

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
ENERGÍAS RENOVABLES PARA CUBRIR LA DEMANDA DE
AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS) EN EL JARDÍN INFANTIL
“PUTUPUR” DE SAN PEDRO, QUILLOTA, REGIÓN DE
VALPARAÍSO.**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en ENERGÍAS
RENOVABLES

Alumnos:

Manuel Antonio Contreras Godoy

Casandra Francisca Neira Oro

Profesor Guía:

Ing. Vanessa Andrea Mella Lorca

Profesor Correferente:

Ing. Andrés Ernesto Carrasco Brante

2020

RESUMEN

En el presente proyecto se expone el estudio que se realizó a un establecimiento educacional JUNJI que se encuentra interesado en implementar energías renovables para así ayudar en el cuidado del medio ambiente. Además, el jardín infantil busca generar independencia, ya que se encuentra ligado a un colegio vecino (Abel Guerrero, Quillota), y también busca ser un ejemplo para las futuras generaciones y otros establecimientos.

Para lo anterior mencionado se realiza una visita técnica en forma de investigación la cual nos permite acotar y adquirir información de los tipos de energías que se podrían implementar para así encontrar la mejor energía a utilizar para cubrir una necesidad energética.

Se define la demanda energética a cubrir, la cual es agua caliente sanitaria, dando paso a una evaluación exhaustiva en la energía solar térmica, llevando a cabo técnicas de dimensionamiento para su correcta implementación. Para la evaluación económica del proyecto se utilizó un software para exponer la rentabilidad y los valores principales que se deben conocer.

Finalmente, el jardín infantil posee dificultad monetaria para la realización del proyecto por cuenta propia por lo cual se investigan fondos concursables, que pertenezcan al gobierno, para financiar parte o la totalidad del proyecto.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....6

ÍNDICE DE TABLAS.....8

SIGLAS Y SIMBOLOGIA.....9

INTRODUCCIÓN 12

OBJETIVOS 14

1. CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y ANÁLISIS DE LOS DATOS RECOPIADOS 16

1.1 ANTECEDENTES GENERALES 18

1.2 PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA..... 20

1.3 DATOS GENERALES DEL JARDÍN INFANTIL “PUTUPUR” 23

1.3.1 FOTOGRAFÍAS DE LA INFRAESTRUCTURA DEL JARDÍN 24

1.4 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS 30

1.4.1 ENERGÍA EÓLICA..... 30

1.4.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA..... 33

1.4.3 CALEFACCIÓN SOLAR 41

1.4.4 ENERGÍA SOLAR, SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS (SST) 46

2. CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN TÉCNICA 51

2.1 SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS..... 53

2.2 CALEFACCIÓN SOLAR: PISO RADIANTE 66

3. CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIAMIENTO 71

3.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA 72

3.2 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO..... 80

3.2.1 POSIBLE FORMA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO 80

3.2.2 INICIATIVAS SUSTENTABLES EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES 81

CONCLUSIÓN..... 84

BIBLIOGRAFÍA..... 88

ANEXOS 1: COLECTOR SOLAR..... 90

ANEXOS 2: BOMBA DE REERCICULACIÓN 91

..... 91

ANEXOS 3: CONTROLADOR AUTOMÁTICO..... 92

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Datos de la instalación en el Jardín infantil “Amanecer”.
- Figura 1-2. Datos de la instalación de la Escuela Párvulos “Blanca Nieves”.
- Figura 1-3. Características del sistema solar térmico evaluado.
- Figura 1-4. Resultados respecto al ahorro del SST proporcionado por Explorador Solar.
- Figura 1-5. Imagen aérea del jardín Putupur
- Figura 1-6. Bosquejo perímetro de jardín y propiedad acotado.
- Figura 1-7. Plano del Jardín infantil “Putupur” con sus dimensionamientos.
- Figura 1-8. Techo del Jardín, lado Este.
- Figura 1-9. Techo del Jardín, lado Oeste.
- Figura 1-10. Imagen del techo completo del Jardín en dirección Norte.
- Figura 1-11. Vista del Lado Oeste desde más atrás.
- Figura 1-12. Vista del Lado Este desde más atrás.
- Figura 1-13. Vista del techo orientación Sur.
- Figura 1-14. Baños del nivel medio menor-mayor.
- Figura 1-15. Patio del Jardín infantil “Putupur”.
- Figura 1-16. Lugar de los calefón y almacenamiento de galones de gas.
- Figura 1-17. Lugar de almacenamiento de gales de gas.
- Figura 1-18. Calefón 1.
- Figura 1-19. Calefón 2.
- Figura 1-20. Características del jardín en el mapa eólico.
- Figura 1-21. Promedio del viento en la ubicación del jardín “Putupur”.
- Figura 1-22. Gráfico viento vs altura, mensual.
- Figura 1-23. Ciclo mensual
- Figura 1-24. Resumen Explorador Solar – Quillota.
- Figura 1-25. Radiación Global Horizontal Jardín Putupur, Quillota.
- Figura 1-26. Variación Anual de la radiación Jardín Putupur, Quillota.

Figura 1-27. Ubicación del jardín y vista aérea Explorador Solar.

Figura 1-28. Panel solar fotovoltaico marca JINKO.

Figura 1-29. Inversor On Grid marca SMA.

Figura 1-30. Diagrama de funcionamiento piso radiante.

Figura 1-31. Composición del piso radiante.

Figura 1-32. Distribución en serpentín simple.

Figura 1-33. Distribución en doble serpentín.

Figura 1-34. Distribución en espiral.

Figura 1-35. Tipos de radiaciones y lugares donde ocurre.

Figura 1-36. Sistema solar térmico Natural.

Figura 1-37. Sistema solar térmico Forzado.

Figura 2-1. Información comunal.

Figura 2-2. Radiación solar global de Quillota.

Figura 2-3. Factor modificador de la radiación incidente en Quillota.

Figura 2-4. Dato de temperatura de agua de red de Quillota.

Figura 2-5. Temperatura ambiente de Quillota.

Figura 2-6. Calefón solar KHÖNE.

Figura 2-7. Circuito en serie de colectores solares térmicos con sistema auxiliar.

Figura 2-8. Temperatura del piso en función de su emisividad térmica.

Figura 2-9. Distancia entre tuberías en función del salto térmico T^* y su emisividad térmica.

Figura 3-1. Información general del proyecto.

Figura 3-2. Información respecto al lugar geográfico y consumo.

Figura 3-3. Datos del equipo a instalar.

Figura 3-4. Análisis de costos.

Figura 3-5. Análisis financiero sin incentivo.

Figura 3-6. Análisis financiero con incentivo.

Figura 3-7. Viabilidad financiera y gráfico de flujo sin incentivo y donaciones.

Figura 3-8. Viabilidad financiera y gráfico de flujo con incentivo y donaciones.

Figura 3-9. Nuevo presupuesto total con incluyendo piso radiante.

Figura 3-10. Análisis financiero con nuevo presupuesto total.

Figura 3-11. Viabilidad financiera y gráfico de flujo de caja acumulado.

Figura 3-12. Inicio de página web de los fondos del Estado.

Figura 3-13. Montos de financiamiento por tipo de producto.

Figura 3-14. Primera parte de los requisitos para la postulación.

Figura 3-15. Segunda parte de los requisitos para la postulación.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Irradiación global mensual y anual de Quillota.

Tabla 1-2. Recopilación de datos de consumo eléctrico del Jardín infantil “Putupur”.

Tabla 1-3. Cálculo de 5% de la demanda eléctrica total.

Tabla 1-4. Características del panel policristalino JINKO.

Tabla 1-5. Características del inversor On Grid.

Tabla 1-6. Análisis de costo del proyecto FV.

Tabla 2-1. Datos del lugar de instalación.

Tabla 2-2. Porcentaje mínimo aceptado dependiendo de la zona climática.

Tabla 2-3. Coeficiente adimensional según la latitud media de la comuna.

Tabla 2-4. Recopilación de datos para obtener $R_{Gd_inc_i}$.

Tabla 2-5. Cantidad de litros totales consumidos diario.

Tabla 2-6. Recopilación de datos para obtener D_{ed_i} .

Tabla 2-7. Datos del equipo a instalar.

Tabla 2-8. Recopilación de datos para obtener el parámetro D_1 por mes.

Tabla 2-9. Recopilación de datos para obtener D_2 mes a mes.

Tabla 2-10. Obtención del factor de correlación mes a mes.

Tabla 2-11. Obtención mensual del factor P_i .

Tabla 2-12. Obtención de la cantidad de energía mensual $Q_{u,i}$.

Tabla 2-13. Obtención de la contribución solar del sistema a instalar.

Tabla 2-14. Especificaciones del calefón solar.

Tabla 2-15. Datos para calcular carga térmica.

Tabla 2-16: Longitud total de la tubería de las salas.

Tabla 3-1. Presupuesto piso radiante.

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

SIGLAS

- ACS: Agua caliente sanitaria
- AFS: Agua fría sanitaria
- SST: Sistema solar térmico
- FV: Fotovoltaica
- GEI: Gases de Efecto Invernadero
- JUNJI: Junta Nacional de Jardines Infantiles
- SFV: Sistema solar Fotovoltaico
- WRF: Weather Research and Forecasting
- PEX: Polietileno reticulado
- PS: Pérdida por sombra
- CSM: Contribución solar mínima
- GLP: Gas licuado del petróleo

SIMBOLOGÍA

- [A]: Ampere
- [cm]: Centímetro
- [g]: Gramo
- [J]: Joule
- [km]: Kilómetro
- [l]: Litro
- [m]: Metro
- [mm³]: Milímetro cúbico
- [N]: Newton
- [s]: Segundo
- [W]: Watt

INTRODUCCIÓN

Chile es un país en desarrollo que busca mejorar día a día. Uno de sus enfoques fuertes hoy es aportar en la disminución de la contaminación ambiental que se sufre a nivel mundial originada por la producción de energía con combustibles fósiles y otras fuentes no renovables, talas excesivas de árboles, emisiones industriales a la atmósfera y extracción y procesamiento de combustibles fósiles como el petróleo, gas natural y carbón. Es por esto que en los últimos años ha aumentado el uso de energías renovables, a nivel industrial y domiciliario, impulsado por el Estado de Chile, cubriendo las necesidades que esta contaminación ambiental ha dejado como la sequía por altas temperaturas y falta de lluvias.

La dirección del Jardín infantil “Putupur”, teniendo en cuenta todo lo anterior mencionado, busca generar como principal objetivo sustentar su consumo de agua caliente sanitaria, ya que hoy en día el jardín funciona con gas licuado, por lo que desea llevar al establecimiento en altura de miras e introducir las energías renovables al jardín junto con fomentar y generar conciencia en las nuevas generaciones y sus familias.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio técnico-económico para evaluar la instalación de un sistema de energías renovables en producción de agua caliente sanitaria (ACS) para el jardín infantil “Putupur” ubicado en Quillota.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado energético del jardín infantil y definir el recurso energético renovable que mejor se adapte mediante recopilación de datos, visita técnica y uso de tablas y bibliografía para determinar la tecnología a implementar.
- Evaluar de manera técnica el sistema energético mediante técnicas de dimensionamiento para determinar la capacidad que entregan los equipos y la configuración de éstos.
- Realizar la evaluación económica para determinar la rentabilidad del sistema energético mediante herramientas de gestión de proyecto y uso de software, en conjunto con una propuesta de financiamiento a través de fondos concursables del Estado.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y ANÁLISIS DE LOS DATOS
RECOPILADOS

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Los distintos tipos de energías renovables han estado presentes desde los comienzos de la humanidad, entre ellos se encuentran los molinos de viento y de agua, la navegación a través de velas, el uso de las estructuras para aprovechar la energía del sol, entre otros. En el siglo XVIII, James Watt creó la “maquina a vapor”, la cual dio el paso inicial para la creación de las siguientes evoluciones de la energía y sus usos, dejando en el olvido todo tipo de energía renovable. Estos nuevos tipos de energías fueron útiles y claves para el desarrollo de la humanidad, generando grandes hitos en la historia como la revolución industrial, en el mismo siglo, pero también fue el inicio para el estado en el que se encuentra el medio ambiente hoy, generando grandes problemas de contaminación como el exceso de GEI, y a su vez, el calentamiento global. En la actualidad, las energías renovables son una necesidad para seguir con el crecimiento de la sociedad sin dejar huellas negativas en el medio ambiente.

¿Qué es una energía renovable? Estas se describen como fuentes de energía que provienen de recursos naturales sin correr el riesgo de que se extingan o se gasten con el tiempo, con un mínimo de impacto ambiental, tales como: el agua, el viento, el sol, el calor de la tierra, desechos animales o humanos, principalmente.

Chile, al ser un país extenso y con gran biodiversidad, posee grandes características para hacer un buen uso de las energías renovables, tales como la radiación más alta del mundo, fuertes vientos, gran potencial en energía marina y producción de biogás, además de recursos geotérmicos. En base a lo anterior, el Estado se ha propuesto disminuir la emisión de CO₂ al medio ambiente mediante distintos programas generados por el Ministerio de Energía, tales como “Ruta energética: Liderando la modernización energética con sello ciudadano”, el cual consta de hacer partícipes a los ciudadanos considerando su opinión en cuanto a materia energética. Además, promueven la autogeneración, la Ley de eficiencia energética y Ley distribución eléctrica, en conjunto con la electromovilidad en transporte públicos y privados.

Otro ámbito en el cual Chile busca aumentar el uso de las energías renovables es en la educación, donde, además de realizar charlas educativas al respecto, han realizado proyectos como Techo Solar, también generado por el Ministerio de Energía, el cual está “Orientada a instalar sistemas fotovoltaicos (SFV) en los techos de los edificios públicos, con el objeto de contribuir a la maduración del mercado fotovoltaico para autoconsumo. Tiene una duración de 4 años a partir del 2015 y cuenta con un presupuesto de USD 13 millones.” (Ministerio de energía, 2015)

Dentro de los establecimientos educacionales que fueron beneficiados se destacan los de la V Región:

- Liceo Politécnico América, Los Andes.
- Escuela Ignacio Carrera Pinto, Los Andes.
- Liceo Polivalente Fernando Silva Castellón, Valparaíso.
- Liceo Tecnológico Alfredo Nazar Feres, Valparaíso.

La mayoría de estos proyectos educacionales están enfocados en la educación básica y media, dejando de lado la educación Parvularia. Todos los jardines infantiles buscan la manera de dejar su huella en la lucha para la mejora del medio ambiente a través de su participación en distintos programas generados por los ministerios, pero nos enfocaremos en los jardines infantiles JUNJI, los cuales realizan labores educacionales a los sectores más vulnerables.

JUNJI es la junta nacional de jardines infantiles creada por el estado de Chile en 1970 por la Ley N° 17.301, la cual es una institución del Estado que tiene como misión otorgar educación Parvularia pública de calidad y bienestar integral a niños y niñas, preferentemente, menores de cuatro años.

El primer proyecto documentado en energías renovables en un jardín infantil se realizó en 2015 en la ciudad de Copiapó gracias al programa Techo Solar, este fue puesto marcha el año 2017, convirtiéndose en el primer jardín infantil JUNJI en contribuir con la disminución del impacto ambiental.

“El Jardín Infantil Amanecer fue construido en 2009. Dependiente de la Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI), es uno de los jardines infantiles más grandes de la región y tiene un rol fundamental en la educación de los niños del sector alto de Copiapó. La capacidad del establecimiento es de 206 niños.” (Ministerio de energía, 2017)

Los datos de la instalación se dan a conocer en la siguiente imagen:



Figura 1-1. Datos de la instalación en el Jardín infantil “Amanecer”.

Luego, bajo el mismo programa, en 2016 se beneficia la Escuela Párvulos Blanca Nieves G-113, ubicada en la región de Antofagasta.



Figura 1-2. Datos de la instalación de la Escuela Párvulos “Blanca Nieves”.

En ese mismo año, se registra otro jardín infantil beneficiado con el uso de energías renovables, pero esta vez se encarga el Ministerio del Medio Ambiente con el proyecto “Fondo de Protección Ambiental”, el cual “Es el primer y único fondo concursable de carácter nacional con que cuenta el Estado de Chile para apoyar iniciativas ambientales presentadas por la ciudadanía” (Ministerio del Medio Ambiente, 2010). Este proyecto en particular beneficia al jardín con energía termo solar, la cual se enfoca en aprovechar la energía del sol para producir calor, de manera que, en este caso, se pueda utilizar en la producción de ACS. Este proyecto consta de dos sistemas termosolares de 300 litros cada uno, el cual, además de abastecer de ACS al jardín, logra tener una reserva de agua en caso de corte o escasez, debido a la zona en la que se encuentran.

En particular, la ciudad de Quillota no registra proyectos de jardines infantiles con algún uso de energías renovables, por lo que no se cuentan con antecedentes reales previos a cerca de la generación solar, o de algún tipo, que estos proyectos pueden generar. Con lo anterior mencionado, se busca poder cubrir la necesidad de un jardín infantil JUNJI ubicado en San Pedro de Quillota para generar conciencia y replica en el sector, para así, en un futuro poder enfocarse en las necesidades que cada jardín infantil pueda tener.

1.2 PRESENTACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Como estudiantes de la carrera Técnico Universitario en Energías Renovables de la Universidad Técnico Federico Santa María, sede José Miguel Carrera y apoderado de uno de los asistentes a este jardín es que se le plantea la idea a la directora del recinto de

realizar un estudio al establecimiento para cubrir una de las demandas básicas que son necesarias a diario, durante todo el año.

El jardín infantil JUNJI “Putupur”, ubicado en San Pedro, en la ciudad de Quillota en la V región, fue inaugurado en septiembre de 2009, atendiendo de lunes a viernes desde las 8 am hasta las 19 horas durante todo el año, exceptuando febrero. Cuenta con 7 educadoras de párvulo y recibe alrededor de 45 niños distribuidos en dos salas y niveles. Con 11 años de experiencia, este establecimiento educacional busca ayudar en la disminución de exceso de carbono en el medio ambiente que han generado las energías no renovables junto con cubrir necesidades básicas que el jardín pueda tener, como agua caliente sanitaria, para hacer más cómoda la estadía de los infantes, ya que pueden llegar a pasar gran parte del día en él.

En la actualidad el jardín utiliza dos calefón para abastecerse de agua caliente, consumiendo alrededor de 7 galones de gas de 45 [kg] al año, pagando \$ 34.000 pesos por cada uno, lo que corresponde a un total de \$238.000 pesos al año. Además, el consumo total del establecimiento, como lo son agua y luz, está ligado a la Escuela Abel Guerrero Aguirre, que se encuentra aledaña, por lo que no se pueden obtener datos exactos de su consumo.

Parte de este trabajo, se realiza con el fin de poder ayudar, apoyar y generar conciencia en un planeta que está atravesando por momentos difíciles como lo es el calentamiento global y las pandemias que están llegando, hoy en el presente SARS-CoV-2 (COVID-19), que dificulta sobre todo en la movilización, y que también afecta en los apoyos o cobertura que se podrían necesitar ante alguna emergencia, los cuales fueron reducidos notablemente, incluso dificultando la realización de este estudio.

A la fecha, estudios realizado por el Centro de Investigación en Energía y Aire y Greenpeace, el valor estimado por la contaminación del aire provocado por combustibles fósiles es de 2.9 billones de dólares, aproximándolo a un 3.3% del PIB mundial (Expansión, 2020), siendo esta la razón suficiente para cuidar el medio ambiente y a la vez dar pasos para construir economías sustentables en las que se puedan generar recursos, riqueza y satisfacer las necesidades de la población, pero de forma limpia, es decir sin dejar un rastro dañino de contaminación en el planeta.

Mediante el programa Explorador Solar del Ministerio de Energías, enfocándonos sobre todo en los sistemas solares térmicos para ACS, se genera una idea del ahorro que se tendría con la implementación de este sistema en el establecimiento.

Primero se ingresaron las características de los equipos a utilizar en este proyecto presentados en la figura 1–3.

Características técnicas

Características del sistema solar térmico evaluado	
Inclinación	45º
Azimut	0º
Volúmen	900 lt
Área	8.49 m²
Eficiencia óptica del colector	75.2 %
Factor global de pérdidas	2.949
Porcentaje de tiempo con sombras	0 %
Número de residentes	30
Demanda diaria	1200 lt

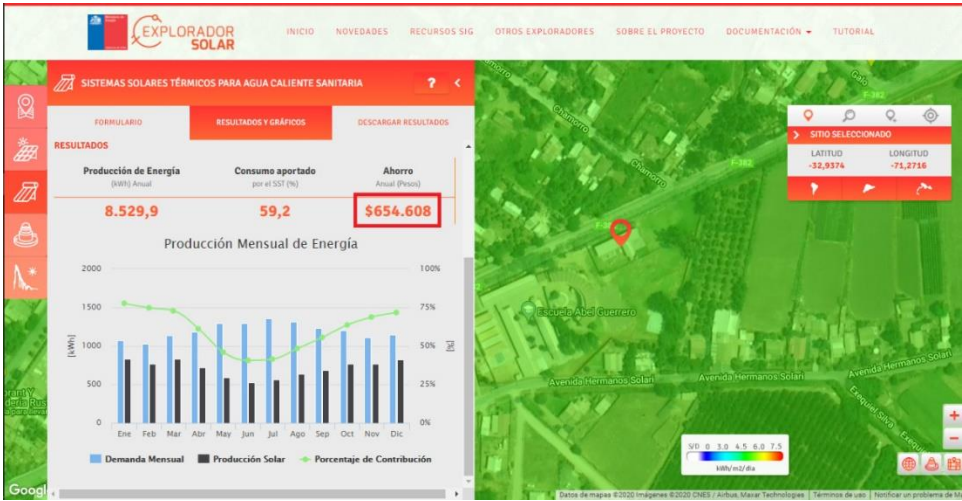
Características del sistema de calefacción alternativo o complementario, para cálculo del ahorro.

Sistema de calefacción de agua alternativo	gas licuado
Precio del combustible	756 pesos
Eficiencia del sistema de calefacción de agua alternativo	70 %

Fuente: Explorador Solar, Ministerio de Energía

Figura 1-3. Características del sistema solar térmico evaluado

Arrojándonos que como sistema solar térmico con ayuda de la herramienta que nos proporciona el Explorador Solar, los siguientes resultados.



Fuente: Explorador Solar, Ministerio de Energía.

Figura 1-4. Resultados respecto al ahorro del SST proporcionado por Explorador Solar.

En la figura 1-4 se puede observar el impacto en el ahorro energético por aplicar a la propuesta de sistema solares térmicos, estas mejoras tienen impacto tanto en consumos de electricidad como en consumos de GLP, encontrándonos que el sistema ahorraría alrededor de \$654.608 CLP/Anual, cifra que estimada mediante la herramienta que nos proporciona el explorador solar, aportándonos información también respecto al consumo aportado por sistema que sería un 59,2%.

1.3 DATOS GENERALES DEL JARDÍN INFANTIL “PUTUPUR”

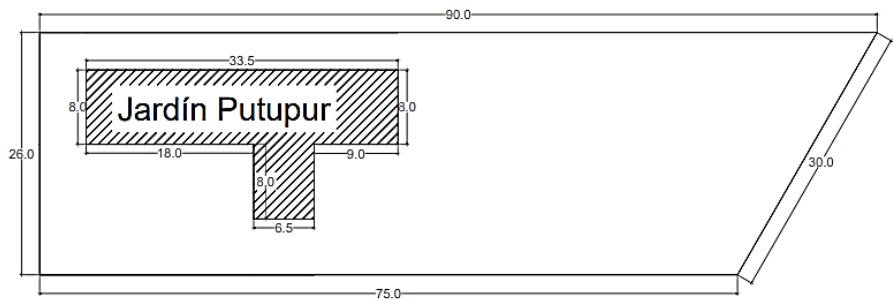
Se realizó una visita técnica al jardín Putupur, ubicado en San Pedro de Quillota, en el cual se logró subir al techo con los implementos de seguridad necesarios, obteniendo una mejor visual del estado del techo y su espacio. Además, se logró recopilar información para realizar futuros cálculos con respecto a los distintos consumos, los cuales se tendrán que hacer de manera manual, ya que la información en documentos de facturación no está disponible. Respecto a este tema, desde la dirección del jardín se informa que parte del consumo de agua y luz se adjunta a la boleta del colegio que colinda con el jardín, la Escuela Básica Abel Guerrero Aguirre, Quillota, y actualmente se desconoce que parte del consumo total representa a los servicios del jardín.

A continuación se entregan datos de ubicación geográfica del terreno.

- Coordenadas del Jardín: -32.937366, -71.271601
- Ubicación: Quillota, Región Valparaíso
- Área del techo: 320 [m²]

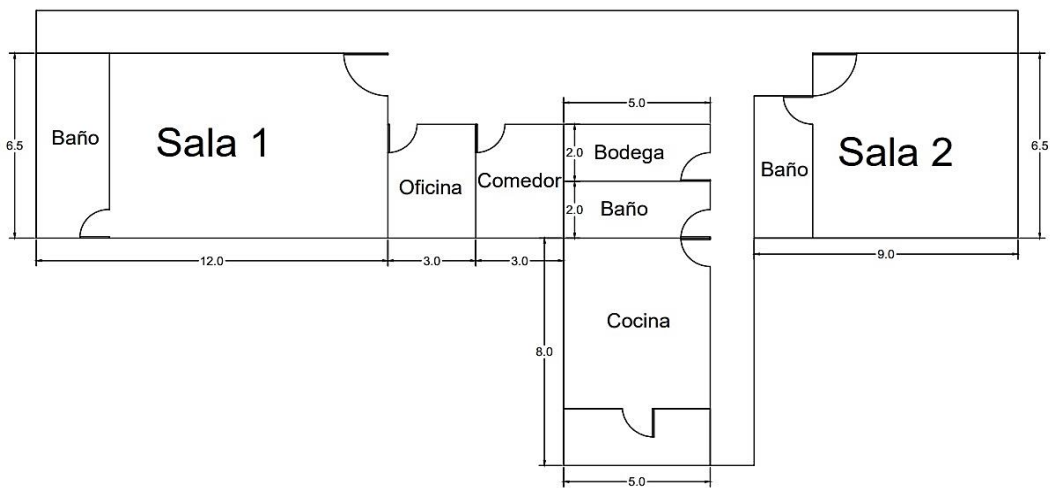


Fuente: Google Maps y elaboración propia.
Figura 1-5. Imagen aérea del jardín Putupur



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-6. Bosquejo perímetro de jardín y propiedad acotado.

A continuación, se adjunta plano del jardín acotado con sus respectivos dimensionamientos:



Fuente: Elaboración propia.
 Figura 1-7. Plano del Jardín infantil “Putupur” con sus dimensionamientos.

1.3.1 **FOTOGRAFÍAS DE LA INFRAESTRUCTURA DEL JARDÍN**
 - VISTA TECHO JARDIN



Fuente: Elaboración propia.
 Figura 1-8. Techo del Jardín, lado Este.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-9. Techo del Jardín, lado Oeste.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-10. Imagen del techo completo del Jardín en dirección Norte.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-11. Vista del Lado Oeste desde más atrás.

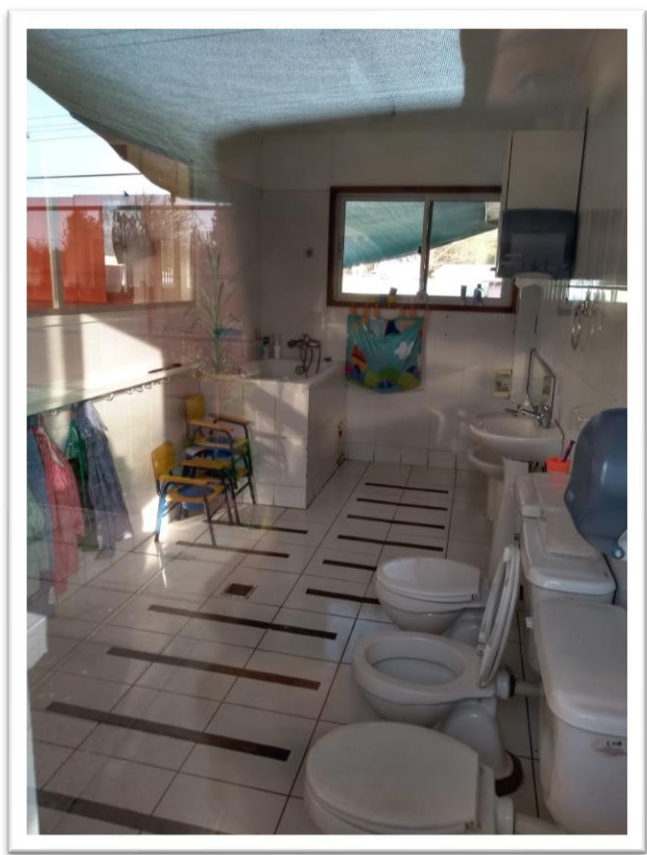


Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-12. Vista del Lado Este desde más atrás.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-13. Vista del techo orientación Sur.

✓ VISTA INTERIOR DEL JARDÍN



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-14. Baños del nivel medio menor-mayor.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-15. Patio del Jardín infantil “Putupur”.

✓ VISTA DONDE ESTA LOCALIZADO EL SISTEMA DE AGUA CALIENTE ACTUALMENTE



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-16. Lugar de los calefón y almacenamiento de cilindros de gas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-17. Lugar de almacenamiento de cilindros de gas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-18. Calefón 1.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 1-19. Calefón 2.

1.4 **ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS**

A continuación se presentan algunos tipos de energías renovables como la eólica y la solar para introducir distintos sistemas a los cuales se realiza una investigación con distintos programas para ver su potencial y evaluar si es factible realizar la instalación del sistema en esta zona geográfica.

1.4.1 **ENERGÍA EÓLICA**

La energía eólica es el recurso energético más antiguo utilizado por el hombre, desde sus inicios con los barcos a vela hasta hoy, en su forma más madura, con los grandes aerogeneradores. Este tipo de energía consiste en convertir la energía del viento, que mueve las palas de un aerogenerador, en energía eléctrica, o visto desde otra manera, transforma la energía mecánica en eléctrica. Es una fuente de energía inagotable y existe en todo el planeta, en algunas zonas con menor velocidad, lo que hace más difícil y costosa la producción de energía eléctrica.

Chile cuenta con un gran recurso eólico, pero, como en todos lados, hay zonas en las cuales no es muy factible invertir en este tipo de energía. Para cuantificar el recurso se

utiliza el explorador eólico, el cual muestra los datos en la zona exacta donde se realiza el estudio.

El explorador eólico forma parte del proyecto “Ámbitos de investigación necesarios para el desarrollo eólico en Chile relacionados con el recurso viento” y es una iniciativa del departamento de Geofísica de la Universidad de Chile por encargo del Ministerio de Energía y GIZ, el cual es una herramienta de análisis del recurso viento, que entrega resultados de una simulación numérica de las condiciones de viento y densidad del aire, de manera gráfica y cómoda para el usuario. Estas simulaciones fueron realizadas por el modelo WRF (Weather Research and Forecasting), un modelo avanzado, ampliamente utilizado para analizar el recurso eólico en el mundo. La información entregada por el Explorador Eólico permite realizar una evaluación preliminar del recurso eólico en un determinado lugar. (Ministerio de Energía, 2010)

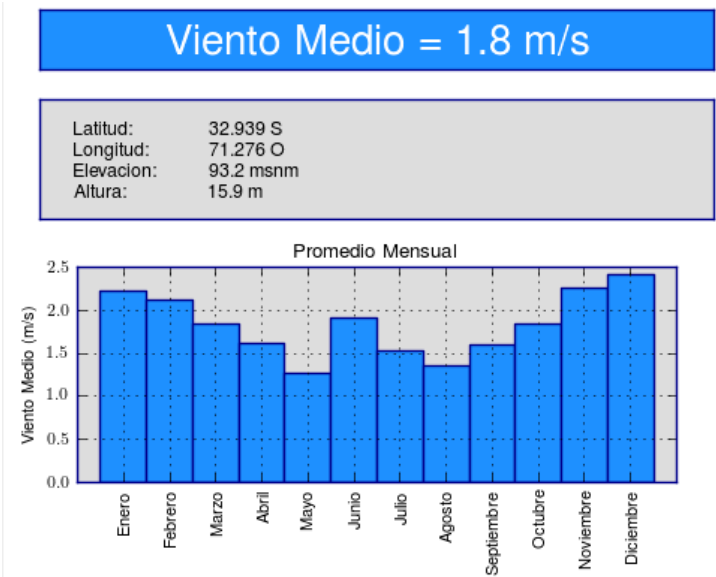
En este caso, se colocó la ubicación del jardín, asumiendo la posible instalación de un aerogenerador de pequeña escala de 16 [m] de altura, destacando los siguientes datos:

Características del sitio

Latitud	32.94 S
Longitud	71.28 O
Elevación del terreno (modelo WRF)	93 metros
Densidad del aire	1.22 (kg/m ³)

Fuente: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>

Figura 1-20. Características del jardín en el mapa eólico.

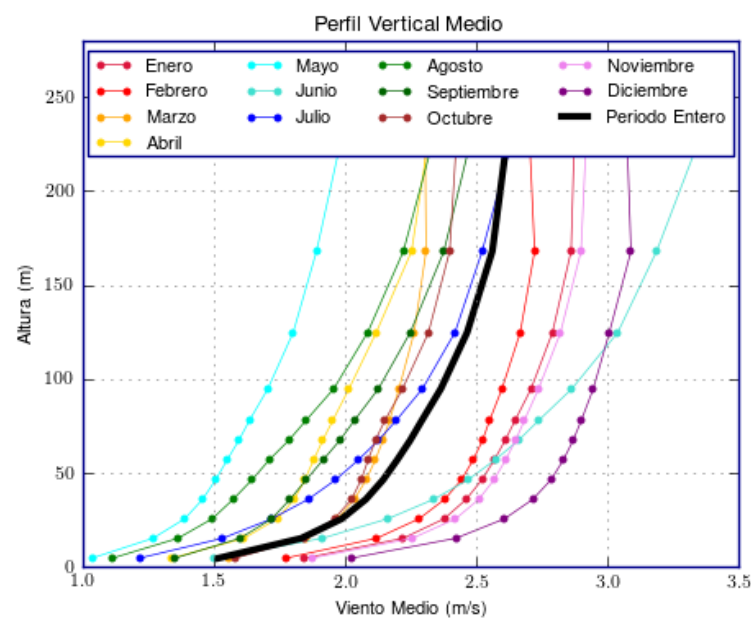


Fuente: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>

Figura 1-21. Promedio del viento en la ubicación del jardín “Putupur”.

Una turbina eólica está diseñada para actuar a distintas velocidades. Existen las velocidades de arranque, velocidad nominal y velocidad de desconexión. La primera fluctúa entre los 3 y 5 [m/s], la cual permite que el aerogenerador comience su funcionamiento, varía también dependiendo del tipo y modelo. Luego tenemos la velocidad nominal, esta es a la cual el generador eléctrico proporciona la potencia nominal y va entre los 10 y 20 [m/s]. Finalmente está la velocidad de desconexión, la cual activa los frenos del equipo cuando se presentan grandes velocidades de viento como más de 20 [m/s], en aerogeneradores mediano y grandes.

Como muestra la Figura 1-21, este sector geográfico no cuenta con la velocidad de arranque, ya que se aprecia que en su mejor mes, diciembre, alcanza cerca de los 2,5 [m/s], teniendo una velocidad promedio de 1,8 [m/s]. Por lo que un aerogenerador no podría encenderse.

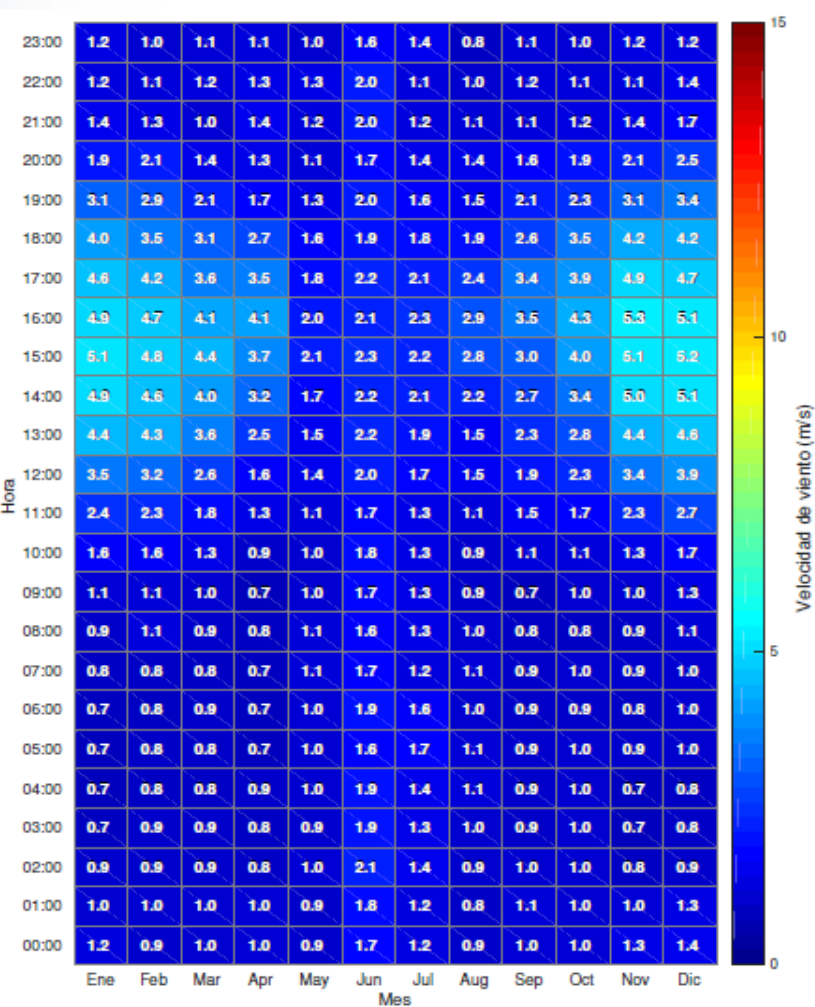


Fuente: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>
Figura 1-22. Gráfico viento vs altura, mensual.

En la figura 1-22 se muestra mes a mes el comportamiento del viento a distintas alturas, destacando que en esta zona geográfica, aunque se trabaje a mayor altura, no se consigue obtener un promedio del viento medio mayor a 3[m/s], lo mínimo necesario para hacer funcionar un aerogenerador.

Otra información relevante en el informe generado es el ciclo mensual, que es clave porque nos muestra la velocidad del viento a cada hora en los distintos meses del año, representando con colores las distintas velocidades, siendo los azules las velocidades más bajas, las cuales afectarían en el funcionamiento eficiente de un aerogenerador.

Ciclo Mensual



Fuente: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>
Figura 1-23. Ciclo mensual

En esta última figura se puede observar que las horas con mayor viento medio son desde las 13:00 hasta las 18:00, siendo su pick entre las 15:00 y las 16:00, siendo los mejores meses desde noviembre a febrero. Si bien se logran obtener velocidades de hasta 5,3 [m/s] en los meses previamente mencionados, la mayoría de estos no logra superar los 3 [m/s], siendo lo mínimo para generar un arranque.

Por lo tanto, analizando los datos entregados por el explorador eólico se determina que este tipo de energía, en esta zona en particular, no es viable instalar un aerogenerador, independiente de la altura que se instale.

1.4.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica permite transformar la radiación que viene del sol en energía eléctrica mediante el uso de células fotovoltaicas. La energía solar tiene muchas ventajas frente a otro tipo de energías, ya que se trata de una energía con reducido impacto en el medio ambiente debido a su escasa producción de residuos dañinos. Otra de sus principales ventajas es su extensa distribución a lo largo de toda la superficie, lo que permite agregar sistemas de captación de energía solar en prácticamente cualquier lado

del planeta. Los sistemas de captación de energía solar tienen un mantenimiento sencillo, por lo que sus costos son reducidos; lo que los hace llamativos frente a otros sistemas de costos mucho más elevados.

- Irradiación Solar

Cuando se refiere a irradiación solar, se habla de la cantidad de irradiancia que se recibe en un tiempo acotado; es una magnitud que mide la energía por unidad de área de radiación solar que incide en una superficie puesta en un lugar y con cierto periodo de tiempo bien definido. Esto quiere decir, que no toda la radiación solar que genera el Sol llega a la Tierra. La magnitud que describe la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia, la cual tiene unidad de potencia por superficie, generalmente watts por metro cuadrado.

Estos son los tipos medidos de irradiancia solar:

1. La irradiación solar total
2. La irradiación normal directa
3. La irradiación horizontal difusa o la radiación de cielo difuso
4. La irradiación horizontal global

Todas las cifras de irradiación solar son utilizadas para planificar instalaciones de los sistemas de energía solar. Hoy en Chile estas cifras se pueden obtener de un mapa de insolación o de tablas de insolación que nos muestran datos de años anteriores.

Aunque los paneles solares fotovoltaicos puedan convertir en electricidad la irradiación directa y difusa, la energía solar que se concentra solo funciona de manera eficiente con la irradiación directa, por lo que estos sistemas son más eficientes cuando están localizados en lugares con una nubosidad baja.

Aunque los paneles de los colectores solares por lo general siempre están orientados en un ángulo hacia el sol, la irradiación debe ajustarse para evitar valores estimados que son despreciablemente bajos para el invierno e incorrectamente altos para el verano.

La radiación directa es la más importante, aunque puede variar en función de las condiciones medioambientales. Además de estas (el cual se tiene poco control), es necesario tener presente el entorno, ya que éste puede afectar claramente en el tipo de radiación que termina incidiendo en un sistema de captación. La presencia de superficies reflectantes, objetos que obstaculicen la llegada de radiación directa, e incluso la inclinación de las placas con respecto a la horizontal, influyen claramente en el tipo de radiación solar recibida pudiendo afectar a la eficiencia del sistema.

Es por esto que se ha decidido estudiar el comportamiento solar que hay en la ciudad de Quillota y en especial en la ubicación del jardín Putupur mediante el Explorador Solar

facilitado por el Ministerio de Energía, quienes han puesto información a disposición del público y gratis con el fin de realizar evaluaciones preliminares del potencial energético. A continuación se adjunta información solar de Quillota proporcionada por el Explorador Solar del Ministerio de Energía:



EXPLORAR RECURSO SOLAR Y DATOS METEOROLÓGICOS

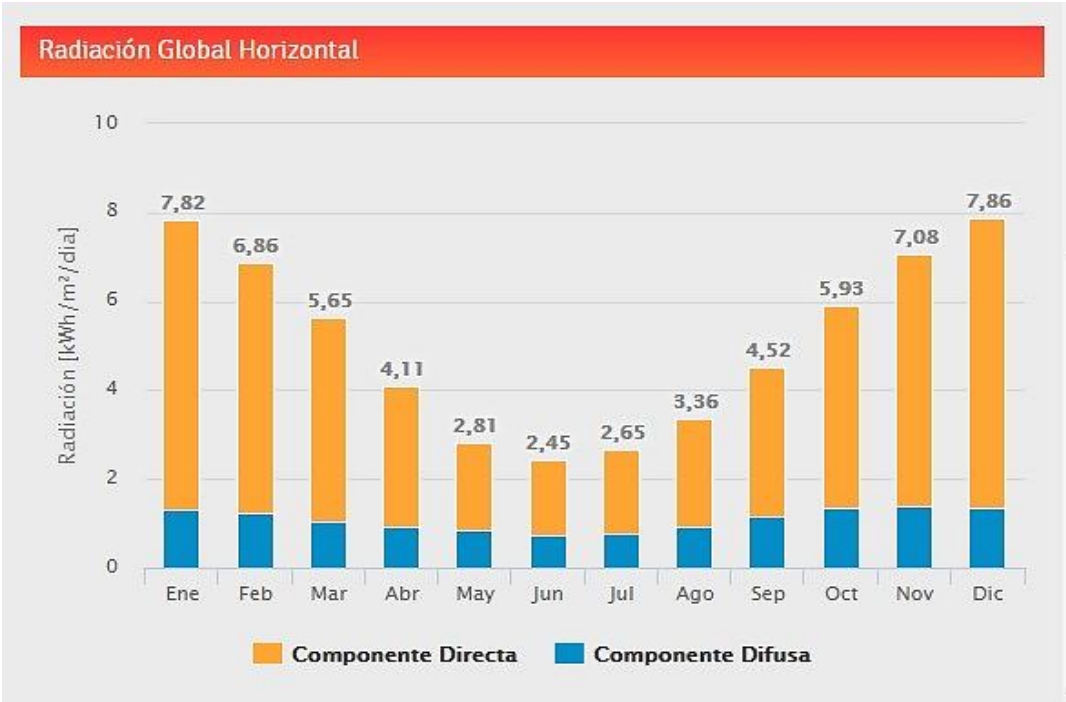
?

<

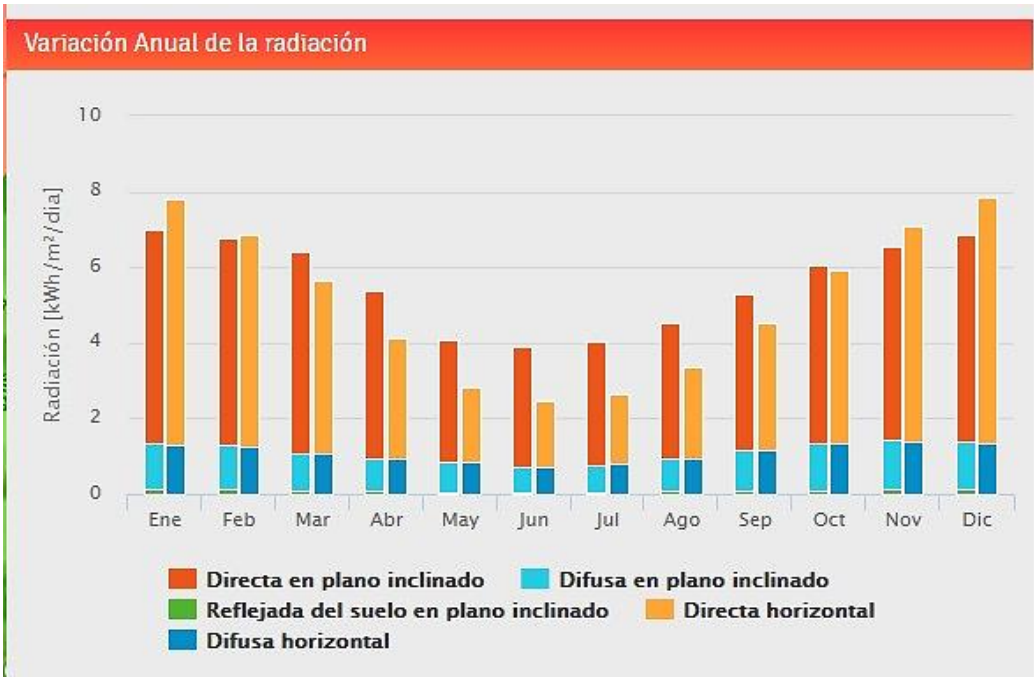
RESUMEN DEL SITIO		GRÁFICOS	DESCARGAS
LATITUD	LONGITUD	ALTURA	
-32,94°	-71,27°	99 msnm	
RADIACIÓN ANUAL			
Global Horizontal (kWh/m²/día)	Global Inclinado 32° (kWh/m²/día)	Directa Normal (kWh/m²/día)	Difusa Horizontal (kWh/m²/día)
5,09	5,58	6,62	1,10
INFORMACIÓN METEOROLÓGICA			
Frecuencia de Nubes (%)	Temperatura Ambiental (°C)	Velocidad del viento (m/s)	
13	15,6	1,6	

Fuente: <http://ernc.dgf.uchile.cl:48080/inicio>

Figura 1-24. Figura Resumen Explorador Solar – Quillota.



Fuente: <http://ernc.dgf.uchile.cl:48080/inicio>
Figura 1-25. Radiación Global Horizontal Jardín Putupur, Quillota.



Fuente: <http://ernc.dgf.uchile.cl:48080/inicio>
Figura 1-26. Variación Anual de la radiación Jardín Putupur, Quillota.



Fuente: <http://ernc.dgf.uchile.cl:48080/inicio>
Figura 1-27. Ubicación del jardín y vista aérea Explorador Solar.

Tabla de irradiación global mensual y anual en diferentes inclinaciones y azimut [MJ/m²]

Localidad: QUILLOTA Latitud: 32,88 [GRADOS SUR]

Az	INCL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
180 al Norte	23	650,1	575,5	499,4	335,8	263,7	232,4	231,4	340,0	385,0	514,5	575,3	643,2	5246,4
	33	614,4	554,8	495,1	341,5	273,7	244,7	240,9	349,9	384,4	500,3	547,3	604,8	5151,9
	43	567,1	522,9	481,0	340,3	278,3	251,9	245,5	352,7	376,3	476,5	508,5	554,9	4955,7
	53	509,1	480,9	457,2	332,4	277,0	253,7	245,2	348,0	361,0	443,6	460,6	495,2	4663,9
	90	255,3	253,4	286,8	242,8	220,3	210,6	198,2	264,8	242,6	253,2	241,3	249,2	2918,5
150	23	637,9	567,0	484,1	326,9	252,2	221,6	221,2	328,7	373,6	506,7	565,9	630,8	5116,6
	33	596,8	542,4	472,9	328,4	257,1	228,9	226,0	333,7	367,6	488,7	533,2	587,2	4962,8
	43	568,2	514,1	452,4	323,4	256,8	231,6	226,4	331,6	354,7	463,8	507,5	559,8	4790,4
	53	521,0	472,1	424,7	312,3	251,3	229,5	222,4	323,0	336,1	428,7	466,5	512,9	4500,4
	90	348,1	321,6	316,3	219,3	184,0	179,0	168,4	224,2	250,7	299,1	315,4	271,7	3097,8
120	23	629,4	555,5	461,7	308,7	231,9	201,3	203,0	306,6	355,5	494,6	557,8	624,1	4929,9
	33	617,5	537,4	447,8	305,6	226,7	199,3	199,4	303,1	348,9	472,3	548,3	610,1	4816,4
	43	586,2	524,2	463,2	288,5	229,9	202,9	202,1	291,0	349,7	471,4	520,7	578,5	4707,4
	53	598,9	504,9	426,9	292,4	235,5	211,0	208,0	298,7	331,6	439,8	531,0	587,4	4666,0
	90	429,9	384,3	332,6	221,0	172,9	152,0	151,2	224,2	254,2	341,0	379,9	423,1	3466,2
90	23	626,7	544,0	437,8	286,7	210,3	181,9	185,6	279,3	336,0	481,5	553,7	624,5	4748,0
	33	628,2	517,4	444,3	278,1	217,6	174,4	186,4	279,0	336,0	462,5	550,1	620,2	4694,4
	43	603,5	534,1	425,3	282,0	207,2	182,7	183,7	272,1	332,6	461,1	535,4	594,6	4614,2
	53	567,0	510,1	429,4	271,1	217,0	165,9	181,5	276,2	319,4	458,7	503,4	558,9	4458,6
	90	500,4	469,5	336,3	217,1	176,4	155,6	153,7	222,5	246,0	398,2	443,4	486,5	3805,8
0 al Sur	23	652,4	536,1	414,6	249,2	174,3	140,0	151,1	234,8	313,2	467,6	568,1	659,0	4560,5
	33	618,3	497,1	371,4	214,7	145,6	117,1	127,6	196,4	279,6	431,7	536,7	628,1	4164,1
	43	571,7	448,8	321,7	180,3	122,1	102,6	110,8	162,9	241,5	388,2	495,3	584,9	3730,8
	53	514,5	392,4	267,4	149,3	116,3	97,8	105,5	141,7	201,3	338,4	444,6	530,5	3299,7
	90	292,5	205,9	163,0	116,0	89,7	75,6	80,8	111,0	137,8	186,9	255,7	305,1	2019,9

Fuente: https://issuu.com/jovenestehuelches/docs/registrosolarimetrico_de_chile
Tabla 1-1. Irradiación global mensual y anual de Quillota. (Ministerio de Energía, 2011)

Con lo mencionado previamente se realiza un estudio sobre la cantidad de paneles que se necesitarían para cubrir solo un 5% de lo que el jardín infantil consume en cuanto a energía eléctrica. A continuación se presenta una tabla con el consumo total.

Artefacto	Potencia nom. [W]	Cantidad [un]	Potencia Instalada [W]	Horas de uso [h/día]	Consumo [Wh/día]
Parlante	55	1	55	7	385
Calefactor Elec.	2000	2	4000	4	16000
Pant. + CPU	250	1	250	9	2250
TV (LG)	160	1	160	9	1440
Video Grabador	36	1	36	24	864
Cámaras	20	4	80	24	1920
Luz de em.	20	2	40	24	960
Panel de alarma	12	1	12	24	288
Huellero	5	1	5	24	120
Impresora	10	1	10	9	90
Router	30	2	60	24	1440
Refrigerador 1	180	1	180	24	4320
Hervidor	2000	1	2000	0,6	1200
Horno Elec.	1500	1	1500	0,33	495
Equipo de mus.	50	1	50	7	350
Campana cocina	500	2	1000	9	9000
Refrigerador 2	11,57	1	11,57	24	277,68
Juguera	750	2	1500	0,5	750
Refrigerador 3	28,92	1	28,92	24	694,08
Luminaria	10	11	110	4	440
Total	7628	38	11088	275,43	43284

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-2. Recopilación de datos de consumo eléctrico del Jardín infantil “Putupur”.

Solo se considerará el 5% de toda la demanda que tiene el jardín:

DEMANDA	PORCENTAJE (%)
43.284 [Wh]	100%
2.164 [Wh]	5%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1-3. Cálculo de 5% de la demanda eléctrica total

Características del panel a utilizar para el cálculo general, gracias a su ficha técnica.

Modelo	JKM280PP-60
Marca	JINKO
Cantidad de celdas	60
Potencia Máxima	280 [W]
Vmp	32,3 [V]
Imp	8,69 [A]
Voc	39,4 [V]
Isc	9,20 [A]
Dimensiones	1650 x 992 x 35 [mm]
Peso	19 kg.
Valor	\$ 102.270 CLP

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1-4. Características del panel policristalino JINKO.

Considerando los datos entregados por la empresa distribuidora de energía de la zona, Chilquinta, se calcula el ahorro que representaría el 5%.

Valor de ahorro por hora = Consumo de energía x tarifa de consumo de energía

- Valor de ahorro por hora = 2,164 [kWh] x 68,257 $\left[\frac{\$}{kWh}\right]$ = \$ 147,71*

Valor de ahorro diario = Valor de ahorro por hora x horas de uso

- Valor de ahorro diario = \$ 147,71 x 11 [h] = \$ 1.624,81 diarios*

Valor de ahorro mensual = Valor de ahorro diario x días de uso

- Valor de ahorro mensual = \$ 1.624,81 x 20 días = \$32.496,2 mensuales*

Entonces, si se cubriera el 5% del consumo total de energía del establecimiento se obtendría un ahorro mensual de \$32.496,2 pesos.

Para cubrir el 5% de la demanda energética necesitamos la siguiente cantidad de paneles:

$$\frac{2164,2 \text{ [Wh]}}{280 \text{ [W] panel}} = 7,73 \text{ paneles} \approx 8 \text{ paneles}$$



Fuente: <https://eolicasolar.cl/wp-content/uploads/2017/02/1paneles-jinko-1.jpg>
Figura 1-28. Panel solar fotovoltaico marca JINKO.

Inversor On Grid

Modelo	Sunny Boy 2500 [VA] Webconnect
Marca	SMA
Capacidad	2500 [Wh]
País	Alemania
Valor	\$ 1.099.990 CLP

Fuente: Elaboración propia
Tabla 1-5. Características del inversor On Grid.



Fuente: <https://www.aquitosolar.cl/224-363-large/INVSb3TRX.jpg>
Figura 1-29. Inversor On Grid marca SMA.

El inversor es de capacidad 2500 [Wh] lo que podría cubrir el 5% de la demanda energética que es un total de 2164,2 [Wh].

A continuación se presenta una tabla con los valores totales para adquirir los equipos.

PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
SMA Inversor On Grid Sunny Boy 2500 [VA] Webconnect	1	\$ 1.099.990	\$ 1.099.990

Panel solar fotovoltaico policristalino 280 [W] JKM280PP-60 JINKO	8	\$ 102.270	\$ 818.160
TOTAL			\$ 1.918.150

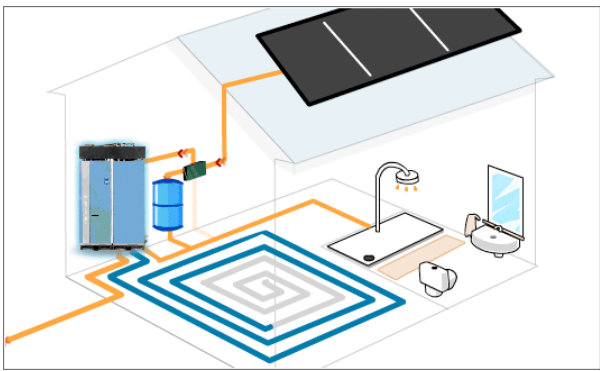
Fuente: <https://www.naturaenergy.cl/product/sma-inversor-on-grid-sunny-boy-2500-va-webconnect>
 Tabla 1-6. Análisis de costo del proyecto FV.

1.4.3 CALEFACCIÓN SOLAR

Al llegar el invierno, unos de los sistemas de calefacción que más se usa en los hogares es el sistema de calefacción por radiadores, leña o combustibles fósiles, pero cada día se va introduciendo más el piso radiante en el país, con el fin de disminuir la contaminación de las salamandras o chimeneas como también la gran cantidad de electricidad que consume una estufa eléctrica.

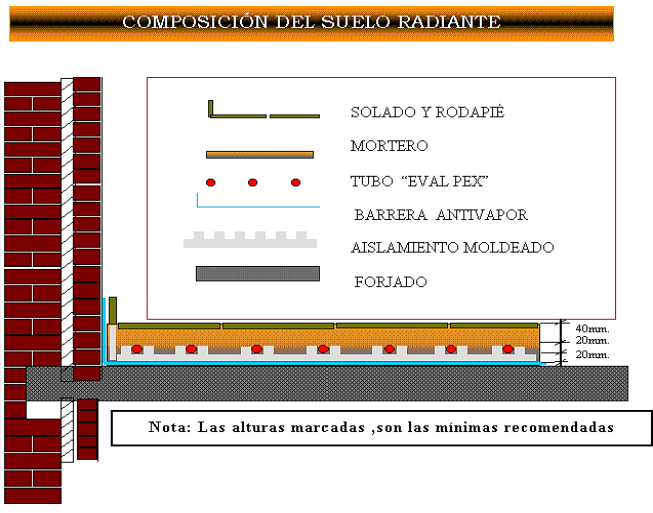
El suelo radiante es el sistema de calefacción y refrigeración que genera el menor consumo de energía puesto que se combina de la mejor manera con la energía solar térmica. Este consiste en la impulsión de agua a media temperatura a través de circuitos de tuberías plásticas que son fabricadas principalmente de material polietileno. Estos circuitos se soportan sobre un aislante térmico y quedan cubiertos por una capa de mortero que los cubre y sobre la cual se coloca el pavimento final.

Por el sistema se hace circular agua de modo que el calor es cedido al ambiente a través de la capa de mortero y a su vez, emite esta energía hacia las paredes y el techo del espacio determinado mediante radiación principalmente y en menor grado por convección natural.



Fuente: <https://www.urbanarbolismo.es/blog/frio-solar-con-placas-solares-termicas/>
 Figura 1-30. Diagrama de funcionamiento piso radiante (urbanarbolismo, s.f.)

Los elementos que lo conforman y los factores que se deberán tener en cuenta para un correcto funcionamiento, dado que cualquier falla ya sea de cálculo, instalación o funcionamiento puede provocar pérdidas en las cualidades que presenta la calefacción de este tipo.



Fuente: <https://www.prosolar.es/suelo-radiante>
Figura 1-31. Composición del piso radiante.

Ventajas del piso radiante:

- 1. Distribución ideal de la temperatura.
- 2. Estética.
- 3. No daña ni ensucia la estructura de la casa.
- 4. Seguridad.
- 5. Ecológico.
- 6. Temperatura acorde al ambiente.
- 7. Ahorro de energía.

El fin de poder instalar este sistema de calefacción es que el jardín hoy en día cuenta con 1 calefactor eléctrico de 2000 [W], el cual cubre alrededor de 20 [m²], siendo esto una capacidad súper baja para la cantidad de niños y trabajadores que asisten al jardín. El jardín cuenta con 2 salas de clases, ambas tienen baños, pero solo para cubrir el aérea de las salas se necesitan 110,5 [m²] de calefacción, pero ellos solo cuentan con una estufa que les cubre aproximadamente solo el 18% de lo que deberían tener en calefacción total.

Haciendo alusión a la Figura 1-7, las áreas de las distintas salas a cubrir con piso radiante para posible calefacción son de:

- 1. Sala 1: 65 [m²]
- 2. Sala 2: 45,5 [m²]

Materiales que componen el piso radiante

- ✓ Plancha aislante

Es la que soporta los circuitos de las tuberías y busca evitar en función de su resistencia térmica la transmisión del calor al forjado. Mientras más sea la resistencia térmica más calidad aislante tiene la plancha. Este dato depende del espesor asemejado, y de la

conductividad del material.

La capacidad aislante de la plancha influye en el cálculo y en la temperatura de impulsión que irá a los circuitos, puesto que un buen aislante supone a futuro un ahorro al poder bajar la temperatura de impulsión. La tubería es junto al panel uno de los componentes más. El material más usado en la fabricación es el poliestireno expandido. En cuanto a la tipología de las planchas se pueden encontrar en tetones, mopas y lisas.

✓ Film antivapor

Hoja de polietileno que actúa en forma de barrera ante los líquidos y humedades que pueden filtrarse por capilaridad a través del forjado. Su mayor utilización es en plantas bajas o lugares que siempre tengan contacto con el terreno.

✓ Banda perimetral

Es un componente que absorbe las dilataciones del mortero para así evitar las pérdidas de calor. Se coloca en todo el perímetro de la zona calefaccionada. Puede ir grapada o con banda plegable. Además, lleva una hoja la cual debe colocarse por sobre la plancha para evitar a futuro cuando se vierta el mortero, que se puedan generar puentes térmicos con el forjado.

✓ Tubería

Las tuberías de piso radiante son de material plástico y sus principales características es que no se ven afectadas por los aditivos del hormigón, tienen poca fuerza de dilatación y fricción, no se ven alteradas por la erosión ni corrosión y por último son muy flexibles a la hora de instalar y fácil de diseñar en circuitos.

El tubo de los circuitos y como también entre el generador y el colector debe contar con una barrera anti- difusión de oxígeno conforme a lo que indica la UNE EN 1264. Los tubos más ocupados para los suelos radiantes son el PEX (polietileno reticulado), la multicapa y en poca cantidad el polibutileno y los diámetros exteriores por lo general siempre varían, siendo los más habituales en suelo 16 [mm] y 20 [mm], aunque se pueden encontrar en el mercado tubos de menor diámetro para otro tipo de aplicaciones. A la hora de instalar, los rollos más empleados varían en un rango entre 200 [m] y 400 [m].

✓ Mortero

Según la norma UNE EN 1264 de piso radiante, el espesor mínimo de la capa de mortero debe ser de 30 [mm] medidos a partir de la generatriz superior de la tubería. Pero es recomendable una sección de espesor de 4 a 5 [cm] de mortero por sobre la generatriz de

la tubería. Una losa de mortero fina podría originar zonas frías y calientes en el suelo, así como la aparición de grietas. Es recomendable agregar un aditivo al mortero para aumentar su fluidez. Luego de realizada la sobrelosa de mortero se requiere que la temperatura ambiente no sea inferior a 5[°C] durante un mínimo de 3 días a partir del momento del hormigonado y se eviten los excesos de calor así como las corrientes de aire a fin de limitar lo máximo posible las contracciones del mortero durante el secado.

Tipos de circuitos

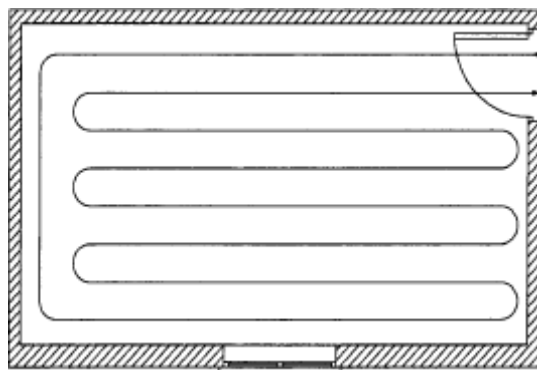
La distribución del tubo debajo de la solería no deber ser entrópico, se procurará que la disposición del tubo embutido en la capa de mortero repercuta en un reparto homogéneo del calor por toda la superficie del piso. Esto se consigue determinando la separación entre tubos y manteniendo un mínimo espesor de la capa de mortero por encima de la generatriz superior del tubo se recomendable 4 [cm]. La separación entre las líneas de tubos está determinada por las necesidades energéticas de los espacios climatizados. La potencia de emisión de un suelo, o de una superficie radiante conformada por tubos embutidos, dependerá de la separación entre tubos. Para lo anteriormente mencionado, el tubo se extiende formando serpentines o espirales con tres formas básicas: (G, 2007, pág. 24)

- La distribución en serpentín simple.
- La distribución en doble serpentín.
- La distribución en espiral.

Para cualquiera de los tipos de distribución, siempre se comenzará a unos 10 o 15 [cm] de una de las paredes y se alinea el tubo de forma paralela a los mismos.

La distribución en serpentín simple consiste en desliar el tubo formando líneas paralelas de ida y vuelta manteniendo la misma distancia de cálculo entre ellas.

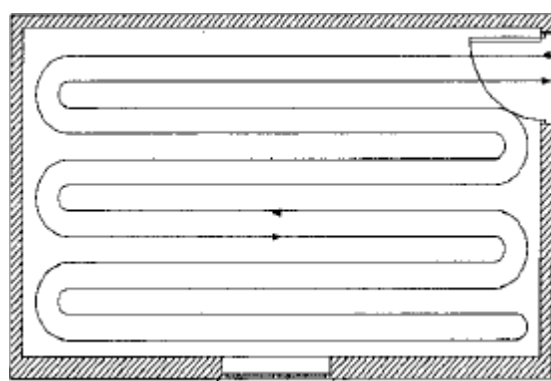
Es el de forma más fácil, pero cuando hay separaciones entre líneas inferiores a 24 [cm] las curvas de 180° presentan dificultades de ejecución, máximo si es que la placa base lleva incorporado el tetón. A pesar de ser el sistema más sencillo, tiene la desventaja de que se calienta más la solera al principio del recorrido que al final de este, por lo que se presencian grandes diferenciales de temperatura.



Fuente: (G, 2007)

Figura 1-32. Distribución en serpentín simple. (G, 2007)

El doble serpentín se instala intercalando una línea de ida con otra de retorno. Cuando se desarrolla, en el tubo se realiza una hilada. Lo que se tiene son dos tubos paralelos con fluido de ida seguidos de otros dos con fluido de retorno, por este motivo podría provocar franjas del pavimento más calientes y franjas más frías.

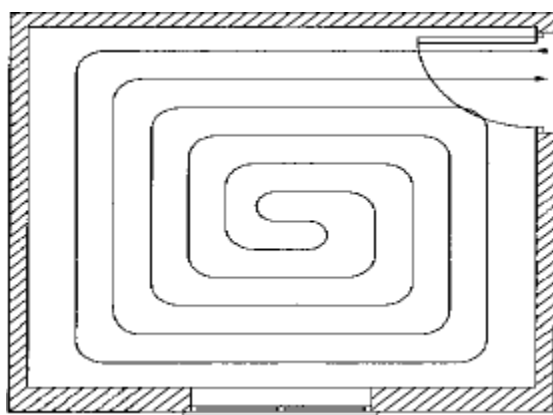


Fuente: (G, 2007)

Figura 1-33. Distribución en doble serpentín.

La distribución en espiral se emplea en desliar el tubo desde los límites que están en los exteriores hacia el centro del lugar. Es el modo de distribución que mejor mantiene la temperatura de la superficie radiante, pues se van intercalando los primeros tubos de ida con los últimos que van de retorno.

Esta distribución se adapta con facilidad a cualquier forma geométrica, además permite salvar con simplicidad las zonas por donde no deben ir, o no se es necesario tuberías como son las superficies sobre las cuales se va a colocar una chimenea, muebles de cocina o mobiliario de obra.



Fuente: (G, 2007)

Figura 1-34. Distribución en espiral. (G, 2007)

Condiciones de instalación

✓ Temperatura del Agua

La temperatura de trabajo del agua debe estar entre 30 [°C] y 50 [°C], y ésta jamás debe superar los 55[°C]. Es importante que la diferencia de temperatura entre la ida y el retorno se mantenga dentro de un salto térmico establecido. Cuanto menor sea la temperatura del agua mayores serán el confort y la economía de este sistema.

Según la norma EN 1264-3 el salto térmico entre la ida y el retorno deberá estar comprendido en un rango entre 0 [°C] y 5 [°C], sin embargo, es bastante común encontrarse con un salto térmico $\Delta T = 10$ [°C].

✓ Temperatura en la Superficie del Piso

Ya que la superficie tendrá contacto directo con las personas, niños y además por motivos médicos y fisiológicos las temperaturas máximas de la superficie del piso serán de 29 [°C] en estancias en general; y en zonas raramente transitadas será de 35 [°C].

1.4.4 ENERGÍA SOLAR, SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS (SST)

Los SST son un conjunto de equipos y componentes encargados de aprovechar la energía solar para producir ACS, el cual busca reemplazar como fuente principal a los otros recursos que realizan la misma finalidad, y convertirlos en secundarios: gas natural, gas licuado, carbón, entre otros.

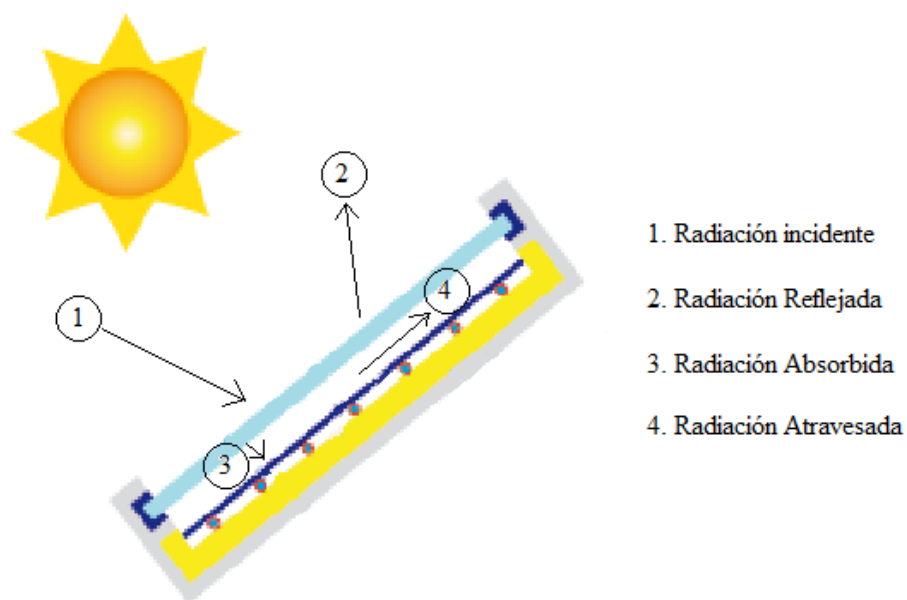
Como se mencionó, su función principal es calentar agua a través de la captación de la energía solar. Dentro de los elementos presentes en este sistema encontramos: Captador, acumulador, sistema auxiliar, controles y accesorios.

✓ Captador

Se encarga, como su nombre lo dice, de captar y transformar la radiación solar en energía que se traspa al fluido que contiene, normalmente agua. Un captador debería poseer las siguientes características:

1. Ser resistente a las temperaturas altas y bajas.
2. Ser resistente a las condiciones del exterior.
3. Estable y fácil de montar.
4. Ser eficiente en la conversión de la energía solar.

El funcionamiento de un captador es fundamental, ya que es éste el principal elemento para obtener agua caliente sanitaria. El vidrio es el primer componente que se recibe la radiación incidente, la cual se transforma en radiación absorbida, reflejada y atravesada. La absorbida es la que se queda en el elemento, en este nuestro caso un vidrio; la reflejada es la que no logra atravesar este primer componente y se devuelve al ambiente; y finalmente la atravesada es la que logra pasar al siguiente componente, esto depende mucho de la naturaleza del cuerpo (vidrio), el estado en que esta la superficie (sucio, limpio, deteriorado, etc.), el espesor, en la selectividad transmisiva del material, la cual busca una alta transmitancia en longitudes de onda corta (entre 0,3 y 2,4 μm) y baja transmitancia en longitudes de onda larga (entre 10 y 14 μm), y finalmente en la selectividad de absorción-emisión, el cual busca un alto valor de absorptancia en las longitudes de onda corta y un bajo valor de emisividad de las longitudes de onda larga.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-35. Tipos de radiaciones y lugares donde ocurre.

Por lo tanto, un buen captador debería aceptar el máximo de la radiación solar, absorber la mayor parte, emitir y dejar salir lo menos posible, o sea, una transmitancia y absortancia alta y una emisividad y transmitancia baja en longitud de onda larga.

Finalmente, el vidrio está encargado de generar un efecto invernadero, elevando la temperatura del captador gracias la radiación que logra pasar, la cual llega al absorbedor, que logra transmitir esta temperatura al fluido.

Existen distintos tipos de captadores como los de placa plana, tubos al vacío y los de aislamiento térmico transparente, estos últimos son mucho más eficientes, pero más caros y pesados, por lo cual su uso debe ser muy bien evaluado.

✓ Acumulador

Estos se encargan de recibir el fluido que ya pasó por el captador, normalmente a temperaturas altas, como también recibe el fluido del flujo de agua fría de la red. Además, deben ser resistentes a la corrosión y tener un buen aislamiento térmico, ya que en la noche se generan varias pérdidas por el acumulador, las cuales deben mantenerse en un margen razonable.

El dimensionamiento del SST debe ser el adecuado, ya que de lo contrario el acumulador podría verse envuelto por sobre las presiones que está diseñado a soportar, lo que accionaría a los dispositivos de expansión, generando grietas y roturas.

Existen distintos tipos de acumuladores: el simple, el cual el fluido que transita por el captador, el acumulador y los distintos componentes, es la misma agua que se consumirá, ACS, y se conoce como circuito primario; luego tenemos con serpentín en su interior, el cual posee dos circuitos, el primario y secundario. El primario se mueve por el serpentín y el captador, el cual posee un fluido caloportador, mientras que el secundario se ve afectado por el primario, cambiando su temperatura, y suele ser el agua de red que luego consumiremos, ACS. También nos encontraremos con acumuladores que en su interior poseen más serpentines.

✓ Sistema Auxiliar

Debido a que la energía solar suele ser intermitente, en invierno hay más obstáculos que entorpecen el paso de la radiación, es que se debe contar con un sistema auxiliar, ya que no podemos dejar al consumidor sin ACS. Este consta de una alternativa para generar el agua caliente, como lo son los calefón y calderas, entre otros.

✓ Controles o sistema de monitoreo

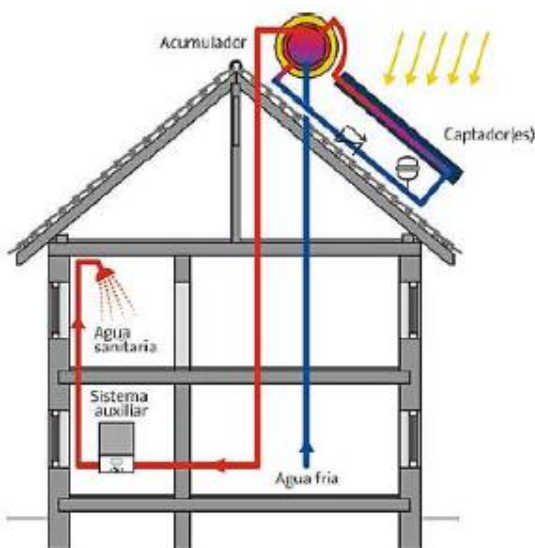
Estos se encargan de prender o apagar artefactos como, bomba de circulación, verificar las temperaturas de entrada y salida del captador, acumulador y temperatura de consumo, a través de sensores.

✓ Accesorios

Dentro de esta categoría están la bomba de circulación, la cual está encargada de mover el agua de red que llegará hasta el acumulador, el vaso de expansión, el cual se encarga de compensar los cambios de volumen que sufre el fluido debido a las altas temperaturas. Además, nos encontramos con las tuberías, distintas válvulas, termómetros y manómetros, dentro de lo más importante.

A continuación, se encuentran distintos tipos de sistemas solares térmicos: SST natural y SST forzado.

- SST de circulación natural: como su nombre lo indica, el circuito primario se ve afectado por la convección natural que se produce debido a la diferencia de densidad entre el agua fría y caliente, permitiendo una circulación. En estos sistemas el acumulador se instala en conjunto con el captador en el techo del lugar que requiere de este sistema.



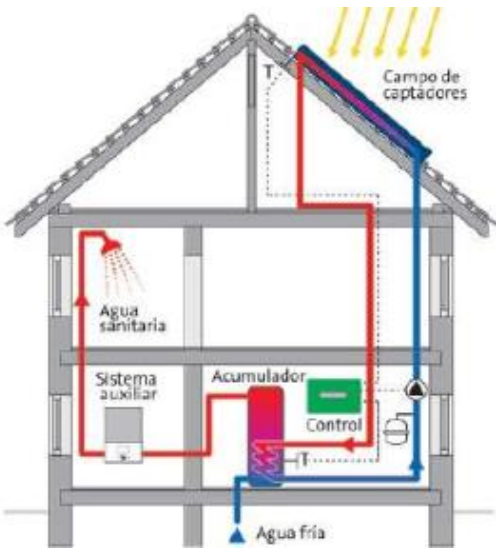
Fuente: <http://www.terra.org/categorias/articulos/guia-practica-de-una-instalacion-de-energia-solar-termica>

Figura 1-36. Sistema solar térmico Natural.

Este tipo de instalaciones tienen las ventajas de que se autorregulan, son sencillas, más baratas y no requieren de una bomba de circulación, por lo que tienen un menor consumo eléctrico.

- SST de circulación forzada: este sistema posee su acumulador dentro del lugar de consumo, haciendo que el fluido tenga que ser movido por una bomba de circulación. Además, se agregan otros equipos, como el control o sistema de monitoreo, donde se instalan sensores de temperatura en distintos lugares, como la salida del agua del acumulador, para ver si cumple con la temperatura pedida por el consumidor. En caso de no ser así, el sistema auxiliar se activa para llegar a la temperatura deseada.

La ventaja de tener este tipo de sistema es que el acumulador se puede instalar en el lugar de preferencia, y cuando las temperaturas exteriores bajen, este no se va a ver afectado, disminuyendo las pérdidas del sistema general.



Fuente: <http://www.terra.org/categorias/articulos/guia-practica-de-una-instalacion-de-energia-solar-termica>

Figura 1-37. Sistema solar térmico Forzado.

Con los datos mencionados anteriormente es que el SST es una de las formas que podrían ser adecuadas para una posible instalación en el jardín infantil “Putupur” cubriendo su demanda de agua caliente sanitaria, la cual es incierta por no poseer boleta de consumo propia.

Para finalizar con este capítulo se expusieron los diferentes tipos de recursos energéticos para una posible instalación. El sistema solar térmico y el piso radiante hoy en día son los 2 sistemas que más se adaptan a las demandas que quiere cubrir dirección del jardín ya que por una parte ambos son sistemas que se pueden complementar y pueden funcionar en conjunto. Además, se busca reducir el uso de estufas eléctricas, ya que las actuales no son eficientes para el jardín, y consumir menos gas licuado, para así fomentar las energías limpias y ser un jardín ejemplo para otros.

CAPÍTULO 2: EVALUACIÓN TÉCNICA

2. **EVALUACIÓN TÉCNICA**

Para continuar se realiza una evaluación técnica de los métodos previamente seleccionados, recopilando información selectiva, realizando una correcta interpretación de esta y finalmente tomando una decisión respecto a esto.

2.1 **SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS**

Con la información recopilada anteriormente se concluye que un sistema solar térmico con un sistema auxiliar serían la mejor manera de abastecer al jardín para cubrir la demanda de ACS, haciendo uso de energías renovables. Para ello se lleva a cabo un estudio con la ayuda de la Norma Técnica de la Ley 20.365, la cual mediante un algoritmo determina la verificación de la contribución solar mínima que poseen los sistemas solares térmicos y con la ayuda del programa Excel se llevan a cabo los cálculos necesarios. Esta Norma técnica cuenta con distintos Anexos, los cuales entregan información en relación con: Latitud, Zona Climática, Radiación y Temperatura, dependiendo de la zona geográfica del país.

“Esta Norma Técnica, establece el algoritmo para la verificación del cumplimiento de la contribución solar mínima del SST e indica información pertinente, asociada a cada comuna del país, para dicha verificación.” (Universidad de Chile, 2014)

Se opta por un sistema solar térmico de circulación natural, ya que son más económicos y con un menor consumo eléctrico al no requerir una bomba de recirculación. Para el estudio se determina utilizar un colector solar marca “KHÖNE” heat pipe con acumulador integrado, la cual incluye una estructura con una inclinación de 45°, gracias a la recomendación de un instalador con experiencia que ha trabajado con este tipo de colector y marca, la cual no ha presentado mayores fallas a lo largo del tiempo.

A continuación, se presentan los cálculos que se llevaron a cabo para el estudio que se está realizando, con el programa Excel.

Para iniciar se deben conocer los datos del lugar donde se realizará la posible instalación, estos fueron obtenidos en la visita técnica.

Datos	
Lugar:	Quillota
Inclinación de techumbre:	0° - 30°
Orientación de la estructura:	10 ° Nor-oeste
Pérdidas por sombra:	No hay

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-1. Datos del lugar de instalación.

El segundo paso es definir la PS que experimentará el sistema energético. Esta se define como la cantidad de porcentaje de radiación solar que no incide en la superficie del colector solar causada por obstáculos. En este caso no se presenta ninguna sombra en todo el techo del jardín infantil, por lo tanto PS es igual a cero.

El tercer paso consiste en definir la zona climática del lugar a partir de la información entregada por la figura 2-1.

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
V Región de Valparaíso	San Antonio	Cartagena	30	34	D
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Casablanca	31	33	C
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Catemu	33	33	B
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Concón	64	33	D
V Región de Valparaíso	San Antonio	El Quisco	86	33	D
V Región de Valparaíso	San Antonio	El Tabo	87	33	D
V Región de Valparaíso	Quillota	Hijuelas	103	33	C
V Región de Valparaíso	Isla de Pascua	Isla de Pascua	115	27	C
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Juan Fernández	116	34	C
V Región de Valparaíso	Quillota	La Cruz	118	33	C
V Región de Valparaíso	Petorca	La Ligua	123	32	C
V Región de Valparaíso	Quillota	Limache	139	33	C
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Llaillay	142	33	B
V Región de Valparaíso	Los andes	Los Andes	152	33	B
V Región de Valparaíso	Quillota	Nogales	184	33	C
V Región de Valparaíso	Quillota	Olmué	191	33	C
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Panquehue	202	33	B
V Región de Valparaíso	Petorca	Papudo	203	32	D
V Región de Valparaíso	Petorca	Petorca	216	32	B
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Puchuncaví	230	33	D
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Putendo	243	32	B
V Región de Valparaíso	Quillota	Quillota	253	33	C
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Quilpué	254	33	C

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365
Figura 2-1. Información comunal.

Con el dato previo se obtiene la radiación solar global media anual (H) del lugar, mostrado en la Tabla 2-2, la cual corresponde a un valor entre 1454 y 1701 [kWh/m² año]. Además, obtiene la CSM la cual se define como la mínima cantidad de energía térmica que debe aportar el sistema solar térmico. En este caso corresponde al 57%. Sin embargo, se permite un margen de tolerancia de un 15%, por lo tanto la nueva CSM es de 48%.

Zona Climática	Radiación Solar Global Media Anual (H)	Contribución Solar Mínima Exigida (CSM)	Margen de Tolerancia	(CSM*0,85)
	[kWh/m² año]	[%]	[%]	[%]
A	1948 ≤ H	75	15	64
B	1701 ≤ H < 1948	66	15	56
C	1454 ≤ H < 1701	57	15	48
D	1208 ≤ H < 1454	48	15	41
E	961 ≤ H < 1208	39	15	33
F	961 < H	30	15	26

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365
Tabla 2-2. Porcentaje mínimo aceptado dependiendo de la zona climática.

El cuarto paso consiste en determinar si el sistema a instalar logra cumplir con la CSM. Para esto se calcula la radiación solar diaria que incide en el colector, la demanda térmica, la energía diaria absorbida por el colector y la pérdida por el sistema.

A continuación, se calcula la radiación global media diaria que incide sobre la superficie inclinada del colector solar térmico para cada mes del año con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$R_{Gd_inc_i} = \left[\frac{R_{Gm_i}}{N_{díasMes_i}} \times F_{d_i} \times \left(1 - \left(\frac{3,5}{100.000} \right) \times O_{SST}^2 \right) \times \left(1 - \frac{PS}{100} \right) \right] \times 3,6$$

Donde:

- $R_{Gd_inc_i}$: Radiación solar global media diaria sobre superficie inclinada del mes i [MJ/m²].
- R_{Gm_i} : Radiación solar global sobre superficie horizontal media mensual para el mes i [kWh/m²]. Este valor se obtiene del Anexo III, para la comuna donde se ubica el SST.
- $N_{díasMes_i}$: Número de días del mes i.
- O_{SST} : Orientación del SST [°].
- F_{d_i} : Factor modificador de la radiación incidente a una superficie inclinada para el mes i. Este valor se obtiene del Anexo II, conforme a la inclinación del SST y a la latitud media de la comuna correspondiente que se indica en el Anexo I.
- PS: Pérdidas por Sombra [%].

Gracias a los datos entregados en la Tabla 2-1 se obtienen R_{Gm_i} y F_{d_i} en los anexos III y II, respectivamente, los que se muestran a continuación.

ANEXO III - Radiación Solar Global Sobre Superficie Horizontal [kWh/m²] - Media Mensual y Media Anual														
Id	Comuna	Media Mensual (R _{0m})												Media Anual (R _{0a})
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
249	Quilaco	238,31	200,80	181,37	101,98	87,42	47,88	54,70	78,05	110,38	187,92	196,44	224,43	1849,45
250	Quilicura	245,91	195,78	170,78	110,78	75,52	57,52	69,85	92,65	126,91	180,78	221,91	248,91	1797,08
251	Quilleco	223,09	179,40	152,04	97,82	80,87	45,05	50,77	74,90	110,83	182,23	190,00	212,80	1559,21
252	Quillón	220,00	188,00	148,00	98,00	57,00	44,00	49,00	75,00	113,00	183,00	191,00	213,00	1539,00
253	Quillota	201,14	155,27	139,05	92,41	85,09	50,55	80,09	84,88	114,95	151,73	182,59	201,38	1499,09
254	Quilpué	218,93	173,10	151,90	100,51	89,31	53,12	64,87	88,67	118,87	182,83	198,01	221,21	1818,92
255	Quinchao	175,85	149,88	110,92	70,44	43,48	30,48	38,48	57,96	88,44	123,40	148,37	172,33	1208,04
256	Quinta de Tilcoco	220,31	178,63	152,74	98,57	82,99	45,50	57,95	79,90	113,18	158,28	195,24	218,19	1579,45

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365
 Figura 2-2. Radiación solar global de Quillota.

A continuación se toma en consideración un ángulo de 45° del SST ya que se instalarían en la parte plana del techo y se ocuparía la estructura que viene con el equipo, la cual viene con esa inclinación.

ANEXO II - Factor Modificador de la Radiación Incidente a una Superficie Inclinada (F_{d,i})

Latitud	I _{ST}	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
30	45	0,79	0,91	1,09	1,32	1,55	1,67	1,61	1,40	1,15	0,95	0,81	0,76
31	45	0,80	0,92	1,11	1,34	1,58	1,70	1,64	1,42	1,17	0,96	0,82	0,77
32	45	0,81	0,93	1,12	1,36	1,60	1,73	1,66	1,44	1,18	0,97	0,83	0,77
33	45	0,82	0,94	1,13	1,38	1,63	1,76	1,69	1,47	1,20	0,98	0,84	0,78

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365
 Figura 2-3. Factor modificador de la radiación incidente en Quillota.

Además, se destaca que la orientación del SST a tomar en cuenta será de 0°, ya que se instalarán en sentido norte, debido a que la Norma Técnica evalúa las pérdidas por sombra (PS) debido a obstáculos, en porcentaje, con la siguiente condición:

$$d > k \times h$$

Donde,

- d es la distancia entre las filas de colectores expresada en [m].
- h es la diferencia de altura entre la parte alta de la fila anterior y la parte baja de la fila posterior expresada en [m].
- k es un coeficiente adimensional que se obtiene de la tabla siguiente, en función de la latitud media.

Latitud Media (S)	k	Latitud Media (S)	k
18	0,86	37	1,73
19	0,89	38	1,80
20	0,92	39	1,88
21	0,96	40	1,96
22	0,99	41	2,05
23	1,03	42	2,15
24	1,06	43	2,26
25	1,10	44	2,37
26	1,14	45	2,50
27	1,18	46	2,64
28	1,22	47	2,79
29	1,27	48	2,96
30	1,32	49	3,14
31	1,37	50	3,35

32	1,42	51	3,59
33	1,47	52	3,86
34	1,53	53	4,18
35	1,59	54	4,54
36	1,66	55	4,97

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365
 Tabla 2-3. Coeficiente adimensional según la latitud media de la comuna.

Con esta información podemos obtener un $k = 1,47$ y gracias a la ficha técnica del colector a instalar podemos saber el valor de h , siendo esta el alto de la estructura más el diámetro del acumulador. Por lo que esta condición nos dice que la distancia mínima que debería tener un colector posicionado detrás de otro es de $d = 3,227 \text{ [m]}$, siendo esto imposible de realizar en el techo del establecimiento, por lo que se opta por posicionar en sentido norte, dejando de lado la condición de colocar un colector detrás de otro.

Recopilando los datos en una tabla y aplicando la fórmula se obtiene lo siguiente:

MES	R_{Gm_i}	$N_{diasmes_i}$	F_{d_i}	O_{sst}	$R_{Gd_inc_i}$
1	201,14	31	0,82	0	19,15
2	155,27	28	0,94	0	18,77
3	139,05	31	1,13	0	18,25
4	92,41	30	1,38	0	15,30
5	65,09	31	1,63	0	12,32
6	50,55	30	1,76	0	10,68
7	60,09	31	1,69	0	11,79
8	84,86	31	1,47	0	14,49
9	114,95	30	1,2	0	16,55
10	151,73	31	0,98	0	17,27
11	182,59	30	0,84	0	18,41
12	201,36	31	0,78	0	18,24

Fuente: Elaboración clases de proyectos energéticos
 Tabla 2-4. Recopilación de datos para obtener $R_{Gd_inc_i}$.

El siguiente paso es recopilar los datos de la demanda, que en este caso se consideró un uso diario de 5 minutos por cada niño a la hora de utilizar agua, lo que se recopila como 30[l] de consumo por niño lavado.

Datos de demanda		
Cantidad de niños	30	
Consumo por niño	30	1
Total de consumo diario	900	1

Fuente: Elaboración propia
 Tabla 2-5. Cantidad de litros totales consumidos diario.

Conociendo el consumo diario total se busca determinar la demanda térmica diaria para calentar el agua con una temperatura de referencia de 45[°C], utilizando la siguiente fórmula:

$$D_{ed_i} = 0,0041868 \times D_{SST} \times (45 - T_{red_i})$$

Donde:

- D_{ed_i} : Demanda térmica diaria de energía para calentamiento de agua del mes i [MJ/día].
- D_{SST} : Demanda diaria de agua caliente sanitaria [l/día].
- T_{red_i} : Temperatura de agua de red media mensual, para el mes i, de la comuna [°C]. Este valor se obtiene del Anexo VI.

El dato restante que falta por conocer es la temperatura de agua de red la cual se obtiene gracias al anexo VI, que se muestra a continuación:

ANEXO VI - Temperatura de Agua de Red Media Mensual y Media Anual [°C]														
Id	Comuna	Media Mensual												Media Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
240	Puqueldón	12,6	11,6	11,6	10,6	10,1	8,9	8,6	9,1	9,6	10,6	11,1	12,1	10,5
241	Purén	13,2	12,2	12,2	10,7	10,0	9,2	8,7	9,2	9,7	10,7	11,7	12,5	10,8
242	Purranque	12,0	11,2	11,2	10,0	9,3	8,2	8,2	8,7	9,0	10,0	10,7	11,5	10,0
243	Putendo	15,1	13,1	13,1	10,4	8,7	7,2	6,9	8,2	9,3	11,6	13,1	15,5	11,0
244	Putre	10,4	10,4	10,4	9,9	8,9	7,8	7,9	8,6	9,4	10,3	10,8	10,2	9,6
245	Puyehue	11,5	10,5	10,5	8,9	8,0	6,7	6,6	7,1	7,7	8,9	9,8	10,9	8,9
246	Queilén	12,9	11,9	11,9	10,8	10,3	8,9	8,9	9,4	9,8	10,8	11,4	12,4	10,8
247	Quellón	12,9	12,0	12,0	10,8	10,0	8,9	8,9	9,4	9,7	10,8	11,4	12,4	10,8
248	Quemchi	12,9	11,9	11,9	10,9	10,4	9,4	8,9	9,4	9,9	10,4	11,4	12,4	10,8
249	Quilaco	13,2	11,8	11,8	9,8	8,5	7,3	7,1	7,8	8,8	10,0	11,1	12,5	10,0
250	Quilicura	17,5	16,0	16,0	14,0	12,0	11,0	11,0	11,9	12,5	14,0	15,5	16,5	14,0
251	Quilleco	13,9	12,8	12,8	11,0	10,1	9,1	8,8	9,5	9,9	11,2	12,0	12,8	11,2
252	Quillón	13,9	12,9	12,9	11,9	10,9	10,4	9,9	10,4	10,9	11,4	12,4	13,9	11,8
253	Quillota	19,7	18,4	18,4	16,4	14,4	13,4	13,2	14,2	14,9	16,4	17,9	18,0	16,3
254	Quilpué	18,1	16,8	16,8	14,8	12,8	11,8	11,6	12,3	13,3	14,8	16,3	18,8	14,8

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365

Figura 2-4. Dato de temperatura de agua de red de Quillota.

Con todos los datos recopilados se obtiene la siguiente tabla que nos muestra la Demanda térmica diaria de energía para calentamiento de agua mes a mes.

MES	D _{SST_i} [l/día]	T _{red_i}	D _{ed_i} [MJ/día]
1	900	19,7	95,33
2	900	18,4	100,23
3	900	18,4	100,23
4	900	16,4	107,77
5	900	14,4	115,30
6	900	13,4	119,07
7	900	13,2	119,83
8	900	14,2	116,06
9	900	14,9	113,42
10	900	16,4	107,77
11	900	17,9	102,12
12	900	18,0	101,74

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos
 Tabla 2-6. Recopilación de datos para obtener D_{ed_i}

Para los próximos datos se necesita conocer las características del equipo a instalar, los cuales fueron sacados de la ficha técnica de este modelo en particular, la cual se encuentra en la página web de la SEC para equipos autorizados a instalar.

Marca:	KHÖNE	
Sistema:	Colector con depósito integrado	
Modelo:	KHO-HP-300	
UL =	2,949	[W/m²°C]
A =	2,83	[m²]
η _o =	75,2	%
V =	300	[l]
V/A =	106,0071	[l/m²]

Fuente: Elaboración propia
 Tabla 2-7. Datos del equipo a instalar.

La Norma Técnica dice que el área y volumen de un colector solar térmico debe cumplir con la siguiente condición:

$$40 \leq \frac{V}{A} \leq 180$$

Donde:

- V: Volumen del depósito acumulador [l].
- A: Superficie instalada de CST [m²].

Por la información que se adquiere en la Tabla 2-7 se puede apreciar que el equipo seleccionado cumple con la condición previamente señalada.

Los cálculos iniciales totales se hicieron tomando en cuenta la instalación de un sólo equipo, lo que arrojaba un 22,77% del consumo solar medio a cubrir (CSM), siendo esta baja y muy por debajo del rango mínimo que debe cumplir según la Tabla 2-2, la cual indica que el CSM, considerando el margen de tolerancia de un 15%, debe ser de 48%.

Luego se realizaron los cálculos con la posible instalación de dos colectores, arrojando un consumo solar de 41,84%, ocurriendo lo mismo que en el caso anterior mencionado. Es por esto que los cálculos a continuación se realizaron considerando tres equipos a instalar, y como es un sistema de colector con depósito integrado el área y volumen de éste aumentan al triple.

Para continuar con los cálculos se busca obtener el parámetro D₁ de manera mensual, el cual relaciona la energía adsorbida por el colector solar y la demanda térmica diaria de energía gracias a la siguiente fórmula:

$$D_{1_i} = \frac{A \times \eta_o \times 0,912 \times R_{Gd_inc_i}}{D_{ed_i} \times 100}$$

Donde:

- D_{1_i}: Relación entre energía diaria absorbida por el colector y la demanda térmica diaria para el mes i.
- A: Superficie instalada de colectores solares térmicos [m²].
- η_o: Eficiencia óptica del colector solar [%].
- R_{Gd_inc_i}: Radiación solar global media diaria sobre superficie inclinada del mes i [MJ/m²].
- D_{ed_i}: Demanda térmica diaria de energía para calentamiento de agua del mes i [MJ/día].

Con todos los datos necesarios se genera la siguiente tabla:

MES	A [m²]	η _o	R _{Gd_inc_i} [MJ/día]	D _{ed_i} [MJ/día]	D _{1_i}
1	8,49	75,2	19,15	95,33	1,17
2	8,49	75,2	18,77	100,23	1,09
3	8,49	75,2	18,25	100,23	1,06
4	8,49	75,2	15,30	107,77	0,83
5	8,49	75,2	12,32	115,30	0,62
6	8,49	75,2	10,68	119,07	0,52
7	8,49	75,2	11,79	119,83	0,57
8	8,49	75,2	14,49	116,06	0,73
9	8,49	75,2	16,55	113,42	0,85
10	8,49	75,2	17,27	107,77	0,93
11	8,49	75,2	18,41	102,12	1,05
12	8,49	75,2	18,24	101,74	1,04

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos
 Tabla 2-8. Recopilación de datos para obtener el parámetro D₁ por mes.

Luego se busca el parámetro D₂ el cual se relaciona con las pérdidas de energía que puede presentar el colector y la demanda térmica diaria de energía, el que se calcula con la siguiente fórmula:

$$D_{2,i} = \frac{A \times UL \times 0,95 \times (100 - T_{am,i}) \times \left(\frac{V}{75 \times A}\right)^{(-0,25)} \times \left(64,7 + 3,86 \times T_{red,i} - \left(\frac{2,32 \times T_{am,i}}{100 - T_{am,i}}\right)\right)}{D_{ed,i} \times 1000}$$

- Donde:
- D2_i: Relación entre pérdidas de energía del colector y la demanda térmica diaria para el mes i.
 - UL: Factor global de pérdidas [W/m²K].
 - Tam_i: Temperatura ambiente media mensual, para el mes i, de la comuna [°C]. Este valor se obtiene del Anexo V.
 - V: Volumen de almacenamiento del depósito acumulador [l].
 - A: Superficie instalada de colectores solares térmicos [m²].
 - Tred_i: Temperatura de agua de red media mensual, para el mes i, de la comuna [°C].
 - Ded_i: Demanda térmica diaria de energía para calentamiento de agua del mes i [MJ/día].
- Para la temperatura ambiente media mensual acudimos al anexo V de la Norma Técnica.

ANEXO V - Temperatura Ambiente Media Mensual y Media Anual [°C]														
Id	Comuna	Media Mensual												Media Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
250	Quilicura	21,0	18,0	18,0	14,0	10,0	8,0	8,0	9,9	11,0	14,0	17,0	19,0	14,0
251	Quilleco	16,6	14,4	14,4	10,8	9,1	7,1	6,4	7,9	8,6	11,3	12,9	14,5	11,2
252	Quillón	16,0	14,0	14,0	12,0	10,0	9,0	8,0	9,0	10,0	11,0	13,0	16,0	11,8
253	Quillota	23,2	20,5	20,5	16,5	12,5	10,5	10,2	12,2	13,5	16,5	19,5	19,7	16,3
254	Quilpué	21,4	18,7	18,7	14,7	10,7	8,7	8,4	9,7	11,7	14,7	17,7	22,8	14,8
255	Quinchao	15,0	13,0	13,0	11,0	10,0	8,0	7,0	8,0	9,0	11,0	12,0	14,0	10,9
256	Quinta de Tilcoco	21,9	18,9	18,9	14,9	10,9	8,9	8,9	9,9	11,9	15,4	17,9	20,4	14,9

Fuente: Norma Técnica de la Ley 20.365
 Figura 2-5. Temperatura ambiente de Quillota.

Aplicando la fórmula anterior con los datos recopilados se obtiene la siguiente tabla:

MES	A [m²]	UL	T _{am,i} [°C]	V [l]	T _{red,i} [°C]	D _{ed,i} [MJ/día]	D _{2,i}
1	8,49	2,949	23,2	900	19,7	95,33	2,46
2	8,49	2,949	20,5	900	18,4	100,23	2,34
3	8,49	2,949	20,5	900	18,4	100,23	2,34
4	8,49	2,949	16,5	900	16,4	107,77	2,16
5	8,49	2,949	12,5	900	14,4	115,30	1,99
6	8,49	2,949	10,5	900	13,4	119,07	1,90
7	8,49	2,949	10,2	900	13,2	119,83	1,89
8	8,49	2,949	12,2	900	14,2	116,06	1,97
9	8,49	2,949	13,5	900	14,9	113,42	2,03
10	8,49	2,949	16,5	900	16,4	107,77	2,16
11	8,49	2,949	19,5	900	17,9	102,12	2,29
12	8,49	2,949	19,7	900	18	101,74	2,30

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos
 Tabla 2-9. Recopilación de datos para obtener D₂ mes a mes.

Para continuar se calcula el factor de correlación (f) del método F-Chart, el que determina el aporte del SST a la energía necesaria para cubrir la demanda térmica de manera mensual. Este se calcula con la siguiente fórmula:

$$f_i = 1,029 \times D_{1_i} - 0,065 \times D_{2_i} - 0,245 \times D_{1_i}^2 + 0,0018 \times D_{2_i}^2 + 0,0215 \times D_{1_i}^3$$

Donde:

- f_i : Factor de correlación del método F-Chart.
- D_{1_i} : Relación entre energía diaria absorbida por el colector y la demanda térmica diaria para el mes i.
- D_{2_i} : Relación entre pérdidas de energía del colector y la demanda térmica diaria para el mes i.

Ordenando los datos ya obtenidos da como resultado la siguiente tabla:

MES	D _{1_i}	D _{2_i}	f _i
1	1,17	2,46	0,75
2	1,09	2,34	0,72
3	1,06	2,34	0,70
4	0,83	2,16	0,56
5	0,62	1,99	0,43
6	0,52	1,90	0,36
7	0,57	1,89	0,40
8	0,73	1,97	0,51
9	0,85	2,03	0,59
10	0,93	2,16	0,63
11	1,05	2,29	0,70
12	1,04	2,30	0,69

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos

Tabla 2-10. Obtención del factor de correlación mes a mes.

Avanzando, se calcula el factor P_i ajustado del método F-Chart el cual debe cumplir con la siguiente condición para dar un resultado:

$$\begin{aligned} &Si\ f_i < 0, entonces\ P_i = 0 \\ &Si\ f_i > 1, entonces\ P_i = 1 \\ &Si\ f_i > 0\ y\ f_i < 1, entonces\ P_i = f_i \end{aligned}$$

Dando como resultado la siguiente tabla:

MES	f _i	P _i
1	0,75	0,75
2	0,72	0,72
3	0,70	0,70
4	0,56	0,56
5	0,43	0,43
6	0,36	0,36
7	0,40	0,40

8	0,51	0,51
9	0,59	0,59
10	0,63	0,63
11	0,70	0,70
12	0,69	0,69

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos
 Tabla 2-11. Obtención mensual del factor P_i .

Luego se calcula la cantidad de energía mensual que aporta el SST para el calentamiento de agua, gracias a la siguiente fórmula:

$$Q_{u_i} = P_i \times D_{em_i}$$

Donde:

- Q_{u_i} : Energía mensual aportada por el SST [MJ].
- P_i : Factor de correlación ajustado del método F-Chart.
- D_{em_i} : Demanda térmica mensual de energía para calentamiento de agua [MJ/mes].

Y para calcular la demanda térmica mensual de energía (D_{em_i}) se multiplica la demanda térmica diaria (D_{ed_i}) por el número de días del mes ($N_{díasMes_i}$), como lo muestra la siguiente fórmula:

$$D_{em_i} = D_{ed_i} \times N_{díasMes_i}$$

Una vez obtenidos todos los valores necesarios para calcular Q_{u_i} se aplica la fórmula mencionada y da como resultado la siguiente tabla:

MES	D_{em_i} [MJ/mes]	P_i	Q_{u_i} [MJ]
1	2955,34	0,75	2227,84
2	2806,50	0,72	2010,32
3	3107,19	0,70	2171,72
4	3233,05	0,56	1822,47
5	3574,44	0,43	1531,97
6	3572,18	0,36	1272,50
7	3714,61	0,40	1474,91
8	3597,80	0,51	1819,82
9	3402,61	0,59	1995,01
10	3340,82	0,63	2112,97
11	3063,48	0,70	2130,45
12	3153,92	0,69	2181,31

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos
 Tabla 2-12. Obtención de la cantidad de energía mensual Q_{u_i} .

Finalmente, para conocer la contribución solar del SST se debe realizar una sumatoria de la energía aportada por el sistema y una sumatoria de la demanda energética de ACS, realizando una división entre estas dos, respectivamente. Se detalla mejor con la siguiente fórmula:

$$CS = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{u_i}}{\sum_{i=1}^{12} D_{em_i}} \times 100$$

Donde:

- CS: Contribución solar del Sistema Solar Térmico [%].
- Q_{u_i}: Energía mensual aportada por el SST [MJ].
- D_{em_i}: Demanda térmica mensual de energía para calentamiento de agua [MJ/mes].

Dando como resultado la siguiente tabla:

MES	Q _{u_i} [MJ]	Dem_i
1	2227,84	2955,34
2	2010,32	2806,50
3	2171,72	3107,19
4	1822,47	3233,05
5	1531,97	3574,44
6	1272,50	3572,18
7	1474,91	3714,61
8	1819,82	3597,80
9	1995,01	3402,61
10	2112,97	3340,82
11	2130,45	3063,48
12	2181,31	3153,92
Sumatoria	22751,29	39521,93
CS	57,57	%

Fuente: Elaboración en clases de proyectos energéticos

Tabla 2-13. Obtención de la contribución solar del sistema a instalar.

Como finalmente se puede apreciar en la Tabla 2-13 la contribución solar del sistema, instalando 3 colectores solares con depósito integrado, es de un 57%, sobrepasando lo mencionado en la Tabla 2-2.

Como se mencionó en un principio este sería un sistema solar térmico con un sistema auxiliar de apoyo. El jardín infantil ya cuenta con un sistema de calefón, pero estos tienen 11 años de antigüedad y no son compatibles con un SST, es por esto que para el porcentaje restante de ACS que no se cubre se utilizará un calefón solar con las siguientes especificaciones:

Datos del Sistema Auxiliar	
Marca:	KHÖNE
Modelo:	Forza TF 12 - GLP
Tipo:	C13
Combustible	GLP y GN
Panel de control	Digital
Encendido	Automático

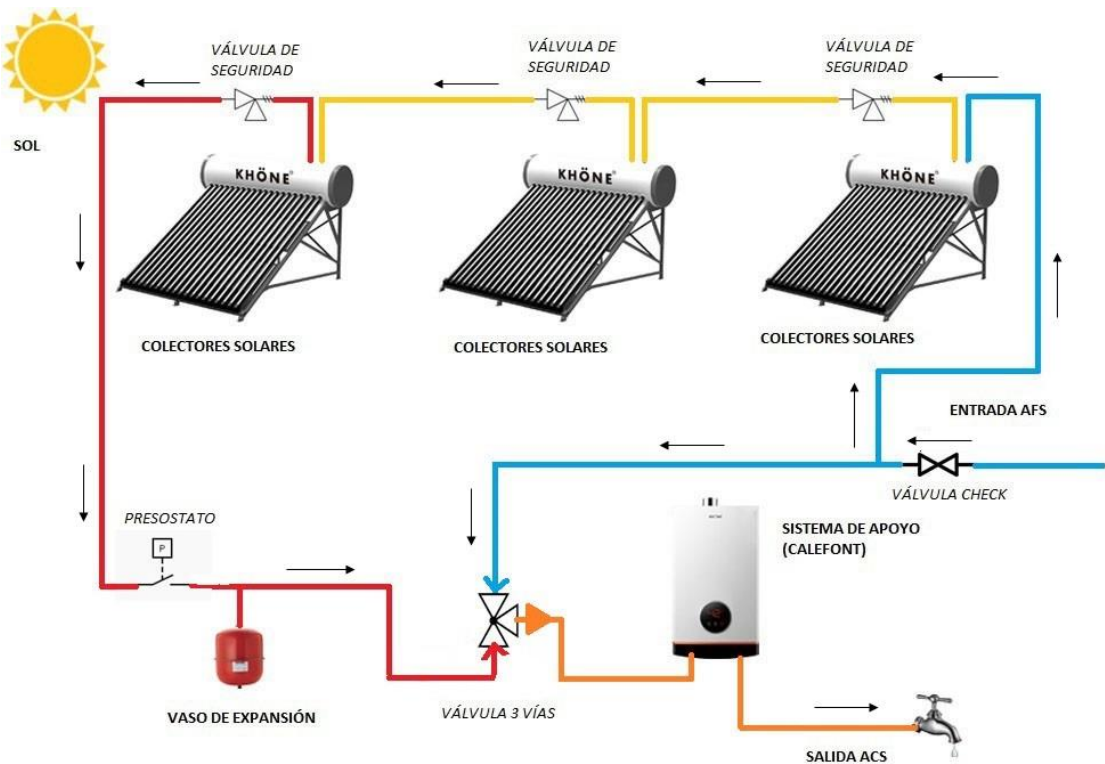
Fuente: Elaboración propia
Tabla 2-14. Especificaciones del calefón solar.

Este equipo en particular es un calefón solar modulante con tiro forzado que tiene un sistema de encendido automático, control ionizado para GLP con una capacidad media.



Fuente: <https://www.cosmoplas.com/producto/calefont-solar-modulante-tiro-forzado/>
Figura 2-6. Calefón solar KHÖNE.

Finalmente se presenta un diagrama de como quedaría el sistema solar térmico a instalar con sus accesorios como las válvulas necesarias.



Fuente: Elaboración propia
 Figura 2-7. Circuito en serie de colectores solares térmicos con sistema auxiliar.

2.2 CALEFACCIÓN SOLAR: PISO RADIANTE

Con la información recopilada previamente se realiza un estudio más amplio al piso radiante, ya que este puede funcionar como agregado o extra al sistema solar térmico determinado anteriormente.

✓ Cálculo de carga térmica.

A continuación, se calculará la cantidad de calor necesaria para mantener el grado de confort dentro del recinto, para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = S \cdot (T_i - T_e) \cdot U \cdot 0,86 \text{ [Kcal/h]}$$

Donde:

- Q = Potencia requerida [Kcal/h]
- S = Superficie [m²]
- T_i = Temperatura interior de cálculo en [°C]
- T_e = Temperatura exterior de cálculo en [°C]
- U = Coeficiente global de transmisión de calor [W/m² K]

A continuación en la Tabla 2-15, se expresa los datos obtenidos desde la NCH1078 y los datos calculados en cada sala del jardín.

DATOS	VALORES
Q	?
Ti NCH 1078	20°C / 293,15 K
Te NCH 1078	5° C / 278,15 K
U	4,12 [W/m ² K]
S. Aula 1	65 [m ²]
S. Aula 2	45,5 [m ²]

Fuente: Elaboración Propia
 Tabla 2-15. Datos para calcular carga térmica.

$$Q\ sala\ 1 = 65\ m^2 \cdot (293,15 - 278,15)K \cdot 4,12\left[\frac{W}{m^2\ K}\right] \cdot 0,86\left[\frac{Kcal}{h}\right]$$

$$Q\ sala\ 1 = 3.454,62\left[\frac{Kcal}{h}\right]$$

$$Q\ sala2 = 45,5\ m^2 \cdot (293,15 - 278,15)\ K \cdot 4,12\left[\frac{W}{m^2K}\right] \cdot 0,86\left[\frac{Kcal}{h}\right]$$

$$Q\ sala\ 2 = 2.418,234\left[\frac{Kcal}{h}\right]$$

$$Q\ total = 5.872,854\left[\frac{Kcal}{h}\right]$$

✓ Determinación de la Temperatura Superficial del Piso

En pisos radiantes es necesario determinar la potencia térmica que se necesita por unidad de superficie calefactora q, en [W/m²], de este modo se utilizará la siguiente fórmula:

$$q = \frac{Q}{S_{ut}} \times 1,16\ [W]$$

Donde:

Q = Potencia requerida [Kcal/h]

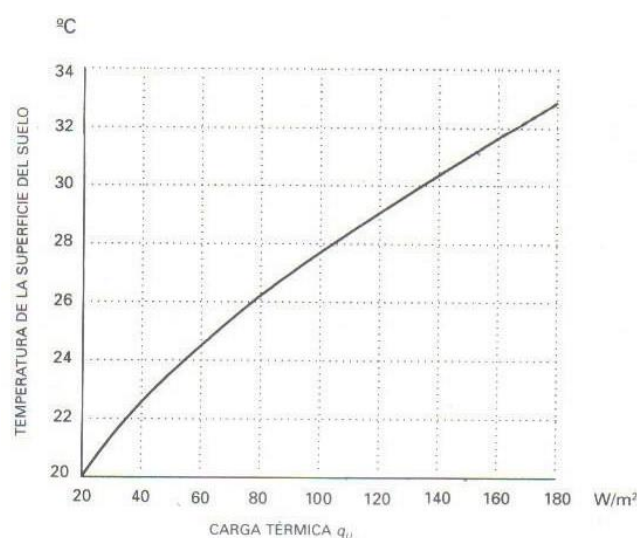
S_{ut} = Superficie total a utilizar como emisor radiante [m²]

$$q = \frac{Q}{S_{ut}} \times 1,16\ [W]$$

$$q = \frac{5.872,84\left[\frac{Kcal}{h}\right]}{110,5\ [m^2]} \times 1,16\ [W]$$

$$q = 61,65\left[\frac{W}{m^2}\right]$$

Si tomamos el valor de “q” y lo llevamos a lo que dice la figura 2-8 nos daría una temperatura superficial del piso de 25 [°C] que está permitido en la norma ya que el mayor es ≤ 29 .



Fuente:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfciv722a/doc/bmfciv722a.pdf>

Figura 2-8. Temperatura del piso en función de su emisividad térmica. (CUEVAS, pág. 35)

✓ Cálculo de cantidad de tubería

Se utilizará tubería de PEX de dimensiones de 16 x 2 [mm] y la distancia entre estas será de 20 [cm]. Para una mejor homogeneidad de la temperatura de los recintos, las tuberías se instalarán en espiral, puesto que esta distribución es la que presenta mayores ventajas. Se procederá a calcular la longitud total de la tubería, para ello se calculará el largo de la tubería de cada circuito para después sumarlos y obtener el total. También se estimará la distancia entre el colector y el área a climatizar de alrededor de 6 metros, ya que los colectores estarían ubicados sobre el techo donde se posiciona la cocina del jardín, ver en “Figura 1-6. Bosquejo perímetro de jardín y propiedad acotado.”

Por medio de la siguiente expresión se llevará a cabo el cálculo de la longitud de cada circuito:

$$L = \frac{A}{e} + 2 * l$$

Donde:

- A = Área a climatizar cubierta por el circuito [m²].
- e = Separación entre tuberías [m].
- l = Distancia entre el colector y el área a climatizar [m].

Resultados:

Ubicación	Superficie [m²]	Longitud de Tubería [m]
Sala 1	65	163,67
Sala 2	45,5	228,67
Total de salas	110,5	392,34

Fuente: Elaboración Propia.
 Tabla 2-16: Longitud total de la tubería de las salas.

✓ **Determinación de Separación Entre Tuberías**

La separación entre tuberías depende del caudal [l/h] que circule por cada circuito y del salto térmico ΔT, es decir, la diferencia de temperatura entre la ida y el retorno. Por otra parte, los valores de la distancia entre tuberías varían desde los 50 [mm] hasta un máximo de 300 [mm] para grandes áreas.

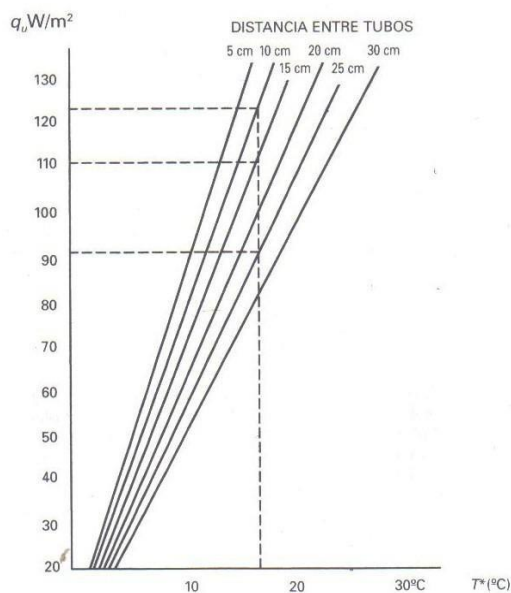
A continuación, se calculará el salto térmico T* entre la temperatura media del agua en los circuitos Tm y la temperatura ambiente de diseño Ta, según:

$$T * = Tm - Ta$$

De acuerdo con los valores que se mencionaron anteriormente se dice que, para una temperatura de impulsión de 50[°C] y una temperatura de retorno de 40[°C] corresponde una temperatura media Tm = 45[°C], y al reemplazar la ecuación se tiene:

$$T * = 45 - 20 \text{ [°C]}$$

$$T * = 25 \text{ [°C]}$$



Fuente: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfciv722a/doc/bmfciv722a.pdf>

Figura 2-9. Distancia entre tuberías en función del salto térmico T* y su emisividad térmica. (CUEVAS, pág. 39)

De acuerdo con el gráfico de la Figura 2-9, entrando con una temperatura $T^* = 25$ [°C] para una potencia por unidad de superficie útil $q = 61,65$ [W/m²], se obtiene que la separación de tuberías debe ser mayor a 20 [cm].

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIAMIENTO

3.1 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo se realiza una evaluación económica del sistema solar térmico dónde se presentan los costos de instalación, de adquisición de equipos y accesorios generales que se pueden necesitar para la instalación, dentro de lo más destacable. Este se realiza con ayuda del programa “RETScreen”, el cual es un software de gestión de energías limpias creado por el gobierno de Canadá que permite agregar datos del SST a instalar con el respectivo equipo. El parámetro más importante que brinda este programa es el análisis financiero, el cual entrega la viabilidad del proyecto.

A continuación se presentarán, mediante fotos, los resultados obtenidos por el software.

En esta primera etapa se coloca información general, como nombre del proyecto, para quien y por quien está hecho, indicar el lugar donde se realizará el proyecto y configurar el tipo de moneda. Muy importante es la selección de tipo de proyecto, que para casos de este proyecto se selecciona “Generación de calor”, el cual permite la sección de la tecnología como “calentador solar de agua”.

Información del proyecto

[Ver la base de datos del proyecto](#)

Nombre del Proyecto

Evaluación economica "Putupur"

Ubicación del Proyecto

Quillota

Preparado para

Jardín infantil "Putupur"

Preparado por

Manuel Contreras - Casandra Neira

Tipo de proyecto

Generación de calor

Tecnología

Calentador solar de agua

Tipo de análisis

Método 2

Poder calorífico de referencia

Poder Calorífico Inferior (PCI)

Mostrar parámetros

☒

Idioma

Spanish - Español

Manual de usuario

English - Anglais

Moneda

Chile

Unidades

Unidades métricas

Condiciones de referencia del sitio

[Seleccionar ubicación de datos meteorológicos](#)

Ubicación de datos meteorológicos

Quillota

Mostrar datos

☐

Fuente: Elaboración propia usando software RETScreen.
Figura 3-1. Información general del proyecto.

Luego se avanza al modelo de energía, donde primero se debe escoger la aplicación del proyecto, dando dos opciones, para efectos de este proyecto se escoge “agua caliente”. Avanzando se rellenan los datos actuales del jardín infantil, como cantidad de estudiantes, total de demanda térmica, días que utilizan el sistema y lo que el proyecto propone como consumo a cubrir, temperatura y cantidad de días que se ocupará. Además, se realiza una

evaluación de recursos, donde se especifica el modo de rastreo del sol, el cual es fijo por el sistema a instalar, una inclinación de 30° y un Azimut de 180°, este último es así ya que el programa está hecho por Canadá, el cual se encuentra en el hemisferio norte.

Proyecto de calefacción

Tecnología

Calentador solar de agua

Características de la carga

Aplicación

Piscina

Agua caliente

Unidad

Caso base

Caso propuesto

Tipo de carga

Número de unidades

Tasa de ocupación

Uso diario de agua caliente - estimado

Uso diario de agua caliente

Temperatura

Días de operación por semana

Escuela

Estudiante

%

L/d

L/d

°C

d

30

100%

69

900

900

30

30

5

3

Porcentaje del mes usado

Método de evaluación de la temperatura de suministro

Temperatura del agua - mínima

Temperatura del agua - máxima

Fórmula

°C

°C

14,0

17,4

Unidad

Caso base

Caso propuesto

Energía ahorrada

Costos iniciales incrementales

Demanda de calor

MWh

3,9

2,4

40%

CLP

-

Evaluación de recursos

Modo de rastreo solar

Inclinación

Azimut

Fijado

°

°

30,0

180,0

Fuente: Elaboración propia usando software RETScreen.
Figura 3-2. Información respecto al lugar geográfico y consumo.

Continuando en este modelo, se agregan los datos del colector a instalar que presenta la ficha técnica del equipo. También se piden datos para un intercambiador, pero el equipo seleccionado no trae, por lo que no es necesario incorporar tal información. Finalmente se incorporan datos del sistema de calefacción, las cuales se agregan según los datos actuales que posee el jardín, además de su tarifa por [m³].

Costos iniciales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto	Costos relat.
Estudio de factibilidad					
Estudio de factibilidad	costo	1	CLP 30.000	CLP 30.000	
Subtotal:				CLP 30.000	0,7%
Desarrollo					
Desarrollo	costo	6	CLP 30.000	CLP 180.000	
Subtotal:				CLP 180.000	4,4%
Ingeniería					
Ingeniería	costo	1	CLP 600.000	CLP 600.000	
Subtotal:				CLP 600.000	14,5%
Sistema de calefacción					
Calentador solar de agua				CLP -	
Definido por el usuario	costo	3	CLP 1.011.226	CLP 3.033.678	
calefon solar	costo	1	CLP 222.174	CLP 222.174	
Subtotal:				CLP 3.255.852	78,9%
Balance del sistema y misceláneos					
Repuestos	%			CLP -	
Transporte	proyecto	1	CLP 60.000	CLP 60.000	
Entrenamiento y puesta en servicio	p-d			CLP -	
Definido por el usuario	costo			CLP -	
Contingencias	%		CLP 4.125.852	CLP -	
Intereses durante la construcción			CLP 4.125.852	CLP -	
Subtotal:				CLP 60.000	1,5%
Costos iniciales totales				CLP 4.125.852	100,0%
Costos anuales (créditos)					
Operación y Mantenimiento					
Partes y labor	proyecto	1	CLP 50.000	CLP 50.000	
Definido por el usuario	costo			CLP -	
Contingencias	%		CLP 50.000	CLP -	
Subtotal:				CLP 50.000	
Ahorros anuales					
Costo de combustible - caso base					
Gas natural	m³	1.038	CLP 800.000	CLP 830.230	
Subtotal:				CLP 830.230	

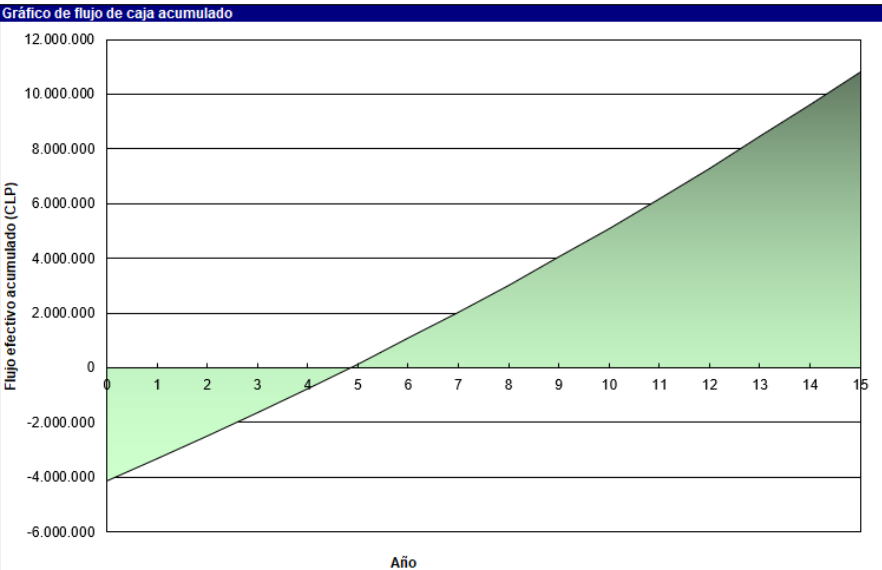
Fuente: Elaboración propia usando software RETScreen.
 Figura 3-4. Análisis de costos.

Finalmente, se llega al análisis financiero donde se deben agregar parámetros generales financieros, donde se determina un porcentaje promedio para la tasa de escalamiento de combustibles, ya que esta varia con el tiempo. Además, se añade el tiempo de vida del proyecto, considerando que se mantendrá de manera óptima el sistema con sus respectivos mantenimientos a tiempo.

A continuación, se presentan dos casos propuestos, el primero sin incentivo y donaciones, asumiendo el gasto total por parte del jardín infantil y el segundo considerando un incentivo y donación que podría ser proporcionado por un fondo público, en caso de ganar el concurso propuesto más adelante.

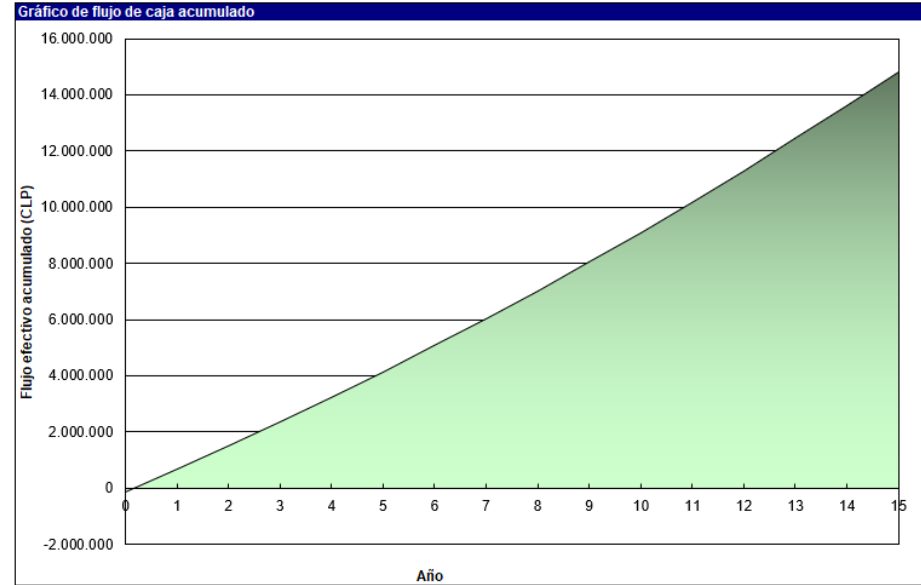
Análisis Financiero RETScreen - Proyecto de calefacción											
Parámetros financieros				Resumen de costos/ahorros/ingresos del proyecto				Flujos de caja anuales			
General				Costos iniciales				Antes-impuestos			
Tasa escalamiento de combustibles	%		3.0%	Estudio de factibilidad	0.7%	CLP	30.000	Año	CLP	Después-impuestos	Acumulado
Tasa de inflación	%		3.0%	Desarrollo	4.4%	CLP	180.000	#		CLP	CLP
Tasa de descuento	%		6.0%	Ingeniería	14.5%	CLP	600.000	0	-4.125.852	-4.125.852	-4.125.852
Tiempo de vida del proyecto	año		15	Sistema de calefacción				1	803.636	803.636	-3.322.216
Finanza				Balance del sistema y misc.				2	827.746	827.746	-2.494.470
Incentivos y donaciones	CLP		0	Costos iniciales totales				3	852.578	852.578	-1.641.892
Relación de deuda	%			Costos anuales/pagos de deuda				4	878.155	878.155	-763.737
Análisis de impuesto a la renta				Operación y Mantenimiento				5	904.500	904.500	-140.763
				Costo de combustible - caso propuesto				6	931.635	931.635	1.072.398
				Costos anuales totales				7	959.584	959.584	2.031.982
				Costos periódicos (créditos)				8	988.371	988.371	3.020.353
				Ahorros y renta anuales				9	1.018.023	1.018.023	4.038.376
				Costo de combustible - caso base				10	1.048.563	1.048.563	5.086.939
				Total renta y ahorros anuales				11	1.080.020	1.080.020	6.166.959
								12	1.112.421	1.112.421	7.279.380
								13	1.145.793	1.145.793	8.425.174
								14	1.180.167	1.180.167	9.605.341
								15	1.215.572	1.215.572	10.820.913

Viabilidad financiera		
TIR antes de impuestos - capital	%	20,7%
TIR antes - impuestos - activos	%	20,7%
TIR luego de impuestos - capital	%	20,7%
TIR luego de impuestos - impuestos - activos	%	20,7%
Pago simple de retorno del capital	año	5,3
Repago - capital	año	4,8
Valor Presente Neto (VPN)	CLP	5.247.620
Ahorros anuales en ciclo de vida	CLP/año	540.309
Relación Beneficio-Costo		2,27
Costo de reducción de GEI	CLP/CO2	(279.318)



Fuente: Elaboración propia usando software RETScreen.
Figura 3-7. Viabilidad financiera y gráfico de flujo sin incentivo y donaciones.

Viabilidad financiera		
TIR antes de impuestos - capital	%	641,6%
TIR antes - impuestos - activos	%	641,6%
TIR luego de impuestos - capital	%	641,6%
TIR luego de impuestos - impuestos - activos	%	641,6%
Pago simple de retorno del capital	año	0,2
Repago - capital	año	0,2
Valor Presente Neto (VPN)	CLP	9.247.620
Ahorros anuales en ciclo de vida	CLP/año	952.160
Relación Beneficio-Costo		3,24
Costo de reducción de GEI	CLP/CO2	(492.229)



Fuente: Elaboración propia usando software RETScreen.
Figura 3-8. Viabilidad financiera y gráfico de flujo con incentivo y donaciones.

Finalmente se realiza una estimación económica del piso radiante aparte, ya que si bien es un sistema que se puede agregar al objetivo principal de este trabajo de título este es un cálculo extra, por lo cual no se considera como fundamental para este proyecto, ya que el jardín no cuenta con presupuesto propio. Para ello se realiza una tabla con cada ítem fundamental para la correcta instalación de este sistema, con sus cantidades y precios unitarios. El resultado fue el siguiente:

Ítem	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo Total
Film Antivapor	5	24 [m²]	\$ 46.000	\$230.000
Banda perimetral	2	50 [m]	\$ 36.767	\$73.534
Plancha poliestireno 20 [mm]	8	15[m]	\$ 9.500	\$76.000
Tubería Pex 16 [mm]	393	1 [m]	\$ 450	\$176.850
Topex Mortero	18	25 [kg]	\$ 2.690	\$48.420
Controlador digital para TERMO SW-TK8A	1	1	\$ 35.600	\$35.600
Bomba De Agua O Presurizadora Splendid	1	1	\$ 70.000	\$70.000
Total Presupuesto				\$710.404

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-1. Presupuesto piso radiante.

Continuando se realiza un cambio al programa “RETScreen” para evaluar que tan factible sería la instalación de este tipo de energía. Se agrega en el análisis de costo el total del presupuesto entregado previamente para el piso radiante, el cual nos arroja un nuevo total, presentado en la siguiente figura.

Selección - opciones					
☒ Método 1	☐ Notas/Rango	Notas/Rango			
☐ Método 2	☐ Segunda moneda	Ninguno			
	☐ Reparto de costos				
Costos iniciales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto	Costos relat.
Estudio de factibilidad					
Estudio de factibilidad	costo	1	CLP 30.000	CLP 30.000	
Subtotal:				CLP 30.000	0,6%
Desarrollo					
Desarrollo	costo	6	CLP 30.000	CLP 180.000	
Subtotal:				CLP 180.000	3,7%
Ingeniería					
Ingeniería	costo	1	CLP 600.000	CLP 600.000	
Subtotal:				CLP 600.000	12,4%
Sistema de calefacción					
Calentador solar de agua				CLP -	
Definido por el usuario	costo	3	CLP 1.011.226	CLP 3.033.678	
calefon solar	costo	1	CLP 222.174	CLP 222.174	
Subtotal:				CLP 3.255.852	67,3%
Balance del sistema y misceláneos					
Repuestos	%			CLP -	
Transporte	proyecto	1	CLP 60.000	CLP 60.000	
Entrenamiento y puesta en servicio	p-d			CLP -	
Definido por el usuario	costo	1	CLP 710.404	CLP 710.404	
Contingencias	%			CLP 4.836.256	
Intereses durante la construcción				CLP 4.836.256	
Subtotal:			Ingrese número de meses	CLP 770.404	15,9%
Costos iniciales totales				CLP 4.836.256	100,0%
Costos anuales (créditos)	Unidad	Cantidad	Costo unit.	Monto	
Operación y Mantenimiento					
Partes y labor	proyecto	1	CLP 50.000	CLP 50.000	
Definido por el usuario	costo			CLP -	
Contingencias	%			CLP 50.000	
Subtotal:				CLP 50.000	

Fuente: Elaboración propia usando software RETScreen.

Figura 3-9. Nuevo presupuesto total con incluyendo piso radiante.

Esto también provoca un cambio en el análisis financiero, el cual se calcula solo con un incentivo inicial, ya que como se mencionó previamente, el jardín infantil “Putupur” no cuenta con presupuesto propio.

General			Costos iniciales				Antes-impuestos			Después-impuestos			Acumulado		
Tasa escalamiento de combustibles	%	3,0%	Estudio de factibilidad	0,6%	CLP	30.000	Año #	CLP	CLP	CLP	CLP	CLP	CLP	CLP	
Tasa de inflación	%	3,0%	Desarrollo	3,7%	CLP	180.000	0	-836.256	-836.256	-836.256	-836.256	-836.256	-836.256	-836.256	
Tasa de descuento	%	6,0%	Ingeniería	12,4%	CLP	600.000	1	803.636	803.636	803.636	-32.620	-32.620	-32.620	-32.620	
Tiempo de vida del proyecto	año	15	Sistema de calefacción	67,3%	CLP	3.255.852	2	827.746	827.746	827.746	795.126	795.126	795.126	795.126	
Finanza															
Incentivos y donaciones	CLP	4.000.000													
Relación de deuda	%														

3.2 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

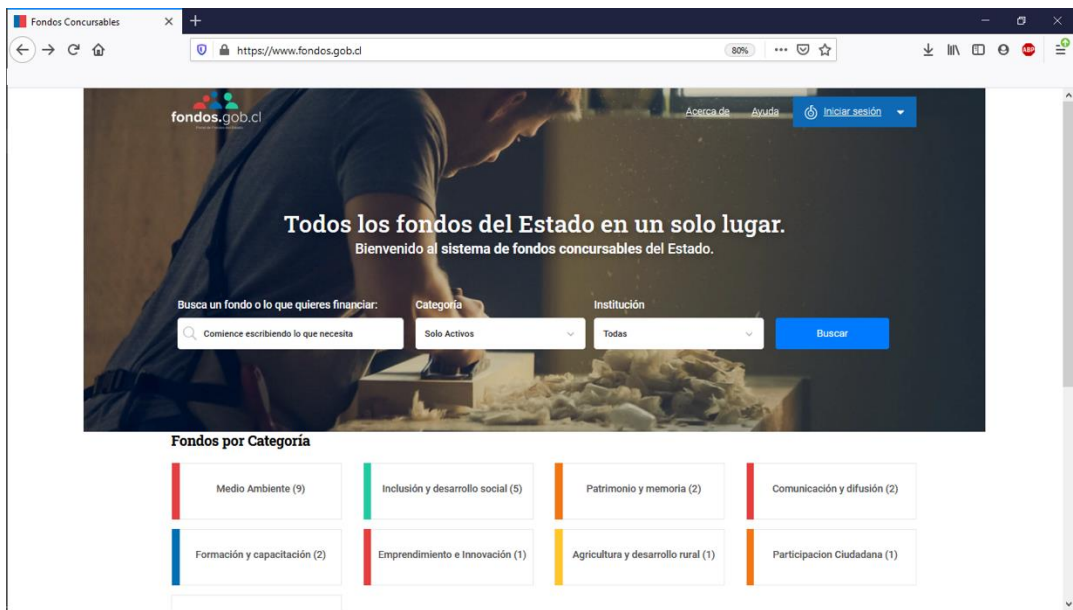
Como el establecimiento educacional en cuestión es JUNJI y no posee el capital para financiar cualquier tipo de proyecto es que se opta por buscar una alternativa para llevar a cabo esta idea.

3.2.1 POSIBLE FORMA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

A continuación, se presentará información respecto a un posible financiamiento para realizar el proyecto. Para ello se realizó una investigación con fondos concursables que posee Chile los cuales se encuentran en el sitio web fondos.gob.cl. Esta fue una iniciativa del gobierno actual, el cual “busca desarrollar un portal que reúna información completa y permita postular a todos los fondos públicos disponibles”. (Ministerio secretaría general de Gobierno, 2018)

Este sitio web permite a las personas y empresas informarse y postular en línea a los distintos fondos concursables que el Estado dispone. Además busca reducir los costos de tramitación y realizar un seguimiento en línea de las postulaciones a los fondos.

Para poder postular se debe contar con un usuario, el cual se obtiene con el Rut y clave única. Una vez en el sitio se ofrece un buscador para definir qué fondo se busca o que se quiere financiar, la categoría de este y el tipo de institución.



Fuente: <https://www.fondos.gob.cl>
Figura 3-12. Inicio de página web de los fondos del Estado.

Una vez aquí se busca la categoría que más se ajusta al proyecto, la cual es “Medio Ambiente”, el cual deriva a fondos organizados por el Ministerio del Medio Ambiente.

Dentro de los que se presentan, se destaca un fondo en particular, el cual es “Iniciativas Sustentables en Establecimientos Educativos”.

Debido a las circunstancias de salud actuales, que se mencionaron previamente, no se han publicado nuevas fechas de postulación, por lo cual no se podrá saber cuándo postular, pero si se detallará el tipo de fondo, a quien está dirigido, monto de financiamiento y las condiciones necesarias.

3.2.2 INICIATIVAS SUSTENTABLES EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES

Este fondo es parte del “Fondo de Protección Ambiental”, descrito previamente, el cual a su vez pertenece al Ministerio del medio ambiente. El objetivo del concurso es “financiar iniciativas demostrativas que fomenten la gestión ambiental en los establecimientos educativos, generando hábitos y conductas sustentables e incorporando actividades de educación ambiental”. (Ministerio del Medio Ambiente, 2019). Las personas que pueden postular a este fondo son aquellas personas jurídicas, de derecho privado, sin fines de lucro que pertenezcan a un establecimiento educativo, tales como: Centro de padres y apoderados, agrupaciones ambientales, clubes deportivos, agrupaciones culturales y artísticas, entre otros.

Este concurso permite postular únicamente vía online, en la página mencionada, para la ejecución de distintos productos como: Punto verde, invernadero y compostaje, educación ambiental, paneles solares, captación de aguas lluvias y energía termo solar.

El financiamiento se detalla por tipo de producto a postular en la siguiente imagen:

Producto	Financiamiento
Punto Verde	\$4.000.000
Invernadero y compostaje	\$4.000.000
Educación ambiental en recursos naturales y biodiversidad	\$4.000.000
Sistema Fotovoltaico (Paneles Solares)	\$6.000.000
Sistema de captación de aguas lluvias	\$4.000.000
Sistema Solar Térmico (Termos Solares)	\$4.000.000

Fuente: <https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/Bases-Iniciativas-Establecimientos-Educacionales-FPA-2020.pdf>

Figura 3-13. Montos de financiamiento por tipo de producto.

Para tener una mejor referencia de los pasos a seguir, se revisan las bases del proyecto de 2019, en las cuales se destacan los “Requisitos para la postulación”, que se presentan a continuación:

N°	REQUISITOS PARA LA POSTULACIÓN
1	Certificado de Vigencia de Personalidad Jurídica de la Organización, emitido con una anterioridad máxima de seis (6) meses a la fecha de su postulación, el que debe señalar de manera textual que la organización cuenta con su personalidad jurídica vigente. Nota: Para esta etapa, se aceptarán los Certificados emitidos por las Municipalidades o Registro Civil. Para la etapa de Firma de Contratos, <u>solo se aceptarán</u> los certificados emitidos por el Registro Civil (según lo indicado en la Ley N° 21.146).
2	Fotocopia del Rol Único Tributario (RUT) de la organización que postula / RUT Digital emitido por el Servicio de Impuestos Internos (SII). Se acepta RUT provisorio.
3	El Coordinador debe tener residencia en la región en la cual se ejecutará la iniciativa, de acuerdo a lo solicitado en el formulario de postulación.
4	Carta(s) de Compromiso(s) Organismo(s) Asociado(s), según Anexo 13 .
5	a) Cuando el Organismo Postulante no sea el Centro de Padres y Apoderados del establecimiento educacional, deberá adjuntar el Anexo 14 "Declaración Jurada Simple de reconocimiento del Establecimiento Educacional". b) Presenta Carta de Compromiso Establecimiento Educacional (Organismo Asociado obligatorio) según Anexo 13 .

Fuente: <https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/Bases-Iniciativas-Establecimientos-Educacionales-FPA-2020.pdf>

Figura 3-14. Primera parte de los requisitos para la postulación.

6	Si postula al producto Punto Verde: a) Presentar el diseño del Punto Verde con un plano o croquis de la propuesta, indicando el lugar de instalación (deberá considerar los Requisitos Generales del Producto), en formato PDF o JPG (máximo 50 MB por archivo). b) Adjunta Anexo 15 Estrategia Gestión de Reciclaje. c) Incorpora todas las actividades obligatorias solicitadas.
7	Si postula al producto Invernadero y Compostaje: a) Presentar el diseño del Invernadero en un plano o croquis de la propuesta, indicando lugar de instalación y dimensiones (deberá considerar los Requisitos Generales del Producto), en formato PDF o JPG (máximo 50 MB por archivo). b) Cumple con la superficie mínima a construir y la materialidad. c) Incorpora todas las actividades obligatorias solicitadas.
8	Si postula al producto Educación Ambiental en recursos naturales y biodiversidad: a) Presentar el Currículum Vitae (CV) del Apoyo Técnico que estará a cargo de la elaboración e implementación del programa de educación ambiental. b) Adjunta Certificados de Título del Apoyo Técnico. c) Incorpora todas las actividades obligatorias solicitadas.
9	Si postula al producto Sistema Fotovoltaico (Paneles Solares): a) Presentar copia de Carnet de Instalador Eléctrico Clase A o Clase B, otorgado por la SEC. b) Incorpora todas las actividades obligatorias solicitadas.
10	Si postula al producto Sistema de Captación de Aguas Lluvias: a) El estanque tiene una capacidad mínima de 1.500 litros. b) Incorpora todas las actividades obligatorias solicitadas.
11	Si postula al producto Sistema Solar Térmico: a) El instalador corresponde a un gasfiter o técnico en construcción. b) Incorpora todas las actividades obligatorias solicitadas.

Fuente: <https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/Bases-Iniciativas-Establecimientos-Educacionales-FPA-2020.pdf>

Figura 3-15. Segunda parte de los requisitos para la postulación.

Finalmente, con lo anterior mencionado se podría postular a este tipo de fondo para financiar una gran parte del proyecto.

CONCLUSIÓN

En este trabajo de título se realizó un estudio técnico-económico para evaluar la instalación de un sistema de energías renovables en producción de agua caliente sanitaria (ACS) para el jardín infantil “Putupur” ubicado en la comuna de Quillota, el cual se cumplió gracias a las distintas labores de investigación que fueron empleadas.

Inicialmente se determinó el estado energético del jardín infantil mediante recopilación de datos durante una visita técnica. Análisis el terreno del establecimiento se determina que el mejor lugar para realizar la posible instalación es el techo, ya que se encuentra en buen estado, con un fácil acceso y buena orientación noroeste. Además, el jardín cuenta con un patio delantero y dos amplios patios traseros pero estos son de uso común para los párvulos, siendo la instalación de los SST peligrosa para el sector, atrayendo la curiosidad de los pequeños.

Se definió el recurso energético renovable que mejor se adaptara a la necesidad energética del jardín infantil, mediante uso de tablas y bibliografía para determinar la tecnología a implementar. En esta instancia se optó por investigar y evaluar los tipos de energía renovables más eficientes para la zona: sol y viento. La energía eólica se analizó gracias al explorador eólico, programa que logra cuantificar este recurso, donde se determinó que el terreno donde se ubica el jardín infantil no brinda las velocidades mínimas para el adecuado funcionamiento de un aerogenerador de baja escala. La energía solar dio como resultado que la zona expuesta tiene gran potencial en materia de radiación, lo cual hace factible su uso. Con los datos recopilados en la visita técnica se pudo evaluar la energía solar fotovoltaica, la cual no es rentable debido a que con el cálculo para cubrir sólo un 5% de la demanda eléctrica del jardín se tendría que hacer una inversión por sobre un millón de pesos, sin contar los accesorios necesarios para realizar una correcta instalación. También se investigó la energía solar térmica, la cual se decide realizar un estudio más a fondo debido a la radiación solar que presenta la zona. Finalmente se realiza una investigación sobre el piso radiante, la cual se decide seguir con un análisis más profundo, ya que utilizaría energía solar térmica para funcionar.

Se evaluó de manera técnica el sistema energético mediante técnicas de dimensionamiento para determinar la capacidad que pueden entregar los equipos y la configuración de éstos. Con la ayuda del software Excel y la Norma Técnica de la Ley 20.365 se pudo calcular la cantidad de equipos que se deberían instalar para cumplir con una parte de la demanda de ACS que tiene el jardín. Además se mostraron las especificaciones de los equipos a instalar como marca, modelo, área, volumen, entre otros. Con estos resultados se determina que menos de tres colectores solares no cumplirían con la contribución solar mínima que tiene la zona según la Norma Técnica. Además el techo presenta dos zonas, la primera con una

inclinación de 30° sureste, y la segunda con una inclinación mínima, considerada como “plana” o 0°. Se decide instalar los sistemas en esta última parte ya que el colector cuenta con una estructura de fábrica, de 45° de inclinación, y principalmente porque acorta la distancia desde la salida del ACS hasta el calefón, disminuyendo así las pérdidas que se puedan presentar en la tubería. Además, se determinó que la orientación de los colectores sería idealmente norte, ya que si se dejan en posición del establecimiento, noroeste, uno detrás de otro esto provocaría posibles sombras al segundo y tercer equipo durante ciertas horas del día, además que no se cuenta con el espacio necesario para cumplir con la condición de la Norma Técnica. La configuración del sistema general se determina en serie, ya que el jardín posee sólo dos duchas las cuales no están con el agua circulando constantemente, por lo que permitirá tener una mayor cantidad de agua caliente disponible en todo momento.

Analizado el piso radiante, podemos decir que, a pesar de ser un sistema de calefacción con demasiadas ventajas, cuenta con poco renombre en el país es por esto que se busca posicionar entre el año 2020 y el 2025 como un sistema de calefacción con grandes puntos de inversión según relata la página radiopetrer.com (Miguel Garrison, 2020), ya que nos ofrece ahorro energético, es limpio, estético, seguro, entre otros. Para apoyar con problema que tenían en el jardín “Putupur” con la calefacción, se realizó un dimensionamiento de piso radiante, puesto el jardín contaba con un calefactor eléctrico de 2000[W], que solo cubría 20 [m²] y cada sala cuenta con sobre 40 [m²] de área que también correspondería solo aproximadamente un 18% del total para calefacción. Aprovechando la instalación solar térmica para ACS, se busca unir un sistema de piso radiante que pueda cubrir la demanda de calefacción 110,5 [m²], sobre todo en invierno donde los cambios exteriores e interiores tienden a disminuir, consumiendo así más energía eléctrica o algún sistema de apoyo con gas licuado.

Se realizó una evaluación económica para determinar la rentabilidad del sistema energético mediante herramientas de gestión de proyecto y uso de software, el cual fue “RETScreen”, arrojando resultados realmente positivos, ya que se evaluó de dos maneras por un plazo de 15 años, siendo esta un promedio de la durabilidad de los equipos a instalar con sus correctas mantenciones. La primera evaluación fue sin considerar un incentivo, es decir, el jardín costea en su totalidad el proyecto, invirtiendo alrededor de cuatro millones ciento veintiséis mil pesos, los cuales se recuperarían en un plazo de 5 años, siendo los años restantes sólo ganancias para jardín infantil. La segunda evaluación es considerando un incentivo de cuatro millones de pesos, el cual se podría conseguir mediante fondos concursables, teniendo que ser costeadado por el establecimiento sólo ciento veintiséis mil pesos, y de esta manera el proyecto estaría generando ganancias en el segundo año de puesta en marcha.

Nuevamente se realizó un estudio económico, pero esta vez considerando el piso radiante dentro del proyecto, el cual continúa arrojando números positivos, mostrando que sigue siendo un proyecto rentable, pero no viable para el establecimiento, ya que el monto a costear

por este aumentaría seis veces su valor, lo cual dificulta la posibilidad del jardín recaudar dicha suma, por lo tanto, para fines de este proyecto, se descarta la instalación de un piso radiante.

Finalmente se propuso el financiamiento del proyecto mediante el uso de fondos concursables para evaluar la factibilidad de su implementación, donde se encontró como único resultado un fondo por parte del ministerio del medio ambiente, el cual se denomina “Fondo de Protección Ambiental (FPA)”. Con el fondo en particular escogido para este proyecto se señala que a pesar de ser un monto menor del que fuese si se hubiera tratado de un sistema solar fotovoltaico cubre gran parte del proyecto analizado, pero en caso de tratarse de un jardín infantil con un mayor consumo de ACS sería más complicado cubrir la demanda mínima que este pueda tener, cerrando así las puertas a jardines con un mayor consumo que buscan el apoyo financiero del Estado. Además, analizando los proyectos que se han realizado bajo concursos para cubrir la demanda de ACS en jardines infantiles se puede notar que son pocos los beneficiados, ya que a diciembre de 2019 JUNJI contabiliza un total de tres mil cincuenta y cinco jardines infantiles, de los cuales mil trescientos treinta y tres son administrados directamente por esta, y el resto bajo la administración de terceros, donde sólo tres jardines infantiles alrededor Chile contarían con un sistema solar térmico para cubrir parte o la totalidad de la demanda, siendo estos sólo un 0,01% del total de jardines infantiles. En cuanto a este punto se concluye que la ayuda por parte del Gobierno para mejorar y promover las energías limpias en la primera educación es escasa, ya que para establecimientos educacionales solo se cuenta con una opción, y dando solo un mayor énfasis a programas con energía solar fotovoltaica para cubrir parte de su demanda eléctrica. En una jornada normal de un jardín infantil los niños pasan alrededor de nueve horas en estos establecimientos, provocando altos consumos de combustible para la generación de agua caliente, los cuales se buscan reducir para mejorar la situación medioambiental que se sufre en la actualidad. Es por esto que se debería considerar llevar a cabo más proyectos como estos para promover el uso de energías limpias en jardines JUNJI. Los grandes beneficios que estos tipos de energías renovables no convencionales les traerían a estos establecimientos son mayormente económicos, pero a la vez se le enseñaría con ejemplo a las futuras generaciones sobre la importancia del cuidado del medio ambiente y las distintas opciones de energías que existen para complementar las comodidades que se tienen hoy en día.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación de academias de la lengua española. (2019). *Real Academia Española*.
Obtenido de <https://dle.rae.es/e%C3%B3lico>
- CUEVAS, R. A. (s.f.). *ANTEPROYECTO DE CALEFACCION POR PISO RADIANTE PARA SALON DE EVENTOS DE CENTRO DE FERIAS PARQUE SAVAL*.
- Expansión. (julio de 2020). *¿Por qué son importantes las energías renovables en el desarrollo de los países?* Obtenido de <https://expansion.mx/opinion/2020/07/01/por-que-son-importantes-las-energias-renovables-en-el-desarrollo-de-los-paises>
- G, R. P. (2007). *Calefacción por Losa Radiante*. Viña del Mar: Universidad Técnica Federica Santa María, Sede Viña del Mar.
- Google. (2005). *GoogleMaps*. Obtenido de <https://www.google.cl/maps/place/32%C2%B056'14.6%22S+71%C2%B016'18.0%22W/@-32.9373889,-71.2722139,167m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d-32.9373818!4d-71.2716546>
- Ministerio de Energía. (2010). *Explorador de Energía Eólica*. Obtenido de <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>
- Ministerio de Energía. (marzo de 2011). *ISSUU*. Obtenido de https://issuu.com/jovenestehuelches/docs/registrosolarimetrico_de_chile
- Ministerio de energía. (2015). *Programa Techos Solares Públicos*. Obtenido de http://www.minenergia.cl/techossolares/?page_id=3565
- Ministerio de energía. (abril de 2017). *Programa Techos Solares Públicos*. Obtenido de <http://www.minenergia.cl/techossolares/?proyecto=jardin-infantil-amanecer>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2010). *Fondo de protección ambiental*. Obtenido de <http://fpa.mma.gob.cl/que-es-fpa.php>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Fondo de Protección ambiental*. Obtenido de https://fondos.mma.gob.cl/ficha_fondos/establecimientos-educacionales/
- Ministerio secretaría general de Gobierno. (2018). *Portal de Fondos del Estado*. Obtenido de <https://www.fondos.gob.cl/AcercaDe>
- Universidad de Chile. (2014). *eventos.cmm.uchile.cl*. Obtenido de http://eventos.cmm.uchile.cl/metrosolar2014/wp-content/uploads/sites/11/2014/01/Norma_Tecnica_Actualizada9.pdf
- urbanarbolismo*. (s.f.). Obtenido de <https://www.urbanarbolismo.es/blog/wp-content/uploads/2008/07/climatewell1.png>
- AMAZON. (s.f.). *LAMINA TÉRMICA*. Obtenido de AMAZON:
<https://www.amazon.es/Selit-70169-Selitstop-Pel%C3%ADcula-antivapor/dp/B004XZ8WIU>
- Banda perimetral adhesiva*. (s.f.). Obtenido de CEILHIT:
<https://www.ceilhit.es/es/tienda/banda-perimetral-adhesiva/>

- COSMOPLAS. (s.f.). *COLECTOR HEAT PIPE*. Obtenido de COSMOPLAS:
https://www.cosmoplas.com/wp-content/uploads/2020/files/Energias_Renovables/ft/210725.pdf
- CYBERTESIS UACH. (2010). *ANTEPROYECTO DE CALEFACCION POR PISO RADIANTE PARA SALON DE EVENTOS DE CENTRO DE FERIAS PARQUE SAVAL*. Obtenido de CYBERTESIS UACH:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfciv722a/doc/bmfciv722a.pdf>
- ELDESCONCIERTO. (29 de 10 de 2017). *Los nuevos estándares para los jardines infantiles públicos de Chile*. Obtenido de EL DESCONCIERTO:
<https://www.eldesconcierto.cl/2017/10/29/los-nuevos-estandares-para-los-jardines-infantiles-publicos-de-chile/>
- ENERTIK. (s.f.). *CARACTERÍSTICAS & PRESTACIONES*. Obtenido de ENERTIK:
https://es.grundfos.com/content/dam/BGE/Literature/GrundfosparaInstaladores/ES_115704_UPA_Leaflet_ART02_CM.pdf
- FERROBAL. (s.f.). *POLIESTIRENO ETSAPOL 20MM 1X0,5M*. Obtenido de FERROBAL: <https://www.ferrobal.cl/producto/poliestireno-etsapol-20mm-1x05m-30-planchas/>
- JUNJI. (25 de MAYO de 2020). *La JUNJI realiza inédita cuenta pública participativa a través de sus plataformas digitales*. Obtenido de JUNTA NACIONAL DE JARDINES INFANTILES: <https://www.junji.gob.cl/2020/05/25/la-junji-realiza-inedita-cuenta-publica-participativa-a-traves-de-sus-plataformas-digitales/>
- MERCADO LIBRE. (s.f.). *BOMBA DE AGUA PRESURIZADORA*. Obtenido de MERCADO LIBRE: <https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-521054777-bomba-de-agua-o-presurizadora-splendid-brs-120-26lm-34->
- PLATAFORMA ARQUITECTURA. (2 de SEPTIEMBRE de 2020). *Placas para losa radiante*. Obtenido de PLATAFORMA ARQUITECTURA:
<https://www.plataformaarquitectura.cl/catalog/cl/products/1846/placas-nopas-para-losa-radiante-aislapol>
- PROSOLAR. (s.f.). *Suelo Radiante*. Obtenido de PROSOLAR:
<https://www.prosolar.es/suelo-radiante>
- RADIO PETRER. (2 de SEPTIEMBRE de 2020). *Tamaño del mercado de Sistema de calefacción por suelo radiante Participación mundial en la industria, margen bruto, tendencia, demanda futura, análisis por parte del jugador líder y pronóstico hasta 2025*. Obtenido de RADIO PETRER:
<https://radiopetrer.com/2020/09/02/tamano-del-mercado-de-sistema-de-calefaccion-por-suelo-radiante-participacion-mundial-en-la-industria-margen-bruto-tendencia-demanda-futura-analisis-por-parte-del-jugador-lider-y-pronostico-hasta/>
- SODIMAC. (s.f.). *SODIMAC*. Obtenido de SODIMAC:
<https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/3307360/Topex-piso-25-kg/3307360>

ANEXOS 1: COLECTOR SOLAR



COLECTOR HEAT PIPE
CON ACUMULADOR PRESURIZADO
CÓD. 210725

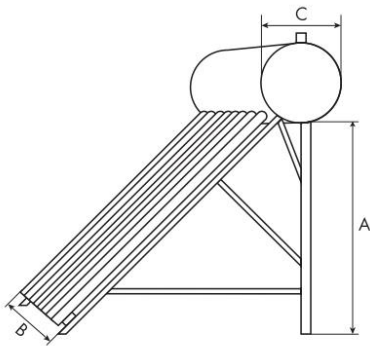
KHÖNE®

DESCRIPCIÓN:

Colector Solar Heat Pipe acumulador integrado. Cubierta exterior acero pintado. Depósito interior en acero inoxidable SUS304, incluye válvula de seguridad y ánodo de magnesio.

CARACTERÍSTICAS:

Espesor tanque	1,2 mm (±0,03 mm)
interno SUS304-2B	Resiste presión de 0,6 Mpa
Coefficientes globales de pérdida K _i	2,949
°C); K _g (W/m² °C)	0,013
Presión máxima de funcionamiento (bar)	6
Rendimiento óptico % (etha 0)	75,20
Ø tanque interno	380 mm
Tanques externos	Acero galvanizado e: 0,35 mm (±0,03 mm)
Soporte	Acero galvanizado e: 1,5 mm (±0,05 mm)
Tubos de vacío	Vidrio de borosilicato alto con AL-SS/CU florecido, e: 1,6 mm, en el interior hay un tubo de calor
Largo de tubos	1.800 mm
Ø tubo de calor en el tubo de vacío	8 mm
Capas de aislamiento	Poliuretano expandido 50 mm
Ángulo	45°



CÓDIGO	MODELO	DESCRIPCIÓN	Nº TUBOS	CAPACIDAD TANQUE (Litros)	ÁREA DE ABSORCIÓN (m²)	PESO (vacío)	ALTO (A en mm)	ANCHO (B en mm)	DIÁMETRO TANQUE (C en mm)
210723	KHO-HP-150	ACUMULADOR 150 LITROS	15	150	1,41	85	1715	1220	480
210724	KHO-HP-200	ACUMULADOR 200 LITROS	20	200	1,89	98	1715	1620	480
210725	KHO-HP-300	ACUMULADOR 300 LITROS	30	300	2,83	147	1715	2420	480

CASA MATRIZ
Río Refugio N°9652, ENEA, Pudahuel, Santiago.
Teléfono: (+56) 2 2598 7000
SUCURSALES
Antofagasta, La Serena, Viña del Mar, Santiago Centro,
Santiago Oriente, Talca, Concepción, Temuco, Puerto Montt
www.cosmoplas.cl

cosmoplas®

ANEXOS 2: BOMBA DE REERCICULACIÓN



BOMBAS PRESURIZADORAS O RECIRCULADORAS BRS-350 Y BRS-120



Las bombas BRS-120 y BRS-350 ofrecen una **PRESIÓN ADICIONAL** en caudales controlados.

El modo de **recirculación** es la solución ideal para quienes buscan **AHORRO Y CONFORT** mientras cuidan del **medio ambiente**.



BRS-350

- Potencia máxima: 350w
- 3 potencias: 210/270/350W
- Altura máxima de elevación de agua: 20m
- Caudal máximo: 58l/min
- Bajo consumo de energía
- Funciones manual o automático
- 3 variaciones de velocidad
- Material: latón con pintura electrostática
- Flujostato externo
- De fácil instalación
- Garantía: 1 año
- Peso: 5kg



BRS-120

- Potencia máxima: 120w
- Caudal máximo: 26l/min
- Altura máxima de elevación de agua: 9m
- Bajo consumo de energía
- Funciones manual o automático
- Material: latón con pintura electrostática
- Flujostato interno
- De fácil instalación
- Garantía: 1 año
- Peso: 2.8kg



CONTACT CENTER
600 822 0080

www.splendid.cl

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
	350W	120W
Tensión 220V	220V	220V
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Grado de protección	IP 42	IP 42
Temperatura máxima	110°C	60°C
Clase de aislamiento	F	F
Presión máxima de agua	6 bar	6 bar
Capacitor	10 µF	3 µF
Corriente	1,6 A	0,52 A
Temperatura máxima (función manual)	100°C	100°C
Potencia	350	120

ANEXOS 3: CONTROLADOR AUTOMÁTICO

GUÍA RÁPIDA • SW-TK8A

CONTROLADOR DIGITAL PARA TERMO SOLAR

A. Controlador

B. Electroválvula y cable

C. Sensor de temperatura y nivel

BORNERA DE CONEXIÓN

1. Botón de reseteo

2. Electroválvula

3. Kit de calefacción

4. Sensor de temp. y nivel

CONEXIÓN DE ELECTROVÁLVULA

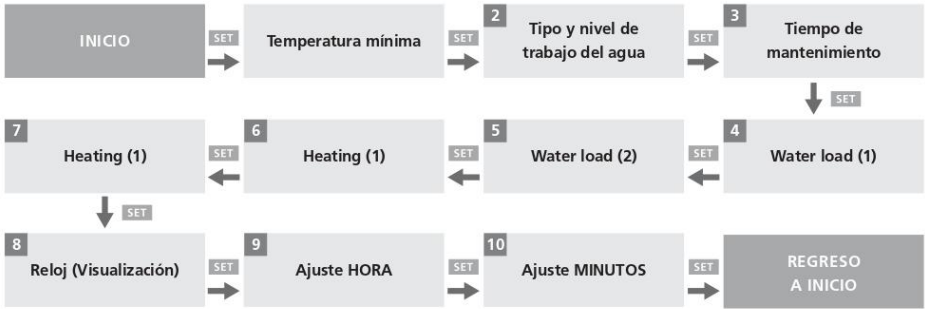
CONEXIÓN CABLE DE TEMPERATURA

NOTA

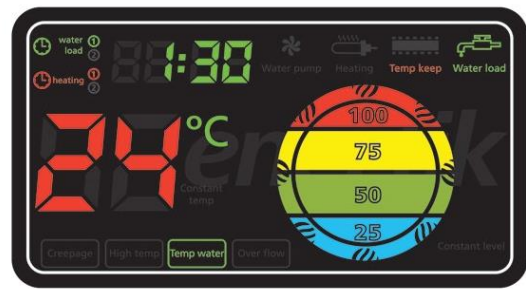
LAS MARCAS COLOR VERDE DEBEN ESTAR HACIA EL MISMO LADO

CONFIGURACIÓN BÁSICA

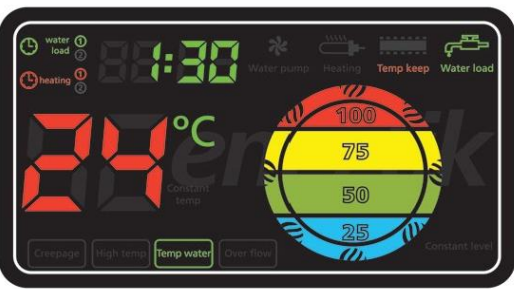
La configuración del controlador es secuencial, y se accede presionando la tecla **SET** hasta posicionarnos sobre el valor a modificar. Luego, la modificación se efectúa mediante los botones **▲** y **▼**.



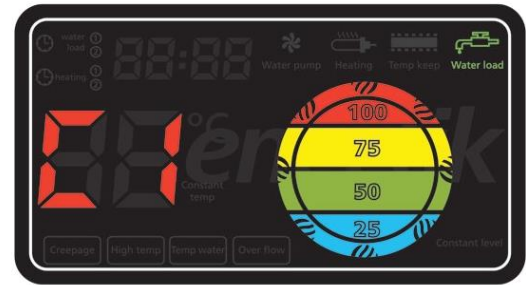
Una vez realizadas las conexiones en la bornera (como se indicó en el paso anterior), procedemos a conectar el equipo a la red eléctrica 220VCA. Y de así veremos la pantalla:



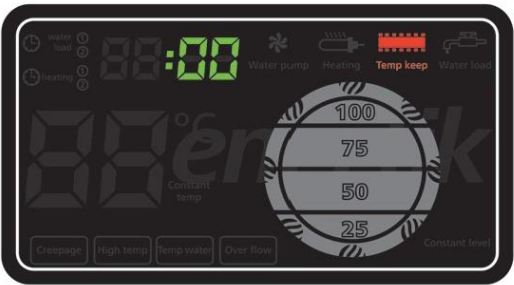
1 Presionar **SET** una vez para acceder a los parámetros de temperatura mínima del sistema. Con **▲** y **▼** se selecciona de a 5 grados el valor a partir del cual queremos que se encienda el kit de calefacción. Por debajo del valor programado, se encenderá la resistencia para calentar el agua del estanque hasta el valor indicado. **Rango seleccionable: 30-80°C**



2 Presionando **SET** dos veces desde **inicio**, accedemos a la selección del tipo y nivel de agua. Seleccionamos C1 y 100% (recomendado) para mantener el estanque siempre lleno, evitando recalentamiento (especialmente en verano).



3 Presionando **SET** tres veces desde **inicio**, accedemos a los parámetros de **Tiempo de mantenimiento (Time keep)** y fijamos su valor en 00.



4 5 Presionar **SET** cuatro y cinco veces desde **inicio** para acceder a los parámetros del tiempo de encendido y apagado del llenado programado **WATER LOAD (1)** y **WATER LOAD (2)**. Fijar ambos tiempos en 00:00 si de desea operar en modo automático básico.



6 7 Presionar **SET** seis y siete veces desde **inicio** para acceder a los parámetros del tiempo de encendido y apagado de la resistencia de calefacción **HEATING (1)** y **HEATING (2)**. Fijar ambos tiempos en 00:00 si de desea operar en modo automático básico.



8 Presionar **SET** ocho veces desde **inicio** para visualizar el reloj del controlador

9 10 Configuración de la hora: Presionar **SET** nueve veces desde **inicio** modificar la hora, y diez veces para los minutos. Usar las teclas **▲** y **▼**. Al definir la hora correcta presionar **SET** para finalizar e iniciar el ciclo del controlador.

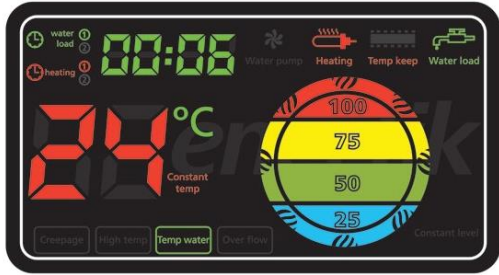


Inicio del ciclo de control automático

Una vez configurado el controlador, debemos iniciar el ciclo de control del mismo.

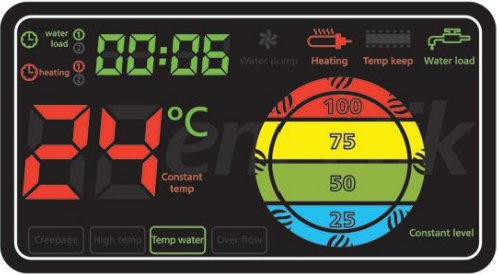
Para eso, haremos los dos últimos pasos a saber:

Inicio del ciclo de control de temperatura automático:
Mantener la tecla “Heating” presionada durante aproximadamente 3 segundos hasta escuchar un bip del equipo. Se encenderá sobre el frente, junto a la visualización de temperatura, la leyenda “Constant temp” indicando que el ciclo ha sido iniciado.



NOTA: el calentador no se enciende si el nivel de agua está por debajo del 50%

Inicio del ciclo de llenado de agua automático:
Mantener la tecla “Water load” presionada durante aproximadamente 3 segundos hasta escuchar un bip del equipo. Se encenderá el indicador “Constant level” en la esquina inferior derecha del panel de control.



El llenado de agua automático se apaga cuando se logra el 100% del nivel.