term.

Within the estimate, stages are ranked, according to the level of investment, requirements and potential to be executed.

In conjunction with the APR, the project was presented to the Romeral Municipal Council, Serplac and SubDeRe, in November 2022, with the costs and benefits to the community:

It is concluded that, first of all, it is recommended to implement a capacitor bank, due to its low investment with short-term benefits. No additional land is needed for the installation of equipment, since it is installed inside the collection house, already built.

Glosario

APR	: Agua Potable Rural
FV	: Fotovoltaico
SSFV	: Sistema Solar Fotovoltaico
CGED	: Compañía General de Electricidad
SUBDERE	: Subsecretaría de Desarrollo Regional
DOH	: Dirección de Obras Hidráulicas
SECPLAC	: Secretaría de Planificación Comunal
TDH	: “Total Dynamic Head” Altura total de Elevación
FP	: Factor de Potencia
<i>P</i>	: Potencia Activa
<i>Q_R</i>	: Potencia Reactiva
<i>S</i>	: Potencia Aparente
<i>P_{AC}</i>	: Potencia de Corriente Alterna
<i>CE_{diario}</i>	: Consumo de Energía diario
<i>P_{inversor}</i>	: Potencia del Inversor
<i>E_{panel}</i>	: Energía del Panel
<i>V_{SFV}</i>	: Voltaje del “String Fotovoltaico”
<i>DOD</i>	: Porcentaje de Descarga de la Batería
<i>MPP</i>	: Potencia Máxima del Panel
<i>H_{Max,i}</i>	: Número de Horas de Máxima Radiación
<i>I_{bat}</i>	: Capacidad de la Batería
<i>I_{RC-total}</i>	: Corriente total del Regulador de Carga
<i>I_{SC}</i>	: Corriente de Corto Circuito del Panel
<i>V_{OC}</i>	: Voltage de Circuito Abierto del Panel

FF	:	Factor de Forma
G	:	Irradiación Efectiva de Referencia
G_{ef}	:	Irradiación Efectiva del Mes estudiado
η	:	Rendimiento del Panel FV
T_a	:	Temperatura Ambiental
T_s	:	Temperatura Superficial
T_{op}	:	Temperatura de Operación
VAN	:	Valor Actual Neto
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
Payback	:	Periodo de retorno de una Inversión

Índice

1. Plan de Trabajo	1
1.1. Contexto	1
1.2. Metodología	1
1.2.1. Caracterizar la Planta APR	1
1.2.2. Realizar levantamiento de información	1
1.2.3. Determinar las causas	1
1.2.4. Diseñar y evaluar soluciones	2
1.2.5. Jerarquizar y Proyectar, según su nivel de inversión	2
1.2.6. Fondos para el Financiamiento	2
2. Caracterización del APR	3
2.1. Ubicación del Sector	3
2.2. Planta de Agua Potable La Unión-Ortúzar	4
2.2.1. Ubicación del Punto de Captación	4
2.2.2. Ubicación del Punto de Almacenamiento	4
2.2.3. Las Tuberías	6
2.3. El Comité del APR	6
3. Levantamiento de Información	8
3.1. Recabando Datos	8
3.1.1. Datos de Facturación	8
3.1.2. Datos de las Instalaciones	8
3.2. Estudiando el Punto de Operación de la Bomba	9
3.3. Datos Ambientales del Sitio	14
3.3.1. Radiación Solar	14
3.3.2. Temperatura Ambiental	14
4. Determinando las Causas	15
4.1. La Queja del APR	15
4.2. La Factura	15
4.3. Desglose Detallado de la Factura	16
4.4. Reaccionando a la Incógnita Reactiva	17
4.5. Las Energías Parasitarias	17
4.6. El Cobro Anual	18
4.7. Los Cobros que Incomodan	19
4.7.1. Multa por Consumo Reactivo	19
4.7.2. Cargo por Demanda en Potencia Máxima Leída en Hora Punta	19
5. Diseñando y Evaluando Soluciones	20
5.1. Solucionando la Energía Reactiva	20
5.2. Cálculo del Banco de Condensadores	21
5.3. Banco de Condensadores Trifásicos	22
5.4. Cargo Hora Punta	23

5.5. Dimensionamiento del Sistema SFV.....	24
5.5.1. Determinación del Consumo Energético Diario Estimado.....	24
5.5.2. Determinación de la Potencia Simultánea esperada.....	25
5.5.3. Cálculo de Cantidad de Paneles Fotovoltaicos.....	25
5.5.4. Especificaciones Técnicas del Panel Monocristalino.....	25
5.5.5. Configuración de los Paneles.....	26
5.5.6. Cálculo de la Superficie requerida.....	26
5.5.7. Cálculos de las Baterías.....	26
5.5.8. Cálculo de los parámetros del regulador de carga.....	27
5.5.9. Cálculo del factor de forma.....	27
5.5.10. Rendimiento.....	27
5.5.11. Temperatura de operación.....	27
5.6. Cálculos Anexos y Conceptos Necesarios.....	28
5.6.1. Potencia Eléctrica Activa.....	28
5.6.2. Potencia Reactiva.....	28
5.6.3. Potencia Aparente.....	28
5.6.4. Triángulo de Potencias.....	28
5.6.5. Factor de Potencia.....	29
5.6.6. Factor de Forma.....	29
5.6.7. Rendimiento.....	29
5.6.8. Temperatura de Operación.....	29
5.6.9. Número de paneles.....	30
5.6.10. Elección de tensión de corriente continua.....	30
5.6.11. Cálculo de baterías.....	31
5.6.12. Cálculo del regulador de carga.....	31
5.6.13. Capacidad del Inversor.....	32
6. Evaluación Económica.....	33
6.1. Banco de Condensadores.....	33
6.2. Sistema Fotovoltaico.....	34
6.3. Ambos juntos.....	35
7. Conclusiones.....	36
7.1. Tarea para la casa.....	36
7.2. La reunión con el Alcalde.....	36
7.3. La visita en terreno.....	37
7.4. En Conclusión.....	37
8. Referencias.....	38
9. Anexos.....	39
9.1. Anexo 1.....	40
9.2. Anexo 2.....	41
9.3. Anexo 3.....	42
9.4. Anexo 4.....	43

9.5. Anexo 5.....	44
9.6. Anexo 6.....	46
9.7. Anexo 7.....	47
9.8. Anexo 8.....	48
9.9. Anexo 9.....	49
9.10. Anexo 10.....	50
9.11. Anexo 11.....	51
9.12. Anexo 12.....	52
9.13. Anexo 13.....	53
9.14. Anexo 14.....	54

Introducción

El Equipo SECPLAC

A mediados del 2019, se realizó la práctica profesional en el SECPLAC (Secretaría de Planificación Comunal) del Municipio de Romeral, Séptima Región del Maule, Chile. Éste era un sólido equipo de profesionales, conformados por: Ingenieros Comerciales, Arquitectos, Topógrafos y Constructores Civiles, a cargo de Don José Guerrero, Director de Serplac Romeral. El objetivo grupal y municipal, era desplegar trabajo y presupuestos, en ayuda de la comunidad, bajo el alero de múltiples fondos estatales.

En aquella oportunidad, funcionarias de **SERVICIO PAÍS** (Fundación sin fines de lucro, que visibiliza las problemáticas locales para superar la pobreza), hicieron llegar un caso que afectaba a un gran grupo de familias del sector precordillerano. Dicho asunto, en cuestión, requería mucho tiempo, dedicación e investigación de algún especialista. Si es que, tenía solución.

Éste es el caso.

El Sector Sin Agua Potable

Agua y Energía Eléctrica, son pilares vitales para el desarrollo de cualquier localidad, incluso rural. Disponer de estos servicios, es imprescindible para la subsistencia de la comunidad. Ante su escasez, se hace necesario el uso responsable, siendo eficaces en disponer de ellos y eficientes en su utilización.

En la precordillera de la Provincia de Curicó, aproximadamente a 17 Km al SE de la localidad de Romeral, por la ruta J-55, en pleno valle del río Teno, se encuentra el sector *La Unión y Callejón Ortúzar*. En aquella distante zona rural, viven cerca de 150 familias que no poseían acceso al servicio de Agua Potable. Por lo tanto, los vecinos debieron organizarse y conformar un “**APR**” (agrupación comunitaria para la obtención de Agua Potable Rural), solución que permitiría alimentar a todo el sector.

El 30 de julio de 2008, se reunieron por primera vez, se organizaron y conformaron un Comité Directivo, que dirige el APR, para iniciar la solución definitiva a su abastecimiento de agua potable. Después de un tiempo y al cabo de mucho insistir, el 15 de abril de 2014, se dio el puntapié inicial al proyecto del **APR La Unión – Callejón Ortúzar**.

La SUBDERE (Subsecretaría de Desarrollo Regional), instalaría un sistema de Agua Potable, con financiamiento del DOH (Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas). Se construiría: un pozo, una caseta (para todos los elementos eléctricos y mecánicos), las tuberías de alimentación y un estanque de distribución y almacenamiento. Este APR, se encuentra en funcionamiento desde el 2016.

El Costo del Agua

En 2016, el APR La Unión-Callejón Ortúzar, abastecía de agua potable a más de 144 familias al interior del Valle del Río Teno, sin embargo, un Temporizador, considerado en el proyecto original, cortaba el suministro eléctrico, desde las 18 a las 22 hrs, para evitar el uso *Horario Punta*.

Al cabo de un tiempo de operación del sistema, el comité responsable, debió solicitar la desactivación del Temporizador, debido a la alta demanda que agotaba las reservas antes que terminara el horario punta.

Entonces, al cabo de un par de meses, el APR se percató que, las nuevas facturaciones de energía eléctrica, habían aumentado exageradamente su valor. De un mes para otro, estaban pagando entre un 30% y un 35% más de lo habitual. Era demasiado para los vecinos.

El Caso del APR

De esta manera, el APR La Unión-Callejón Ortúzar en el año 2019, llegó hasta la Municipalidad de Romeral, donde Servicio País, hizo llegar la delicada situación que viven los vecinos. Entonces, se pudo conocer su caso en profundidad e iniciar una investigación.

En el presente trabajo, se indago, se aplicaron todos los conocimientos y la metodología científica para encontrar respuestas a las interrogantes.

Sí bien, en octubre del 2020, se dejó de ser parte del equipo de Serplac Romeral, se pudo en forma personal tomar el caso y continuar el proceso y su desarrollo hasta hoy.

Finalmente, tras un diagnóstico de los problemas existentes, se desarrolla un proyecto de mejoras para la planta de APR, presentándose en este documento, la recomendación adecuada de solución a ellos y otras plantas de APR similares.

1.- PLAN DE TRABAJO

1.1.- Contexto

El programa de agua potable rural, se inicia en Chile en 1964 como parte de la respuesta pública a la constatación de que la mayoría de la población rural de la época (un 94% de ella), no contaba con agua potable. Sus secuelas de morbilidad y mortalidad son consideradas un gran problema del país.

Al 2020, se plantea mejoras a la problemática social y comunitaria de las APR. La siguiente configuración, plantea un Plan de Trabajo para conocer la realidad de cualquier APR y sirve de procedimiento a muchas APR que necesitan alguna ayuda o evolución.

1.2.- Metodología

1.2.1.- Caracterizar la Planta de APR

Concurrir al lugar identificando sus características físicas y topográficas. Realizar una evaluación en terreno de las instalaciones, determinar: la ubicación de los puntos de captación, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua potable. Cantidad de arranques, punto de operación de la bomba y sus horarios de uso.

1.2.2.- Realizar levantamiento de información.

En el lugar, observar y tomar datos. Levantar informes. Recaudar datos técnicos. Proceso de recolección. Medición de datos. Recopilación de datos cualitativos y cuantitativos. Consultar a la oficina de distribución. Indagar las causas. Investigar terminología y repasar informes.

1.2.3.- Determinar las causas

Indagar con CGED. Investigar el origen de las multas. Encontrar causas similares. Comparar información. Averiguar legalidad de cargos y sobrepagos. Consultar con técnicos especializados. Asociar conocimientos científicos. Identificar y acotar el problema.

1.2.4.- Diseñar y evaluar soluciones

Desarrollar una lluvia de ideas. Tomar apuntes en papel o pizarra. Descarte de planes inviables. Desarrollar conceptos y representarlos, bocetear croquis. Madurar soluciones medianamente viables. Dibujarlos y pensar en detalles técnicos. Ejecutar listado de sugerencias y someterlos a opinión de expertos. Definir ideas según su proyección.

1.2.5.- Jerarquizar y Proyectar, según su nivel de inversión.

Descartar opciones poco viables. Sacar todos los cálculos técnicos necesarios. Considerar margen de error. Acotar y definir proyecto. Cotizar proyecto general y descartar ideas que encarecen la planificación. Evaluar viabilidad económica a corto, mediano y largo plazo. Evaluar viabilidad de ideas afines. Otorgar preferencias en base a los conocimientos. Cotizar maquinarias y costes de implementación del proyecto. Evaluación comparativa. Toma de decisiones.

1.2.6.- Fondos para el Financiamiento.

Informar y orientar al Comité del APR sobre el proyecto. Escuchar opiniones profesionales. Presentar el proyecto al APR. Conseguir reuniones con autoridades: Alcaldía, Departamento de Obras Públicas, Serplac, Presidente APR y programar charla. Presentar el proyecto a las autoridades. Demostrar y evidenciar su viabilidad económica a corto y mediano plazo. Entregar información por escrito. Responder las preguntas y dudas. Programar visitas en terreno junto a las autoridades. Averiguar requisitos y procedimientos para la obtención de fondos.

2.1.- Ubicación del Sector

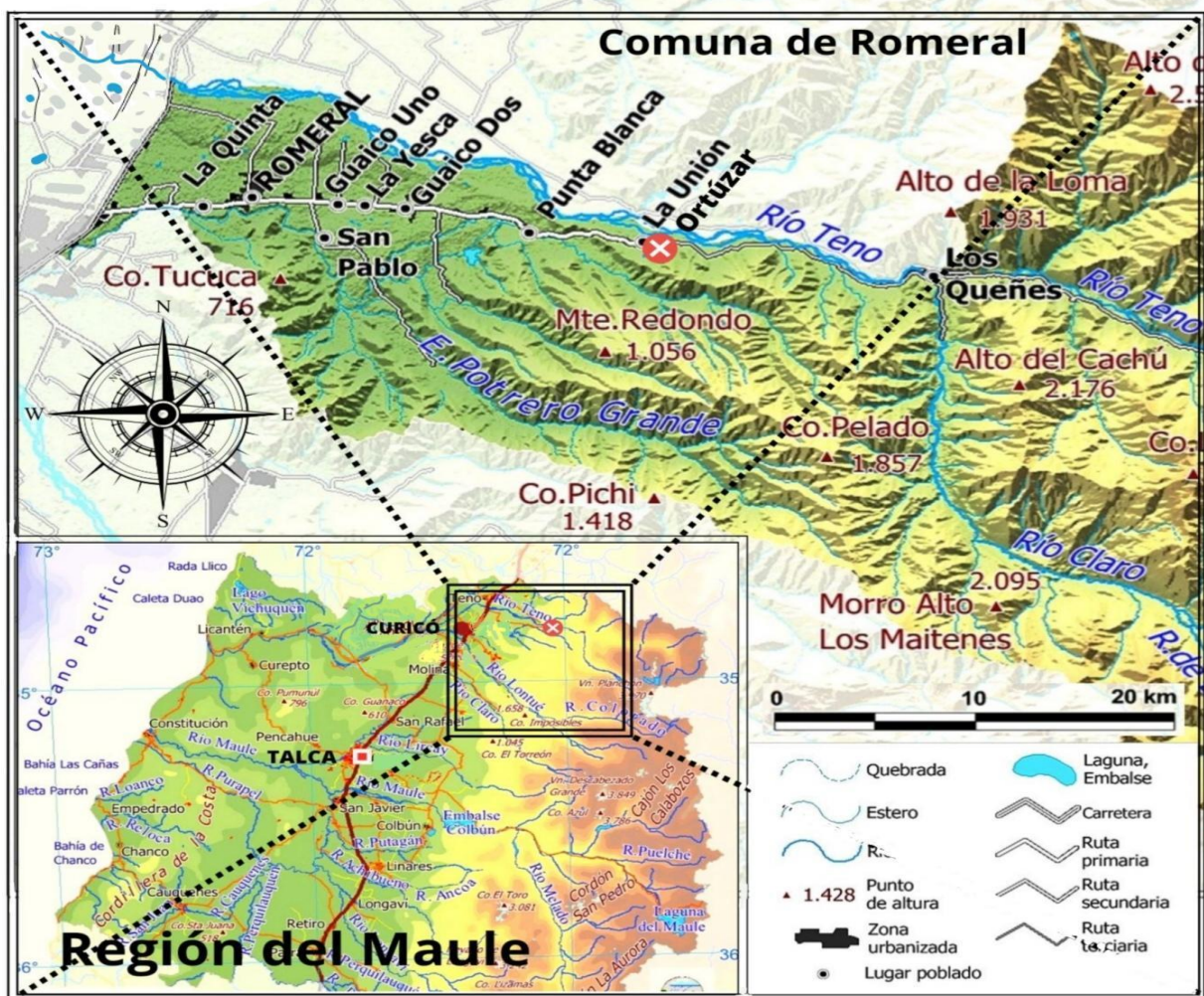


Figura 2.1- Mapa Regional del Maule, más Ampliación de Comuna de Romeral.

La Unión-Ortúzar, es un sector rural que se encuentra en el valle del río Teno, al costado de la ruta J-55. Este paraíso de la agricultura, abandona el valle central y se interna en la pre cordillera maulina, ubicándose a 550 m de altura sobre el nivel del mar. Se encuentra a 17 km al Sur-Este de Romeral y a 12 km al Oeste de la Localidad de Los Queñes. En la actualidad posee una población promedio de 1.100 habitantes, repartidos en 192 familias aproximadamente. Su

perímetro de ubicación limita al norte con el Río Teno y al sur con la sierra cordillerana del Cerro El Peñón.

A éste sector, lo atraviesa la ruta J-55 en dirección de Este a Oeste y seccionado por el callejón Portezuelo Ortúzar en dirección Sur-Este. Es un sector netamente campesino, de clase media-baja, de casas de construcción en madera.

2.2.- Planta de Agua Potable La Unión-Ortúzar

2.2.1.- Ubicación del Punto de Captación

La ubicación exacta del Punto de Captación (pozo), se expone en el siguiente cuadro (Ver Figura 2.2 Pág.5):

APR La Unión-Ortúzar	Longitud	Latitud	Metros Sobre el Nivel del Mar
Pozo o Pto. De Captación	-34.980.361	-70.939.608	525 [m]

Tabla 2.1- Datos geográficos del Puto de captación. Elaboración propia con datos de Google Maps

La captación de agua, es de tipo subterránea, comprendiendo un pozo de 10 pulgadas de diámetro y perforado a 25 metros de profundidad.

El Punto de Captación, está ubicado en el lecho del Río Teno, a 525 metros sobre el nivel del mar, 40 metros más abajo que el nivel del estanque. El acceso, es por un camino de tierra, que ingresa al norte de la ruta J-55, al Este de La Unión-Ortúzar y se encuentra en buen estado.

2.2.2.- Ubicación del Punto de Almacenamiento

El Estanque o Punto de Almacenamiento, es de hormigón, semienterrado. Tiene una capacidad de acumulación de 30.000 litros de agua y se encuentra a 1 kilómetro de distancia del Punto de Captación. La Tabla 2, indica su ubicación geográfica global (Ver Figura 2.2. Pág.5):

APR La Unión-Ortúzar	Longitud	Latitud	Metros Sobre el Nivel del Mar
Estanque o Pto. De Almacenamiento	-34.984.585	-70.944.382	565 [m]

Tabla 2.2- Datos geográficos del Estanque. Elaboración propia con datos de Google Maps

Ubicado en las faldas del Cerro El Peñón, a 565 m sobre el nivel del mar, 40 m más alto que el final de la distribución urbana, dato fundamental para la distribución del agua potable.

El acceso al estanque, es por un camino de tierra, al sur de la ruta J-55, al Oeste de La Unión. Actualmente, el camino se encuentra en pésimo estado, arriesgando que, en caso de emergencia, los camiones aljibes no puedan ingresar, para suplir el suministro de agua.

En la siguiente figura, se destaca, en color naranjo, la ubicación del Pozo de Captación, con sus instalaciones y en azul, la ubicación del Estanque de Acumulación.



Figura 2.2- Punto de Captación, naranjo y Punto Almacenamiento, azul.

Los dos puntos, tienen una diferencia de altura, sobre el nivel del mar, de 40 metros. Dato importante, ya que el agua acumulada en el estanque, se reparte a los vecinos por efecto de la gravedad.

2.2.3.- Las Tuberías

En la siguiente figura, se destaca con una línea naranja, la distancia que recorre la Tubería de Impulsión, desde el Punto de Captación, hasta el Estanque de Acumulación:

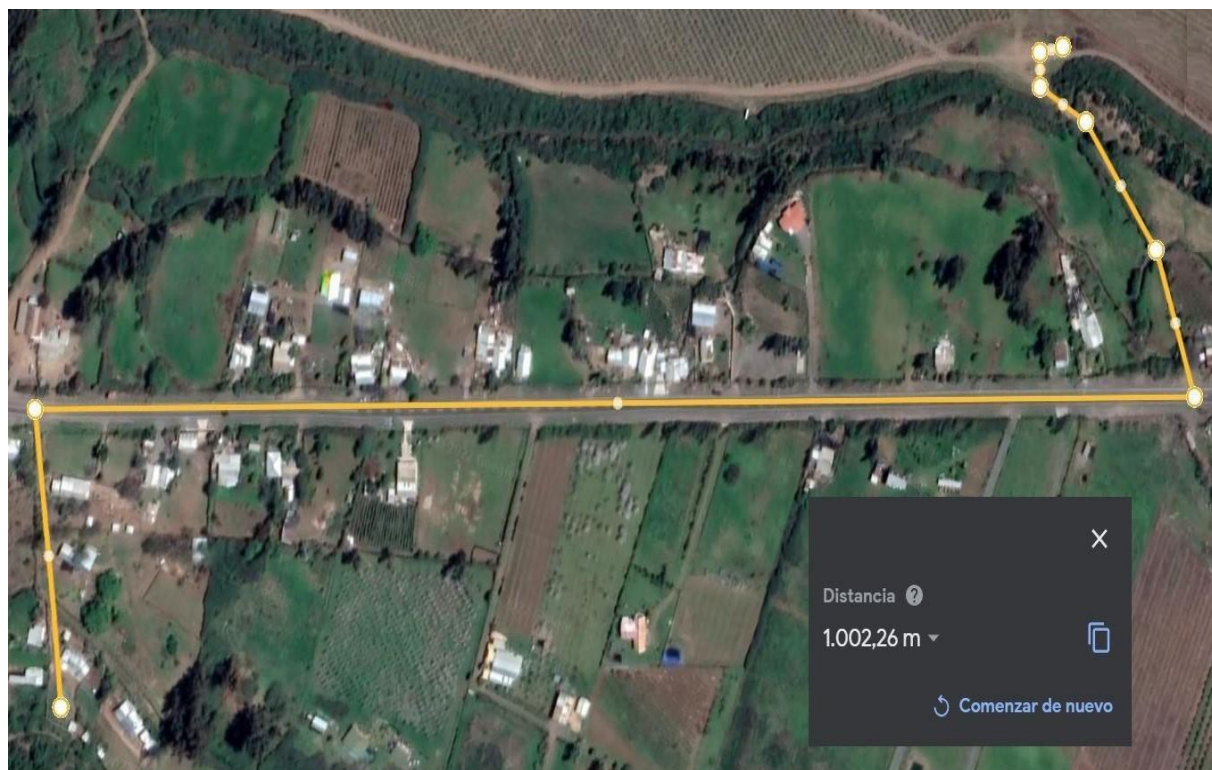


Figura 2.3- Distancia tuberías entre Punto de Captación y Punto de Almacenamiento del APR.

Se aprecia, que la tubería debe recorrer una distancia de 1 kilómetro aproximadamente. El agua, por su viscosidad, genera cierto nivel de roce con la tubería. Esto significa una carga extra, que debe vencer la Bomba Hidráulica, para llevar el agua desde el punto de captación, al estanque.

2.3.- El Comité del APR

Los Comités de Agua Potable Rural, son organizaciones comunitarias de base funcional regidas, desde 1964, por la Ley N° 20.998. Los Comités, asumen la responsabilidad de operar las soluciones de ingeniería y abastecer, a la población rural, del servicio de agua potable en cantidad, calidad y continuidad.

La Asamblea Vecinal, es la principal autoridad del Comité y está constituida por la reunión del conjunto de sus afiliados. Los Comités no persiguen fines de lucro, gozan de personalidad jurídica y sus miembros ingresan y participan de forma voluntaria, personal e indelegable, por lo cual nadie puede ser obligado a pertenecer a ella, ni impedido de retirarse de la misma.

El comité encargado del APR, está conformado por los siguientes miembros:

Comité La Unión-Ortúzar	
Presidente	Jorge Farías
Secretaria	Paulina Veliz
Tesorera	Olga Veliz
Operador	Fernando Fuenzalida Cubillos

Tabla 2.3: Miembros del Comité encargado del APR La Unión-Ortúzar

Las personas encargadas, son: agricultores, arrieros y dueñas de casa, lo cual son ocupaciones típicas del sector y no tienen que ver, directamente, con la administración de una APR, pero aun así, hacen todo su esfuerzo para que el agua potable siga fluyendo a todas las casas de sus vecinos y familiares.

3.- LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para obtener los datos del conflicto, primeramente, se debe conseguir toda la información posible, cotejando la validez de su facturación y corroborar los datos de las instalaciones. Investigar y conocer a fondo el APR. Analizar información de fuentes secundarias

3.1.- Recabando Datos

3.1.1- Datos de Facturación

Ésta es la lectura que arroja el medidor de la compañía CGED, sobre la instalación de la bomba hidráulica perteneciente al APR La Unión-Ortúzar (Ver tabla 3.1). En este documento, se muestra algunos datos de funcionamiento de los equipos conectados. Datos en que se observa tanto, la identificación tributaria del cliente, como los datos técnicos de su utilización actual.

Datos de Facturación CGED	
Nombre	Comité Agua Potable Rural La Unión-Ortúzar
Numero de Cliente	5850524
Dirección	Ramón Freire S/N. Bien Común 3. Sector La Unión. Romeral.
Rut	65976120-3
Giro	Captación Tratamiento y Distribución de agua.
Tarifa	AT 4.3
Potencia Máxima Leída	8.265 kW
Factor de Potencia	0.615

Tabla 3.1: Datos obtenidos de la factura CGED, con fecha: 30 de agosto del 2022

3.1.2.- Datos de las Instalaciones

Las instalaciones del APR, consideran un Pozo de Captación subterránea, instalado a 25 metros de profundidad. Sus niveles, dinámico y estático, son de: 14,5 metros y 7,3 metros respectivamente. Sobre este Pozo, se encuentra una Caseta de Control del Pozo, con los siguientes elementos: Clorador, Fluxómetro, Tablero Eléctrico, Barómetro, entre otros.

Sumergida en el pozo se encuentra una bomba hidráulica Lowara, modelo Z612, con una Potencia Nominal de 5,5 kW, que eleva un caudal de 0.4 litros por segundo a una TDH de 59.5 metros de altura

Captación		Motobomba	
Tipo	Subterránea	Marca	Lowara
Nivel Dinámico	14,50 [m]	Modelo	z 612 11-6-sd
Nivel Estático	7,30 [m]	Altura Columna	59,5 [m]
Diámetro	10"	Caudal	0,4 [l/s]
Profundidad Pozo	25 [m]	Voltaje Nominal	380 [V]
Impulsión		Corriente Nominal	5 [Amp]
Largo	1002.4 [m]	Horas de Trabajo Diario	6
Diámetro	75 [mm]	Potencia Nominal	5,5 [kW]
Material	Acero Galvanizado	Instalación	mar-15
Estado	Bueno	Estanque	30 [m3]

Tabla 3.2: Cuadro de Datos Técnicos de los Instrumentos y Elementos de las Instalaciones.

Las Cañerías de impulsión se prolongan bajo tierra por más de un kilómetro, elevándose desde el punto de captación hasta el estanque de acumulación que almacena 30 metros cúbicos de agua.

El tablero eléctrico está ubicado al interior de la caseta de captación, está encargado del funcionamiento de la bomba, es decir, dar la partida correcta cuando el nivel de agua en el estanque llegue a su nivel mínimo y detener la impulsión cuando sea suficiente para satisfacer la demanda. Además posee protecciones, condensadores y releés que ayudan al correcto funcionamiento del sistema.

Tablero Eléctrico	
Horas Punta	Desactivado
Tipo Condensador	3 [kVar]
Factor de Potencia	0,62
Protecciones	20 [amp]
Relé Térmico	11,5 [amp]
Sub Estación	30 [kVa]
Partida	Triangulo

Tabla 3.3: Cuadro de datos del Tablero Eléctrico, evaluación propia.

4.2.- Estudiando el Punto de Operación de la Bomba

Se utiliza el catálogo del fabricante para obtener los datos de caudal, eficiencia y consumo de energía de la bomba. Junto con esto, se calcula la pérdida de carga en las tuberías. Esto es una pérdida de presión en los fluidos, por fricción con el tubo.

La carga que debe levantar la bomba, comprende en primer lugar, llevar el agua a la superficie fuera del pozo, es decir, el nivel dinámico: 14,5 [m], después los 40 metros de diferencia de altura al nivel del mar entre el pozo y el estanque, además para llegar por arriba del estanque semienterrado, son 5 metros más, siendo en primera instancia 59,5 [m] de altura.

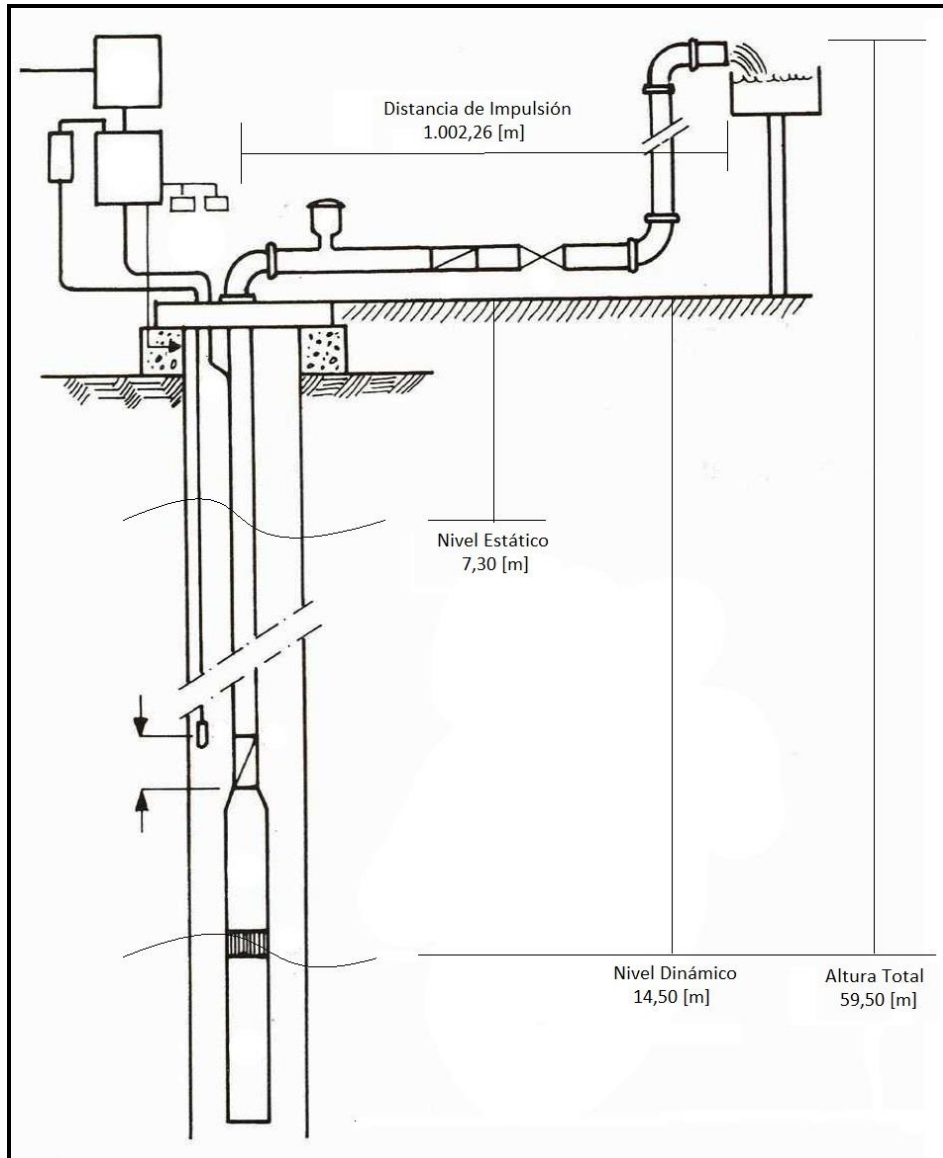


Figura 3.1: Plano representativo de las instalaciones.

Como se aprecia en el diagrama, al intersectar la cabeza de altura, con la curva de nuestra bomba de 11 etapas, se obtiene, un caudal estimado, este dato servirá para calcular las pérdidas por roce en la tubería. Ahora, con el caudal estimado de: 16 [m³/h] aproximado, se obtiene, con la tabla de pérdida de carga, la pérdida total por roce hasta el estanque, en las cañerías.

**Z612 SERIES, 1 TO 19 STAGES
ELECTROPUMPS OPERATING CHARACTERISTICS**

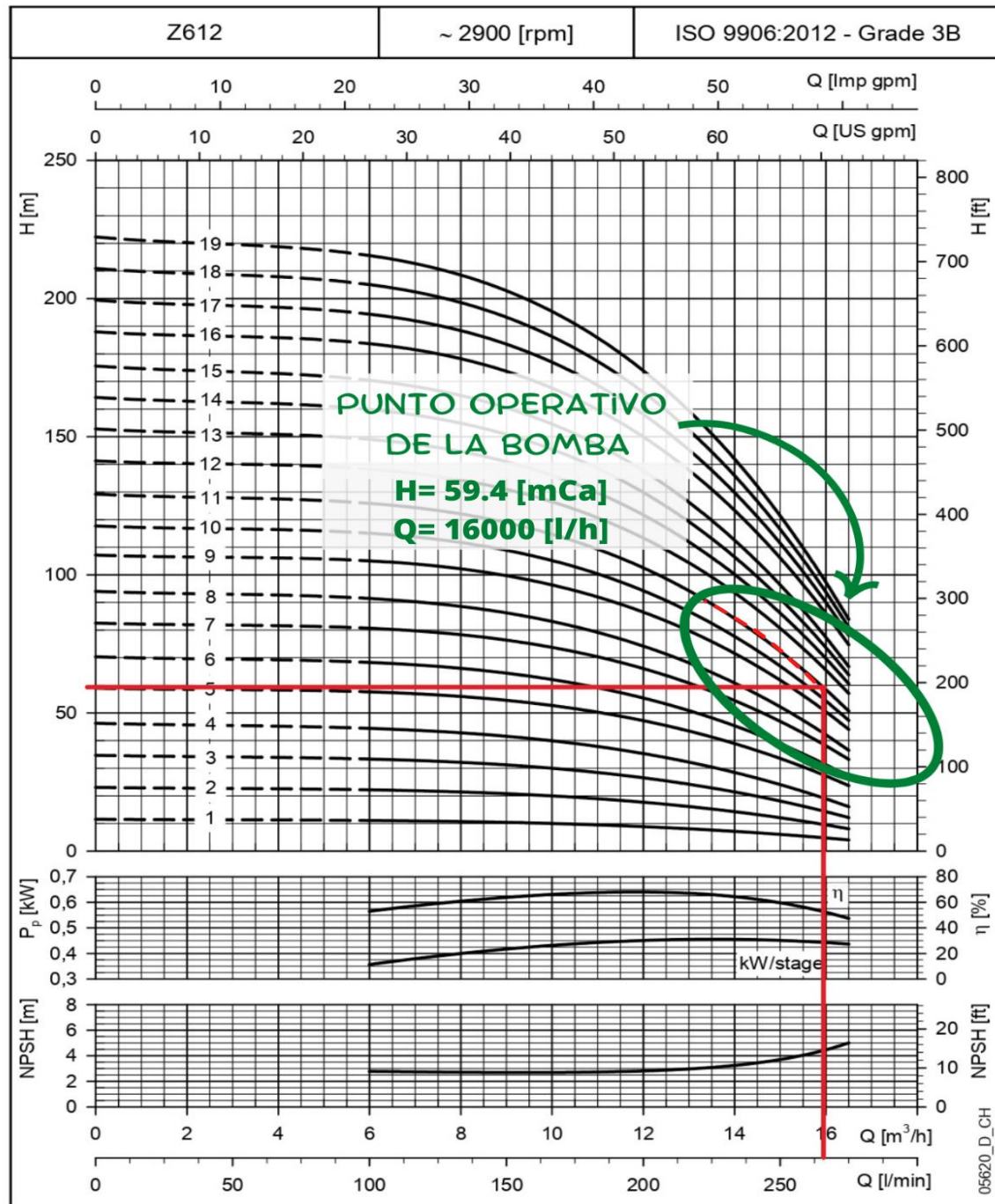


Figura 3.2- Diagrama de Rendimiento Bomba Hidráulica Lowara Z612.

En la siguiente figura se aprecia que al intersectar el caudal estimado: 16000 [l/h], con la recta de la tubería de 75 [mm], se obtiene que: la pérdida unitaria es cercana a los 10 [mmCa/m].

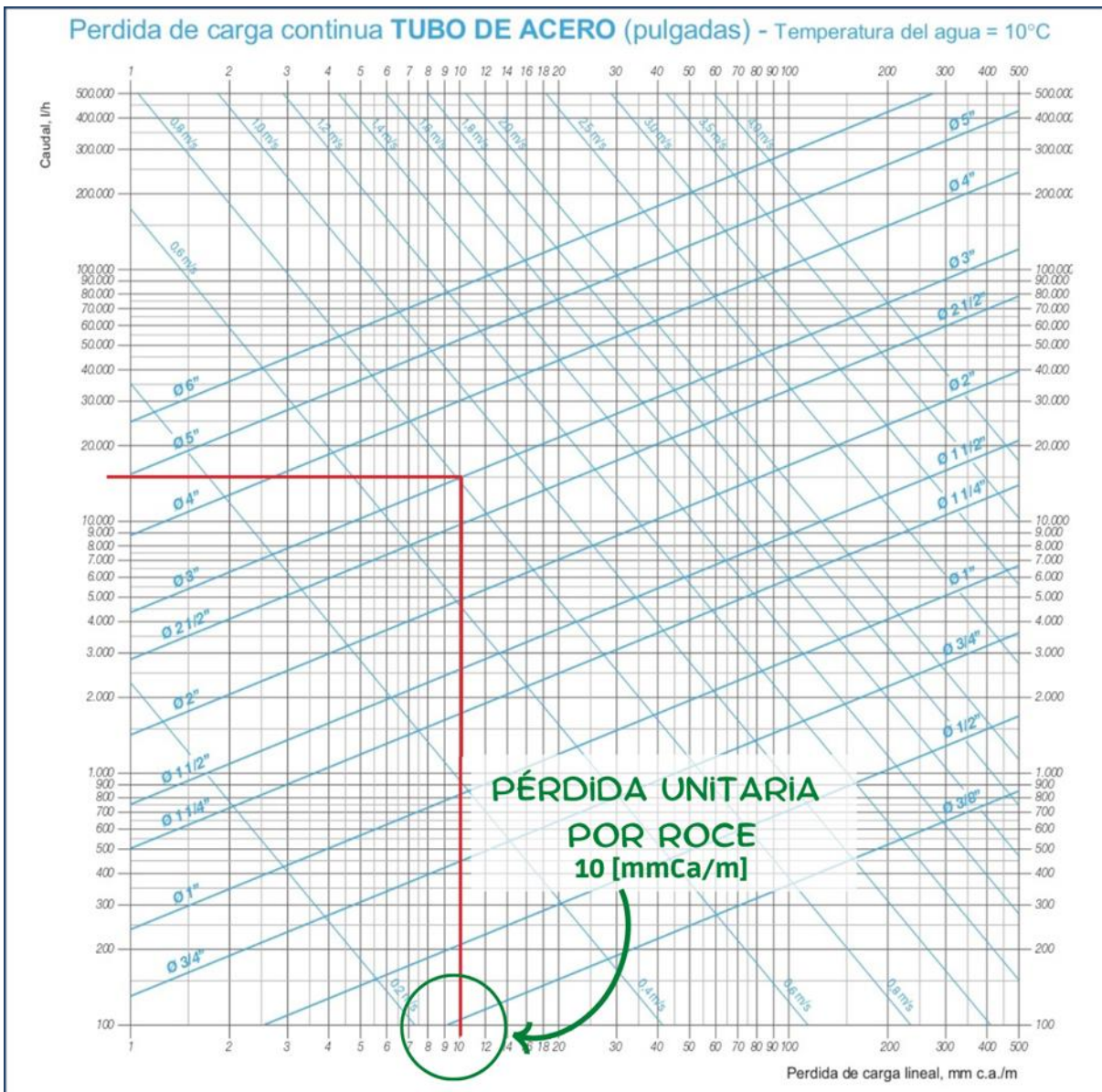
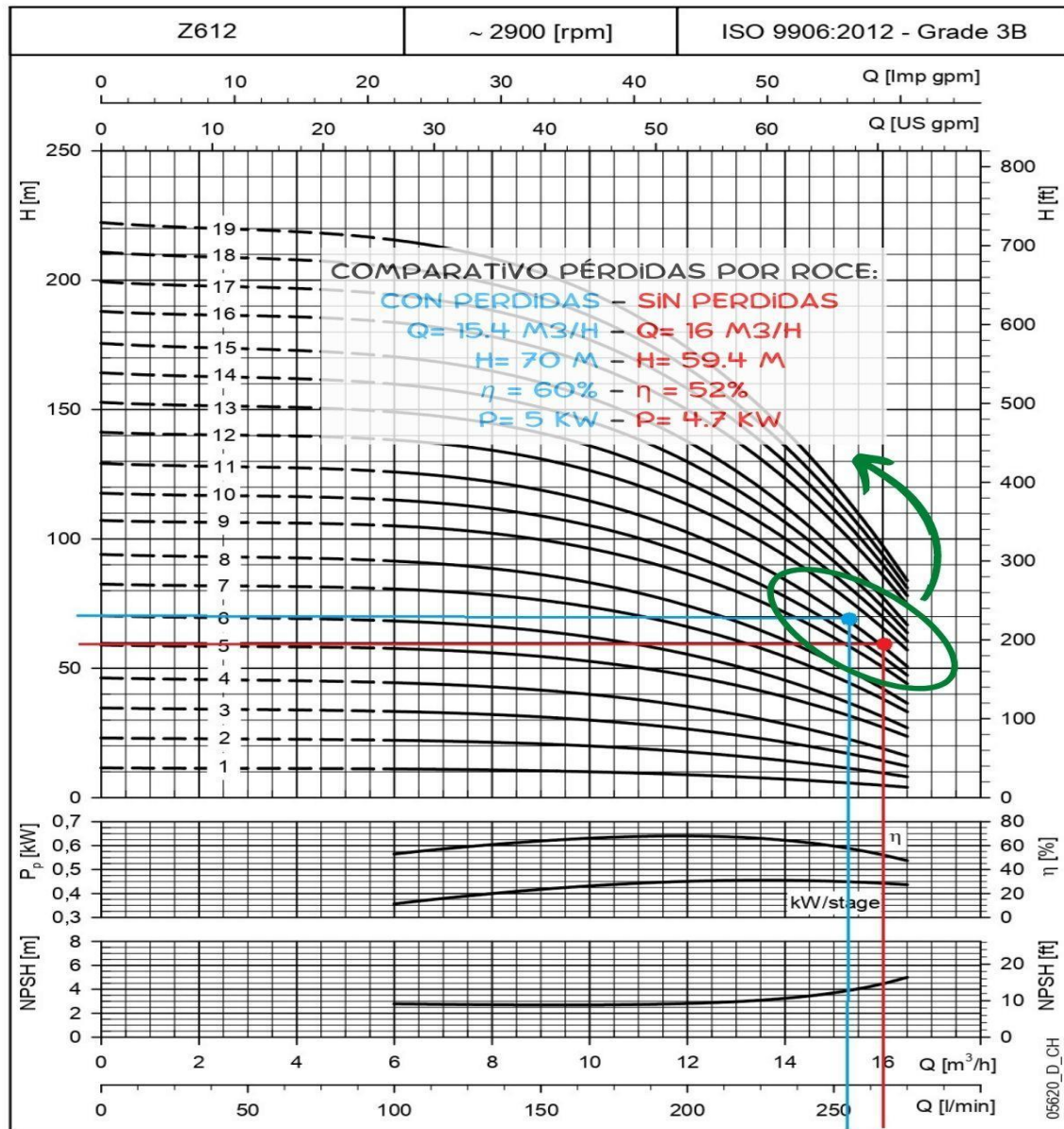


Figura 3.3- Diagrama de Pérdida de Carga para Acero Galvanizado de 3 pulgadas o 75 [mm] de diámetro, a un caudal de 16000 [l/h] (Anexo 10)

Para obtener la pérdida total, se multiplica la distancia total: 1002,40 [m], por la pérdida unitaria, obteniéndose alrededor de 10 [mCa] en pérdidas por roce. Agregando el dato del Diagrama de Pérdida de Carga, se obtiene la altura total que debe levantar la bomba: 70 [mCa]. Con este dato se ingresa nuevamente al Diagrama de Rendimiento de la bomba, para obtener el nuevo punto de operación de la bomba, resultando el siguiente comparativo:

**Z612 SERIES, 1 TO 19 STAGES
ELECTROPUMPS OPERATING CHARACTERISTICS**



These performances are valid for liquids with density $\rho = 1.0 \text{ Kg/dm}^3$ and kinematic viscosity $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{sec}$.

Figura 3.4- Diagrama de Rendimiento de la Bomba. El nuevo Punto de Operación de la bomba, se marca en azul 70 [m] y el antiguo, en rojo 59.5 [m].

En la figura se aprecia la comparación, de los dos puntos de operación de la bomba. En azul, el punto de operación, que sí considera las pérdidas de carga por roce, y en rojo, el punto que no las considera. Así el nuevo punto de operación muestra que: la bomba está entregando un caudal de $15.4 \text{ m}^3/\text{h}$, trabajando con una eficiencia de $\eta = 60\%$ y requiriendo una potencia de 5 kW , (0.46 kW) por etapa, 11 etapas).

3.3.- Datos Ambientales del Sitio

3.3.1.- Radiación Solar

Estos datos, son absolutamente necesarios para dimensionar correctamente, un sistema de paneles solares fotovoltaico

Para establecer, qué cantidad de energía solar existe en el lugar y determinar la radiación con que se cuenta, en promedio, para los paneles solares fotovoltaicos, se acude al explorador solar del Ministerio de Energía.

Para obtener los datos se entra en el sitio web con las coordenadas del predio. De esta forma, obtenemos los siguientes datos:

Índices de Radiación Solar Promedio Mensual en Unión-Ortúzar 2021 (en W/m ²)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
561	548	510	464	370	311	297	327	412	415	506	539

Tabla 3.4- Radiación media mensual en W/m². Fuente: Explorador Solar de Chile.

<https://solar.minenergia.cl/exploracion>.

3.3.2.- Temperatura Ambiental

Además de la Radiación, se requiere la Temperatura promedio, para determinar la Pérdida por temperatura, que son reductores de la eficiencia de los paneles Fotovoltaicos.

Temperatura Ambiental Promedio Mensual en Unión-Ortúzar 2021 (en °C)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
20,1	19,5	17,3	13,5	10,6	8,2	7,7	9,0	11,0	13,1	15,7	18,1

Tabla 3.5: Temperatura media mensual en °C. Fuente: Explorador Solar de Chile.

<https://solar.minenergia.cl/exploracion>.

Teniendo los dos datos ambientales del sitio, se puede sacar un cálculo que dimensione mejor la cantidad de paneles y el tipo de celdas que se debe utilizar (monocristalino o policristalino).

4.- DETERMINANDO LAS CAUSAS

4.1.- La Queja del APR

Desde el inicio de la instalación del servicio eléctrico para el agua potable, en el 2016, el comité, enterándose de los horarios altos y multas del servicio, instaló un temporizador de corte de energía, incorporado en el sistema para evitar este problema. Este temporizador, corta el suministro de energía eléctrica, desde las 6 de la tarde hasta las 12 de la noche, evitando así: sobre costos y multas en horario alto. Desde un principio se informó. Todo parecía ir bien, hasta que la alta demanda en ese horario vaciara el estanque y se cortara el suministro de agua. La necesidad

Toda la población, consternada por los cortes de servicio solicitó, a través del comité del APR, se extrajera el mecanismo que cortaba el agua potable. Y así se hizo. Olvidando totalmente, el porqué de la instalación de un temporizador.

Durante el 2017, todas las familias contaron con agua potable las 24 horas. Sin embargo, pudieron percatarse de un notorio incremento en sus cuentas de CGE, por el agua potable. Llamaron a la compañía, para indagar y quejarse y la opción que les dio la empresa, era volver a cortarle el suministro a las 18 horas, con el temporizador. Habían pasado a pagar, entre un 30 y 40% más mensual. No fue un incremento paulatino. De un mes a otro, sus cuentas por agua, habían aumentado un tercio en su APR.

En septiembre del 2020, el comité del APR, cansado de lidiar con CGE y sus multas, se acercó a la Municipalidad de Romeral, a consultar sobre alguna solución a sus altas facturaciones y multas, por uso de servicio eléctrico en agua potable. Las acusaciones, quejas y lamentos de los vecinos, hacían evidente el descontento y la necesidad de ayudarlos.

De esta forma, colaboradoras del servicio Fundación País, se acercaron al Serplac, a compartir el problema del APR, donde se encuentra el Autor en calidad de estudiante en práctica, él acogió su dificultad, cómo funcionario del Serplac, de la Municipalidad de Romeral. Conociendo el problema se acudió en su favor, para determinar causas y proyectar soluciones.

4.2.- La Factura

El comité del APR, acusa que, al parecer, existen multas o cargos que encarecen las facturaciones, pero desconocen el porqué, debido a que no poseen una factura detallada.

Ocurre que, por vivir tan lejos de la ciudad, ellos pagan regularmente a través de un medio digital o caja vecina. En consiguiente, el APR no recibía facturas detalladas que faciliten el análisis del problema, pues sólo veían un pequeño ticket al pagar.

Por ende, el primer paso, era viajar a la ciudad de Curicó, investigar y conseguir las facturas de CGED, con detalle, para obtener la información técnica del asunto.

4.3.- Desglose Detallado de la Factura

El comité del APR facilitó su número de cliente. El N°: 5850524, con el cual se visita la oficina de CGE de Curicó, ubicada en Estado 237.

Luego de un par de operaciones se recibió la factura de la cuenta y así analizarla en detalle. El siguiente documento, es una copia de la Factura detallada, donde se resalta la información relevante:

DETALLE DE LA CUENTA / FACTURACIÓN		
Servicio Eléctrico	\$	300.830
Administración del Servicio	\$	1.359
Transporte de Electricidad	\$	32.199
Cargo por Servicio Público	\$	921
Electricidad Consumida (1.890 kWh)	\$	129.234
Cargo por Demanda Máxima de Potencia Suministrada (8,28 kV)	\$	21.039
Cargo Demanda Máxima Leída de Potencia en Horas Punta (8,063 kW)	\$	52.325
Multa por Consumo Reactivo (31 %)	\$	62.805
Interés	\$	948
Otros Cargos	\$	-21.113
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior	\$	85
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual	\$	-67
Descuento por Interrupciones del Servicio (Compensación)	\$	-21.131
Total a pagar	\$	336.700

De no ser por el descuento de interrupciones, esta factura superaría los \$357.000.-

Figura 4.1- Detalle Facturación periodo 30 julio 30 agosto 2021 (Anexo 1. Pág. 40). Fuente: CGE Distribución

Recibiendo la factura detallada, lo primero que resalta, es el abultado monto a pagar. En el mes correspondiente a la boleta, el servicio eléctrico debiera tener un valor similar a los \$220.000. Sin embargo, la boleta es por \$337.000.

En detalle, uno de los ítems, aparece un "*cargo demanda máxima de potencia en horas punta*". Este cobro aplicado, aumenta esta cuenta en \$52.000. El cargo por demanda de potencia en horas punta es por el uso de electricidad desde las 18:00 a las 22:00 horas, es una penalización estipulada en la tarifa de alta tensión. Sin embargo como el agua potable es un bien de consumo permanente, el APR se resigna a pagar el cargo extra.

El tercer cobro adicional, qué resalta es una multa por un ítem desconocido, denominado: "*Multa por Consumo Reactivo*". Sólo éste punto, abultaba la factura en \$63.000. ¿Qué era esta incógnita?

4.4.- Reaccionando a la Incógnita Reactiva

¿Qué es el "Consumo Reactivo"? ¿Por qué multan a la organización comunitaria con este ítem extra? ¿La Energía Reactiva es parte de la Energía Eléctrica?

Todos los motores electricos, transformadores, sistemas de bombeo de agua, entre otros, requieren un campo magnético para su funcionamiento, ocurre con todos los artículos eléctricos que poseen bobina. Generan un campo de energía reactiva y esta, desordena los electrones de la energía eléctrica regular. Es como si al usar electricidad limpia y ordenada, parte de ella se transforma en energía sucia y desordenada que no se puede usar.

Para poder eliminarla o compensarla, es necesario la instalación de baterías de condensadores, que reducen considerablemente la demanda de energía reactiva de la red.

4.5.- Las Energías Parasitarias

Revisando los apuntes del ramo de Electrotecnia, del estimado profesor Gutiérrez, se encuentran las denominadas Corrientes Parasitas. Todo motor eléctrico, genera campos electromagnéticos para funcionar y todo campo electromagnético, tiene fugas de corriente eléctrica. Dicha fuga, produce un desfase de las ondas de voltaje y de corriente, perdiéndose la norma estándar de la red.

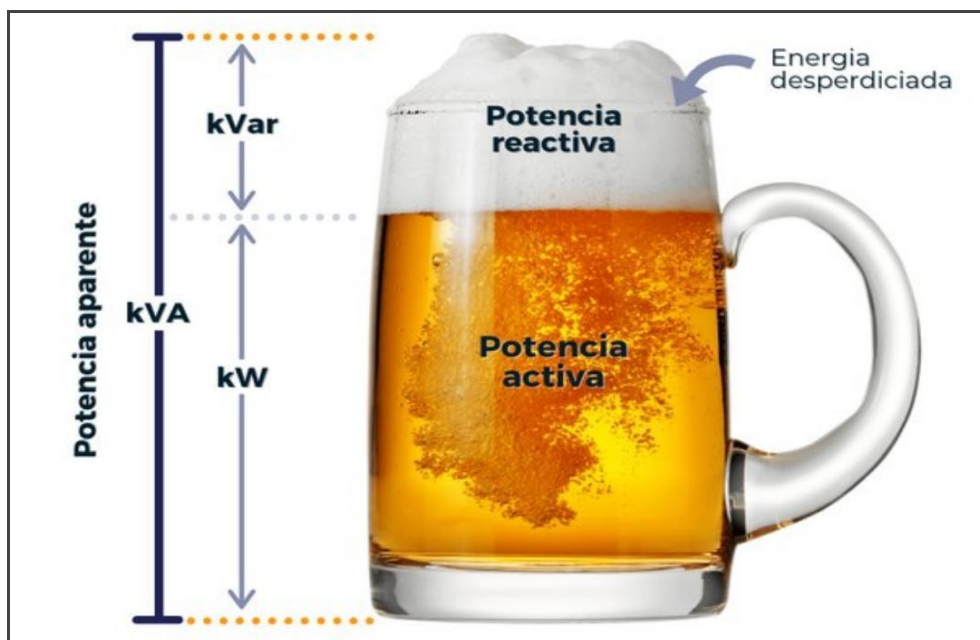


Figura 4.2- Ejemplo explicativo de Energías Parasitarias y Consumo Reactivo.

Al fin se tiene la conclusión de qué era: el Consumo Reactivo. Es esta electricidad sucia y desordenada que produce la bomba hidráulica del APR en su funcionamiento para alimentar de agua a toda la población de La Unión-Ortúzar.

4.6.- El Cobro Anual

Al cabo de un tiempo, se volvió a las oficinas de CGE para recaudar más información. Entonces, se solicitó las facturas del último año a la fecha, para poder confeccionar una tabla resumen anual de consumo del APR, obtener un promedio mensual y proyectar los alcances y magnitud de los cobros de operaciones, a través de los años.

Para poder generar una solución sostenible, es necesario sondear un cálculo estimativo y evaluar las consideraciones económicas de las soluciones a tratar.

En la siguiente tabla, se muestra el Resumen, con los datos obtenidos de los últimos 12 meses de facturaciones del APR, en donde:

- **kW/h:** Consumo de Energía en el periodo de una hora.
- **POT:** Cargo por Demanda Máxima de Pot. Suministrada, en pesos chilenos.
- **HP:** Cargo por Demanda Máxima de Pot. Leída en Hora Pta., en pesos chilenos.
- **REACT:** Multa por Consumo Reactivo, en pesos chilenos.
- **ENERGIA:** Pago por Consumo de Energía, en pesos chilenos.
- **OTROS:** Otros cargos como cargo fijo, transporte, etc. en pesos chilenos.

Tabla Resumen Mensual y Anual de Consumo Eléctrico del APR							
MES	kW/h	POT	HP	REAC	ENERGÍA	OTROS	Total
mar-21	2109	\$ 21.163	\$ 49.009	\$ 51.885	\$ 144.242	\$ 104.816	\$ 371.115
abr-21	2025	\$ 21.162	\$ 49.009	\$ 58.418	\$ 138.465	\$ 103.155	\$ 370.209
may-21	1845	\$ 21.162	\$ 49.009	\$ 56.935	\$ 121.572	\$ 102.314	\$ 350.992
jun-21	1898	\$ 21.162	\$ 50.951	\$ 62.577	\$ 129.748	\$ 98.564	\$ 363.002
jul-21	1890	\$ 21.039	\$ 52.325	\$ 62.805	\$ 129.234	\$ 92.410	\$ 357.813
ago-21	1935	\$ 21.133	\$ 49.647	\$ 60.927	\$ 132.311	\$ 95.225	\$ 359.243
sept-21	1800	\$ 20.972	\$ 49.009	\$ 61.780	\$ 123.081	\$ 87.406	\$ 342.248
oct-21	2137	\$ 20.972	\$ 49.487	\$ 62.819	\$ 146.158	\$ 99.087	\$ 378.523
nov-21	1830	\$ 20.972	\$ 49.898	\$ 48.898	\$ 125.132	\$ 85.653	\$ 330.553
dic-21	2242,5	\$ 20.972	\$ 49.488	\$ 44.759	\$ 153.337	\$ 99.245	\$ 367.801
ene-22	2505	\$ 20.972	\$ 49.487	\$ 45.932	\$ 171.287	\$ 108.337	\$ 396.015
feb-22	1860	\$ 20.972	\$ 49.687	\$ 39.711	\$ 127.895	\$ 85.544	\$ 323.809
Total	24076,5	\$ 252.653	\$ 597.006	\$ 657.446	\$ 1.642.462	\$ 1.161.756	\$ 4.311.323
		6%	14%	15%	38%	27%	100%

Tabla 4.1- Detalle facturación Periodo Marzo 21 a Febrero 22. Fuente: Elaboración propia con datos de Facturas de CGED.

4.7.- Los Cobros que Incomodan

Finalmente acotando las Causas. Al analizar los datos, se distingue que existen 2 factores que encarecen en casi un 30% constantemente las facturaciones:

4.7.1.- Multa por Consumo Reactivo

Esta multa, se debe a que la instalación tiene un Factor de Potencia inferior a 0.93 (tiene 0.615). Se puede evitar e incluso recibir bonificaciones, si el factor de potencia es igual o mayor a 0.97.

4.7.2.- Cargo por Demanda en Potencia Máxima Leída en Hora Punta

Este cargo se debe al uso de energía, dentro del Horario Punta, definido por la Ley 2.224 del Ministerio de Energía, entre las 18:00 y 22:00 horas. Se puede evitar, no utilizando energía del sistema conectado, en ese horario.

5.- DISEÑANDO Y EVALUANDO SOLUCIONES

5.1. Solucionando la Energía Reactiva

Como se mencionó anteriormente, en el punto "4.5.- Energías Parasitarias" (Ver Pág. 17): de los factores más molestos del cobro, con un 15% del total, es la multa por consumo reactivo. Todos los aparatos o cargas que posee un sistema eléctrico, consumen o requieren una cantidad de energía eléctrica que es suministrada desde alguna fuente. Esta energía consumida, se denomina: Energía Activa (kW) y es registrada y facturada por las empresas de suministro eléctrico. La mayoría de los aparatos eléctricos con bobina, por su naturaleza inductiva, como motores, transformadores, o en este caso, bomba hidráulica, generan un porcentaje de energía sucia, que no es utilizable.

Esta energía sobrante, produce un desfase en las ondas de Voltaje y Corriente requiriendo una energía mayor, llamada Energía Aparente (kVA); la diferencia entre la energía aparente y la energía activa se denomina: Energía Reactiva (kVAR). Esta energía no es registrada por el medidor y en realidad, no se consume, sólo se retiene entre la carga y la red.

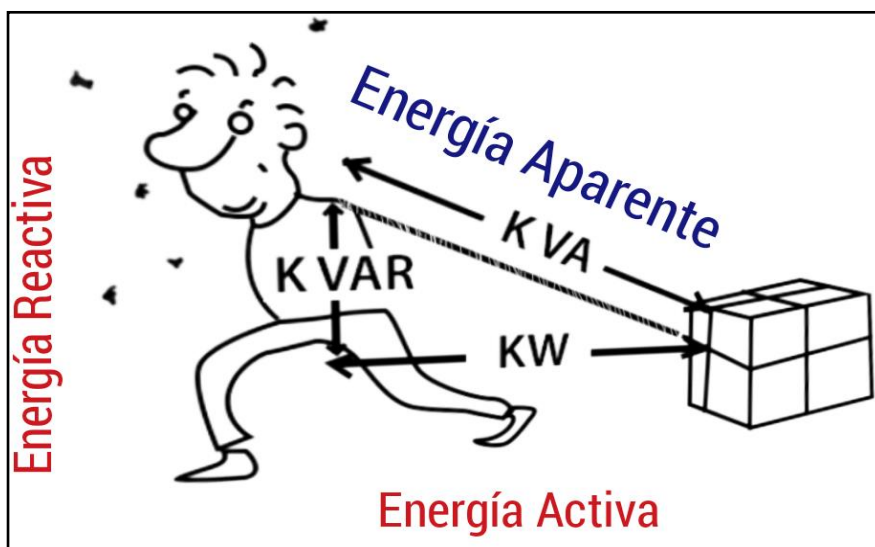


Figura 5.1.- Diagrama de la Energía Aparente o Triángulo de Potencias.

El hecho de transportar una energía mayor a la que se consume, requiere que los conductores, transformadores y demás dispositivos, que participan en el suministro energético, sean más robustos y más costosos. Además, si hay una gran cantidad de usuarios en esta condición, provocan altibajos de tensión, sobrecalentamiento, cortes de electricidad, etc. que disminuyen la calidad del servicio. Es por eso, que la empresa toma medidas para castigar la utilización de energía reactiva e incentivar a corregir sus instalaciones.

5.2.- Cálculo del Banco de Condensadores

Utilizando los datos que nos entrega la compañía, en la factura (Anexo 1, Pág. xx), como modelo representativo de las instalaciones del APR. El Factor de Potencia actual es **FP_A=0.615**, lo cual está muy bajo a los 0.93 mínimos, para no recibir multas y aún más, de los 0.97 que podrían obtener alguna bonificación.

Por consiguiente, resulta imprescindible *aumentar el factor de potencia*, mediante el aporte de cargas capacitivas (condensadores), para cumplir con el mínimo.

El objetivo, por lo tanto, será: *subir el factor de potencia* a 0.98, disminuyendo la Energía Reactiva: "**Q_R**" *utilizando cargas capacitivas* (Ver Cap.5.6.2 Potencia Reactiva, pág.28).

Con el procedimiento desarrollado a continuación, se calcula la dimensión de un Banco de Condensadores, adecuado para las instalaciones actuales:

La Energía Activa del APR, es su Potencia:

$$P = 8.265 \text{ [kW]}$$

...que corresponde a la potencia máxima leída. Con ella, se calcula la Energía Aparente Actual:

$$FP_A = \frac{P}{S_A} \Rightarrow \frac{8,265}{S_A} = 0,615 \Rightarrow S_A = 13,439 \text{ [kVA]}$$

Así, se obtiene la Energía Reactiva Actual del sistema:

$$S_A^2 = Q_A^2 + P^2 \Rightarrow Q_A = (13,439^2 - 8,265^2)^{1/2} = Q_A = 10,597 \text{ [kVAR]}$$

Ahora, con el factor deseado, se calcula la Energía Aparente Deseada:

$$FP_D = \frac{P}{S_D} \Rightarrow \frac{8,265}{S_D} = 0,98 \Rightarrow S_D = 8,433 \text{ [kVA]}$$

Luego, se calcula la Energía Reactiva Deseada:

$$S_D^2 = Q_D^2 + P^2 \Rightarrow Q_D = (8,433^2 - 8,265^2)^{1/2} = Q_D = 1,674[\text{kVAR}]$$

Finalmente, se obtiene la Energía Capacitiva que se debe instalar, para obtener el factor de potencia deseado. En Conclusión:

$$Q_C = Q_A - Q_D = 10,597 - 1,674 = 8.922[\text{kV AR}]$$

Se necesita, al menos, un banco de condensadores de 9 [KVAR].

5.3.- Banco de Condensadores Trifásicos

Un Banco de Condensadores Trifásicos, está compuesto principalmente, por los siguientes componentes:

- **Uno o más condensadores:** Los condensadores son los que aportan las cargas capacitivas al sistema para compensar las cargas inductivas y mejorar el factor de potencia.
- **Controlador de factor de potencia:** Elemento electrónico que conecta y desconecta automáticamente los condensadores a medida que el factor de potencia varía.
- **Contactores:** Conectan los condensadores con el regulador de FP, poseen una resistencia para descargar el condensador cuando se dejó de utilizar, y así esté preparado para una nueva conexión al sistema.
- **Interruptores automáticos:** Se utilizan por seguridad cuando se supera la corriente máxima. Uno principal y para cada condensador.
- **Gabinete:** Caja de metal donde se instalan todos los elementos del banco de condensadores.
- **Otros:** Líneas, luces piloto, tornillos, entre otros.

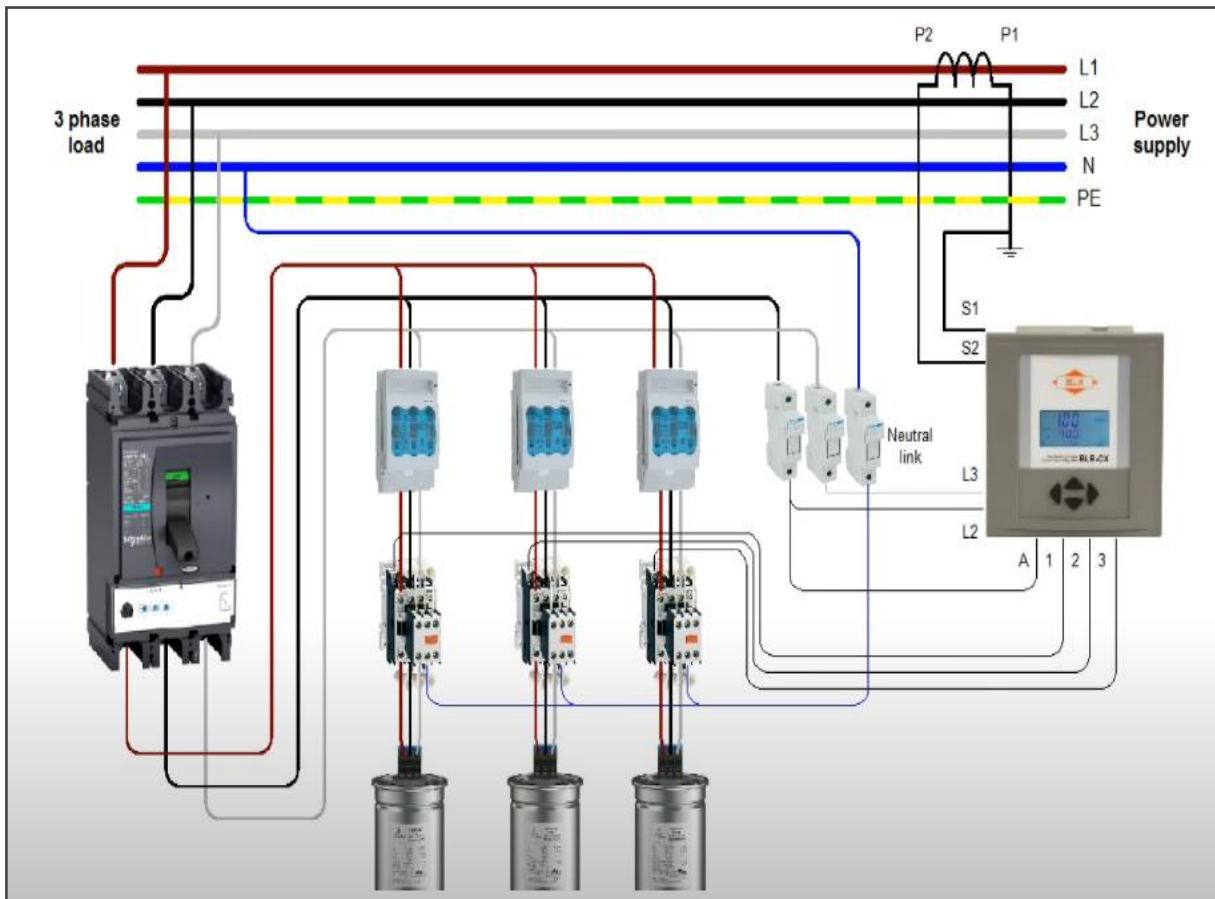


Figura 5.2.- Diagrama de Conexión representativo de un Banco de Condensadores Trifásicos.

5.4.- Cargo Hora Punta

De los 2 factores, el segundo más costoso, con un 14% del total de la facturación, es el Cargo por Demanda Potencia Máxima leída en Hora Punta. Este cargo se debe al uso de energía, dentro del horario punta, definido entre las 18:00 y 22:00 horas.

Lógicamente, el cobro se puede evitar al no utilizar energía del sistema conectado en ese horario. La energía necesaria, se puede obtener desde un Sistema Fotovoltaico Híbrido, que permita almacenar energía durante el día, para utilizarla en hora punta y además pueda entregar el excedente al sistema conectado.

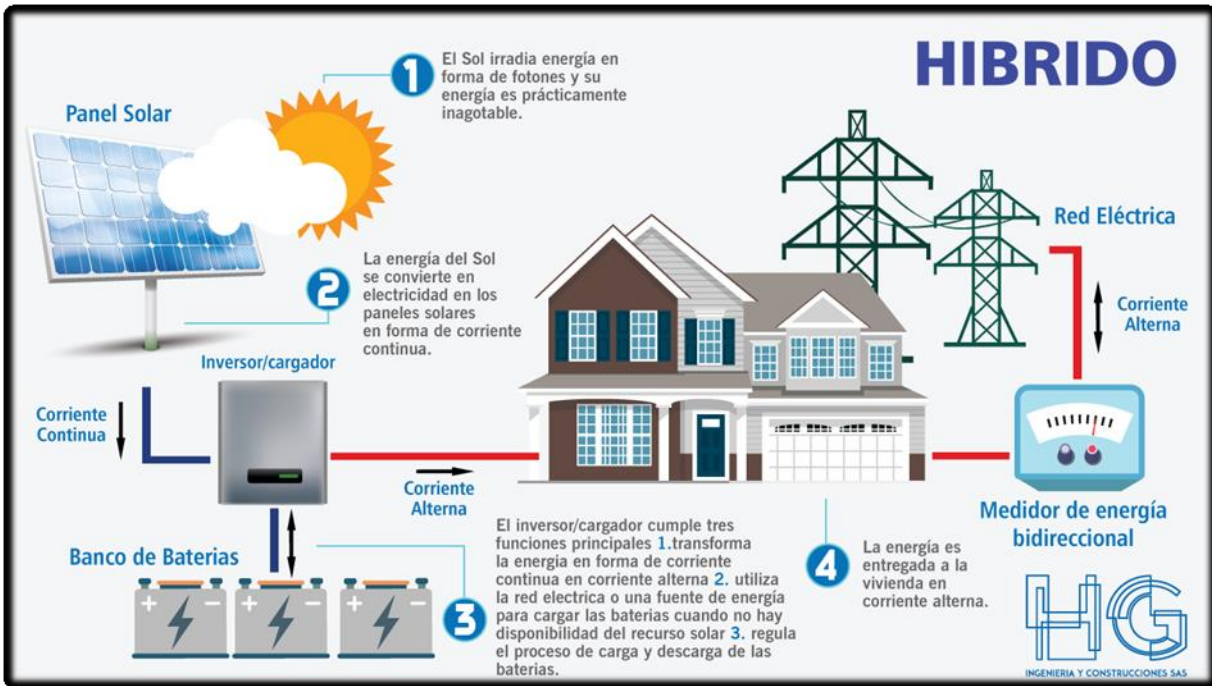


Figura 9.- Sistema Fotovoltaico Híbrido

Para crear un diseño de Sistema Fotovoltaico Híbrido se debe tener claro el nivel de potencia requerido y el tiempo de utilización de las cargas conectadas al sistema.

5.5.- Dimensionamiento del Sistema SFV

A continuación se realiza el procedimiento adecuado para dimensionar los distintos elementos que conforman un sistema solar fotovoltaico híbrido.

5.5.1.- Determinación del Consumo Energético Diario Estimado:

La Potencia Total Conectada, será considerada como la Máxima Potencia Leída:

$$P_{AC} = 8,265[kW]$$

...y el uso diario necesario, para evitar la multa, son las 4 Horas Punta. Al multiplicar estos factores, se obtiene la Energía Diaria requerida, que es:

$$8,265[kW] \times 4[h] = 33,06[kWh]$$

...se le aplica un factor de seguridad de 1.33 para contemplar futuras expansiones del sistema, obteniéndose un consumo energético total, de:

$$CE_{total} = 43,97[kWh]$$

5.5.2.- Determinación de la Potencia Simultánea esperada:

La Potencia Simultánea esperada, en este caso, será la Potencia Máxima:

$$P_{AC} = 8,265[kW]$$

Para obtener la potencia del inversor de corriente, se multiplica por un factor de seguridad de 1.5 para evitar fallas (Ecuación 14. Ver Pág 32), obteniéndose:

$$P_{inversor} = 12,5[kW]$$

5.5.3.- Cálculo de Cantidad de Paneles Fotovoltaicos:

Se consideran en el diseño paneles de **MPP = 450 [W]** y además se considera 2 horas de irradiación máxima en invierno. (Ecuación 9 y 10. Ver Pág. 30):

$$E_{panel} : 0,9 * 450 * 2 = 810[Wh] = 0,810[kWh]$$

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \frac{CE_{total}}{E_{panel}} = \frac{43,97}{0,81} = 54,28 - > 54 \text{ Paneles}$$

Se calculan 54 paneles solares monocristalinos de 450 [W].

5.5.4.- Especificaciones Técnicas del Panel Monocristalino

Electrical Performance (STC)

Maximum Power (Pmax)	435	440	445	450
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.5	40.7	40.8	41.0
Maximum Power Current (Imp)	10.74	10.82	10.90	10.98
Open-circuit Voltage (Voc)	49.0	49.2	49.4	49.6
Short-circuit Current (Isc)	11.31	11.39	11.46	11.53
Module Efficiency(%)	20.01%	20.24%	20.47%	20.70%

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.

*Measuring tolerance: 0~+5W

Ta

bla 13.- Parámetros del Panel Solar 450 [W]

5.5.5.- Configuración de los Paneles:

Se dispondrán los paneles en forma de 3 strings de 19 paneles cada uno, obteniéndose un voltaje de $V_{SFV} = 432[V]$ y una potencia total en paneles de 24.3 [kW].

5.5.6.- Cálculo de la Superficie requerida:

El área total de cada panel es de 2.17 [m²] por panel, en total se requieren al menos 120 [m²] (117.18) para los 54 paneles.

5.5.7.- Cálculos de las Baterías:

Se consideran $N_{dias} = 3$ días de autonomía al ser una instalación de uso diario y un $DOD = 0,6$ para baterías de Gel, Utilizando la ecuación (11) (Pág. 31):

$$I_{bat} = 1,15 * \frac{3 * 43,97}{216 * 0,6} = 958[Ah]$$

Considerando el uso de baterías de ciclo profundo Gel de 12 [V] y 200 [Ah] se necesitarían 5 conectadas en serie para suplir el consumo.

5.5.8.- Cálculo de los parámetros del regulador de carga:

Considerando una corriente de corto circuito del panel $I_{SC}=11.53$ [A] se utiliza la ecuación (13) (Pág. 31) para calcular la corriente total del regulador de carga.

$$i_{RC-total} = 1,25 * 5 * 11,53 = 72[A]$$

5.5.9.- Cálculo del factor de forma:

Para el panel FV seleccionado, se tiene una máxima potencia:

$$MPP = 450[W]$$

...una corriente de corto circuito, igual a:

$$I_{SC} = 11,53[A]$$

...y una Tensión de Circuito Abierto

$$V_{OC} = 49,6[V]$$

Así por medio de la ecuación (5) (Pág. 38):

$$FF = \frac{MPP}{I_{SC} * V_{OC}} = \frac{450}{11,53 * 49,6} = 0,78$$

5.5.10.- Rendimiento:

Considerando que la irradiación directa efectiva promedio diaria del mes de julio del sector es $G_{ef} = 297[W/m^2]$ utilizamos la ecuación (6) (Pág. 29):

$$\eta = \frac{450}{2,19 * 386} = 53 \%$$

5.5.11.- Temperatura de operación:

Considerando que la temperatura ambiental promedio para enero de $T_a = 20^\circ C$, una temperatura superficial de $T_s = 40^\circ C$ y una irradiación directa efectiva promedio diaria en Enero de $G_{ef} = 561[W/m^2]$, mediante la ecuación (8) (Pág. 30):

$$T_{op} = T_a + \frac{(T_s - T_a) * G_{ef}}{G} = 31,62^\circ C$$

$G=1000 W/m^2$ referencia.

5.6.- Cálculos Anexos y Conceptos Necesarios

Dentro de la vorágine de fórmulas y cálculos, agregamos todas aquellas ideas y conceptos que tuve que pasar, para llegar al Diseño correcto, en la Jerarquización de las ideas que fundamentan este proyecto.

5.6.1.- Potencia Eléctrica Activa

Todos los aparatos eléctricos transforman la energía eléctrica en algún equivalente como calor, luz, sonido, rotación, torque, momento, etc. Esa energía consumida, se denomina Activa, la cual es registrada por los medidores y facturada al consumidor, en éste caso el APR. Se denomina con la letra **P** y se mide en kilowatts [kW]

5.6.2.- Potencia Reactiva

Además de consumir potencia activa **P** para producir trabajo, los motores, transformadores y demás equipos similares requieren un suministro de potencia Reactiva para generar un campo magnético necesario para su funcionamiento. La Potencia Reactiva por sí misma no produce ningún trabajo; se simboliza con la letra **Q_R** y sus unidades son los Volts-Ampers reactivos [VAr].

5.6.3.- Potencia Aparente

La potencia total o aparente es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, su símbolo es **S** y sus unidades se expresan en Volts-Amper [VA].

5.6.4.- Triángulo de Potencias

El triángulo de potencias no es más que la suma geométrica de la potencia reactiva con la potencia activa obteniéndose la potencia aparente.

La siguiente figura puede ser usada para ilustrar las diferentes formas de potencia eléctrica y como se relacionan entre sí:

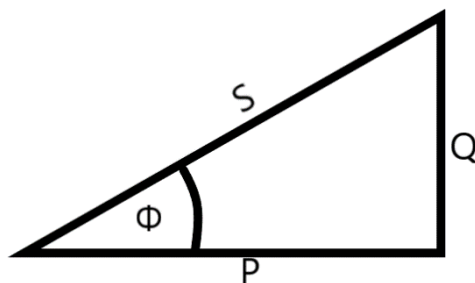


Figura 10: Triangulo de Potencias

De la figura se pueden deducir:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

Además:

$$\cos \Phi = \frac{P}{S} \quad (2)$$

5.6.5.- Factor de Potencia

El Factor de Potencia **FP** es la relación entre la Potencia Activa y la Potencia Aparente y está definido por la siguiente ecuación:

$$FP = \frac{P}{S} \quad (3)$$

....y por tanto:

$$FP = \cos \Phi = \frac{P}{S} \quad (4)$$

El Factor de Potencia expresa en términos generales el correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, puede tomar valores entre 0 y 1, siendo 1 el máximo valor del FP e indica el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica.

5.6.6.- Factor de Forma

El factor de forma **FF** es un coeficiente adimensional que relaciona los datos de corriente de corto circuito **I_{SC}** y Voltaje de circuito abierto **V_{OC}** , entregados por el fabricante, y la máxima potencia **MPP** que es capaz de entregar el panel. La relación es la siguiente:

$$MPP = FF * I_{SC} * V_{OC} \quad (5)$$

5.6.7.- Rendimiento

La Eficiencia de un Panel Solar FV, representa, la relación entre la Máxima Energía obtenida a través de las celdas del panel **MPP** , versus, la Energía de Irradiación Solar que incide en el panel.

$$\eta = \frac{MPP}{A * G_{ef}} = \frac{FF * I_{SC} * V_{OC}}{A * G_{ef}} \quad (6)$$

...siendo **G_{ef}** la irradiación efectiva sobre la superficie en el sitio que se expresa en [W/m²], y **A** es el área del panel en [m²].

5.6.8.- Temperatura de Operación

El principal mecanismo para la disipación del calor, en los paneles planos terrestres, es la convección. Los procesos radiativos, son secundarios, aunque no despreciables. El balance energético entre la potencia eléctrica entregada por el módulo FV (**P_m**), la potencia calórica disipada para un panel de superficie (**A_m**) y la irradiación efectiva, queda recogida en la ecuación:

$$A_m * G_{ef} = P_m + q_m \quad (7)$$

Asimismo, la temperatura de operación (T_{op}) del panel se puede estimar en función de la temperatura ambiental y el flujo de calor disipado por convección, o con una temperatura superficial:

$$T_{op} = T_a + \frac{q_m}{A_m * 4\epsilon\sigma T_a^3} = T_a + \frac{(T_s - T_a)G_{ef}}{G} \quad (8)$$

5.6.9.- Número de paneles

Los paneles fotovoltaicos, en conjunto, siempre deben otorgar una mayor tensión que la de trabajo, ya que habrá ocasiones climáticas, en que no estén al 100% de rendimiento. Por ejemplo, para una potencia de 3500 W, se podría instalar un SFV de 48 V, para lo cual se eligen paneles a 24 V, que se conectarían en pares en serie, para obtener 48 V. Esencialmente, con los paneles FV en serie, se suman las tensiones y en paralelo, se suman las intensidades. Las asociaciones de paneles en serie, se conocen como *Strings*.

$$N_{paneles} = \frac{CE_{diario}}{E_{panel}} \quad (9)$$

Para poder determinar la energía de cada panel, se utiliza una fracción de la potencia máxima del panel **MPP** y se multiplica por la cantidad de horas de máxima irradiación $H_{max,i}$. Esto se hace para asegurar que el voltaje suministrado por los paneles es el suficiente para su utilización.

$$E_{panel} = 0,9 * MPP * H_{Max,i} \quad (10)$$

5.6.10.- Elección de tensión de corriente continua

Para la elección de tensión de instalación de corriente continua, normalmente se utilizan las siguientes tensiones en función de la potencia en los siguientes rangos:

Rangos de Tensión y Potencia	
Potencia [W]	Voltaje [V]
<1500	12
1500-5000	24-48
>5000	120-300

Tabla 14: Referencias de voltajes para distintas potencias de sistema.

5.6.11.- Cálculo de baterías

Se establecen los días de autonomía requeridos, es decir los días en que la instalación puede funcionar solo con la energía almacenada en las baterías. Para las instalaciones de uso diario se suelen disponer 3 ó 4 días.

En las baterías de Litio suele indicarse directamente la energía (consumo) que puede almacenar la batería en unidades [kWh/día]. Sin embargo, dado que las baterías de litio todavía son muy caras, la mayoría de los SFV utilizan baterías estacionarias OPzV (gel) u OpzS (ácido), que se venden como unidades o vasos independientes de 4 [V]. En dichos casos hay que interconectar las unidades en serie para sumar las tensiones hasta alcanzar el voltaje total de salida deseado; por ejemplo 48 [V] = 12 baterías.

Otro factor a tener en cuenta es la profundidad de descarga (*DOD*) que es el porcentaje máximo de la energía total de la batería que se puede descargar en un ciclo completo (carga y descarga). Suele operarse con un 50 % a 80 % de *DOD* (comúnmente 60 %). En las de litio puede lograrse casi el 100%, pero es mejor 80-90%.

La capacidad del banco de baterías para cierto periodo de almacenamiento, se determina dividiendo el consumo energético diario por la tensión de trabajo del SFV y su profundidad de descarga. Se suele sobredimensionar un 15% para controlar la temperatura y rendimiento, de tal manera que se dimensiona la capacidad en [Ah]:

$$I_{bat} = 1,15 * \frac{N_{dias} * CE_{dia}}{V_{SFV} * DOD} \quad (11)$$

5.6.12.- Cálculo del regulador de carga

Este dispositivo tiene que ser capaz de controlar potencias iguales a las de suministro máximo que proceda de los paneles (durante el proceso de carga) y la máxima potencia demandada por los receptores o electrodomésticos (descarga); en caso contrario se quemaría. Lo que se recomienda es que sean capaces de aguantar un 25 % más de la intensidad de cortocircuito total I_{SC} de los paneles fotovoltaicos conectados en paralelo.

Es decir, la capacidad del regulador de carga conectado a las baterías sería:

$$I_{RC-total} = 1,25 * N_{paneles-par} * I_{sc} \quad (12)$$

En caso que el regulador de carga se conecte directamente al inversor de corriente, se define la capacidad del regulador como la intensidad de consumo para una potencia total en corriente alterna y el voltaje de operación en corriente continua del SFV :

$$I_{RC-total} = 1,25 * \frac{P_{AC}}{V_{SFV}} \quad (13)$$

5.6.13.- Capacidad del Inversor

La capacidad del inversor se debe sobredimensionar con un 50% sobre la potencia conectada del APR por los saltos de potencias en el arranque de la bomba:

$$P_{inversor} = 1,5 * P_{AC} \quad (14)$$

6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se evaluaron económicamente, las soluciones, bajo un IPC promedio histórico de 3% (Banco Central), una tasa de descuento de 6% (proyecto social) y un horizonte de periodos del proyecto, según la vida útil de los equipos críticos de cada sistema, tanto por separado como juntos. Se calculan los indicadores económicos VAN, TIR y Payback, para determinar cuál es la mejor opción de inversión.

6.1.- Banco de Condensadores

Se cotizan, en el mercado, los componentes principales para estimar el costo del banco de condensadores (Anexo 2), se considera un banco de 18 [KVAR] (6 condensadores de 3 [KVAR] cada uno) para optimizar el uso del regulador de factor de potencia (el más pequeño que existe, es de 6 pasos) y para futuras expansiones:

ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
REGULADOR COS FI 6 PASOS T406D	1	\$ 153.679	\$ 153.679
CONDENS. TRIF. 3KVAR 400V RTR	6	\$ 19.004	\$ 114.024
CONTACTOR TRIP.ST35 40A BOB.200VCA	6	\$ 50.931	\$ 305.586
INT. AUT. 3X32A CURVA C 6K LEGRAND	6	\$ 40.668	\$ 244.008
INT. AUT. 3X40A CURVA C 6K LEGRAND	1	\$ 40.668	\$ 40.668
GAB.MET.1200X800X300 IP65 C/PTA INT	1	\$ 265.468	\$ 265.468
LUZ PILOTO 220V 22mm ROJO	6	\$ 888	\$ 5.328
OTROS 15%			\$ 256.245
TOTAL MATERIALES			\$ 1.385.006
30% MANO OBRA			\$ 409.257
TOTAL			\$ 1.794.263

Tabla 6.1- Cotización Electricidad Curicó 14/12/2021 (Anexo 2) y mano de obra estimada.

La vida útil estimada de las baterías de condensadores es de 10 años, por tanto, la vida útil del banco de condensadores, se limita a esos 10 años, aunque los demás componentes tengan una vida útil mayor. Con la instalación de este equipo se evita la multa por energía reactiva que en el periodo Dic-20 a Nov-21, alcanzo el valor anual de \$675.744 pesos y será actualizado acorde al

IPC de 3%. Con los datos de inversiones, ahorros, tiempo y tasas de interés se analiza económicamente obteniendo los siguientes indicadores económicos:

Indicadores Económicos Banco de Condensadores	
VAN	\$ 2.457.736
TIR	31%
Payback	Año 3

Tabla 6.2- Cotización según Flujo de Caja (Anexo 5)

6.2.- Sistema Fotovoltaico

Se cotizan en el mercado, los principales elementos para estimar el costo total de inversión:

ELEMENTO	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
PANEL FV 450 W	\$ 162.000	54	\$ 8.748.000
BATERIA CICLO PROFUNDO 12V 200 Ah	\$ 259.000	5	\$ 1.295.000
INVERSOR HIBRIDO 15 KW	\$ 4.320.000	1	\$ 4.320.000
OTROS 5%			\$ 718.150
SUBTOTAL			\$15.081.150
MANO DE OBRA 30%			\$ 4.524.345
TOTAL			\$19.605.495

Tabla 6.3- Cotización Paneles Fotovoltaicos (Anexo 3)

Se considera una vida útil, del sistema fotovoltaico, de 20 años, donde la energía generada, producirá dos tipos de ahorros: en primer lugar, se evitará la multa por el uso de energía en horario punta y segundo se ahorrará por la energía no consumida de la red.

La multa por hora punta, alcanzó los \$595.370 pesos en el periodo Dic-20 a Nov-21, que será actualizado acorde al IPC. Los ahorros anuales, por energía generada, se obtienen mediante el uso del Explorador Solar de Chile, donde la energía generada, será utilizada en el APR.

Empresa	CGED
Tipo de Tarifa	AT4.3
Valor Tarifa	82.89 \$/kWh
Energía Generada Anualmente	32707 kWh
Ahorro anual	\$ 3.226.160

Tabla 6.4- Ahorros anuales por energía generada. Fuente: Explorador Solar de Chile.

<https://solar.minenergia.cl/exploracion>.

Con los datos de inversiones, ahorros, tiempo y tasas de interés se analiza económicamente obteniendo los siguientes indicadores económicos:

Indicadores Económicos	
VAN	\$ 8.864.319
TIR	12%
Payback	Año 8

Tabla 6.5- Ver anexo 6 y 7 flujo de caja

6.3.- Ambos juntos

AL analizar ambos escenarios juntos se obtiene un mejor resultado en el ciclo de vida del proyecto, se obtienen los siguientes indicadores económicos:

Indicadores Económicos	
VAN	\$13.854.106,54
TIR	14%
Payback	Año 7

Tabla 6.6- Indicadores Ambos escenarios. Ver anexo 8 y 9 flujo de caja.

7.- CONCLUSIONES

Los descubrimientos, aportes y hallazgos de esta Tesis, se enmarcan al final de un largo camino que termina bien para los vecinos de La Unión-Ortúzar. Resulta muy posible, que si no hubiésemos tomado el caso o adquirido un compromiso fuerte para llevarlos a buen puerto, que aún estuviesen buscando algún organismo que los apoye y les permita crecer.

7.1.- Tarea para la casa

A mediados de Octubre del 2020, dejamos de formar parte del Serplac de Romeral. Sin embargo, nuestra responsabilidad con el proyecto y la ayuda que podíamos ofrecer socialmente, a los vecinos del APR, nos empujaron a tomar la decisión de continuar con el proyecto. Ya eran parte de nuestro desarrollo personal y nuestro proyecto de título. Era imposible dar la espalda a tantas personas, una vez que ya habíamos avanzado tanto.

Informamos al APR, al Serplac y a nuestro profesor guía y seguimos adelante.

Uno de los Hallazgos más preocupantes de la investigación fue que los miembros del comité no siempre son personas adecuadas para la administración de un APR. La unidad técnica no se hace cargo cuando la base funcional del APR no trabaja de forma adecuada, llevando a estas organizaciones comunitarias a la quiebra.

7.2.- La reunión con el Alcalde

Al tener claras las dimensiones del proyecto y ya cotizado un presupuesto base, nos comunicamos con Don Jorge Farías, presidente del APR y explicamos el análisis y el proyecto de nuestro plan. Sugerimos programar una reunión con el alcalde, para evaluar hasta dónde podíamos llegar con el proyecto, a través de la vía municipal.

El 20 de octubre de 2022, pedimos audiencia con la Ilustre municipalidad de Romeral. La reunión se llevó a cabo el 8 de noviembre. Nos reunimos frente a la plaza de Romeral, con el presidente del APR e ingresamos al edificio municipal. Exactamente, a las 9:30 de la mañana, el Serplac, asistentes técnicos del Subdere y el alcalde Carlos Vergara, nos recibieron en su oficina. Estando ya reunidos, distribuimos carpetas con un breve resumen de este documento. Expusimos el problema y el proyecto de solución. Comentamos los cálculos y el análisis científico de las variantes y durante gran parte de la mañana, comentamos las aristas del presupuesto de realización. En sus caras se veía, que el proyecto había sido acogido y nuestra demanda, escuchada.

Tras algunas preguntas, la propuesta fue aceptada, evaluaron el presupuesto positivamente y lo consideraron como "*absolutamente viable*".

Las autoridades propusieron buscar alternativas diversas de financiamiento, sugirieron la ampliación de la matriz y financiar este proyecto a través de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP. Un profesional acotó que se requerirían más metros cuadrados de superficie, para poder construir el proyecto de paneles solares fotovoltaicos. Se sugirió inmediatamente, que la mejora de los elementos existentes, debían postularse mediante SubDeRe. El último punto a remarcar, es que todo el cuerpo de profesionales, solicitaba una visita en terreno.

7.3.- La visita en terreno

El 24 de noviembre del 2022, se llevó a cabo la visita en terreno, con la felicidad de todos los asistentes. El comité del APR, no cabía más en su alegría. La visita de asistentes técnicos del SubDeRe y un profesional del Serplac Romeral, eran el máximo indicio de que el proyecto, se embarcaba por un camino hacia su consolidación.

Un vecino, al ver la pronta respuesta municipal, decidió, donar 1000 m² en el mismo predio del pozo, al APR. De esta manera, la municipalidad no debería perder tiempo en buscar un terreno y conseguir financiamiento para adquirirlo.

Los profesionales, midieron y evaluaron visualmente el terreno, que se proyectaba para la instalación de los paneles solares. Ordenando inmediatamente, la utilización de maquinaria pesada para mejorar el acceso al lugar. Al ver la plena colaboración de toda la comunidad, el SubDeRe y el Serplac, comentaron todo su apoyo para este proyecto.

En la actualidad, este proyecto de tesis está en etapa de formulación, para ser presentado en la Licitación Pública de la Dirección de Obras Hidráulicas de la Región del Maule. Esta licitación, fue publicada en el Diario Oficial el pasado 22 de diciembre de 2022 y considera un presupuesto de 60 millones de pesos para el Diseño de Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR La Unión, Romeral. (Ver Anexo 14. Pág. 53)

7.4.- En Conclusión

La ejecución de este hermoso proyecto está en un futuro muy cercano. Poder desplegar toda la ayuda para la comunidad campesina, es sin duda, un resultado totalmente inesperado, en el proceso de este trabajo. Que un problema, se haya transformado en investigación y en una idea o proyecto, es una cosa totalmente admirable, sin embargo, que la investigación haya conseguido que la entidad gubernamental disponga de presupuesto para su realización, y así materializar la ayuda a los vecinos del sector, es una retribución interna tremenda.

8.- REFERENCIAS

Ehrlich, R., Geller, H. A., & Cressman, J. R. (2022). *Renewable Energy: A First Course* (3rd ed.). CRC Press.

Flores, Alex. Apuntes MEC386 Curso ERNC UTFSM, 2021

Gutiérrez, E. Apuntes ELI270 Fundamentos de Electrotecnia UTFSM, 2016

Karassik, I. J. (2017). *Centrifugal Pump Clinic, Revised and Expanded (Mechanical Engineering Book 68) (English Edition)* (2.^a ed.). CRC Press.

Sterling SIHI. (2003). *Principios Básicos para el Diseño de instalaciones de Bombas Centrifugas* (7ma Edición Ampliada).

9.- ANEXOS

9.1.- Anexo 1: Factura detallada CGED



CGE
COMPAÑÍA GENERAL DE
ELECTRICIDAD S.A.
RUT: 76.411.321-7
GIRO: Transmisión, transformación
y distribución de energía eléctrica,
prestación de servicios administrativos,
de ingeniería, entre otros, inversiones
en bienes de capitales mobiliarios.
CASA MATRIZ: Av. Presidente Resco
5561, Piso 17, Las Condes

N° de Cliente **5850524**

DATOS DEL CLIENTE
Sr.(a):
COMITE AGUA POTABLE RURAL
ORTUZAR LA UNION
Dirección de envío:
RAMON FREIRE S/N BIEN COMUN 3
SECTOR LA UNION ROMERAL
Rut: 65.976.120-3
Giro: CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE AGUA
Dirección comercial: RAMON
FREIRE S/N ROMERAL
Ruta: G3322011-0018 Var.Corresp.: CWEB

Fecha de emisión:
30/AGO/2021

R.U.T 76.411.321-7
FACTURA ELECTRONICA
N° 16473372
S.I.I.-SANTIAGO ORIENTE

DATOS DEL SUMINISTRO
Dirección: RAMON FREIRE S/N BIEN
COMUN 3 SECTOR LA UNION
Tipo de tarifa contratada: AT 4.3
Sector Tarifario: Romeral STxE-1-A
Potencia conectada: 259.80
Fecha limite para cambio de tarifa:
01/03/2022
Fecha término de tarifa: 31/03/2022

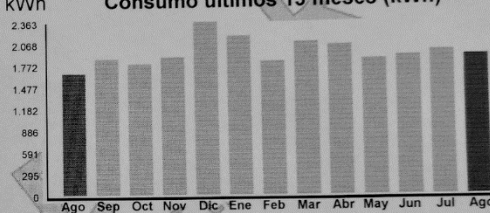
DETALLE DE LECTURA / CONSUMO E INYECCIÓN
Periodo de lec. 30/JUL/2021 - 30/AGO/2021 Posible próx. lec. 29/SEP/2021

N° MEDIDOR	PROPIEDAD	LEC. ANT.	LEC. ACT.	CTE	CONSUMO	UN.
50340691	Cliente	12.037	12.289	7,5	1.890	kWh
50340691	Cliente	20.476	20.799	7,5	2.422,5	kVArh

Demanda leída Horas Punta: 8,183 kW
Demanda máxima leída: 8,265 kW

Factor de Potencia: 0,615
Consumo referencia: 1.549 kWh (30 días)

Consumo últimos 13 meses (kWh)



Fecha de corte a partir de:

Total neto: \$ 299.909
19% IVA: \$ 56.983
Total exento: \$ 921
Total factura: \$ 357.813
Otros: \$ -21.113
Total a pagar: \$ 336.700

Fecha de vencimiento: 15/SEP/2021
Ultimo Pago: \$ 710.600, el 03/AGO/2021 en Sencillo

Cliente suscrito a envío electrónico

Compensaciones SEC por interrupciones internas y externas
PERIODO JUL 2020 - JUN 2021 / COSTO FALLA: \$/kWh 618.42 MONTO A
COMPENSAR: \$21.131 / ENERGÍA NO SUMINISTRADA (ENS) 17,1400 kWh.

VALORES SIN IVA INCLUIDO/TARIFAS FIJADAS SEGÚN DECRETO N°11T/2016
(PUBLICADO EN DIARIO OFICIAL EL 24-08-2017)

DETALLE DE LA CUENTA / FACTURACIÓN

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor
Servicio Eléctrico			300.830
Administración del Servicio		\$	1.359
Transporte de Electricidad		\$	32.199
Cargo por Servicio Público		\$	921
Electricidad Consumida (1.890 kWh)		\$	129.234
Cargo por Demanda Máxima de Potencia Suministrada (8,28 kW)		\$	21.039
Cargo Demanda Máxima Leída de Potencia en Horas Punta (8,063 kW)		\$	52.325
Multa por Consumo Reactivo (31 %)		\$	62.805
Interés		\$	948
Otros Cargos			-21.113
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Anterior		\$	85
Ajuste para Facilitar el Pago en Efectivo, Mes Actual		\$	-67
Descuento por Interrupciones del Servicio (Compensación)		\$	-21.131
Total a pagar		\$	336.700

Usted puede recurrir a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, en caso que la Empresa Distribuidora no resuelva satisfactoriamente sus Consultas y Reclamos.

SEC
Superintendencia de Electricidad y Combustibles
600 6000 732
Desde Celulares 2 2 712 7000
www.sec.cl



Timbre Electrónico S.I.I. Reg. 80 de 22/08/2014

CUPÓN DE PAGO

Total a pagar: \$ 336.700



04011624699663585052400003367005

[illegible]

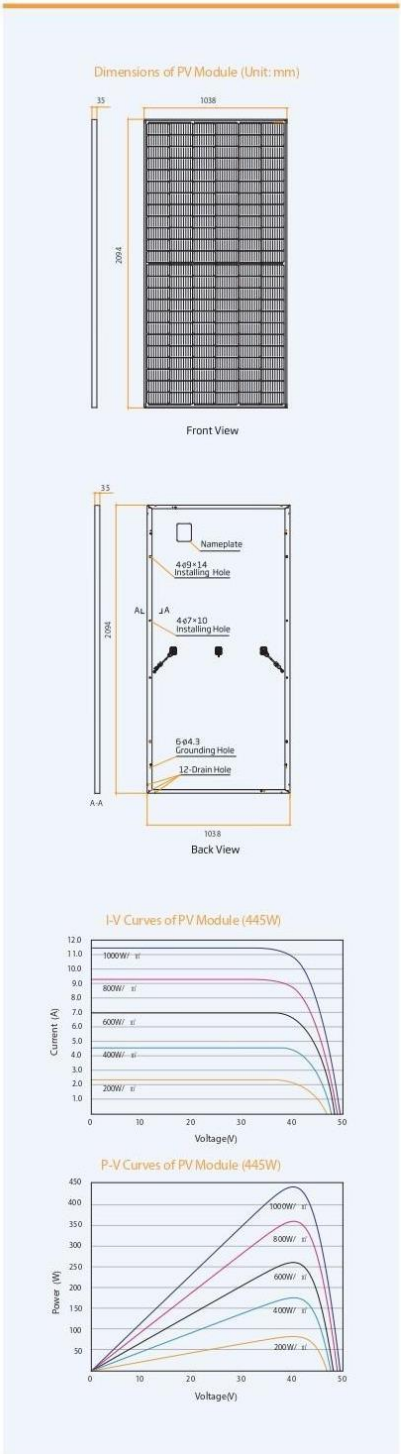
Ventas de Articulos Electricos, Ferreteria y Montaje
Avenida Balmaceda 1135 - Curicó
FONO: 752319733 FONO: 752325499
Email: ventas@electricidadcurico.cl

N° OC:
CC: 01-003
Moneda: 01

Vendedor: Andres F. Saavedra Reyes

Sub Total	13,349,694
Descuento 1	0
Descuento 2	0
Sub Total	13,349,694
Iva	2,536,442
Total	15,886,136

9.4.- Anexo 4: Datasheet Paneles FV



Electrical Performance (STC)

Maximum Power (Pmax)	435	440	445	450
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.5	40.7	40.8	41.0
Maximum Power Current (Imp)	10.74	10.82	10.90	10.98
Open-circuit Voltage (Voc)	49.0	49.2	49.4	49.6
Short-circuit Current (Isc)	11.31	11.39	11.46	11.53
Module Efficiency(%)	20.01%	20.24%	20.47%	20.70%

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: 0~±5W

Electrical Data (NMOT)

Maximum Power (Pmax)	329	333	336	340
Maximum Power Voltage (Vmp)	38.2	38.4	38.5	38.7
Maximum Power Current (Imp)	8.61	8.68	8.73	8.80
Open-circuit Voltage (Voc)	46.3	46.4	46.6	46.8
Short-circuit Current (Isc)	9.11	9.17	9.23	9.28

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

Mechanical Data

Solar Cells	Monocrystalline (166mm)
Cell Orientation	144 [2 x (12 x 6)]
Module Dimensions	2094*1038*35 mm
Weight	23.5kg
Glass	3.2mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68
Output Cables (including Connector)	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Length: 300mm
Connector	MC4 Compatible

Temperature Ratings

NMOT (Nominal Module Operating Temperature)	45°C (±2°C)
Temperature Coefficient of Pmax	-0.33%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.27%/°C
Temperature Coefficient of Isc	+0.56%/°C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

Maximum Ratings

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Maximum Overcurrent Protection	20A

Warranty

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty

Packaging

Modules per box: 30 pieces
40' Container: 660 pieces

9.5.- Anexo 5: Flujo de Caja escenario banco de condensadores

Inversion Inicial	\$ 1.792.389										
IPC	3%										
Tasa de descuento Social	6%										
Vida Útil (años)	10										
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversion Inicial	\$ -1.792.389										
Costos de Operación											
No hay											
Valor Residual											\$ 179.239
Costos de Mantención											
No hay											
Ahorros											
Multa Energía Reactiva	0	\$ 675.744	\$ 696.016	\$ 716.897	\$ 738.404	\$ 760.556	\$ 783.373	\$ 806.874	\$ 831.080	\$ 856.012	\$ 881.693
Total	\$ -1.792.389	\$ 675.744	\$ 696.016	\$ 716.897	\$ 738.404	\$ 760.556	\$ 783.373	\$ 806.874	\$ 831.080	\$ 856.012	\$ 1.060.932
Valor Actual	\$ -1.792.389	\$ 637.494	\$ 619.452	\$ 601.920	\$ 584.885	\$ 568.332	\$ 552.247	\$ 536.617	\$ 521.430	\$ 506.672	\$ 592.419
Acumulado	\$ -1.792.389	\$ -1.154.895	\$ -535.443	\$ 66.478	\$ 651.363	\$ 1.219.694	\$ 1.771.941	\$ 2.308.558	\$ 2.829.988	\$ 3.336.660	\$ 3.929.079
Depreciación lineal											
Inversión	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	
\$ 1.792.389	\$ -	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	\$ 179.239	
Valor Residual	\$ 1.792.389	\$ 1.613.150	\$ 1.433.911	\$ 1.254.672	\$ 1.075.433	\$ 896.195	\$ 716.956	\$ 537.717	\$ 358.478	\$ 179.239	

9.6.- Anexo 6: Flujo caja escenario Instalación SSFV primera parte

Inversion Inicial	\$ 19,605,495											
IPC	3%											
Tasa de descuento Social	6%											
Vida útil (años)	20											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Inversion Inicial	\$-19,605,495											
Costos de Operación												
No Aplica	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Valor Residual												
Costos de Mantención												
Preventivo		\$ -600,000	\$ -618,000	\$ -636,540	\$ -655,636	\$ -675,305	\$ -695,564	\$ -716,431	\$ -737,924	\$ -760,062	\$ -782,864	\$ -806,350
Ahorros												
Multa Energía Reactiva	\$ -	\$ 595,370	\$ 613,231	\$ 631,628	\$ 650,577	\$ 670,094	\$ 690,197	\$ 710,903	\$ 732,230	\$ 754,197	\$ 776,823	\$ 800,127
Energía Generada	\$ -	\$ 3,226,167	\$ 3,322,952	\$ 3,422,641	\$ 3,525,320	\$ 3,631,079	\$ 3,740,012	\$ 3,852,212	\$ 3,967,778	\$ 4,086,812	\$ 4,209,416	\$ 4,335,699
Total	\$-19,605,495	\$ 3,221,537	\$ 3,318,183	\$ 3,417,729	\$ 3,520,260	\$ 3,625,868	\$ 3,734,644	\$ 3,846,684	\$ 3,962,084	\$ 4,080,947	\$ 4,203,375	\$ 4,329,476
Valor Actual	\$-19,605,495	\$ 3,039,186	\$ 2,953,171	\$ 2,869,591	\$ 2,788,376	\$ 2,709,460	\$ 2,632,777	\$ 2,558,264	\$ 2,485,861	\$ 2,415,506	\$ 2,347,143	\$ 2,280,714
Acumulado	\$-19,605,495	\$-16,566,309	\$-13,613,138	\$-10,743,547	\$-7,955,171	\$-5,245,711	\$-2,612,935	\$-54,670	\$ 2,431,190	\$ 4,846,696	\$ 7,193,839	\$ 9,474,553
Depreciación Lineal												
Inversión	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12
\$ 19,605,495	\$ -	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275	\$ 980,275
Valor Residual	\$ 19,605,495	\$ 18,625,220	\$ 17,644,945	\$ 16,664,670	\$ 15,684,395	\$ 14,704,120	\$ 13,723,845	\$ 12,743,570	\$ 11,763,295	\$ 10,783,020	\$ 9,802,745	\$ 8,822,470

9.7.- Anexo 7: Flujo caja escenario Instalación SSFV segunda parte

12	13	14	15	16	17	18	19	20
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
								\$ 980.270
\$ -830.540	\$ -855.457	\$ -881.120	\$ -907.554	\$ -934.780	\$ -962.824	\$ -991.709	\$ -1.021.460	\$ -1.052.104
\$ 824.131	\$ 848.855	\$ 874.321	\$ 900.551	\$ 927.567	\$ 955.394	\$ 984.056	\$ 1.013.578	\$ 1.043.985
\$ 4.465.770	\$ 4.599.743	\$ 4.737.735	\$ 4.879.867	\$ 5.026.263	\$ 5.177.051	\$ 5.332.362	\$ 5.492.333	\$ 5.657.103
\$ 4.459.361	\$ 4.593.141	\$ 4.730.936	\$ 4.872.864	\$ 5.019.050	\$ 5.169.621	\$ 5.324.710	\$ 5.484.451	\$ 5.629.255
\$ 2.216.166	\$ 2.153.444	\$ 2.092.497	\$ 2.033.276	\$ 1.975.730	\$ 1.919.813	\$ 1.865.479	\$ 1.812.682	\$ 2.067.033
\$11.690.719	\$13.844.163	\$15.936.660	\$17.969.936	\$19.945.666	\$21.865.480	\$23.730.959	\$25.543.641	\$27.610.674

año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20
\$ 980.275	\$ 980.275	\$ 980.275	\$ 980.275	\$ 980.275	\$ 980.275	\$ 980.275	\$ 980.275
\$ 7.842.195	\$ 6.861.920	\$ 5.881.645	\$ 4.901.370	\$ 3.921.095	\$ 2.940.820	\$ 1.960.545	\$ 980.270

47

Sistema Fotovoltaico	\$ 19.605.495																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</
----------------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

9.9.- Anexo 9: Flujo caja ambos escenarios segunda parte

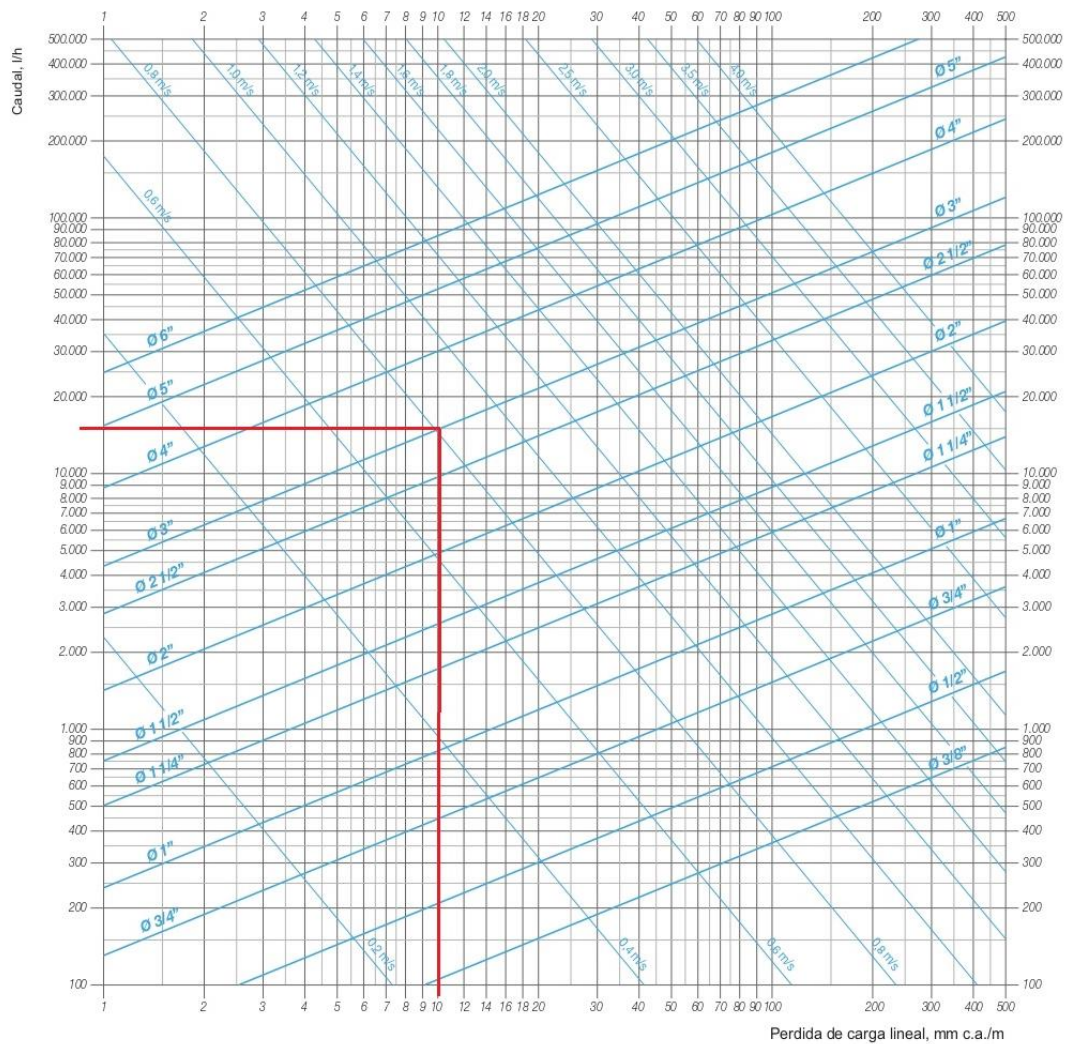
12	13	14	15	16	17	18	19	20
								\$ 1.221.152
\$ -830.540	\$ -855.457	\$ -881.120	\$ -907.554	\$ -934.780	\$ -962.824	\$ -991.709	\$ -1.021.460	\$ -1.052.104
\$ 935.388	\$ 963.449	\$ 992.353	\$ 1.022.123	\$ 1.052.787	\$ 1.084.371	\$ 1.116.902	\$ 1.150.409	\$ 1.184.921
\$ 824.131	\$ 848.855	\$ 874.321	\$ 900.551	\$ 927.567	\$ 955.394	\$ 984.056	\$ 1.013.578	\$ 1.043.985
\$ 4.465.770	\$ 4.599.743	\$ 4.737.735	\$ 4.879.867	\$ 5.026.263	\$ 5.177.051	\$ 5.332.362	\$ 5.492.333	\$ 5.657.103
\$ 5.394.748	\$ 5.556.591	\$ 5.723.289	\$ 5.894.987	\$ 6.071.837	\$ 6.253.992	\$ 6.441.612	\$ 6.634.860	\$ 8.055.058
\$ 2.681.025	\$ 2.605.147	\$ 2.531.416	\$ 2.459.772	\$ 2.390.156	\$ 2.322.510	\$ 2.256.779	\$ 2.192.908	\$ 2.511.605
\$17.908.128	\$20.513.275	\$23.044.691	\$25.504.463	\$27.894.619	\$30.217.129	\$32.473.908	\$34.666.816	\$37.178.421

9.10.- Anexo 10: Pérdida de carga continua Tubo Acero



PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍAS

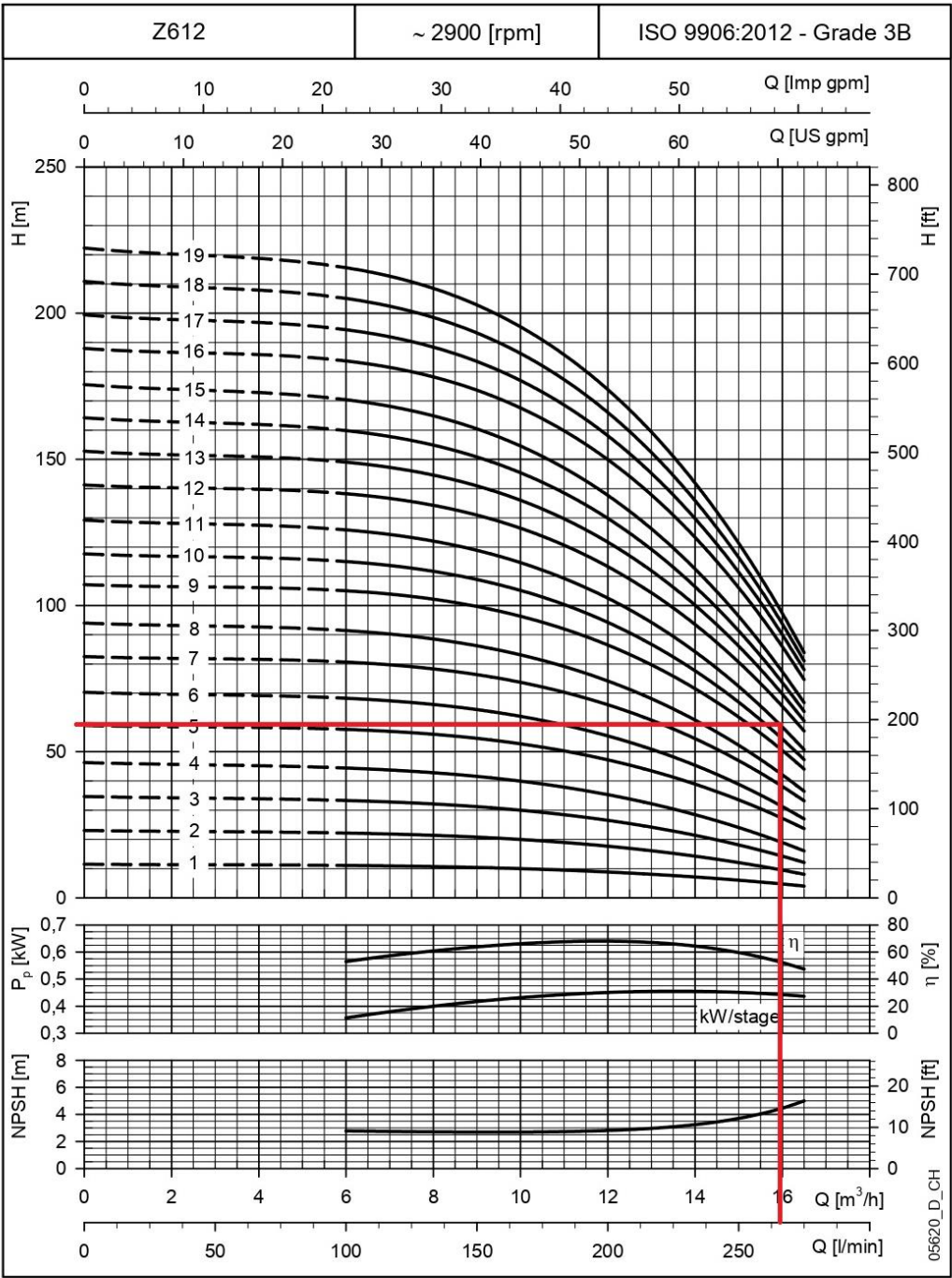
Pérdida de carga continua **TUBO DE ACERO** (pulgadas) - Temperatura del agua = 10°C



9.11.- Anexo 11: Diagrama Caudal Altura Bomba



Z612 SERIES, 1 TO 19 STAGES
ELECTROPUMPS OPERATING CHARACTERISTICS



These performances are valid for liquids with density $\rho = 1.0 \text{ Kg/dm}^3$ and kinematic viscosity $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{sec}$.

I. MUNICIPALIDAD DE ROMERAL
 OFICINA DE PARTES

Nº _____ Fecha _____
 Folio _____ Pase a _____
 PROVIDENCIA N° _____
 FECHA: 16 NOV 2017

PASE A: ps. Alcalde
Sra Edith Torpelson
Encargada Medio Ambiente

SECRETARIO MUNICIPAL _____
 ALCALDE _____

I. MUNICIPALIDAD DE ROMERAL
 OFICINA DE PARTES

Nº 5322 Fecha 22 NOV. 2017
 17 NOV. 2017 Folio 461 Pase a _____
 Firma _____

JOSE LUIS CORDOVA ROMERO
 Presidente APR LA UNION ROMERAL

COMITE AGUA POTABLE
 "LA UNION ORTUZAR"
 Pers. Jur. Dec. Ex. 708 del 30/07/08
 ROMERAL

9.13.- Anexo 13: Carta Solicitud Apoyo APR La Unión

Romeral, 16 de Noviembre de 2017.

Señor
Alcalde Carlos Vergaray Señores Concejales
De la I. Municipalidad de Romeral
Presente:

REF: Solicita Instalación Sistema
Fotovoltaica APR LA UNION ROMERAL.

De nuestra consideración;

Los socios del Agua Potable Rural (APR) del sector LA UNION, comuna de Romeral, personalidad jurídica Decreto Exento Nro.708 del 30 de Julio de 2008, compuesta por 140 socios, EXPONE y SOLICITA lo siguiente:

1.- Que, actualmente esta organización comunitaria entrega el suministro de Agua Potable a través de equipos que funcionan con energía eléctrica con un costo aproximado de \$ 200.000 mensuales y cuyo abastecimiento y conexión depende de la Compañía General de Electricidad.

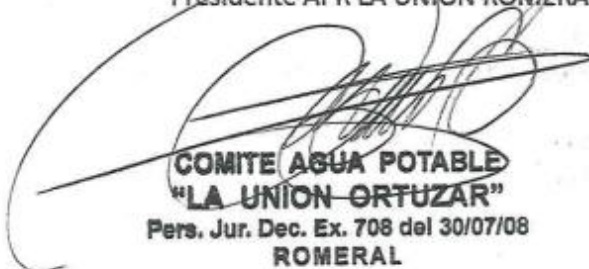
2.- Que, con el objeto de cumplir con los planes de PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE , economizar los costos del consumo de electricidad, no dependencia de terceros (CGE), crecimiento y avance comunal y del sector de LA UNION, aplicación de nuevas tecnologías y aprovechamiento de RECURSOS NATURALES, se hace necesario que APR LA UNION cuente con ENERGIA FOTOVOLTAICA como una forma de palear problemas de cortes reiterados debido a que somos el último sector de la línea de red eléctrica.

3.- Que, estos antecedentes han sido expuestos en forma verbal por el presidente de esta APR LA UNION, Sr. José Luis Córdova, al Sr. Alcalde de esa Municipalidad.

En mérito de lo expuesto, SOLICITAMOS al Sr. Alcalde, realice todas las gestiones necesarias tendientes a la solución del problema y poder hacer realidad toda la solicitud expuesta.

Atento a una respuesta, saluda cordialmente,

JOSE LUIS CORDOVA ROMERO
Presidente APR LA UNION ROMERAL



COMITE AGUA POTABLE
"LA UNION ORTUZAR"
Pers. Jur. Dec. Ex. 708 del 30/07/08
ROMERAL

9.14.- Anexo 14: Licitación Pública DOH Región del Maule



Ministerio de Obras Públicas
Gobierno de Chile

Ministerio de Obras Públicas
www.mop.cl

DIRECCION DE OBRAS HIDRAULICAS
REGION DEL MAULE
PROGRAMA DE AGUA POTABLE RURAL

LICITACIÓN PÚBLICA

Obras:

1. Construcción Sondaje Sistema APR Ventana del Bajo, Teno 2022 (1).
2. Construcción Sondaje Sistema APR Quinamávida, Colbún 2022 (1).
3. Construcción Sondaje Sistema APR Rau, Colbún 2022 (1).
4. Construcción Sondaje Lomas de Upeo, Curicó 2022 (1).
5. Construcción Sondaje La Gloria, Parral 2022 (1).
6. Construcción Sondaje Sistema APR Los Puquios, Yerbass Buenas 2022 (1).
7. Construcción Sondaje Sistema APR San Luis-San Raúl-Las Motas, Longavi 2022 (1).
8. Construcción Sondaje Sistema APR Peumo Negro-Las Delicias, San Clemente 2022 (1).
9. Construcción Sondaje Sistema APR Esperanza de un Sueño, San Javier 2022 (1).
10. Construcción Sondaje Sistema APR El Jordán, Linares 2022 (1).
11. Construcción Sondaje Sistema APR Vara Gruesa, Linares 2022 (1).
12. Construcción Sondaje Caone-El Cobre, Hualañé 2022 (1).
13. Construcción Sondaje Carrizalillo-Lihueno Bajo-Bajo Los Rocos, Pelarco 2022 (1).
14. Construcción Sondaje Piñadero Grande, Linares 2022 (1).
15. Construcción Sondaje Sistema APR Luis Humberto Ceroni, Cauquenes 2022 (1).
16. Construcción Sondaje Tanhuato, Penco 2022 (1).
17. Construcción Sondaje Sistema APR Semillero, Yerbass Buenas 2022 (1).

Diseños:

18. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR San Gabriel-La Aguada hacia Rincón de Achibueno, Longavi 2022 (2).
19. Diseño Construcción Sistema de Agua Potable SSR El Lucero-Lomas del Maqui, San Javier 2022 (1).
20. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR El Rodeo, Curepto 2022 (1).
21. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR Santa Defina, Retiro 2022 (1).
22. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR Santa Inés, Retiro 2022 (1).
23. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR Padre Hurtado, Cauquenes 2022 (1).
24. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR Domingo Mancilla, Teno 2022 (1).
25. Diseño Construcción Sistema de Agua Potable SSR Cruce Espinalillo, Hualañé 2022 (1).
26. Diseño Construcción Sistema de Agua Potable SSR Carreras Cortas hacia Punchema, Chanco 2022 (1).
27. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR Los Cristales, Curicó 2022 (1).
28. Diseño Mejoramiento y Ampliación Sistema de Agua Potable SSR La Unión, Romeral 2022 (1).

Estudios:

29. Estudio Hidrogeológico La Pitigua, San Javier 2022 (1).
30. Estudio Hidrogeológico Las Lomas, Pelluhue 2022 (1).
31. Estudio Hidrogeológico Los Hornillos 2, Curepto 2022 (1).
32. Estudio Hidrogeológico Rastrojos, San Javier 2022 (1).

Requisitos Participantes:

Obras 1 a 17: Registro de Contratistas Obras Menores del MOP, Especialidad 10 O.M. Categoría B o superior, o su equivalente en el registro de Obras Mayores del MOP, Especialidad 8 O.C., Categoría Tercera o superior.

Diseños 18 a 28: Área Ingeniería Civil; Especialidad 4.8, Obras Sanitarias, Tercera Categoría o Superior, Registro de consultores del MOP.

Estudios 29 a 32: Área Ingeniería Civil; Especialidad 3.7 Estudios Hidrológicos, Hidrogeológicos y Meteorológicos, Tercera Categoría o superior, Registro de consultores del MOP.

Presupuesto (Con Imptos.):

Obras:	1.- \$ 208.693.513.-	2.- \$ 195.500.000.-	3.- \$ 282.043.328.-	4.- \$ 210.223.930.-	5.- \$ 202.039.390.-	6.- \$ 195.453.335.-	7.- \$ 195.481.300.-	8.- \$ 245.328.853.-	9.- \$ 195.500.000.-	10.- \$ 195.557.143.-	11.- \$ 275.000.000.-	12.- \$ 192.110.455.-	13.- \$ 293.966.358.-	14.- \$ 195.543.478.-	15.- \$ 240.516.850.-	16.- \$ 240.000.000.-	17.- \$ 195.511.050.-
Diseños:	18.- \$ 75.000.000.-	19.- \$ 70.000.000.-	20.- \$ 60.000.000.-	21.- \$ 75.000.000.-	22.- \$ 70.000.000.-	23.- \$ 50.000.000.-	24.- \$ 80.000.000.-	25.- \$ 70.000.000.-	26.- \$ 85.000.000.-	27.- \$ 75.000.000.-	28.- \$ 60.000.000.-						
Estudios:	29.- \$ 15.000.000.-	30.- \$ 15.000.000.-	31.- \$ 15.000.000.-	32.- \$ 15.000.000.-													

Venta de antecedentes: Hasta el 08/01/2023.

Entrega de Antecedentes: Desde las 10:00 am del 09/01/2023 (se enviará enlace descargable por correo electrónico).

Requisito: Comprobante depósito bancario en cuenta corriente N°216-04601-07 Banco de Chile, a nombre de Nuevosur S.A. RUT 96.963.440-6.

Se debe enviar comprobante de depósito o transferencia electrónica a los correos francisco.estevez@nuevosur.cl y nancy.vera@nuevosur.cl hasta el 09/01/2023 a las 9:00 hrs.

Lugar de Entrega de Antecedentes: Via correo electrónico (se enviará enlace para descarga remota de antecedentes)

Lugar de Aperturas: No presencial, plataforma virtual ARIBA.

Valor Antecedentes: \$ 20.000.- más IVA C/U de las obras/diseños/estudios.

Apertura Técnica: Diseños y Estudios: 07 de febrero 2023 / Sondajes: 01 de marzo 2023.

Apertura Económica: Diseños y Estudios: 10 de febrero 2023 / Sondajes: 09 de marzo 2023.

Unidad Técnica:



