



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**  
**INGENIERIA ELECTROMECHANICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
**( P F C )**

Manual de Buenas Prácticas Energéticas para  
establecimientos termales

**Proyecto N°: PFC 1804D**

**Autores: Silva, Adrián Fernando**

**Tutor: Chichi, Gabriel**

**Dirección de Proyectos:**  
**Ing. Puente, Gustavo**  
**Ing. De Carli, Aníbal**

**AÑO 2021**

**Índice General**

Agradecimientos, resumen ejecutivo y abstract	AR
Situación problemática	SP
Objetivos y alcances	OJ
Manual de Buenas Prácticas Energéticas	MBPE
Anexos complementarios	AC



*Universidad Tecnológica Nacional*

Facultad Regional Concepción del Uruguay

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

**AGRADECIMIENTOS,**  
**RESUMEN EJECUTIVO,**  
**ABSTRACT**

Proyecto N°: **PFC 1804D**

Autor:

**Silva, Adrián Fernando**

Tutor:

**Ing. Chichi, Gabriel**

Dirección de Proyecto:

**Ing. Gustavo Puente**

**Ing. De Carli, Aníbal**

**Índice**

Agradecimientos	Pág. 3
Resumen ejecutivo	Pág. 4
Abstract	Pág. 4

### **Agradecimientos**

En primer lugar y de forma muy especial agradecer a mi familia por el apoyo y sostén durante estos años.

A los profesores: Ing. Gustavo Puente, Ing. Aníbal De Carli e Ing. Gabriel Chichi, por su acompañamiento y predisposición.

A los docentes y no docentes de la UTN-CDU, por la formación y servicios brindados.

A los amigos y compañeros, por su apoyo y guía en todo momento.

### **Resumen Ejecutivo**

Este documento define y desarrolla las buenas prácticas para los establecimientos termales de la provincia de Entre Ríos. Implementa, además, la utilización de energías renovables, las que se encuentran en creciente uso. Esto lleva al desarrollo de sistemas cada vez más eficientes tanto en equipos, procesos de trabajo como así también en la obtención y utilización de éstos. En nuestra provincia, con un alto nivel de recursos naturales, es posible implementar estos sistemas, para así lograr disminuir el consumo de energías convencionales y el daño al medio ambiente.

### **Abstract**

This document defines and develops good practices for thermal establishments in the province of the Entre Ríos. Implements the use of renewable energies that are in increasing use. This leads to the development of increasingly efficient systems in equipment and work processes, as well as in obtaining and using these. In our province it is possible implement these systems, and thus reduce the consumption of conventional energy and damage to the environment.



*Universidad Tecnológica Nacional*

Facultad Regional Concepción del Uruguay

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

# **INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

Proyecto N°: **PFC 1804D**

Autor:

**Silva, Adrián Fernando**

Tutor:

**Ing. Chichi, Gabriel**

Dirección de Proyecto:

**Ing. Gustavo Puente**

**Ing. De Carli, Aníbal**

**Índice**

Introducción	Pág. 3
Situación problemática	Pág. 3

## **INTRODUCCIÓN**

La explotación de recursos termales en Entre Ríos comenzó a partir del año 1994 y ha ido creciendo en diferentes ciudades de la provincia a un ritmo vertiginoso, colocando a “las termas” como una de las propuestas turísticas y de bienestar más atractivas de la región. En 2006 se publicó en el Boletín Oficial la Ley N°9678, el Marco Regulatorio del manejo de los recursos termales de la Provincia de Entre Ríos, y se creó la autoridad de aplicación, el Ente Regulador de los Recursos Termales de la Provincia de Entre Ríos (E.R.R.T.E.R.)

Entre Ríos se convirtió así en la primera provincia del país en legislar específicamente la regulación del recurso termal.

Comprometido con el ambiente y la eficiencia energética, el E.R.R.T.E.R. analiza sistemáticamente ideas, desarrollos y proyectos para los establecimientos termales de la provincia, a fin de reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia energética en los mismos.

## **SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

El creciente interés social por el uso recreativo y medicinal de este recurso, así como la necesidad de mantener a temperatura las aguas con fuentes extras de calor, demanda un cuidadoso control y tratamiento ambiental.

Durante el uso recreativo del recurso, el agua pierde calor por transmisión y evaporación, lo que se compensa mediante reposición, lo que genera un primer problema en términos económicos y ambientales debido al efluente excedente.

- El costo de calentar con: gas natural, GLP o energía eléctrica impactan económica y ambientalmente en los complejos termales (por lo cual es necesario manejar las Mejores Prácticas Energéticas).

- El efluente de los complejos.

Otro problema energético de los emprendimientos es:

- El calentamiento de agua para los servicios de: calefacción, sanitarios, cocinas, bungalos y oficinas se realiza utilizando gas natural, GLP y/o energía eléctrica.
- El consumo y cuidado de la energía eléctrica actual y futura para iluminación y fuerza motriz de los establecimientos



*Universidad Tecnológica Nacional*

Facultad Regional Concepción del Uruguay

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

**OBJETIVOS Y ALCANCES**

Proyecto N°: **PFC 1804D**

Autor:

**Silva, Adrián Fernando**

Tutor:

**Ing. Chichi, Gabriel**

Dirección de Proyecto:

**Ing. Gustavo Puente**

**Ing. De Carli, Aníbal**

**Índice**

Objetivos	Pág. 3
Alcances	Pág. 3
Plan de trabajo	Pág. 3

## **OBJETIVOS**

El objetivo general de este trabajo es elaborar un Manual de Buenas Prácticas Energéticas para Establecimientos Termales (**BPE-ET**), fomentando un acercamiento de las energías limpias, particularmente la energía solar, analizando la viabilidad en el uso de este tipo de energía, disponibilidad e implementación de desarrollos tecnológicos para lograr mayor eficiencia energética y reducción en el volcamiento de aguas residuales, contando como referencia el marco legal vigente.

### **Alcances de las BPE:**

- ✓ BPE Caracterización de pozos
- ✓ BPE Balances de masa y energía
- ✓ BPE Recomendaciones técnicas y tecnológicas
- ✓ BPE Manejo adecuado del agua.
- ✓ BPE Equipamiento básico para cada oportunidad de manejo
- ✓ BPE Utilización de energías renovables

## **APLICACION**

- ✓ Complejos termales de la provincia de Entre Ríos
- ✓ Ingeniería en detalle de equipos recomendados. Propuestas y sugerencias.

## **METODOLOGÍA**

- ✓ Estudio de las normas y leyes vigentes, con injerencia en el tema.
- ✓ Visitas técnica a emprendimientos termales de la provincia.

Preparó: Adrián Fernando Silva	Revisó:GP 21-11-18 Gp. 17-02.21	Aprobó:	Página 3 de 4
-----------------------------------	------------------------------------	---------	---------------

- ✓ Identificación de proveedores especializados en la temática, con tecnologías aplicadas a energías renovables y a mejoramiento de la eficiencia energética.
- ✓ Recolección de datos y desarrollo de memoria técnica en base a la información adquirida.
- ✓ Confección de Manual BPE-ET.

Preparó: Adrián Fernando Silva	Revisó:GP 21-11-18 Gp. 17-02.21	Aprobó:	Página 4 de 4
-----------------------------------	------------------------------------	---------	---------------



*Universidad Tecnológica Nacional*

Facultad Regional Concepción del Uruguay

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

**MANUAL DE BUENAS  
PRÁCTICAS ENERGÉTICAS  
EN COMPLEJOS TERMALES**

Proyecto N°: **PFC 1804D**

Autor:

**Silva, Adrián Fernando**

Tutor:

**Ing. Chichi, Gabriel**

Dirección de Proyecto:

**Ing. Gustavo Puente**

**Ing. De Carli, Aníbal**

## **Índice de BP**

BP01 - Factores para determinar el uso del agua termal	Pág. 7
BP02 - Material para caños	Pág. 7
BP03 - Manejo de agua en la extracción	Pág. 7
BP04 - Codificación de líneas, equipos y accesorios	Pág. 8
BP05 - Diagramación de la instalación	Pág. 9
BP06 - Proyectar una instalación	Pág. 10
BP07 - Seguridad	Pág. 11
BP08 - BP operativas para proyectar una instalación	Pág. 12
BP09 - Evaluación de un sistema existente	Pág. 13
BP10 - BP para el diseño - Tipo de intercambiador	Pág. 17
BP11 - BP para el diseño - Número de acumuladores y su conexión	Pág. 18
BP12 - BP para el diseño - Sistema de apoyo y su acoplamiento	Pág. 18
BP13 - Proceso de cálculo	Pág. 19
BP14 - Demanda de ACS (Agua Caliente Sanitaria)	Pág. 20
BP15 - Demanda energética	Pág. 21
BP16 - Contribución solar	Pág. 21
BP17 - Velocidades del fluido	Pág. 22
BP18 - Diámetro de la tubería	Pág. 23
BP19 - Caudales	Pág. 23
BP20 - Selección de captadores solares	Pág. 24
BP21 - Montaje de captadores solares	Pág. 25
BP22 - Cálculo de superficie de captación	Pág. 26
BP23 - Inclinación de captadores	Pág. 27
BP24 - Proyección de sombras	Pág. 28
BP25 - Estructuras soporte para captadores	Pág. 29
BP26 - Selección de acumulador	Pág. 31

BP27 - El acumulador según normativa	Pág. 32
BP28 - Selección del intercambiador de calor	Pág. 33
BP29 - El intercambiador de calor según normativa	Pág. 34
BP30 - Montaje del intercambiador de calor	Pág. 35
BP31 - Selección de bombas	Pág. 37
BP32 - Montaje de bombas	Pág. 38
BP33 - Pérdidas de carga	Pág. 39
BP34 - Pérdidas de carga por accesorios	Pág. 40
BP35 - Potencia de la bomba	Pág. 41
BP36 - Selección y montaje en sistemas de control	Pág. 43
BP37 - Puesta en marcha	Pág. 44
BP38 - Mantenimiento preventivo	Pág. 45
BP39 - Mantenimiento correctivo	Pág. 47
BP40 - Mantenimiento correctivo - Sustituir o reparar	Pág. 47

## 1. ¿Qué es una Buena Práctica (BP)?

Una BP es una experiencia o intervención que se ha implementado con resultados positivos, siendo eficaz y útil en un contexto concreto, contribuyendo al afrontamiento, regulación, mejora o solución de problemas y/o dificultades que se presenten en el trabajo diario de las personas en el ámbito de la gestión, satisfacción al usuario u otros, experiencia que pueden servir de modelo para otras organizaciones.

Una BP cumple con algunas características como:

- Presenta un resultado valioso para el usuario
- Es sencilla y simple.
- Emerge como respuesta a una situación que es necesario modificar o mejorar.
- Es pertinente y adecuada al contexto local en donde se implementa
- Es sostenible en el tiempo (puede mantenerse y producir efectos duraderos)
- Fomenta la replicación de la experiencia en una situación distinta, pero con condiciones similares
- Es innovadora (entendiendo que la innovación no sólo implica una nueva acción, sino que puede ser un modo diferente y creativo de realizar prácticas tradicionales o de reorganizarlas).
- Considera elementos de evaluación de resultados, retroalimentación de las acciones y reorganización de ellas a partir de lo aprendido.
- Su difusión recoge y valora el trabajo, los saberes y las acciones que realizan las personas en su trabajo cotidiano, permitiendo generar conocimiento válido empíricamente, transferible y útil.

## 2. Objetivo de una BP

El objetivo de este manual de BP está pensado para establecimientos y proyectos termales, tiene como objetivo fomentar el cuidado de los recursos naturales y promover un acercamiento con energías limpias, particularmente solar térmica, recomendando el uso e implementación de desarrollos tecnológicos para lograr mayor eficiencia energética y reducción en el volcamiento de aguas residuales. Así como también no contradecir la naturaleza, sino por lo contrario, tener siempre presente el escurrimiento natural por gravedad, los vientos, lluvias, relieves, así como también tomar acciones para reducir el consumo de los recursos, y facilitar su reutilización de ciertos residuos.

## 3. Caracterización del agua

### 3.1. Parámetros de referencia para la clasificación de aguas termales

#### Clasificación por temperatura

- HIPOTERMALES: menos de 35° C
- MESOTERMALES: entre 35 y 37° C
- HIPERTERMALES: más de 37° C

#### Clasificación por composición

- Mineralización mayor a 1000 mg/l y más de 20 % de sales entonces toman el nombre de anión o catión predominante (cloruradas, sulfatadas, bicarbonatadas, etc.).

- Si en 1000 mg/l ningún elemento supera el 20%, toman el nombre del elemento de mayor concentración (sulfuradas, carbogaseosas, ferruginosas, etc.).

#### Clasificación por mineralización

- OLIGOMETÁLICAS: Cuando el residuo seco es menor a 100 mg/l
- MINERALIZACIÓN MUY DÉBIL: cuando el residuo seco es entre 100 y 250 mg/l
- MINERALIZACIÓN DÉBIL: cuando el residuo seco es entre 250 y 500 mg/l
- MINERALIZACIÓN MEDIA: cuando el residuo seco es entre 500 y 1000 mg/l
- MINERALIZACIÓN FUERTE: cuando el residuo seco es mayor de 1000 mg/l.

#### Clasificación por dureza

- OLIGOMETÁLICAS: Cuando el residuo seco es menor a 100 mg/l
- BLANDAS: 100 a 200 mg/l
- DURAS: 200 a 300 mg/l
- MUY DURAS: 300 a 400 mg/l
- EXTREMADAMENTE DURAS: cuando se halla más de 400 mg/l  
\*(Concentración de carbonato de calcio= CaCO).

### **BP01 - Factores para determinar el uso del agua termal**

- Termalismo salud: se usa para recuperar la salud como tratamiento complementario.
- Termalismo lúdico: se orienta a la recreación, ocio o esparcimiento.
- Termalismo de bienestar o *wellness*: se destina a una puesta en forma de la salud física y mental.

### **3.2. Considerar para BP**

#### **BP02**

**El material de la tubería** utilizada para la extracción de agua termal es **Acero ASTM A 53**.

#### **BP03**

Al momento de realizar la extracción de agua termal **no interrumpir la circulación de agua**, es decir, mantener un bombeo constante, **para evitar la disminución de la temperatura en la cañería**, hecho que ocasiona la precipitación de sales disueltas y las consiguientes incrustaciones.

## **4. Análisis de una instalación**

### **4.1. Nombre y codificación**

En primera instancia se debe realizar una codificación de los componentes de la instalación.

**BP04 - Codificar las líneas, equipos y accesorios**

Para detectar el componente de manera fácil y rápida.

Ejemplo:

Código:            XX - NNN - CC

Donde:

- XX : Representa la línea, equipo o accesorio según la letra, que también puede indicar el sector
- NN : Representa el tipo de accesorio o equipo (como válvulas, acumuladores, colectores, etc.)
- CC : Representa el número de equipo, accesorio o línea.

A continuación, vemos un modelo de tabla donde se indica el código y se describen las características de cada componente.

Código	Nombre	Tipo de componente	Ubicación	Circuito	Material	Temperatura
LV-01	Línea N°1 del Sector Vestuario	Línea	Sector Vestuario	Primario	Termofusión	20°C - 35°C
AR-LP-03	Accesorio válvula de paso N°3 del Sector Restaurante	Accesorio	Sector Restaurante	Recirculación	Ac. Inox.	35°C - 45°C

**Tabla 1**

En la tabla se pueden agregar también los valores de temperaturas, caudales, etc., importantes al momento de analizar la instalación.

#### 4.2. Diagramación

Luego de la codificación, el próximo paso es realizar una diagramación de la instalación.

##### **BP05 - Diagramación de la instalación**

Es una herramienta que nos permite representar en forma gráfica los procesos y actividades en conjunto, sus relaciones, cualquier incompatibilidad, cuello de botella o fuente de posibles ineficiencias.

#### 4.3. Identificación

En esta instancia tendremos en cuenta dos opciones:

- a) BP para proyectar.
- b) BP para evaluar el sistema existente.

#### 4.3.1. BP para proyectar

##### BP06

- Emplear los materiales adecuados: Aquellos que eviten la corrosión, soporten altas temperaturas, dilatación, transmisión de calor, entre otros factores.
- Nuevas tecnologías: Considerar nuevas tecnologías en cuanto a: Los materiales, eficiencias, y alternativas de instalación en equipos y accesorios que hayan evolucionado.
- Lugar y orientación geográfica: Utilizar las cartas de radiación solar de la República Argentina, propuestas en el punto 6.4
- Futuras ampliaciones: Tener previsto reservas de espacios linderos, para ésta finalidad, en los alrededores.
- De utilizar un circuito solar tener en cuenta la instalación necesaria para poder desacoplarlo y utilizar otro tipo de energías, manteniendo en servicio el sistema.
- Bypass de conexión: Prever situaciones de reparación o mantenimiento.

### BP07–Seguridad

Debemos tener presente los peligros descritos a continuación

- **Peligros físicos:** Realizar diseños que controlen adecuadamente los riesgos de caídas, succiones en cañerías y desagües, quemaduras, electrocución, radiación, incendio y ahogo por inmersión. Se deberán diseñar las instalaciones con los elementos tales como barandas y otras protecciones, materiales antideslizantes, componentes de seguridad eléctrica, matafuegos, camillas y salvavidas.
- **Peligros químicos:** Diseñar las instalaciones minimizando los riesgos de manipulación por parte del personal e impacto en caso de derrames y el acceso a terceros a las sustancias.
- **Peligros mecánicos:** Se recomienda no tener superficies con filos, puntos de enganche, atrapamiento o zonas donde exista el riesgo de caída de algún equipo, componente, etc.
- **Peligros biológicos:**
  - Minimizar en el diseño los lugares que favorezcan la presencia y acumulación de microorganismos que puedan afectar la salud humana. Tener instalaciones que puedan limpiarse con facilidad.
- **Peligros ergonómicos:** Diseñar las instalaciones de modo que se minimicen las posturas forzadas, la necesidad de realizar movimientos repetitivos y el manejo de cargas excesivas.
- **Peligros naturales:** Diseñar las instalaciones de modo que protejan adecuadamente de los peligros producidos por las fuerzas de la naturaleza en la región: lluvias, inundaciones, vientos, etc. Se recomienda tener las instalaciones preparadas para soportar estos factores climáticos.

Otro factor a tener en cuenta en el estudio de una instalación es la energía térmica total necesaria para abastecer cierta demanda incluyendo las pérdidas (Sumo la energía necesaria más las pérdidas)

La determinación de la misma es compleja, porque depende del diseño, montaje, funcionamiento, mantenimiento y uso de las instalaciones.

Para estos casos indicamos las siguientes BP operativas.

#### **BP08- BP Operativas**

- **Instalar circuitos de recirculación:** Para mantener siempre con agua caliente la tubería, y no generar el volcamiento de agua fría hasta conseguir agua caliente.
- **Detener la bomba del circuito de recirculación en horarios que no se utiliza:** Así generamos un ahorro de energía eléctrica.
- **Situar determinados equipos dentro de un recinto:** Para evitar grandes diferencias de temperaturas, y de esta manera mantener la eficiencia.
- **Algunos equipos de mayor tamaño poseen menores pérdidas:** Tener presente este factor al momento de escoger un equipo para la instalación.

#### 4.3.2. BP para evaluar un sistema existente

Debemos tener en cuenta, en primera instancia, las indicaciones descritas en el punto 4.1 en adelante. Además tener presente las siguientes BP.

### BP09

- **Corroborar la existencia de registros de la instalación:** Donde se puedan hallar datos sobre:
  - Equipos instalados: ficha técnica e historial del mantenimiento de los mismos.
  - Caudales, temperaturas, pérdidas de carga y rendimiento de la instalación.
  - Consumo de combustibles y energía.
- **Realizar una medición actual sobre todos los valores posibles:** Como presión, temperaturas, caudales, consumo de energía y combustibles.
- Con los parámetros relevados generar **indicadores de eficiencia**, cuyo seguimiento permita, a través de los desvíos, determinar tempranamente deterioros en la instalación.
- **Realizar un análisis del circuito:** Para comprender el funcionamiento térmico e hidráulico del sistema en su totalidad.
- **Visualizar y verificar el correcto estado de algunos sectores en particular**, como:
  - Uniones de tuberías, o bridas.
  - Estado de las aislaciones, sobre todo las líneas de mayor temperatura, o expuestas al ambiente exterior.
  - Depósitos de fluidos, donde pueda producirse corrosión, humedad o desgaste de pintura, y llevar a un deterioro del componente.
- **Posibles sombras o suciedad que disminuyan el rendimiento de los captadores solares.**
- **Ubicar al acumulador en un recinto aislado del ambiente exterior.** Excepto que sea aptos para dicho uso.
- **Realizar una correcta distribución en planta de los elementos y mantenerlos en buen estado**, facilitando el acceso a los diferentes puntos de medición, operación y mantenimiento.

## 5. BP para el diseño

Un Sistema Solar Térmico (SST) transforma la energía radiante emitida por el sol en energía térmica, y la acumula, en forma de agua caliente para su posterior consumo.

En el diagrama siguiente se representa un circuito básico de una instalación solar térmica. Se encuentra compuesto por:

- Circuito Primario, donde se encuentran los captadores solares, intercambiador de calor y la bomba de impulsión, el fluido de trabajo generalmente es una solución de agua y glicol.
- Circuito Secundario, compuesto por el intercambiador de calor, acumulador de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y la bomba de impulsión.
- Circuito de Consumo, por el cual circula el agua que será destinada al consumo y posee un sistema de recirculación donde retorna al acumulador de ACS mediante una bomba de recirculación.

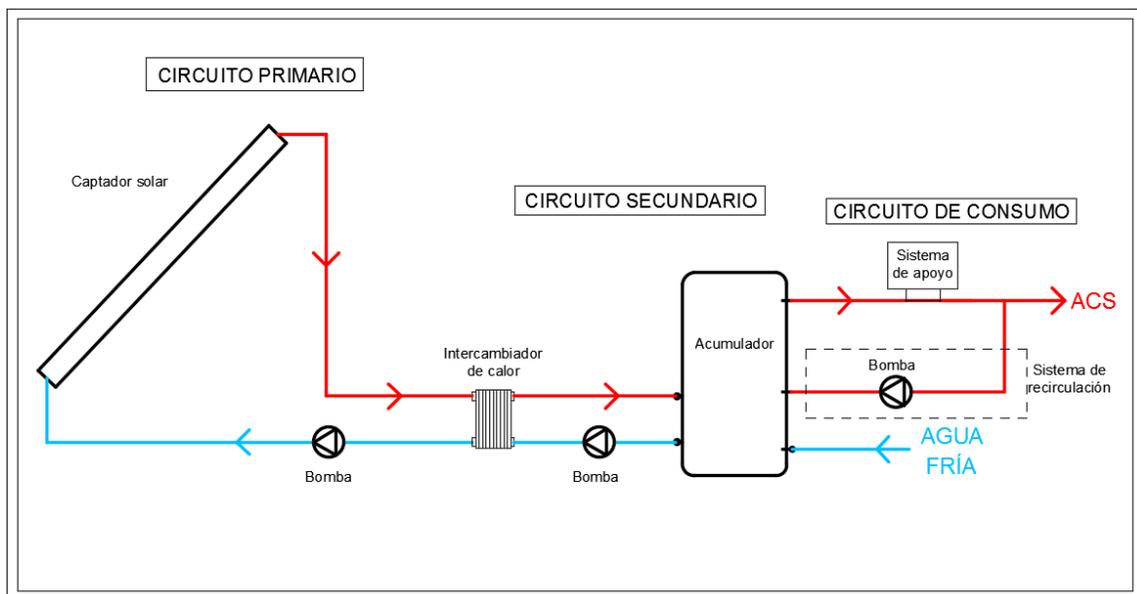


Ilustración 1

Los componentes principales son los siguientes:

- Captador solar: Transforma la radiación solar en energía térmica, ésta se transfiere a un fluido caloportador aumentando su temperatura.

Está diseñado para soportar las condiciones del medio ambiente, como lluvias, granizo, polvo, y temperaturas altas y bajas.

- Acumulador: Se utiliza para almacenar el agua caliente producida por el SST hasta que precise su uso. Debe mantener la calidad del agua, y tener la menor pérdida térmica para no perder temperatura.

- Intercambiador de calor: Puede ser interno o externo.

Los intercambiadores de calor externos normalmente son de placas, por su alta potencia y gran superficie para la transmisión de calor, también su tamaño pequeño y costo. Se deben controlar atentamente las pérdidas de carga. Los intercambiadores de calor interno son, normalmente, de tipo serpentín, construido por una cañería de cobre o acero inoxidable. En este componente el agua más caliente entra por la parte superior del intercambiador y a medida que baja disminuye su temperatura transmitiendo el calor al agua contenida en el acumulador para su posterior uso.

A continuación vemos dos imágenes, una de acumuladores con intercambiador de calor interno (interacumuladores) y de un acumulador con intercambiador de calor externo.

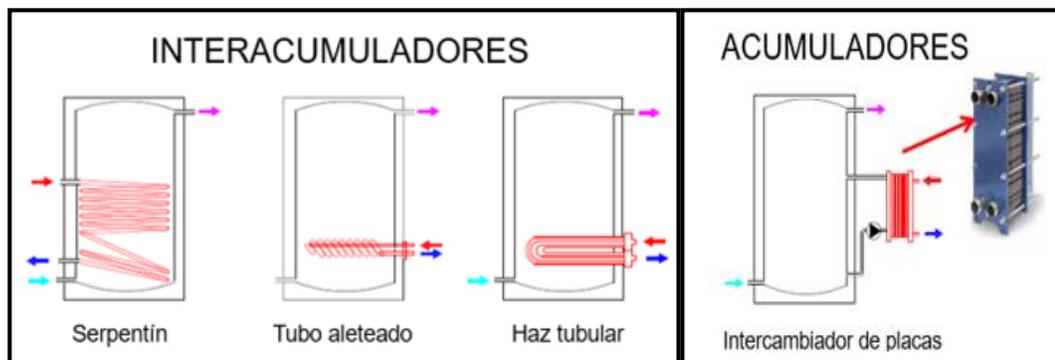


Ilustración 2

- Bomba: La instalación puede contener una o más bombas, en función de la necesidad y tipo de instalación.

Una de las bombas se encuentra en el circuito primario, entre la entrada al campo de captadores solares y la salida del intercambiador de calor del acumulador, generalmente se ubica en este sector por ser el de menor temperatura del fluido.

Si el intercambiador de calor es externo, se coloca una segunda bomba entre el acumulador y el intercambiador de calor. La cual se enciende al mismo tiempo que la primer bomba, para generar la transferencia de calor en el intercambiador y elevar la temperatura del fluido contenida en el acumulador.

Si la instalación contiene una línea de recirculación, ésta debe tener una bomba para encender cuando sea necesario renovar el agua de la tubería, se encenderá cuando el agua de la misma haya disminuido su temperatura por debajo de cierto valor.

- Sistema de apoyo: Es el encargado de cubrir las diferencias térmicas que el aporte solar no alcance a proveer al sistema. Este componente será alimentado por otra fuente de energía, para permitir la continuidad en el suministro de ACS.

El sistema de apoyo debe ser capaz de abastecer la demanda estimada. Los valores de temperatura y caudal en la salida del sistema de apoyo debería mantenerse en los valores fijados, aunque varíe la temperatura y caudal de entrada del agua.

Una forma eficaz para comenzar a diseñar una instalación consiste en clasificar la misma de acuerdo a los siguientes factores:

- Tipo de intercambiador
- Cantidad de acumuladores y conexiones.
- Sistema de apoyo y acoplamiento

### 5.1. Tipo de intercambiador

**BP10 - Se debe definir si el intercambiador será interno o externo**, para lo cual analizamos las siguientes consideraciones:

- Utilizamos intercambiadores internos cuando el tamaño de la instalación sea inferior a 10 m<sup>2</sup>
- Utilizamos intercambiadores externos cuando el tamaño de la instalación sea superior a 50 m<sup>2</sup>.
- En instalaciones entre 10m<sup>2</sup> y 50 m<sup>2</sup>, por razones económicas se recomienda utilizar intercambiadores externos cuando el sistema de acumulación esté constituido por más de un depósito.

También tener presente las siguientes recomendaciones:

- El intercambiador interno facilita la estratificación de las temperaturas.
- El sistema con intercambiador de calor interno resulta mas sencillo por tener un solo circuito de calentamiento.
- A medida que aumentan las dimensiones de los acumuladores, con intercambiador de calor interno, también aumentan significativamente los costos, en esos casos puede ser más económico un sistema con un intercambiador externo.

## 5.2. Cantidad de acumuladores y conexiones

Tener en cuenta:

### BP11

- **Espacio disponible:** que sea adecuado para la medición, operación y mantenimiento.
- **Es recomendable que el diseño de la instalación permita realizar intervenciones** en los equipos sin necesidad paralizar el sistema.
- **Se recomienda realizar un análisis de costos de adquisición, costos operativos, prestaciones, amortización y otros factores que nos brinden información para poder tomar una correcta decisión.**

## 5.3. Sistema de apoyo y su acoplamiento

Tener en cuenta:

### BP12

- **Bypass de conexión:** Posibilidad de aislar hidráulicamente el SST.
- **Limitar la temperatura de entrada al sistema de apoyo evitando temperaturas elevadas que puedan dañar la instalación:** Para lo cual puede ser recomendable válvulas mezcladoras u otros elementos.

## 6. Diseño de la instalación

### 6.1. Introducción al cálculo

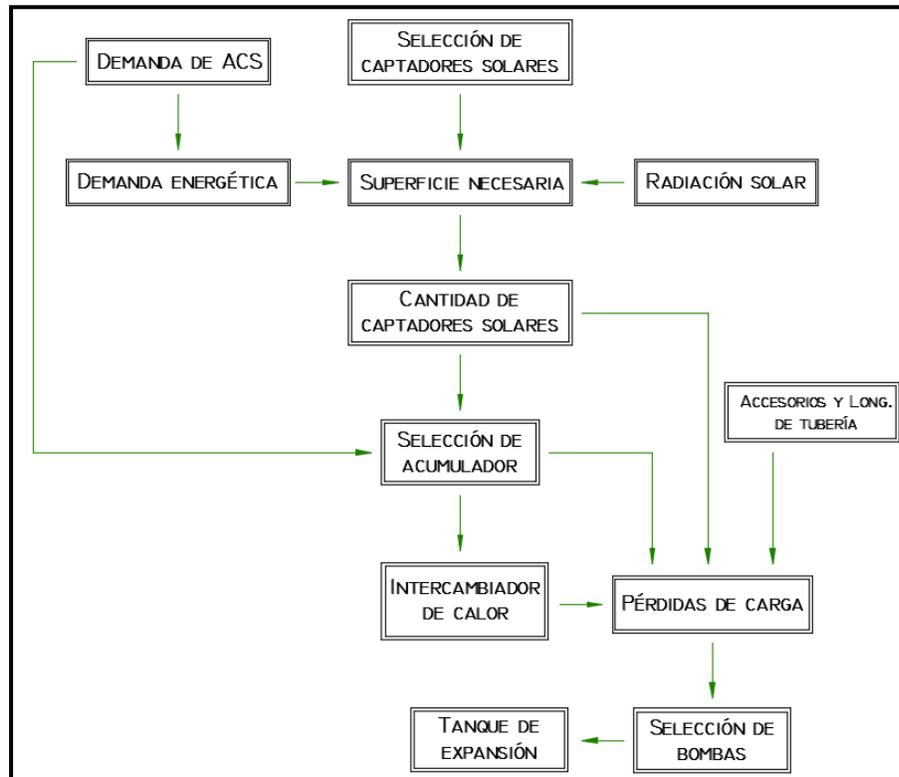
El cálculo predice el comportamiento de la instalación en un determinado lugar y condición de utilización.

Por lo tanto describimos la siguiente BP.

#### BP13

**Presentar un esquema del proceso de cálculo en el análisis:** De esta manera poder tener un orden en el cálculo, visualizando los factores relevantes e influyentes para lograr el resultado deseado.

Por el ejemplo:



**Ilustración 3**

## 6.2. Demanda de ACS

La BP para la estimación de la demanda indica que se puede realizar de dos maneras:

- Datos obtenidos de un registro u historial, o
- A través del Código Técnico de Edificación (CTE).

**BP14 - Para calcular la demanda de ACS:** Se debe utilizar el **Código Técnico de Edificación (CTE)**: Utilizando valores de referencia que se encuentran en la Tabla 4.1 “Demanda de referencia a 60°C”.

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

**Ilustración 4**

### 6.3. Demanda energética

#### BP15

La BP para hallar estos valores es utilizar la siguiente expresión, teniendo en cuenta que el factor mas importante a considerar es la Demanda de ACS, y en segunda instancia la diferencia de temperaturas:

$$\text{Demanda energética de ACS} = Q_{\text{ACS}} = D_{\text{ACS}} \cdot \delta \cdot C_p \cdot (T_C - T_{\text{AF}})$$

Donde:

$Q_{\text{ACS}}$  = Demanda de energía

$D_{\text{ACS}}$  = Demanda de ACS

$\delta$  = Densidad del agua

$C_p$  = Calor específico

$T_C$  = Temperatura de agua caliente

$T_{\text{AF}}$  = Temperatura de agua fría

### 6.4. Contribución solar

#### BP16

**Utilizar la "Guía del Recurso Solar"** de Hugo Grossi y Raúl Righini. 2019.

En la República Argentina se puede estimar el recurso disponible en el plano y ubicación de interés a través de esta guía, la cual consta de varios anexos, los cuales utilizaremos para obtener los datos necesarios. El Anexo I, "Mapas de irradiación global sobre el plano horizontal", contiene los datos medios mensuales de irradiación global diaria en el

plano horizontal, expresados en  $\text{KWh/m}^2$ . Esto representa el promedio mensual de la energía diaria que recibe una unidad de superficie, en una determinada localización geográfica.

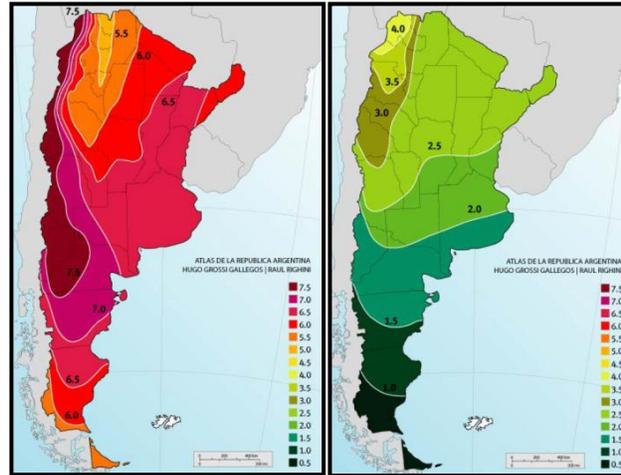


Ilustración 5

## 6.5. Parámetros hidráulicos de la instalación

### 6.5.1. Velocidad del fluido y diámetro de tuberías

**BP17 - Las velocidades de referencia se pueden obtener del CTE:**

Las cuales pueden ser:

- Velocidades para tuberías metálicas: entre 0,5 y 2 m/s
- Velocidades para tuberías termofusionadas: 0,5 y 3 m/s

BP18

Para el cálculo del diámetro de tubería se utiliza la siguiente expresión:

$$v_{\text{media}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{circuito}}}{\pi \cdot D^2}$$

Donde:

$D$  = Diámetro (m)

$Q_{\text{circuito}}$  = Caudal del circuito (m<sup>3</sup>/s)

$v_{\text{media}}$  = Velocidad media (m/s)

Utilizando valores de diámetros y caudal calculado, se obtiene la velocidad media, que debe estar dentro de los valores de referencia mencionados.

### 6.5.2. Caudal

BP19

**Se puede tomar los valores de referencia del CTE:** Tabla 2.1  
"Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato"

Se puede realizar una tabla, teniendo en cuenta los diferentes componentes de consumo, las cantidades de cada uno y así obtener el consumo total.

## 6.6. Captador solar

### 6.6.1. BP para la selección

#### **BP20 - BP para selección de captadores solares**

- Tipo de captador (en función de la necesidad)
- Valores de pérdida de carga y rendimiento
- Material de fabricación
- Capacidad de adaptación de la estructura soporte, al edificio o lugar de instalación
- Fluidos a utilizar
- Disponibilidad del manual de instrucciones
- Condiciones de mantenimiento
- Embalaje, transporte y almacenamiento previo.
- Garantía
- Referencias y experiencias de otros usuarios del equipo
- Costo de adquisición del equipo y accesorios
- Costo de transporte y montaje
- Disponibilidad de un certificado



**Ilustración 6**

### 6.6.2. BP para el montaje

Una vez escogido el equipo adecuado, se deben tener presentes algunos aspectos para el montaje e instalación de los mismos.

#### **BP21 - BP para el montaje de captadores solares**

- Analizar y decidir previamente los elementos de izaje necesarios para montar el equipamiento.
- Verificar que las estructuras que soportarán los equipos son adecuadas para resistir las cargas transmitidas por los mismos.
- Tener presente la dilatación de los materiales y las variaciones térmicas que se puedan alcanzar.
- Tener presente el escape a un lugar seguro de los fluidos a alta temperatura por el apertura de las válvulas de seguridad.
- Evitar forzar conexiones en las tareas de mantenimiento.
- Disposición adecuada los elementos, para posibilitar una correcta operación y mantenimiento.
- Evitar los pares galvánicos, proponer conexiones del mismo material. Donde no sea posible colocar ánodos de sacrificio.
- Utilizar colores, flechas o carteles para transmitir adecuadamente la información necesaria de la instalación.



Ilustración 7

### 6.6.3. Superficie de captación necesaria

Partiendo de la demanda energética, rendimiento y tipo de captador solar escogido, podemos determinar la superficie de captación.

#### BP22

Para el cálculo de la superficie necesaria utilizamos la siguiente expresión:

$$\text{Energía}_{ENTRADA} = \text{Energía}_{SALIDA}$$

$$Q_{entrada} = Q_{salida}$$

$$S \cdot I \cdot \eta_{COLEC.} = Q_{ACS}$$

$$S = \frac{Q_{ACS}}{I \cdot \eta_{COLEC.}}$$

Donde:

Superficie de captación ( $m^2$ ) = S

Demanda energética de ACS (KWh/día) =  $Q_{ACS}$

Irradiación solar mensual (KWh/día) = I

Rendimiento del captador solar =  $\eta_{captador}$

#### 6.6.4. Inclinación de captadores y proyección de sombras

##### BP23

**Una BP** para el cálculo de inclinación de los captadores solares **es utilizar "Guía del Recurso Solar"** de Hugo Grossi y Raúl Righini. 2019

En la República Argentina se puede estimar el recurso disponible en el plano y ubicación de interés a través de esta guía, la cual consta de varios anexos.

El Anexo II, "Tablas de transposición para diferentes orientaciones e inclinaciones", nos ayudará a seleccionar un correcto ángulo de inclinación y orientación para la superficie colectora. Para esto multiplicamos los factores del Anexo II por los obtenidos en el Anexo I.

Si se desea disponer los colectores sobre el nivel del suelo se debe calcular la proyección de sombras entre los mismos.

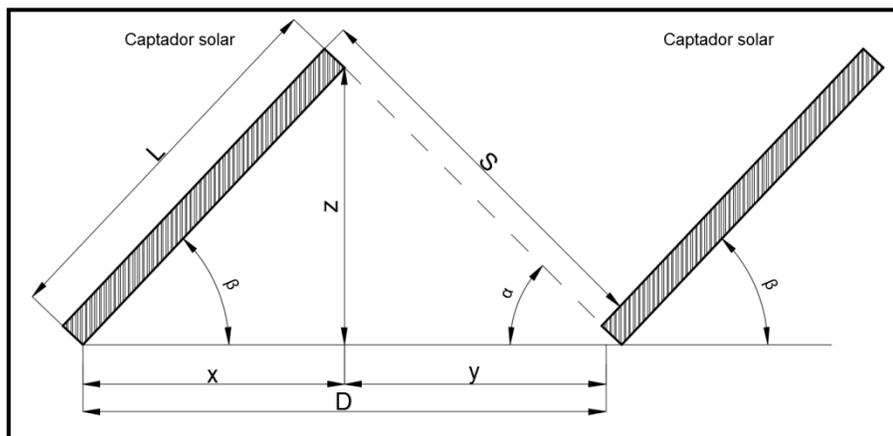
**BP24**

Una BP para hallar la proyección de sombras es utilizar el estudio llamado "Cálculo y elaboración de los discos de irradiación solar para todas las provincias de la República Argentina" realizado por el Mg Wallace, Cristian.

Donde nos indica la siguiente expresión:

$$D = x + y = L \cdot \cos(\beta) + S \cdot \cos(\alpha)$$

La cual consiste en hallar la distancia D entre los colectores, según la siguiente ilustración.



**Ilustración 8**

### **BP25 - BP en estructuras soporte para captadores**

- Orientar e inclinar las estructuras soportes para su máximo aprovechamiento energético.
- Verificar que no exista la posibilidad de sombras que interfieran en la radiación directa del sol a los captadores.
- Luego del montaje realizar una revisión del apriete de todas las piezas abulonadas.
- Luego del montaje realizar una revisión de pinturas, si ha sido removida entonces repasar nuevamente con pintura para no generar futuros puntos de corrosión, sobre todo en zonas bajas, evitando deterioros tempranos de la estructura.
- Es recomendable utilizar tornillería de acero inoxidable o galvanizado, para aumentar su vida útil.

## 6.7. Acumulador

### 6.7.1. BP para la selección

En primer lugar enumeramos ventajas y desventajas de acumuladores verticales u horizontales.

<b>ACUMULADOR VERTICAL</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Logra mayor estratificación	No logra una temperatura homogénea de todo el volumen del acumulador
Consumen menor energía para llegar a la temperatura deseada	Tiene límite de altura en ciertas edificaciones
Ocupa menos superficie en el plano horizontal	
Se puede obtener agua en diferentes puntos de temperatura	
Produce menor choque térmico en el acumulador	

**Tabla2**

<b>ACUMULADOR HORIZONTAL</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Poseen una temperatura homogénea en el volumen total del acumulador	Necesita mayor energía para alcanzar la temperatura deseada
	Necesita mayor energía para alcanzar la temperatura deseada
	Ocupa mayor superficie en el plano horizontal
	No existe gran variedad de acumuladores horizontales en el mercado en comparación a los verticales

**Tabla3**

### **BP26 - BP para la selección del acumulador**

- Determinar si es conveniente un acumulador vertical u horizontal.
- Definir el volumen del acumulador, teniendo en cuenta la demanda, simultaneidad y picos de consumo.
- Definir material de fabricación.
- Definir rango de presión y temperatura de trabajo.
- Tener en cuenta las dimensiones.
- Lugar de ubicación.
- Disponibilidad de un certificado.
- Aislamiento térmico adecuado.
- Incluir protección catódica.
- Contar con las bocas de entrada y salida necesarias.
- Costos de adquisición, traslado y montaje, incluyendo accesorios.
- Analizar garantía.



**Ilustración 9**

## 6.7.2. Normativa para acumulador

### **BP27 - BP según normativa del CTE**

- Se debe cumplir la siguiente condición

$$50 \leq \frac{V}{A} \leq 180 \left[ \frac{Lts}{m^2} \right]$$

Siendo: V = Volumen de acumulación, en litros.

A = Área total de captación, en metros cuadrados.

- El sistema de acumulación se debe dimensionar en función de la energía que aporta a lo largo del día, y no solo en función de la potencia de captación, por lo tanto prever una acumulación acorde con la demanda.
- Para el caso que el intercambiador de calor este incorporado en el acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total decaptación no será inferior a 0,15.

## 6.8. Intercambiador de calor

### 6.8.1. BP para la selección

#### **BP28 - BP para la selección de un intercambiador de calor**

Tener presente la siguiente información:

- Caudal
- Presión
- Temperatura de entrada y salida del circuito primario
- Temperatura de entrada y salida del circuito secundario
- Fluidos a utilizar
- Pérdidas de carga admisibles

#### Material de fabricación

Generalmente están fabricados de Acero Inoxidable AISI 316, aunque para aplicaciones donde exista agua salada o agresivas debe contemplarse utilizar intercambiadores de titanio. A pesar del mayor costo, tiene varias ventajas, en términos de propiedades químicas, el titanio muestra buena estabilidad y resistencia a la corrosión, debido a esto tiene una larga vida útil. En cuanto a las propiedades físicas posee un peso ligero y resistencia mecánica superior, las aleaciones de titanio tienen buena resistencia al calor, baja tenacidad a la temperatura y fractura.

### 6.8.2. Normativa para el intercambiador de calor

#### BP29

**Según el CTE** la potencia mínima de diseño del intercambiador de calor, en función del área de captadores, debe cumplir la siguiente condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Dónde:  $P$  = Potencia del intercambiador de calor (W)  
 $A$  = Área de captadores ( $m^2$ )



**Ilustración 10**

### 6.8.3. BP para el montaje

#### **BP30 - BP para el montaje de un intercambiador de calor**

- Utilizar válvulas de corte en las salidas y entradas al intercambiador.
- Instalar válvulas de purga y desagüe para el mantenimiento.
- Instalar manómetros en la entrada y salida, tanto del circuito primario como secundario.
- En lo posible deben instalarse en recintos aislados para que entre el medio ambiente y el fluido se minimicen las pérdidas.
- Verificar que la estructura soporte sea la adecuada, tener en cuenta el peso del equipo.
- Proporcionar un lugar disponible para que las tareas de operación y mantenimiento se realicen de manera cómoda y minimizando los riesgos.
- Para instalaciones mayores a 500 m<sup>2</sup> de captación se recomienda instalar dos intercambiadores en paralelo.
- Se deben considerar que un intercambiador de gran tamaño no se podrá mover manualmente, siendo necesario equipamiento adecuado para tal fin.
- Las tuberías que llegan al intercambiador deberán estar soportadas independientemente del equipo.

En el esquema siguiente podemos observar las conexiones de válvulas y elementos de medición en la instalación de un intercambiador de calor de placas.

En la entrada y salida de los circuitos primario y secundario se encuentran las válvulas de corte (VC), también las válvulas de purga (VP).

Un puente manométrico (PM) el cual permite obtener los valores de caída de presión en la salida y entrada del equipo, y además la evolución de las pérdidas de carga.

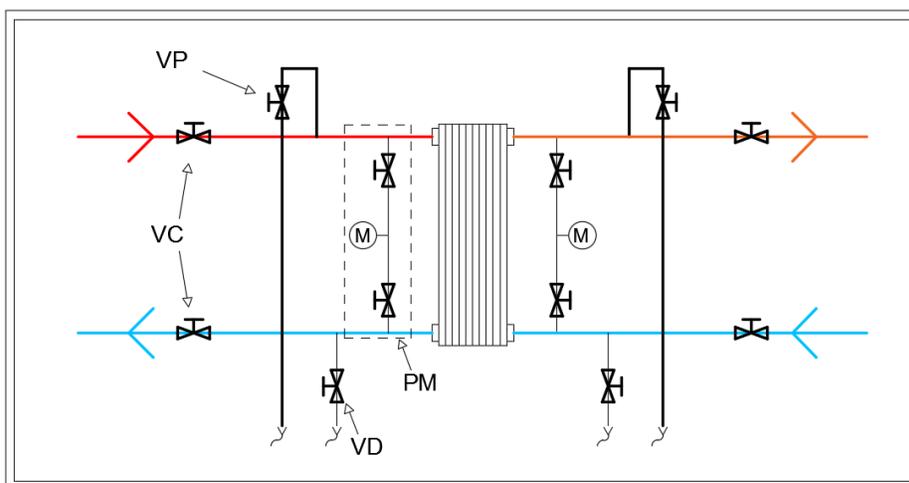


Ilustración 11

## 6.9. Bombas

### 6.9.1. BP para selección

#### **BP31 - BP para la selección de bombas**

##### **Los factores más importantes son los siguientes:**

- El caudal del circuito
- La presión de la bomba, que deberá compensar las pérdidas de carga previamente calculadas.

##### **Además se deben tener en cuenta otros factores como:**

- Material de fabricación
- Fluido a utilizarse, si acepta porcentajes de glicol, o es agua salada.
- Rango de temperaturas del fluido de trabajo
- Rango de temperatura ambiente
- Presión de trabajo máxima
- Potencia
- Dimensiones
- Corriente eléctrica.
- Frecuencia eléctrica.
- Tensión
- Tipo de conexiones
- Nivel de ruido
- Peso



**Ilustración 12**

### 6.9.2. BP para el montaje

#### **BP32 - BP para el montaje de bombas**

- Colocar válvulas de corte en la entrada y salida.
- Realizar la instalación de las mismas en sectores del circuito donde haya menor temperatura.
- No ubicarlas en lugares de libre acceso, en lo posible en un lugar restringido y que además ser un lugar fresco, y este a una distancia prudencial del intercambiador de calor.
- Prever lugar disponible alrededor de la bomba para tareas de reparación o mantenimiento.
- Evitar el derrame de líquidos o descargas de las válvulas de seguridad sobre las bombas.

#### Esquema de conexión

En el esquema siguiente podemos observar las conexiones en la instalación de una o dos bombas, para este caso se muestra una conexión con bypass.

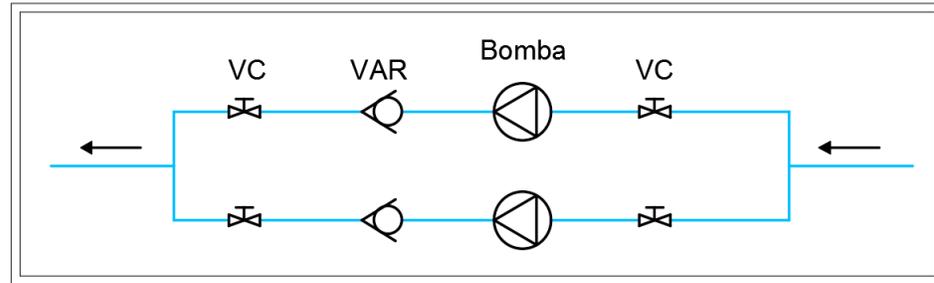


Ilustración 13

Dónde: VC = Válvula de corte

VAR = Válvula antirretorno

Se recomienda utilizar válvulas antirretorno en la salida de las bombas, también se pueden adicionar filtros aguas arriba de las bombas y válvulas antirretorno.

### 6.9.3. Pérdidas de carga

La pérdida de carga total del circuito es igual a la suma de las pérdidas por accesorios, longitud de tubería y equipos.

#### BP33

Una BP para hallar las pérdidas de carga es utilizar la siguiente expresión

$$h_{\text{TOTAL}} = h_{\text{ACCESORIOS}} + h_{\text{LONG. DE TUBERÍA}} + h_{\text{EQUIPOS}}$$

Siendo

$h_{\text{TOTAL}}$  = Pérdida de carga total

$h_{\text{ACCESORIOS}}$  = Pérdida de carga por accesorios

$h_{\text{LONG. DE TUBERÍA}}$  = Pérdida de carga por longitud de tubería

$h_{\text{EQUIPOS}}$  = Pérdida de carga en equipos

Es importante tener en cuenta que estos métodos deben ser verificados por un profesional capacitado en instalaciones de este tipo, debido a criterios y/o conocimientos que puedan ser de vital importancia.

- Una práctica simple y eficaz para el cálculo de **las pérdidas de carga por accesorios** es utilizando las expresiones recomendadas por los fabricantes, como puede ser la fórmula simplificada de White-Colebrook, descrita a continuación.

**BP34**

Cálculo de las pérdidas de carga por accesorios

$$h_{\text{ACCESORIOS}} = \frac{\xi \cdot v^2 \cdot \delta}{2}$$

Siendo

$h_{\text{ACCESORIOS}}$  = Pérdida de presión por accesorio (Pa)

$\delta$  = Densidad (Kg / m<sup>3</sup>)

V = Velocidad de circulación (m/seg)

$\xi$  = Coeficiente de pérdida para accesorios

Los valores de  $\xi$  se indica en el catálogo, en función de la velocidad y diámetro de la tubería.

Otros métodos son mediante una secuencia de fórmulas o nomogramas descritos en los catálogos del fabricante.

- **Las pérdidas de carga por longitud de tubería** se pueden obtener mediante los métodos propuestos por los fabricantes. Estos métodos pueden ser a través de tablas, donde indican las pérdidas por unidad de longitud, en función de la velocidad del fluido y diámetro de la

tubería. Otros métodos son mediante una secuencia de fórmulas, o a través de un nomograma establecido por el fabricante en los catálogos técnicos.

**- Las pérdidas por equipos** generalmente son proporcionadas por los fabricantes, las mismas deben sumarse a las pérdidas de carga por accesorios y por longitud para hallar las pérdidas de carga total.

#### 6.9.4. Potencia de la bomba

##### BP35

Para hallar la potencia de la bomba de circulación **se utiliza la ecuación de Bernoulli**, entre el punto 1 y el punto 2, como se muestra en la siguiente expresión.

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + W = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h$$

Donde:

P1; 2= Presión en el punto 1 y 2 (Kg/m<sup>2</sup>)

δ = Densidad del fluido (Kg/m<sup>3</sup>)

Z1; 2 = Altura piezométrica (m)

v1; 2 = Velocidad del fluido en el punto 1 y 2 (m/s)

g = Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

W = Potencia de la bomba (m)

h = Pérdidas de carga totales (por accesorios y por longitud) (m)

#### 6.10. Sistema de control

Los sistemas de control nos permiten aumentar la eficiencia del SST, maximizando la energía solar aportada y disminuyendo la energía de apoyo suministrada. Además de proveer al circuito de seguridad, evitando que se alcancen temperaturas muy altas o bajas, para no dañar los equipos y accesorios de la instalación.

Existen diferentes tipos de controladores, pero por sobre todo, diferentes configuraciones de trabajo en función de la necesidad de cada instalación, como la demanda, rutina personal, capacidad de acumulación y demás factores que influyen al momento de fijar los parámetros de cada controlador.

Los sensores utilizados son de temperatura. Uno de ellos se encuentra ubicado en la parte superior del acumulador, el mismo actúa cuando la temperatura del agua del acumulador baja o sube de los parámetros fijados, al bajar de un cierto valor el controlador enciende las bombas para la circulación de agua caliente en el circuito primario, de esta manera se renueva el agua caliente del intercambiador de calor transmitiendo la energía térmica al agua de consumo. Cuando la temperatura del agua sube de cierto valor entonces el controlador detiene la bomba.

Pueden colocarse mas sensores de temperatura cuando la instalación sea compleja.

**BP36 - BP para la selección y montaje en sistemas de control**

- **Colocar los sensores del acumulador en la parte baja del mismo**, donde se encuentra la menor temperatura, pero que no sea influenciada por la entrada de agua fría.
- **Los sensores en los colectores se colocan en la salida de los mismos.**
- **Cuando la diferencia de temperaturas entre el acumulador y los colectores sea menor a 2°C las bombas deben estar detenidas.** Es un criterio, pero se debe estudiar para cada caso en particular.
- **Cuando la diferencia de temperaturas entre los colectores y el acumulador sea mayor a 7°C las bombas deben estar encendidas.** Es un criterio habitual, pero se debe estudiar para caso en particular.
- **Determinar un valor de temperatura límite en la salida del campo de colectores**, de esta manera el controlador puede actuar sobre una válvula de 3 vías la cual hace circular el fluido a través de un disipador de calor.
- **Algunas instalaciones se pueden realizar con doble cableado**, para reemplazarlo fácilmente en caso de falla.

6.11. BP de puesta en marcha

BP37

- **En primera instancia se debe:**
  - 1-Realizar una prueba de estanqueidad**, la cual consiste en comprobar que no existan fugas en las conexiones y componentes, luego
  - 2 - Limpieza**
  - 3 - Llenado**
  - 4 - Puesta en marcha**
- **Limpiar las tuberías** haciendo circular agua a través de ellas, de esa forma eliminamos residuos de fabricación o instalación.
- **El llenado del circuito** se debe realizar en el siguiente orden
  - 1-Acumulador**
  - 2-Circuito secundario**
  - 3-Circuito de consumo**
  - 4-Circuito primario**
- **Llenar el circuito en horas donde la temperatura no sea elevada**, para evitar choques térmicos.
- **Purgar el aire** del circuito.
- Verificar que **los elementos de conexión** se encuentren **conectados correctamente**.
- **Corroborar** que la **presión y temperatura** sean los valores estimados.
- **Constatar** que **el sentido de giro de las bombas** sea el correcto.

6.12. BP en mantenimiento

6.12.1. Preventivo

**BP38 - BP para el mantenimiento preventivo**

Indican acciones visuales y de funcionamiento, en cada elemento y accesorio.

Mantener los valores dentro de los límites de:

- Durabilidad
- Protección
- Funcionamiento
- Prestaciones

Se recomienda:

- Revisión anual en instalaciones menores a 20 m<sup>2</sup> de captación.
- Revisión cada 6 meses en instalaciones mayores a 20 m<sup>2</sup> de captación.

Factores a tener en cuenta en el mantenimiento

COMPONENTE	PERÍODO (Meses)	DESCRIPCIÓN
Juntas	6	Agrietamientos o deformaciones
Colectores	6	Diferencias que afecten de funcionamiento
Carcasa	6	Deformación
Conexión	6	Aparición de fugas
Estructura	6	Corrosión, apriete de anclaje, fisuras
Acumulador	12	Presencia de lodos en el fondo, verificación de pérdidas térmicas
Protección catódica	12	Desgaste de ánodos de sacrificio
Tanque de expansión	6	Verificación de la presión
Intercambiador de calor	12	Degradación y corrosión
Fluido de trabajo	12	Comprobar PH y densidad
Sistema de apoyo	12	Efectividad
Sistema de control	12	Efectividad, posición de sensores, datos
Bombas	6	Estanqueidad y otras anomalías
Sensores	6	Ensuciamiento

**Tabla 4**

6.12.2. Correctivo

**BP39 - BP para el mantenimiento correctivo**

Es importante **generar un manual de detección de fallas**, o realizar un registro de las mismas, **detallando los procedimientos para solucionarlas.**

¿Sustituir o reparar?

Una de los interrogantes al momento de realizar un mantenimiento es los componentes se deben sustituir o reparar. A continuación describimos una BP para realizar.

**BP40**

**La reparación de componentes es recomendable cuando el costo de reparación sea como máximo un 30 % del costo del componente nuevo, y asegure su vida útil.**

De esta forma permitir su amortización. También se recomienda reparar un componente cuando el tiempo en efectuarse el reemplazo no es significativo y no representa inconveniente.

## **Índice completo**

1. ¿Qué es una BP?	Pág. 4
2. Objetivo de una BP	Pág. 5
3. Caracterización de pozos	Pág. 5
3.1. Parámetros de referencia para la clasificación de aguas termales	Pág. 5
3.2. Considerar para BP	Pág. 7
4. Análisis de la instalación	Pág. 7
4.1. Nombre y codificación	Pág. 7
4.2. Diagramación	Pág. 9
4.3. Identificación	Pág. 9
4.3.1. BP para proyectar	Pág. 10
4.3.2. BP para evaluar un sistema existente	Pág. 12
5. BP para el diseño	Pág. 14
5.1. Tipo de intercambiador de calor	Pág. 17
5.2. Número de acumuladores y su conexión	Pág. 18
5.3. Sistema de apoyo y su acoplamiento	Pág. 18
6. Diseño de la instalación	Pág. 18
6.1. Introducción al cálculo	Pág. 18
6.2. Demanda de ACS	Pág. 20
6.3. Demanda energética	Pág. 21
6.4. Contribución solar	Pág. 21
6.5. Parámetros hidráulicos de la instalación	Pág. 22
6.5.1. Velocidad del fluido y diámetro de tuberías	Pág. 22
6.5.2. Caudal	Pág. 23
6.6. Captador solar	Pág. 24
6.6.1. BP para la selección	Pág. 24
6.6.2. BP para el montaje	Pág. 25

---

6.6.3. Superficie de captación necesaria	Pág. 26
6.6.4. Inclinación de captadores y proyección de sombras	Pág. 27
6.7. Acumulador	Pág. 29
6.7.1. BP para la selección	Pág. 29
6.7.2. Normativa para acumulador	Pág. 32
6.8. Intercambiador de calor	Pág. 33
6.8.1. BP para la selección	Pág. 33
6.8.2. Normativas para el intercambiador de calor	Pág. 34
6.8.3. BP para el montaje	Pág. 35
6.9. Bombas	Pág. 37
6.9.1. BP para selección	Pág. 37
6.9.2. BP para el montaje	Pág. 38
6.9.3. Pérdidas de carga	Pág. 39
6.9.4. Potencia de la bomba	Pág. 41
6.10. Sistema de control	Pág. 42
6.11. BP para la puesta en marcha de la instalación	Pág. 44
6.12. BP de mantenimiento	Pág. 45
6.12.1. Preventivo	Pág. 45
6.12.2. Correctivo	Pág. 47



*Universidad Tecnológica Nacional*

Facultad Regional Concepción del Uruguay

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)**

**ANEXOS**  
**COMPLEMENTARIOS**

Proyecto N°: **PFC 1804D**

Autor:

**Silva, Adrián Fernando**

Tutor:

**Ing. Chichi, Gabriel**

Dirección de Proyecto:

**Ing. Gustavo Puente**

**Ing. De Carli, Aníbal**

## **Índice:**

- A. Codificación de componentes
- B. Descripción de tablas (MBPE)
- C. Descripción de tablas (Memoria de cálculo)
- D. Normativas y glosario
- E. Planos
- F. Referencias bibliográficas
- G. Catálogos e información técnica

## **A - Codificación de componentes**

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
E-TE	EQUIPO TERMOTANQUE SOLAR N°1 SECTOR BUNGALÓ
E-C1	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°1
E-C2	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°2
E-C3	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°3
E-C4	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°4
E-C5	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°5
E-C6	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°6
E-C7	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°7
E-C8	COLECTOR SOLAR HEAT PIPE DE 30 TUBOS N°8
EV-A1	EQUIPO SECTOR VESTUARIO ACUMULADOR DE 1000 LITROS CON INTERCAMBIADOR DE CALOR INTERNO
ER1-A1	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 1 ACUMULADOR N°1 DE 800 LITROS CON INTERCAMBIADOR DE CALOR INTERNO
ER1-A2	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 1 ACUMULADOR N°2 DE 800 LITROS CON INTERCAMBIADOR DE CALOR INTERNO
ER2-A1	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2 ACUMULADOR N°2 DE 1500 LITROS DE AC INOXIDABLE
EV-B1	EQUIPO SECTOR VESTUARIO BOMBA N°1
ER1-B1	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 1 BOMBA N°1
ER1-B2	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 1 BOMBA N°2
ER2-B1	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2 BOMBA N°1
ER2-B2	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2 BOMBA N°2
ER2-B3	EQUIPO SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2 BOMBA N°3
ER2-I1	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2
E-SC-1	EQUIPO DE SISTEMA DE CONTROL N°1
E-SC-2	EQUIPO DE SISTEMA DE CONTROL N°2

## **B - Descripción de tablas** **(MBPE)**

<b>ILUSTRACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ilustración 1	Circuito Básico de una instalación solar térmica
Ilustración 2	Interacumuladores y acumuladores de ACS
Ilustración 3	Proceso de cálculo
Ilustración 4	Demanda de referencia a 60°C
Ilustración 5	Mapa de radiación (Enero- Julio) según "Guía del recurso solar"
Ilustración 6	Termotanque solar
Ilustración 7	Colector solar
Ilustración 8	Ilustración para el cálculo de proyección de sombras de captadores
Ilustración 9	Acumulador
Ilustración 10	Intercambiador de calor de placas
Ilustración 11	Esquema de conexión de intercambiador de calor
Ilustración 12	Bomba de circulación
Ilustración 13	Esquema de conexión de bombas en paralelo

<b>TABLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Tabla 1	Modelo de tabla para describir códigos y características de líneas o accesorios
Tabla 2	Acumulador vertical - Ventajas y desventajas
Tabla 3	Acumulador horizontal - Ventajas y desventajas
Tabla 4	Factores a tener en cuenta en el mantenimiento

## **C - Descripción de tablas** **(Memoria de cálculo)**

<b>DIAGRAMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Diagrama 1	Ejemplo - Diagrama de circuito de ACS
Diagrama 2	Circuito básico de instalación solar térmica
Diagrama 3	Procesos para el análisis de una instalación
Diagrama 4	Conexión de válvulas en intercambiador de calor
Diagrama 5	Proporción de propilenglicol en función de la temperatura
Diagrama 6	Diagrama de líneas y accesos de los sectores Bungaló
Diagrama 7	Diagrama de líneas del circuito sector Vestuario
Diagrama 8	Diagrama de accesorios del circuito sector Vestuario
Diagrama 9	Diagrama de líneas del circuito sector Restaurante Opción 1
Diagrama 10	Diagrama de accesorios del circuito sector Restaurante Opción 1
Diagrama 11	Diagrama de líneas del circuito sector Restaurante Opción 2
Diagrama 12	Diagrama de accesorios del circuito sector Restaurante Opción 2
Diagrama 13	Medidas para la proyección de sombras entre captadores solares
Diagrama 14	Conexión entre acumuladores
Diagrama 15	Factores a tener en cuenta para el estudio del intercambiador de calor
Diagrama 16	Curva característica de bomba sector Vestuario Cód. E-B01
Diagrama 17	Curva característica de bomba sector Restaurante Cód. E-B02
Diagrama 18	Curva característica de bomba sector Restaurante Cód. E-B04

ILUSTRACIÓN	DESCRIPCIÓN
Ilustración 1	Tabla 4.1 del CTE - Demanda de referencia a 60°C
Ilustración 2	Termotanque solar
Ilustración 3	Mapas de radiación global en la RA. Según la "Guía del Recurso solar" 2019
Ilustración 4	Tanque asistente para termotanque solar
Ilustración 5	Ubicación de tanque asistente en termotanque solar
Ilustración 6	Ánodo de magnesio para termotanque solar
Ilustración 7	Resistencia calefactora para termotanque solar
Ilustración 8	Termostato regulable
Ilustración 9	Intercambiador de calor de carcasa
Ilustración 10	Intercambiador de calor de placas
Ilustración 11	Proyección de sobras entre captadores
Ilustración 12	Tiempo de exposición para sufrir quemaduras parciales
Ilustración 13	Disipador de calor
Ilustración 14	Contribución solar en función del mes
Ilustración 15	Medidas de termotanque solar
Ilustración 16	Partes principales de colector solar
Ilustración 17	Colector solar
Ilustración 18	Tabla Acimut para la provincia de Entre Ríos
Ilustración 19	Acumulador de ACS
Ilustración 20	Medidas de acumulador de ACS
Ilustración 21	Partes de acumulador de ACS
Ilustración 22	Acumulador de ACS
Ilustración 23	Intercambiador de calor
Ilustración 24	Medidas del intercambiador de calor
Ilustración 25	Bomba de recirculación sector Vestuario Cód. E-B01
Ilustración 26	Dimensiones de bomba Cód. E-B01
Ilustración 27	Bomba de recirculación sector Restaurante Cód. E-B02
Ilustración 28	Dimensiones de bomba Cód. E-B02
Ilustración 29	Bomba de recirculación sector Restaurante Cód. E-B04
Ilustración 30	Dimensiones de bomba Cód. E-B04
Ilustración 31	Dimensiones de controlador Cód. E-SC-1
Ilustración 32	Pantalla de controlador Cód. E-SC-1
Ilustración 33	Componentes de controlador Cód. E-SC-1
Ilustración 34	Controlador E-SC-2

<b>TABLA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Tabla 1	Ejemplo - Tablas de consumos
Tabla 2	Ventajas y desventajas de colector solar heat pipe
Tabla 3	Ventajas y desventajas de termotanque solar
Tabla 4	Ventajas y desventajas de tanque asistente para termotanque solar
Tabla 5	Ventajas y desventajas de acumulador vertical
Tabla 6	Ventajas y desventajas de acumulador horizontal
Tabla 7	Demanda de ACS - Sector Bungaló
Tabla 8	Demanda de ACS - Sector Vestuario
Tabla 9	Demanda de ACS - Sector Restaurante
Tabla 10	Demanda energética - Sector Bungaló
Tabla 11	Demanda energética - Sector Vestuario
Tabla 12	Demanda energética - Sector Restaurante
Tabla 13	Cálculo de la contribución solar en función del mes
Tabla 14	Codificación de líneas en sector Bungaló
Tabla 15	Codificación de accesorios en sector Bungaló
Tabla 16	Codificación de líneas en sector Vestuario
Tabla 17	Codificación de accesorios en sector Vestuario
Tabla 18	Codificación de líneas en sector Restaurante Opción 1
Tabla 19	Codificación de accesorios en sector Restaurante Opción 1
Tabla 20	Codificación de líneas en sector Restaurante Opción 2
Tabla 21	Codificación de accesorios en sector Restaurante Opción 2
Tabla 22	Termotanque solar - Características
Tabla 23	Medidas de termotanque solar
Tabla 24	Colector solar - Características
Tabla 25	Superficie de captación necesaria por mes sector Bungaló
Tabla 26	Superficie de captación necesaria por mes sector Vestuario
Tabla 27	Superficie de captación necesaria por mes sector Restaurante
Tabla 28	Acumulador de 1000 litros - Características
Tabla 29	Acumulador de 800 litros - Características
Tabla 30	Acumulador de 1500 litros - Características
Tabla 31	Pérdidas de carga sector Bungaló
Tabla 32	Pérdidas de carga sector Vestuario
Tabla 33	Pérdidas de carga sector Restaurante
Tabla 34	Factores a tener en cuenta para mantenimiento preventivo

## **D - Normativas y glosario**

### **Normativas**

En este documento se utilizaron las normativas siguientes:

- CTE (Código Técnico de Edificación).
- Norma IRAM 11601 - Aislamiento térmico de edificios - Métodos de cálculo.
- ASHRAE 2011 Handbook: Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications SI Edition.
- RITE - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

### **Glosario**

**BPE-ET:** Buenas prácticas energéticas para establecimientos termales

**BP:** Buena práctica

**ACS:** Agua caliente sanitaria

**CTE:** Código técnico de edificación

**SST:** Sistema solar térmico

**BE:** Balance de energía

**GRS:** Guía del recurso solar

**Ref. Bib. N°:** Referencia bibliográfica N°

**Ref. Téc. N°:** Referencia técnica N°

## C - Planos

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Sector</b>
BU-LA-01	SECTOR BUNGALÓ LÍNEA Y ACCEOSRIOS PLANO N°1	BUNGALÓ
VE-LI-01	SECTOR VESTUARIO LÍNEA PLANO N°1	VESTUARIO
VE-AC-02	SECTOR VESTUARIO ACCESORIOS PLANO N°2	
R1-LI-01	SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 1 LÍNEA PLANO N°1	RESTAURANTE OPCIÓN 1
R1-AC-02	SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 1 LÍNEA PLANO N°2	RESTAURANTE OPCIÓN 1
R2-LI-01	SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2 LÍNEA PLANO N°1	RESTAURANTE OPCIÓN 2
R2-AC-02	SECTOR RESTAURANTE OPCIÓN 2 LÍNEA PLANO N°2	RESTAURANTE OPCIÓN 2

## **F - Referencias bibliográficas**

- Cámara Chilena de la Construcción y Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2010). *Guía de diseño e instalación para Grandes Sistemas de Agua Caliente Sanitaria*. Chile. **(Ref. Bib. N°1)**
- CARRIER. *Aire acondicionado*. **(Ref. Bib.N°2)**
- DÍAZ, Victorino - Ing. BARRENECHE, Raúl. (2005). *Acondicionamiento térmicos de edificios*. Nobuko. Lugar de edición: Argentina. **(Ref. Bib.N°3)**
- FAIRES,V.; SIMMANG, C. (1983). "Termodinámica". México. UTEHA. **(Ref. Bib.N°4)**
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2010). *Manual Técnico de energía solar para procesos industriales*. España. **(Ref. Bib.N°5)**
- GONZÁLEZ CASTELLVÍ, Daniel. *Manual de diseño de Sistemas Solares Térmicos para la industria chilena*. **(Ref. Bib.N°6)**
- GROSSI, Hugo - RIGHINI, Raúl. (2019).Secretaría de energía - Presidencia de la Nación. *Guía del Recurso Solar*. República Argentina. **(Ref. Bib.N°7)**
- NAVNTOFT, Christian - Arq. GARRETA, Fabián - Mgter. Ing. BERTINAT, Pablo - Ing. CHEMES, Jorge. (2016). *Energía Solar Térmica, Aportes para la implementación y desarrollo en Santa Fe*. Editorial Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional (edUTecNe). Rosario. Santa Fe. **(Ref. Bib.N°8)**
- Real Decreto 314/2006. (2006)"CTE" (Código Técnico de Edificación). España. **(Ref. Bib.N°10)**
- TIGRE ARGENTINA SA. *Catálogo Técnico Fusión*. **Ref. Bib.N°11)**
- WALLACE, Cristian. (2012) *Cálculo y elaboración de los discos de irradiación solar para todas las provincias de la República Argentina*. República Argentina. **(Ref. Bib.N°11)**

Páginas WEB

<http://www.e-cologica.com.ar/producto/termotanques-solares-atmosfericos/>

(30/06/2020)

<https://www.hissuma-materiales.com.ar/energia-solar-y-eolica/> (10/10/2020)

<http://www.termosol.com.ar/> (15/08/2020)

<https://triangularsa.com.ar/productos/> (15/08/2020)

## **G - Catálogos e** **información técnica**

- "KAYSUN SOLAR" Manual Técnico (**Ref. téc. N°1**)
  - "Características y prestaciones UPA 15-120 GRUNDFOS" (**Ref. téc. N°2**)
  - "UPA Home Booster" Bomba UPA 15-90; 15-120; 120; 15-160. (**Ref. téc. N°3**)
  - "GRUNDFOS HOJA TÉCNICA SCALA2" Bomba SCALA2 (**Ref. téc. N°4**)
  - "Ficha técnica SALVADOR ESCODA" Intercambiador de calor M3 (**Ref. téc. N°5**)
  - "Intercambiadores de calor de placas y juntas ALFA LAVAL" (**Ref. téc. N°6**)
  - "Catálogo fusión TIGRE" (**Ref. téc. N°7**)
- 
- Catálogos completos en carpeta: *"Anexos Complementarios - Catálogos"*.