



**Sistemas Solares Térmicos Split para grandes demandas**

# Jornada sobre Sistemas Solares Térmicos Split para grandes demandas

La Agencia de Protección Ambiental, a través de su Programa de Producción más Limpia lo invita a participar del Ciclo de Capacitaciones sobre Gestión de la Energía, un enfoque desde la Producción más Limpia.

**Jornada:** Sistemas Solares Térmicos Split para grandes demandas, a cargo del Ing. Cristian Wallace, ENERSOL Ingeniería. Coordinador del Espacio de Innovación Tecnológica en Energías Renovables de la UTN.

**Fecha:** 5 de octubre de 10.00 a 13.00 hs.



# CONTENIDOS

## 1 Sistema de Captación.

- Tipo de Colectores: Evacuados, Placas, Concentradores
- Método de Conexión: Orientación, Distancia, Inclinación
- Esquemas de Conexión

## 2 Sistema de Acumulación.

## 3 Sistema de Intercambio de calor.



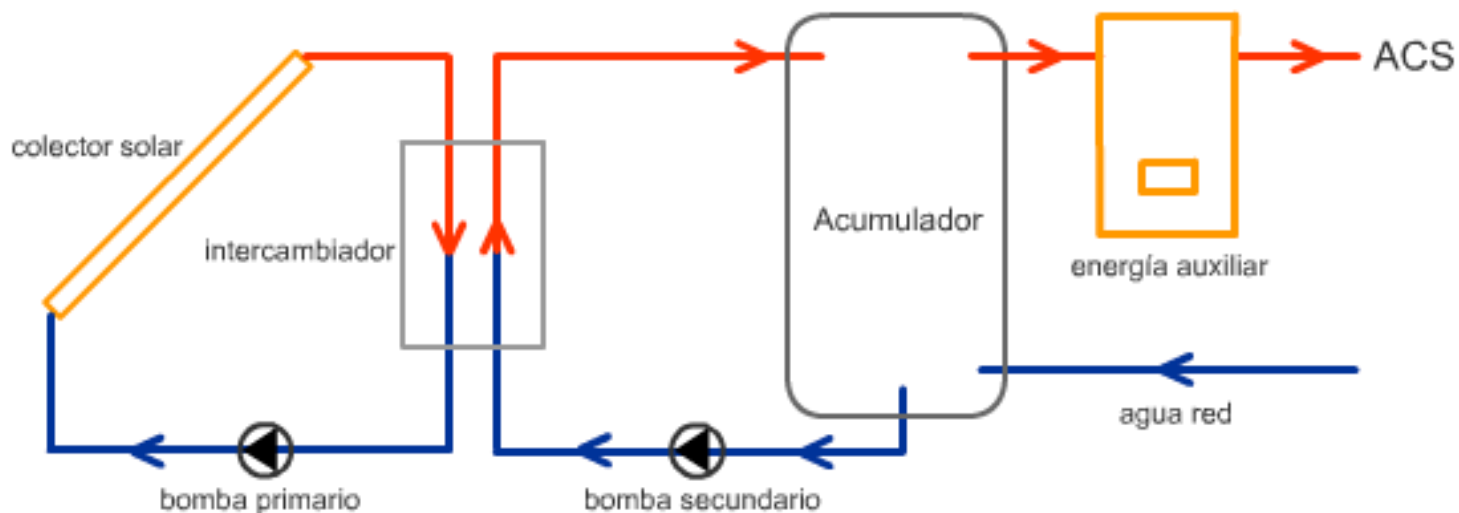
# COMPONENTES PRINCIPALES

**Sistema de  
Captación**

**Sistema de  
Intercambio**

**Sistema de  
Acumulación**

**Sistema de  
Apoyo**



**Sistema electrónico  
de Control**



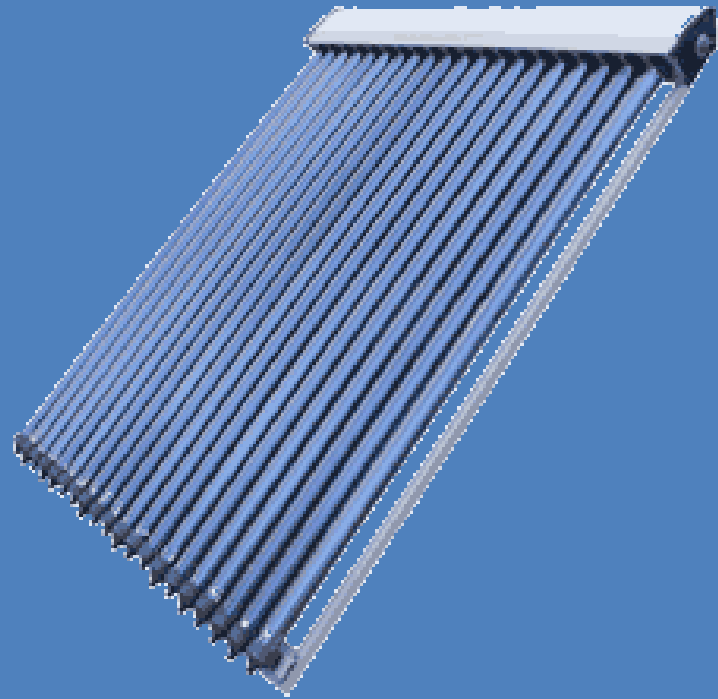
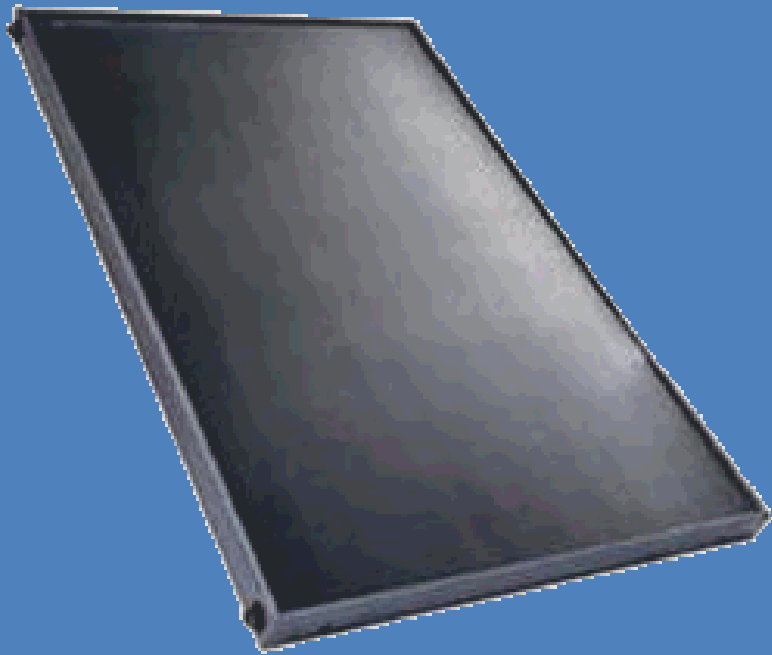
Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN



*“Captadores” = “Colectores”*



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

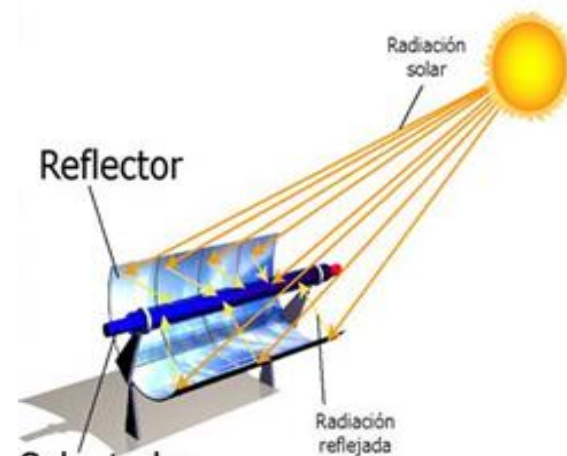
## Colectores de tubos evacuados



## Colectores planos



## Colectores Concentradores

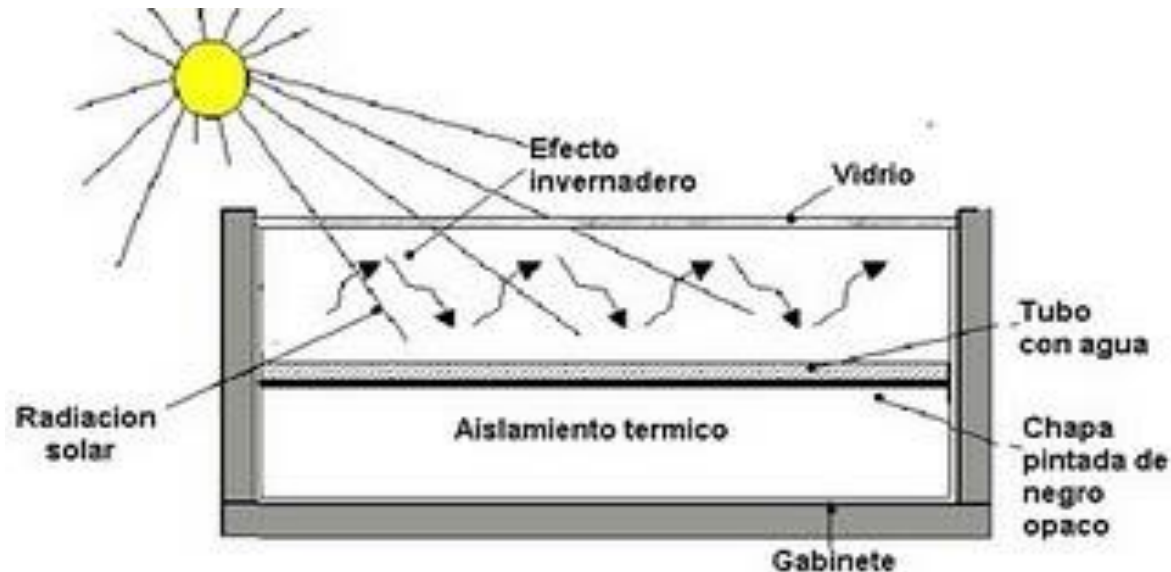


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

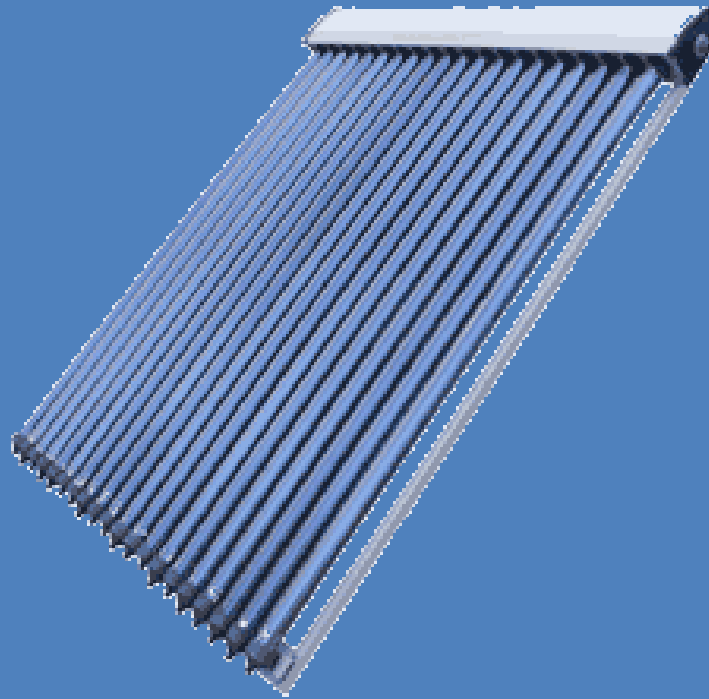
## Principio de funcionamiento

### Efecto invernadero

La luz visible calienta la placa colectora que, a su vez, se convierte en emisora de radiación de onda larga. El vidrio actúa como filtro para ciertas longitudes de onda de la luz solar: deja pasar la luz visible, y es menos transparente a las ondas infrarrojas de menor energía. El recinto de la caja se calienta por encima de la temperatura exterior.



# Colectores de Tubos de Vacío / Tubos Evacuados



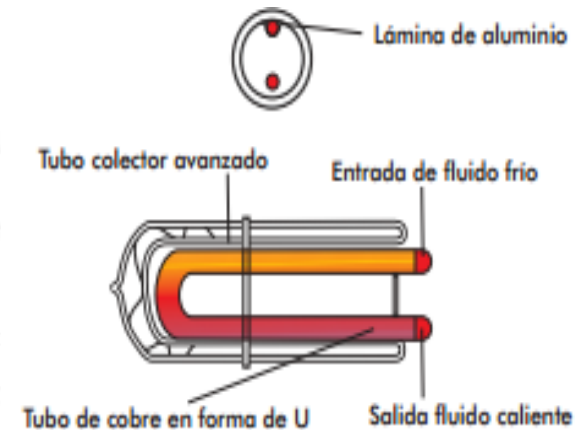
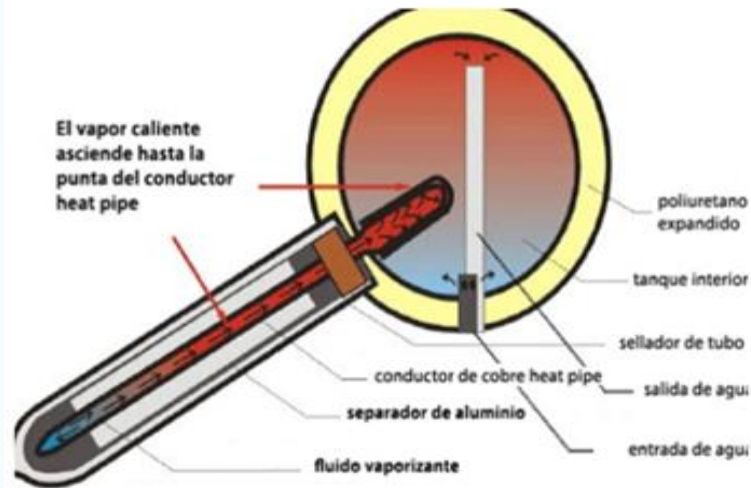
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

✓ Tubo evacuado  
(de uso directo)

✓ Heat –pipe  
(de uso indirecto)

✓ U-pipe  
(de uso directo)

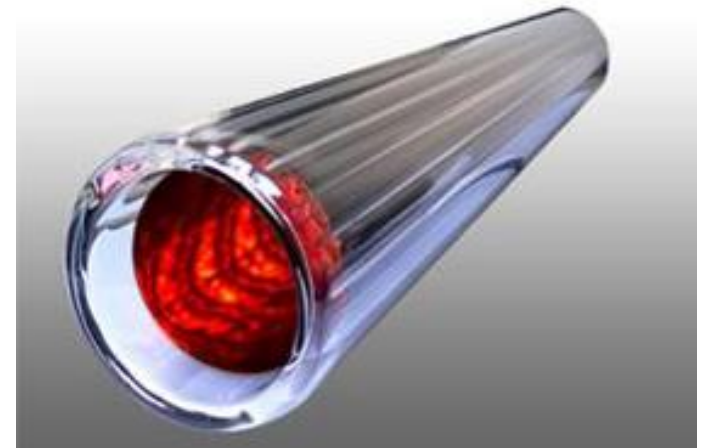
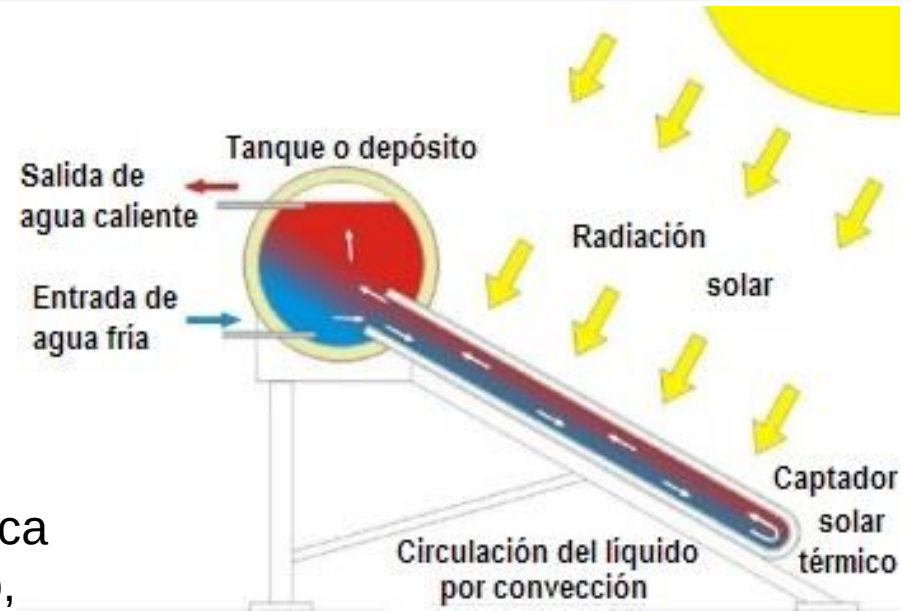
## Efecto Termosifón



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

## Tubo de vacío de flujo directo

- Se reducen las pérdidas de calor por conducción y convección al estar la placa absorbidora dentro de un tubo al vacío,
- Mayor eficiencia que los colectores de placa plana por la forma cilíndrica (recibe radiación directa todo el día),
- Mejor adaptación a climas fríos,
- Menor costo de producción ya que no requieren cobre.





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

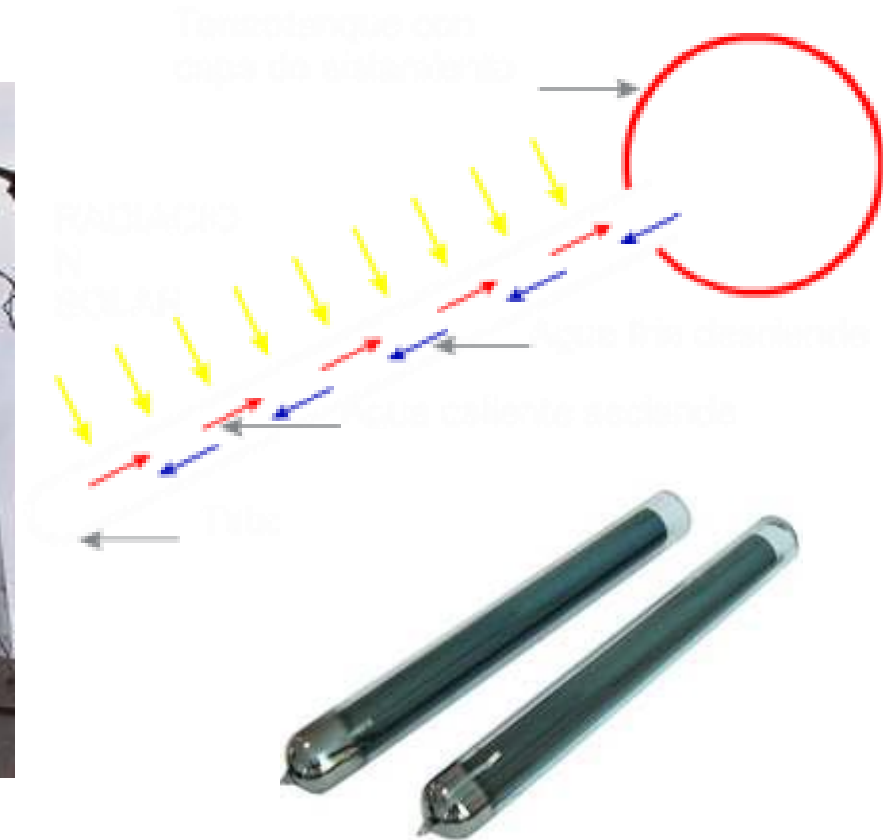
Compacto  
No Presurizado  
(Directos)

También llamados “Termotanques Solares”

- ✓ Circuito directo
- ✓ Circulación por termosifón



Instalación Estudio Enersol – La Plata





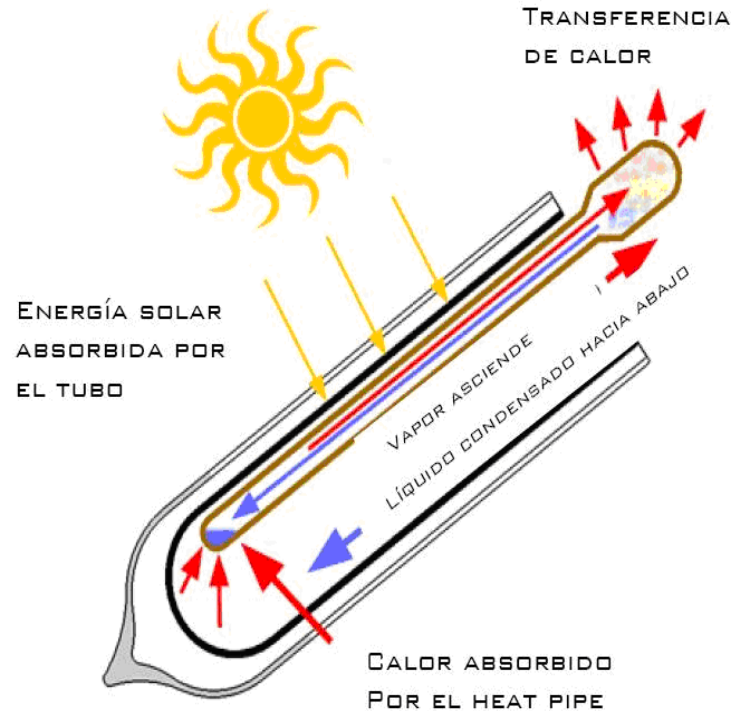
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

## Tubos evacuados de uso directo - circulación por termosifón

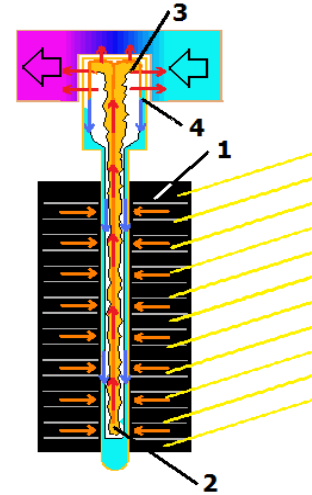


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

## Tubos de calor o “Heat Pipe”



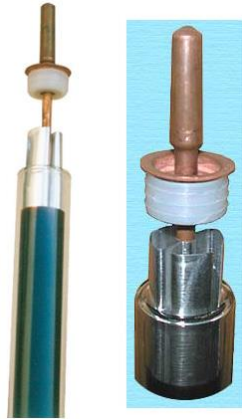
Esquema de funcionamiento de tubo de vacío



- ✓ No hay contacto directo entre el fluido caloportador y los tubos; el fluido se calienta mediante la conducción térmica.
- ✓ Circula dentro del tubo un fluido vaporizante que se evapora y asciende. Cede su energía al agua contenida en el tanque, se condensa y desciende.



## Diferentes tecnologías de Tubos Heat Pipe





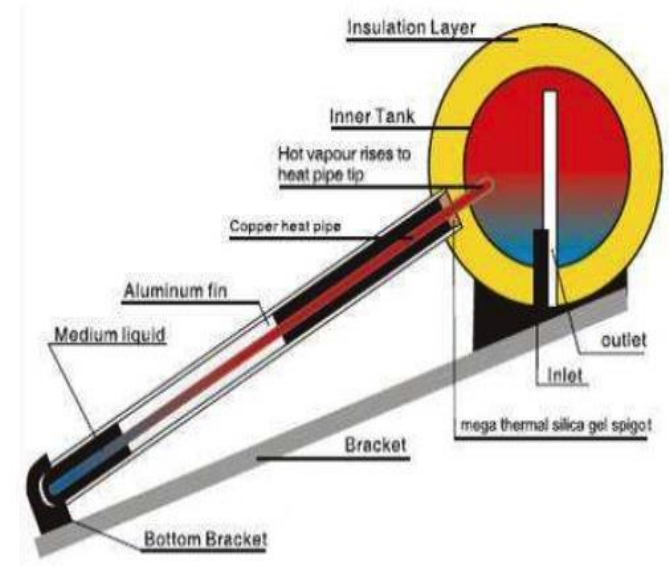
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

Compacto

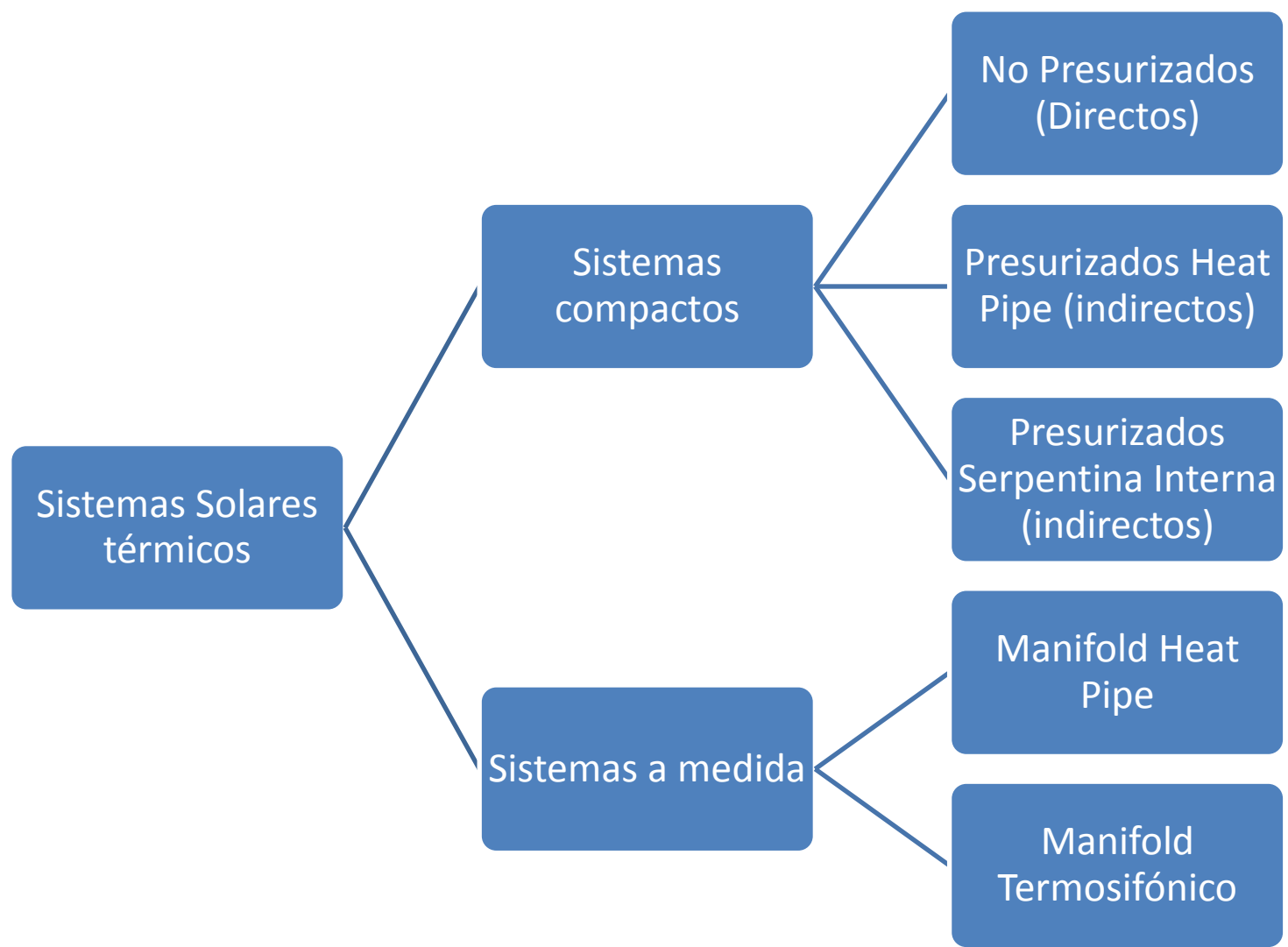
Presurizados Heat Pipe  
(indirecto)



Instalación Punta Indio 2014



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

## Sistemas “Compactos”



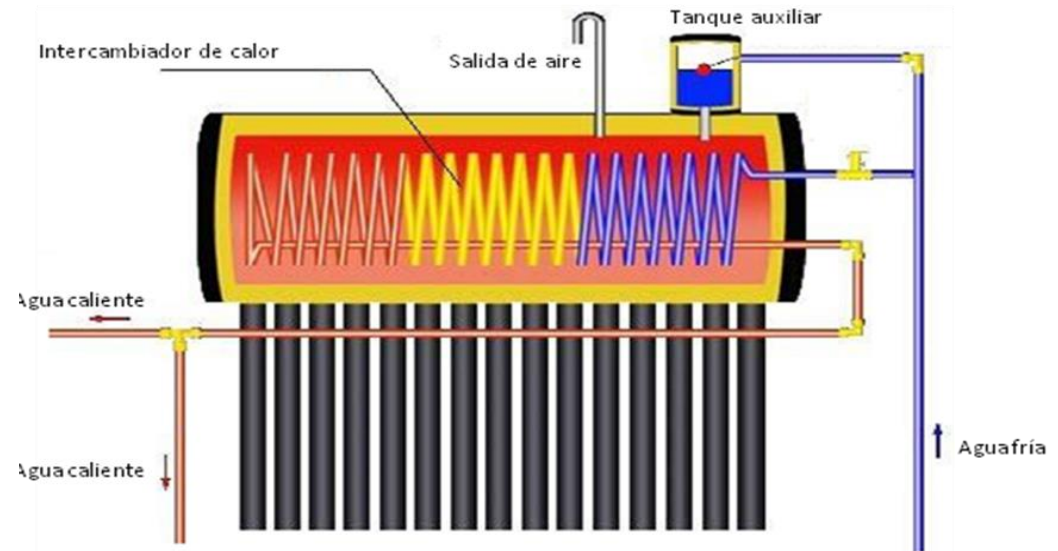
## Sistemas a medida “MANIFOLD” o “SPLIT”





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

Compacto  
Presurizados  
Serpentina Interna  
(indirectos)



## Sistemas Compactos





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

## A Medida Manifold Heat Pipe

Con tanque separado y “MANIFOLD”  
circuito con circulación forzada



Tubos evacuados heat pipe

***Nota: El manifold puede ser termosifónico***



Buenos Aires Ciudad

# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

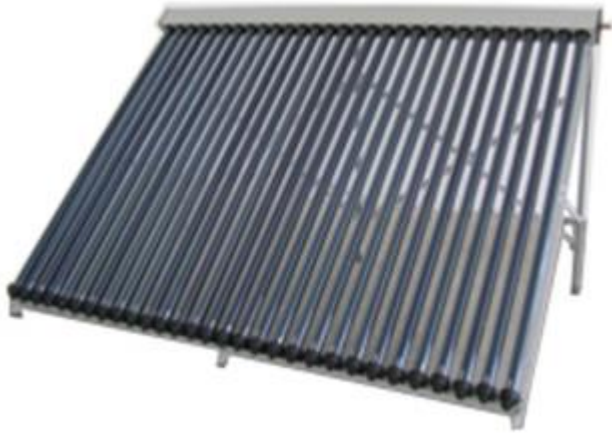
## A Medida Manifold Heat Pipe

Tubos evacuados Heat-pipe calentamiento indirecto montados sobre manifold





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío



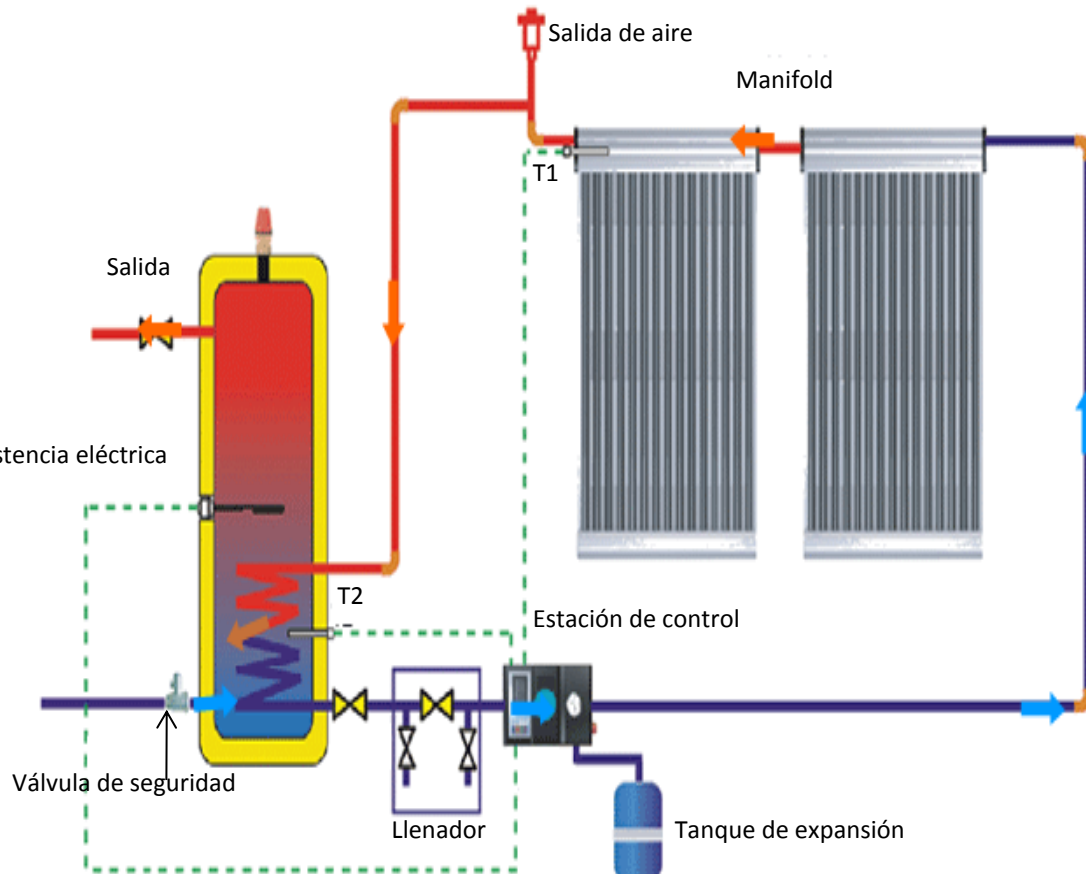
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío



Buenos Air es Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

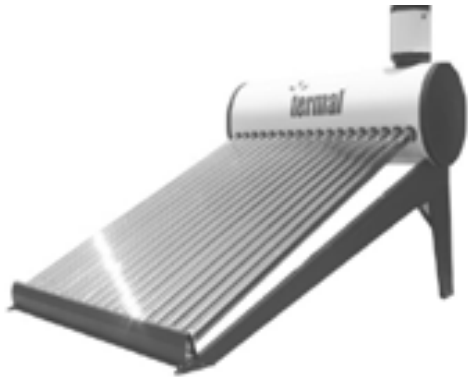




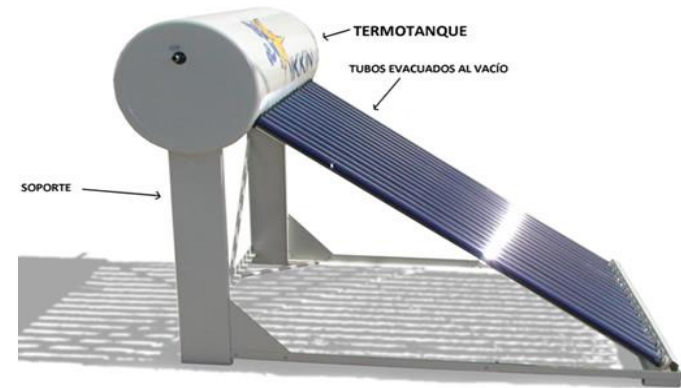
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Tubos de Vacío

## RESUMEN

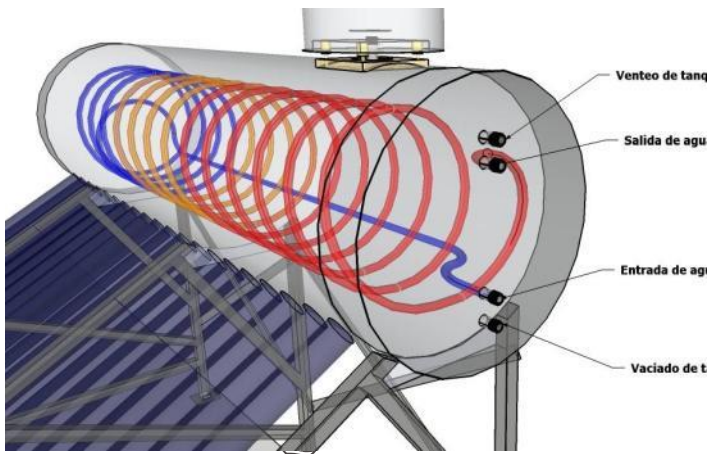
- ✓ Por **termosifón** con tubos evacuados uso **directo**



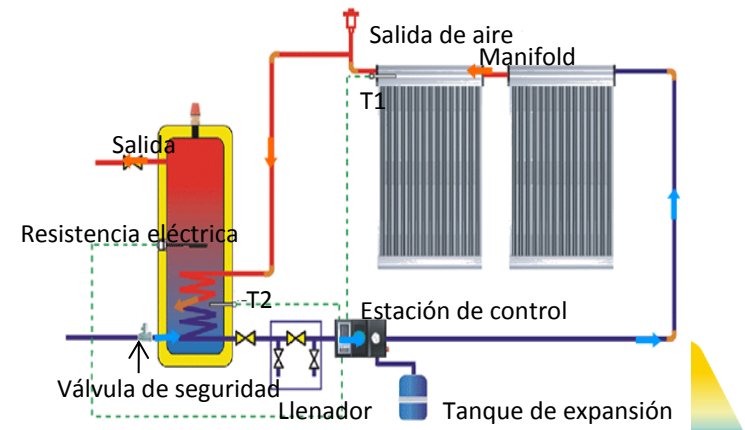
- ✓ Por **termosifón** con tubos heat-pipe uso **indirecto- presurizado**



- ✓ Por **termosifón** y calentamiento por paso de agua con serpentina (**indirecto a presión**)



- ✓ Con **circulación forzada (Indirecto)**

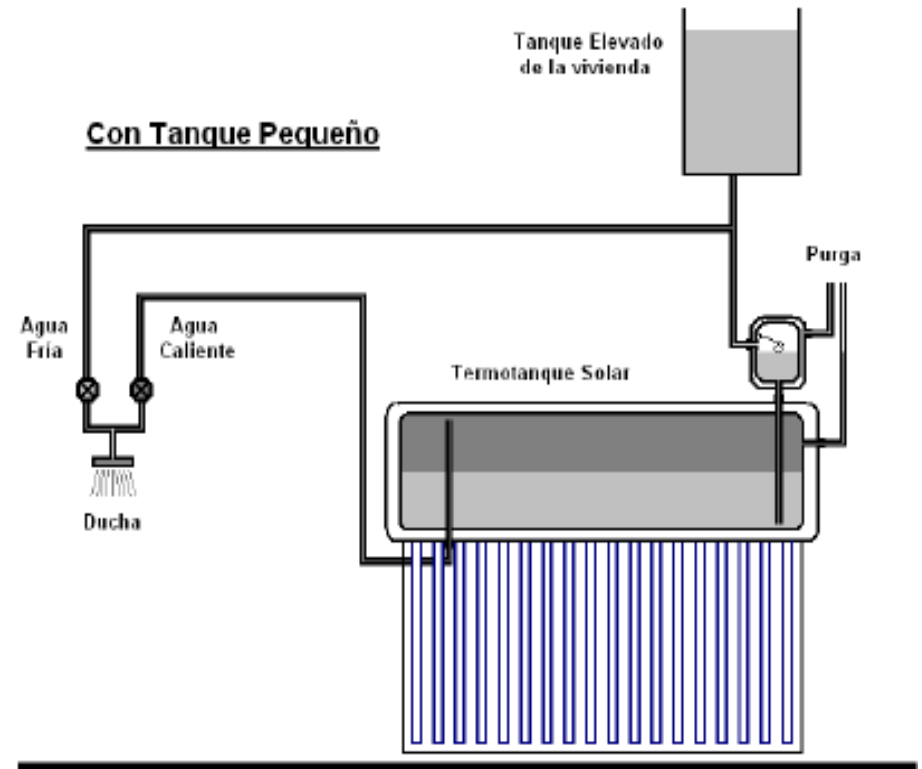


# Ejemplos de conexión



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Esquema de conexión con tanque de asistencia- directo.



**200 lts - Sicardi 2013**



Buenos Aires Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Esquema de conexión con tanque de asistencia – Sistema no presurizado (Termosifón) - Directo



**Villa Castells –200 litros**



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires

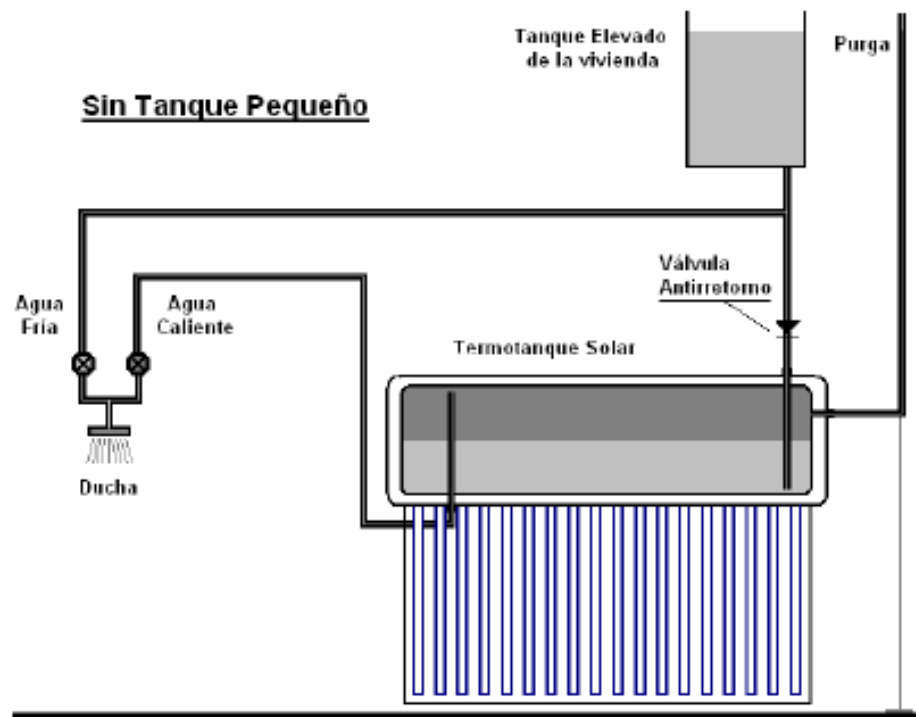


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Esquema de conexión sin tanque de asistencia no presurizado (Termosifón)

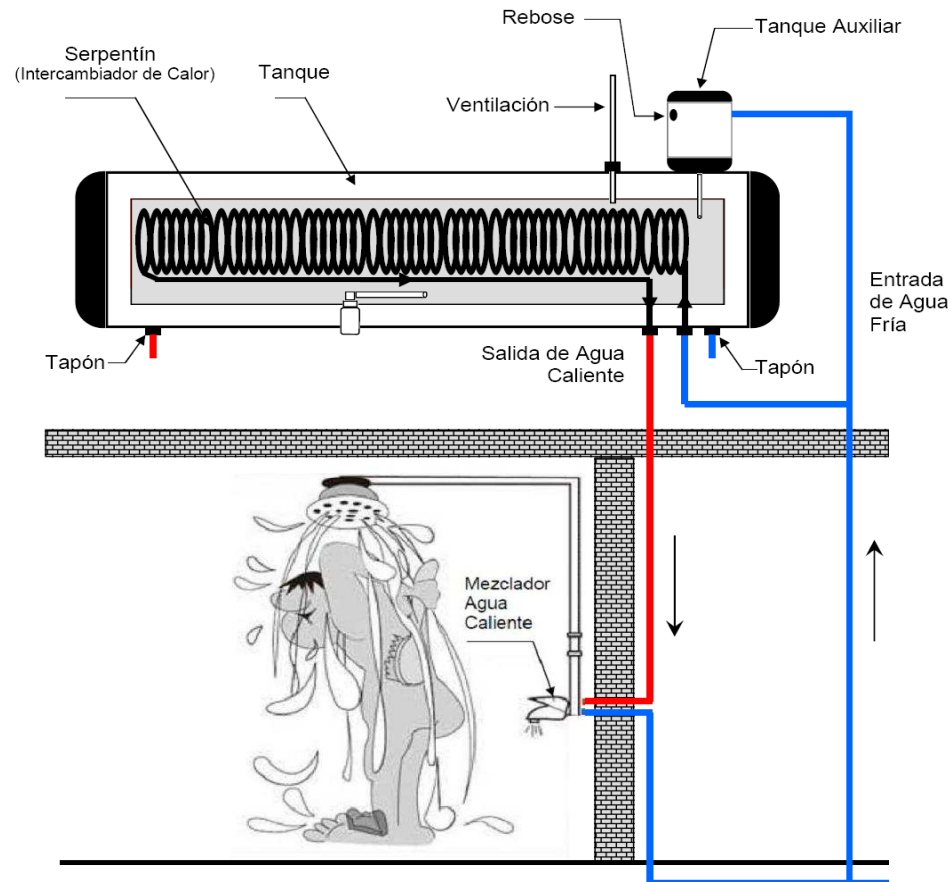


Ruta 6 y ruta 210  
Etcheverry 2014



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Esquema de conexión con tanque de asistencia – no presurizado (Termosifón) – Indirecto (Serpentín a presión)



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

**Esquema de conexión con tanque de asistencia – no presurizado – Indirecto (Serpentín a presión)**



**Los Hornos – 2 x 200 litros Serpentina Interna**



Buenos Aires Ciudad





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN



**Anclajes para tejas**



**Válvulas de purgas de aire**



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN



Buenos Aires Ciudad

# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Montaje de equipos Heat pipe presurizados



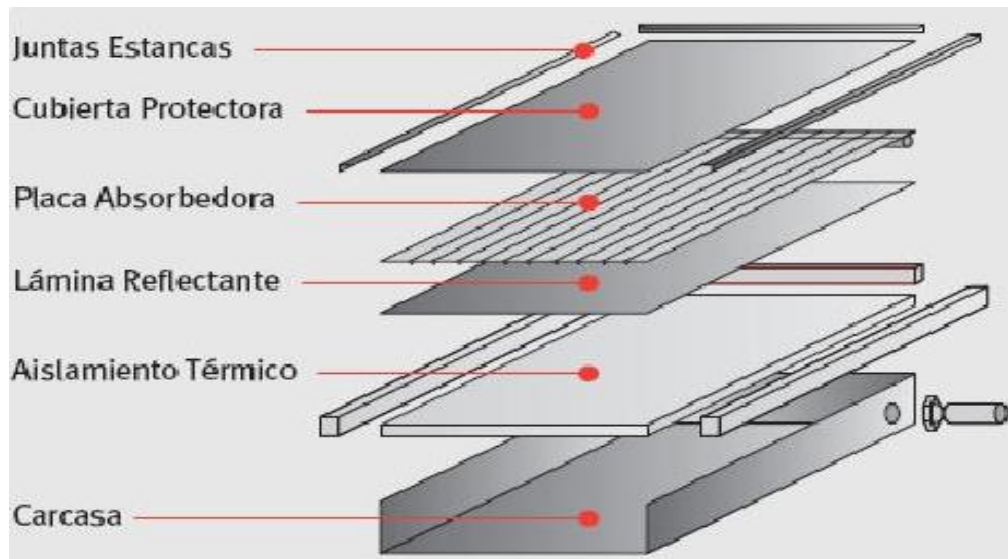


# Captadores Planos con cubierta

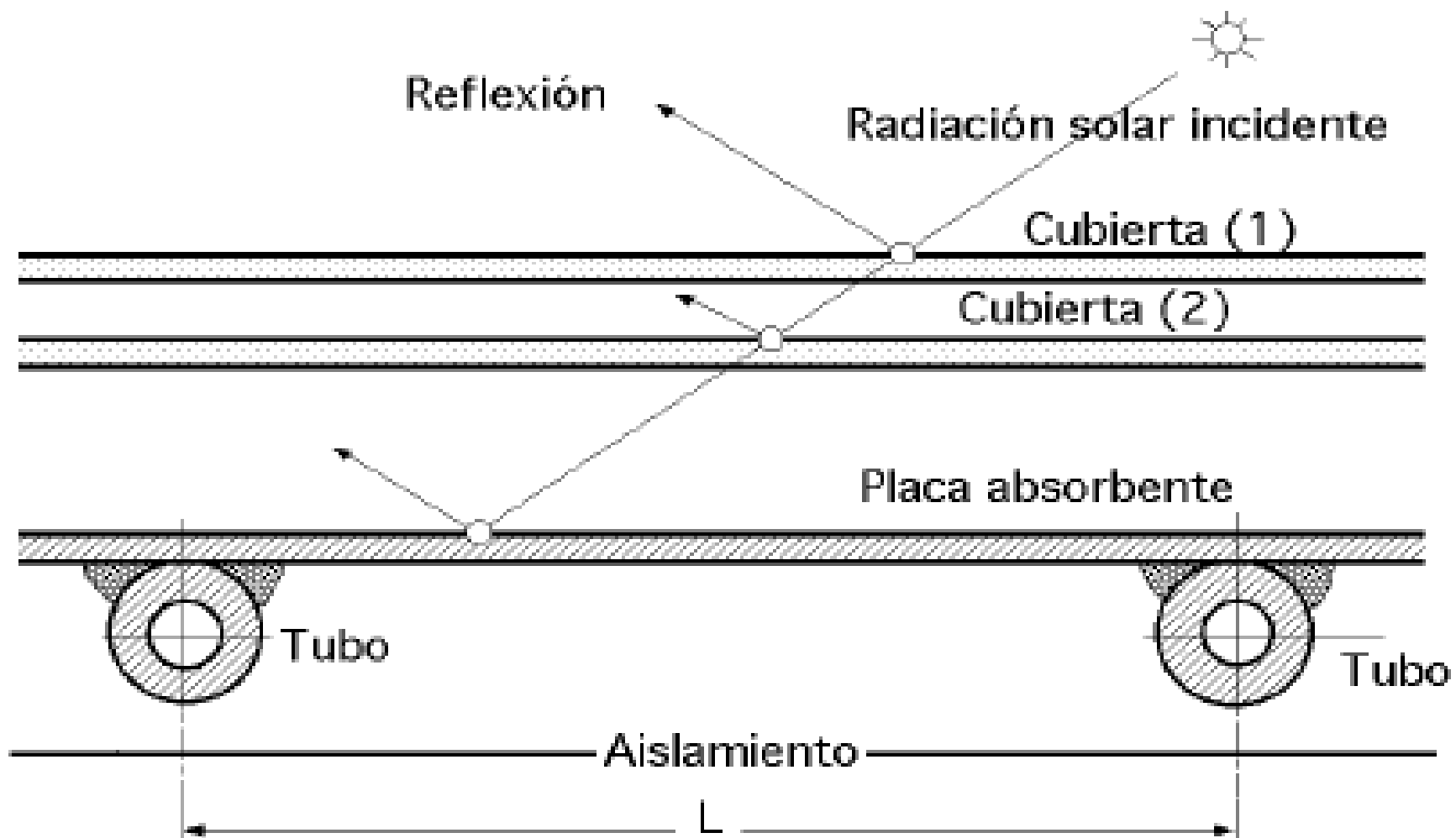


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

- ✓ Trabajan por el efecto invernadero
- ✓ Por las propiedades de absorción de la radiación de los cuerpos negros
- ✓ Por la transmisión del calor a un fluido intermediario



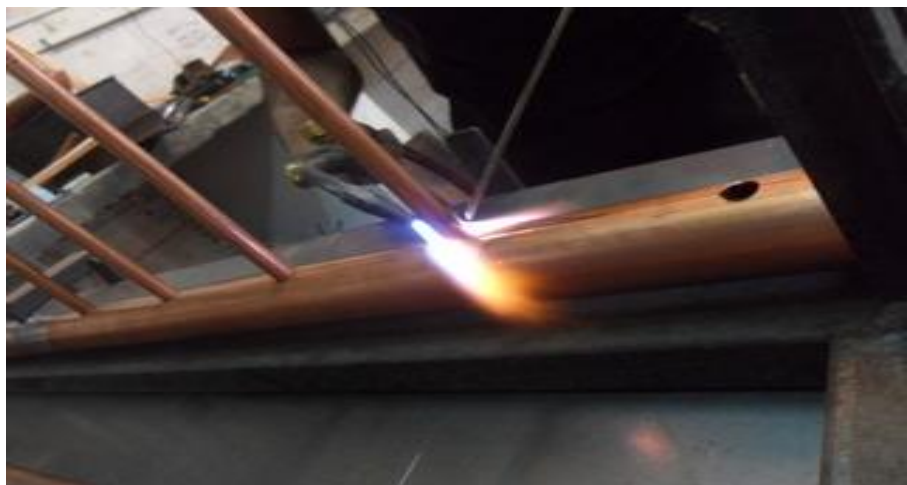
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana





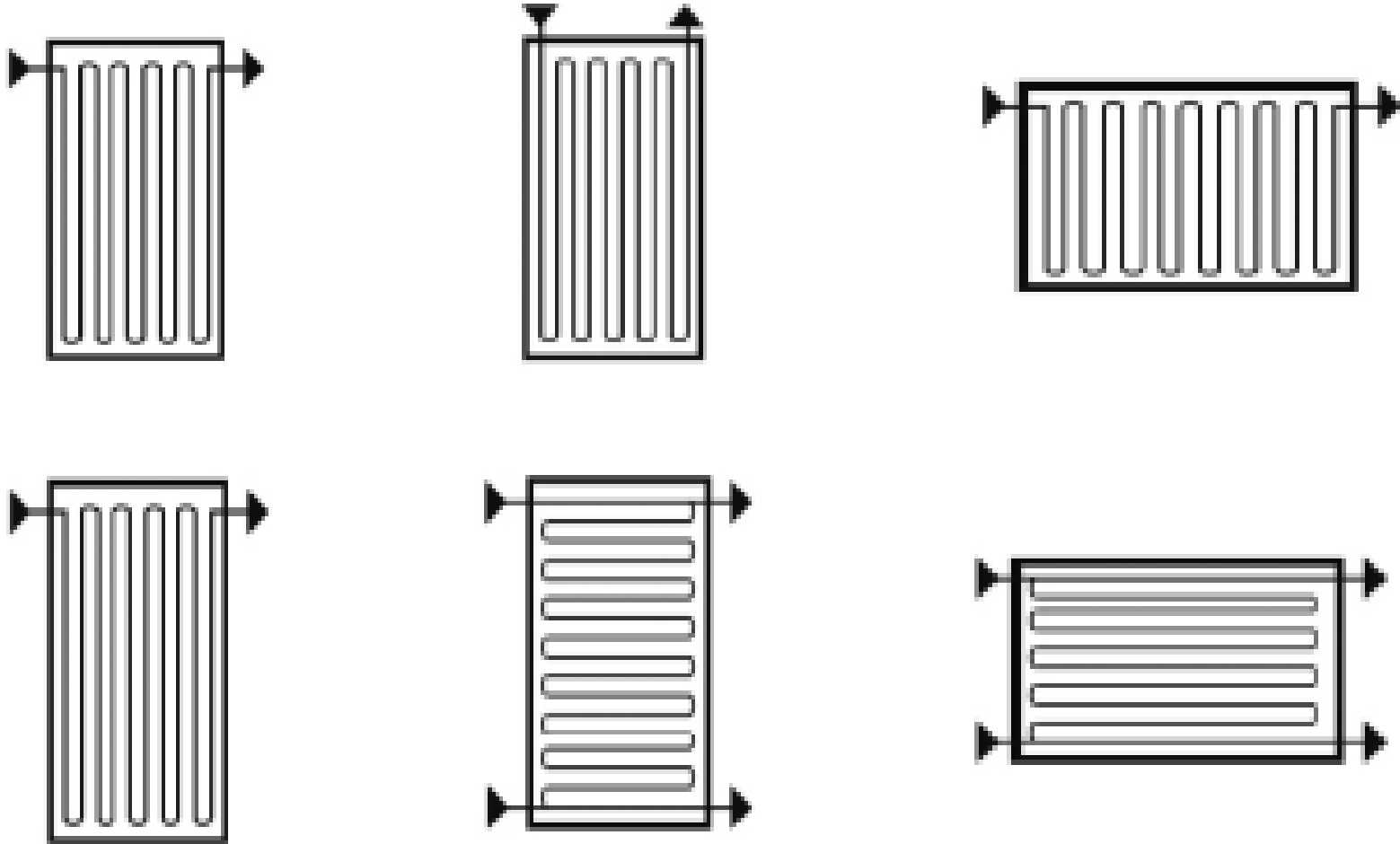
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

## Absorbedor - Parrilla de caños de cobre



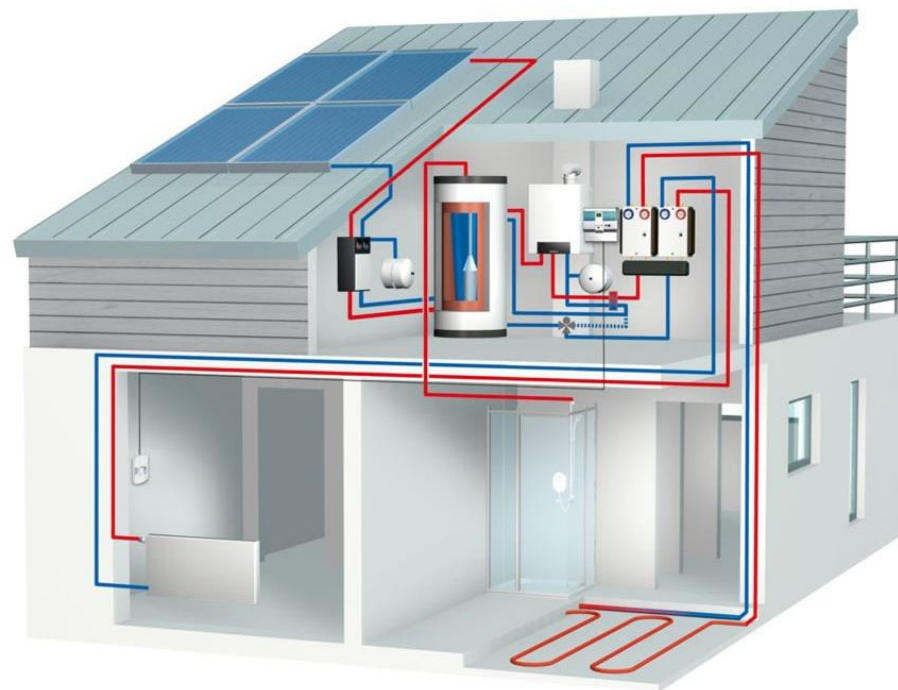
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

**Absorbedor: Serpentín de caños de cobre**

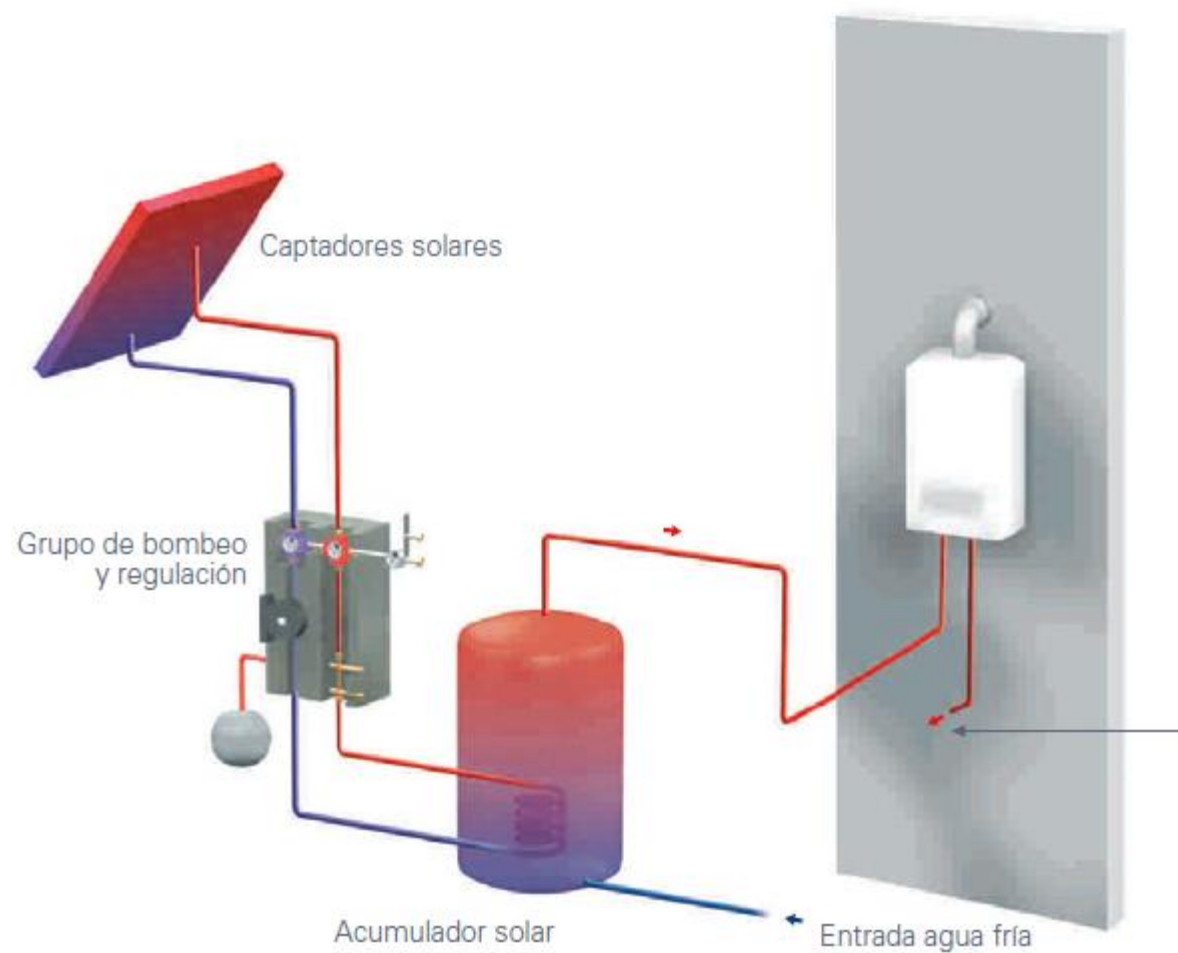


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

## Esquema de Conexión



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana





# Ejemplos de conexión



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana



Climatización piscina –  
circulación forzada – **Los  
Hornos**



ACS + Calefacción por suelo  
radiante + Piscina **Lobos – Pcia  
de Bs As**



Buenos Aires Ciudad





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

## Climatización de piscina en Mar de Las Pampas



Buenos Aires Ciudad

# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

## Instalación para Agua Caliente Sanitaria



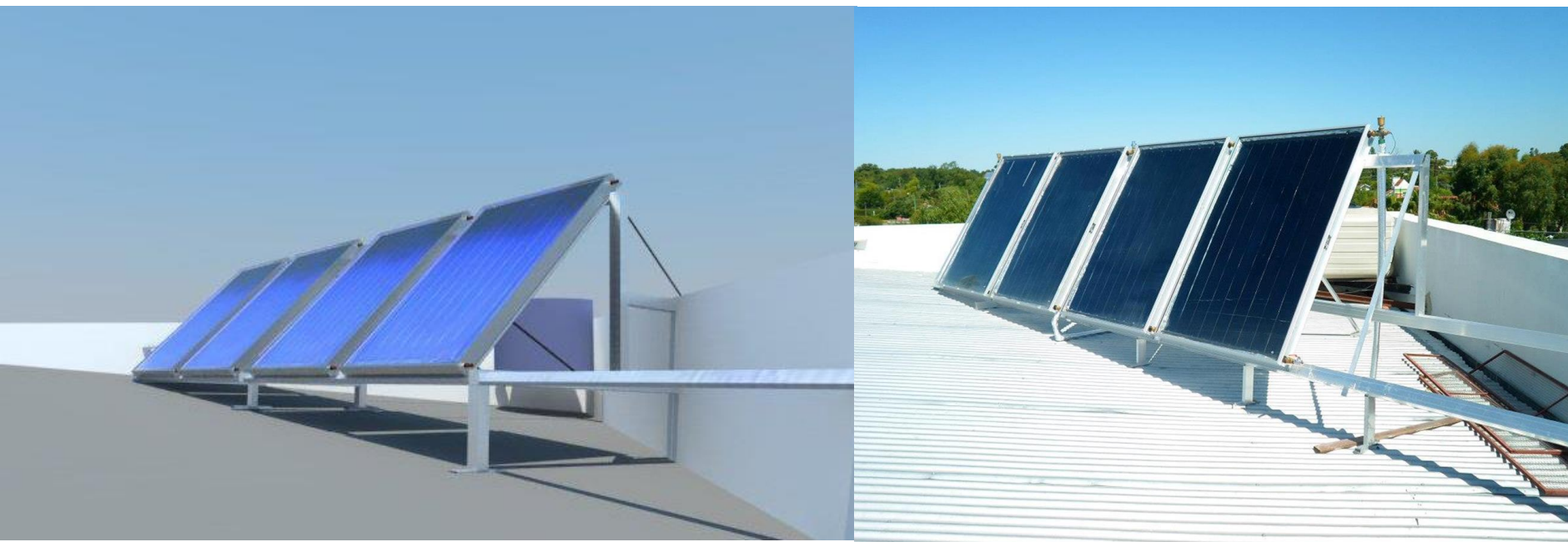
Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana



**Modelizado de colectores para abastecimiento de ACS sobre techo vs Instalación finalizada**



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires

# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana



Buenos Aires Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana



Buenos Aires Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

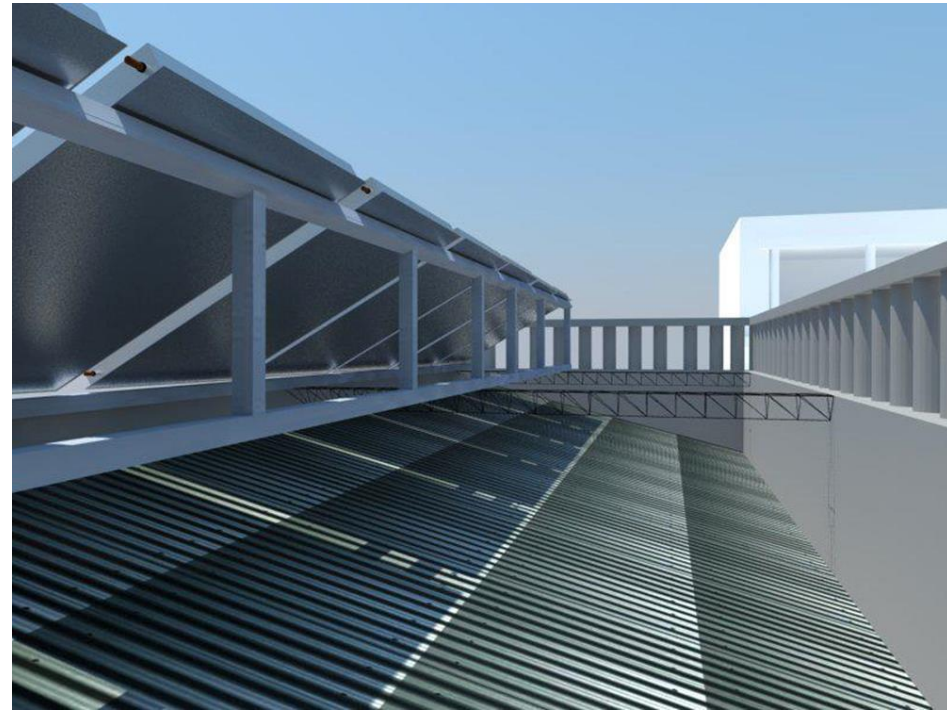
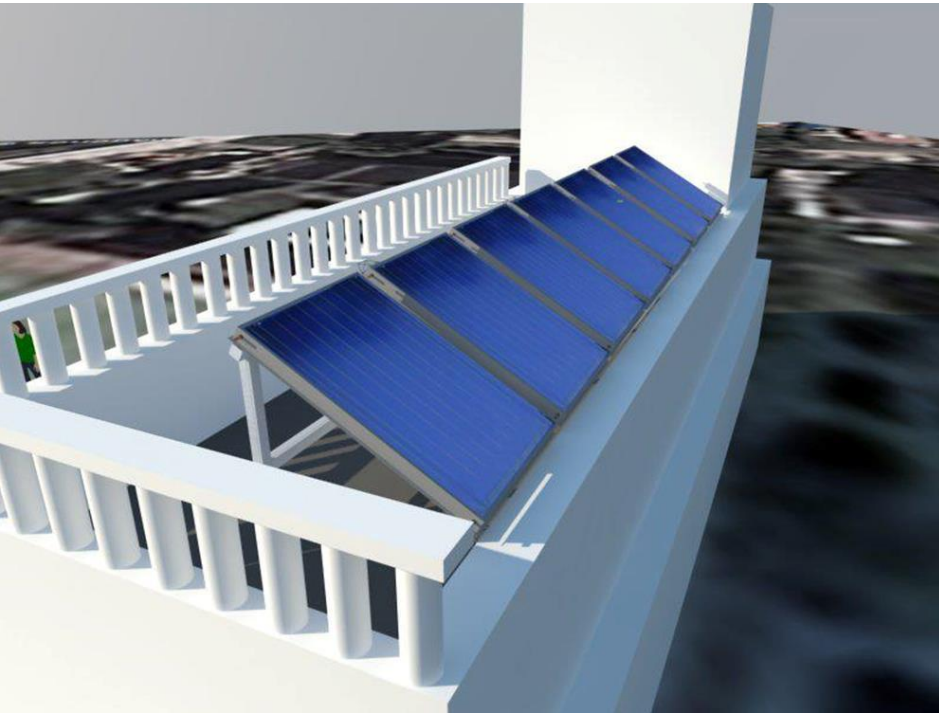


Buenos Aires Ciudad

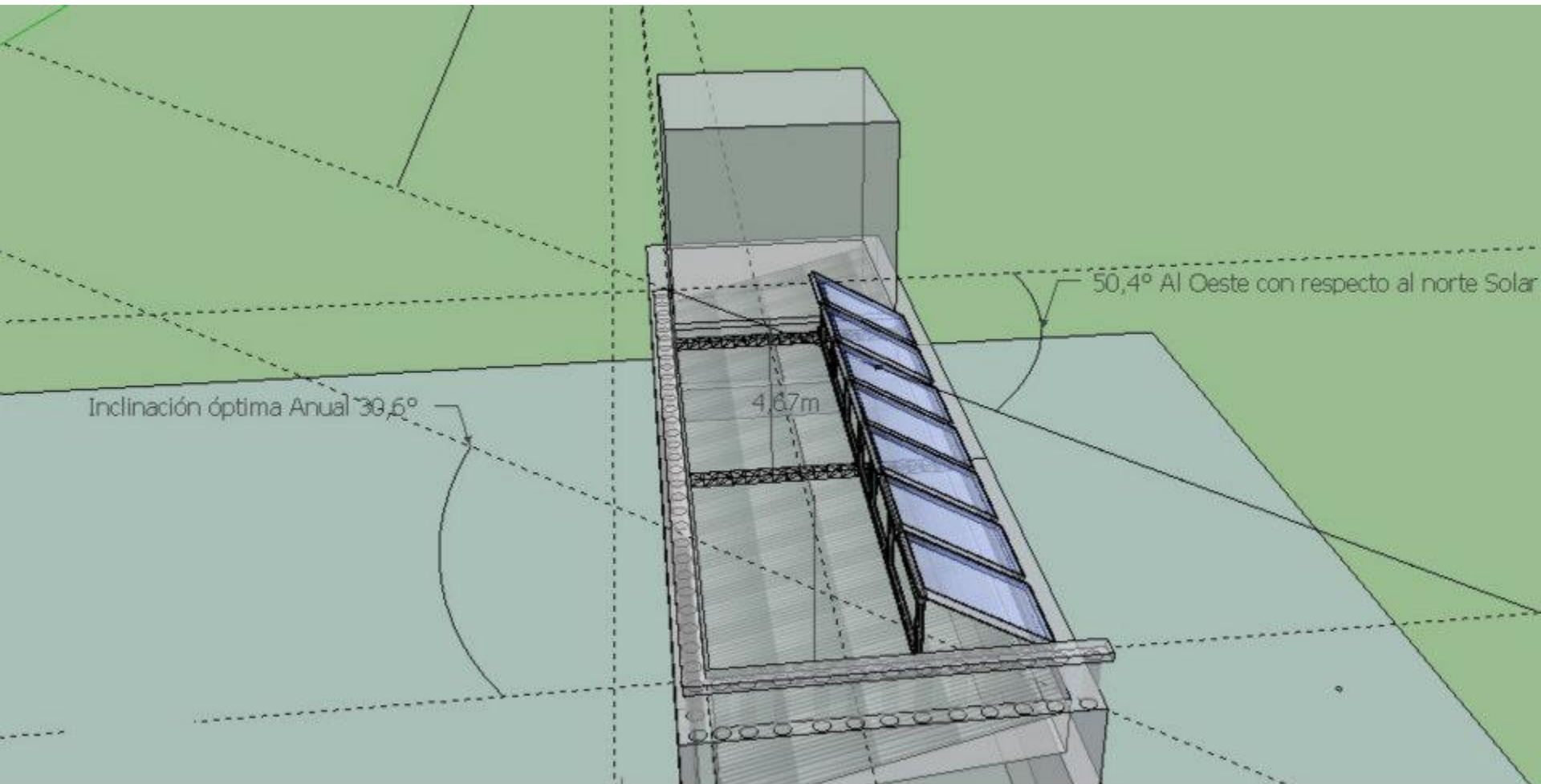


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

## Diseño de instalación de colectores de placa para climatización de piscina y modelizado de estructura



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana



## Determinación de orientación – Sketch Up



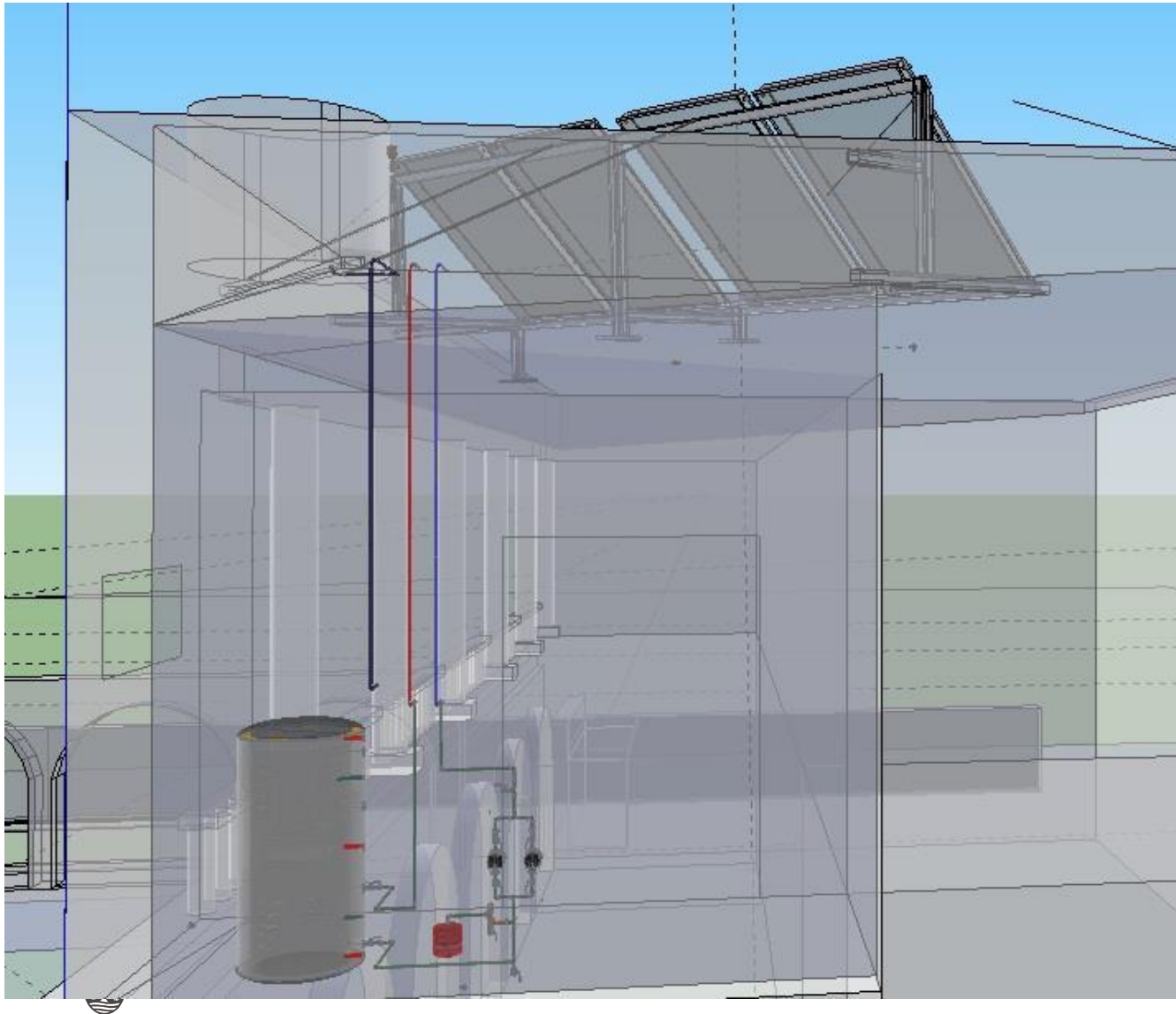
Buenos Aires Ciudad





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Colectores de Placa Plana

## Diseño del circuito hidráulico



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Hotel Empleados Municipales - Cosquín



Buenos Aires Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Hotel estancia La Elena - Península Valdez



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Complejo deportivo de A.T.S.A. La Plata



Buenos Aires Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Complejo deportivo de A.T.S.A. La Plata



Buenos Aires Ciudad



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Complejo deportivo de U.P.C.N. La Plata



Buenos Aires Ciudad





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Complejo deportivo de U.P.C.N. La Plata

Abastecimiento de 18 duchas de vestuarios de hombres y mujeres con un promedio de 250 baños diarios de temporada alta



- ✓ Datos del proyecto
- ✓ Capacidad: 1600 litros.
- ✓ Cantidad de placas: 12
- ✓ Cantidad de tanques: 4
- ✓ Temperatura de trabajo: 60 a 80 °C en verano.
- ✓ Temperatura de trabajo: 45 a 55 °C en invierno.
- ✓ Circulación: Por termosifón.
- ✓ Energía producida: 112000 Kcal/día

Colocación de tanques



Buenos Aires Ciudad

# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Alimentación de agua caliente a un criadero de ranas





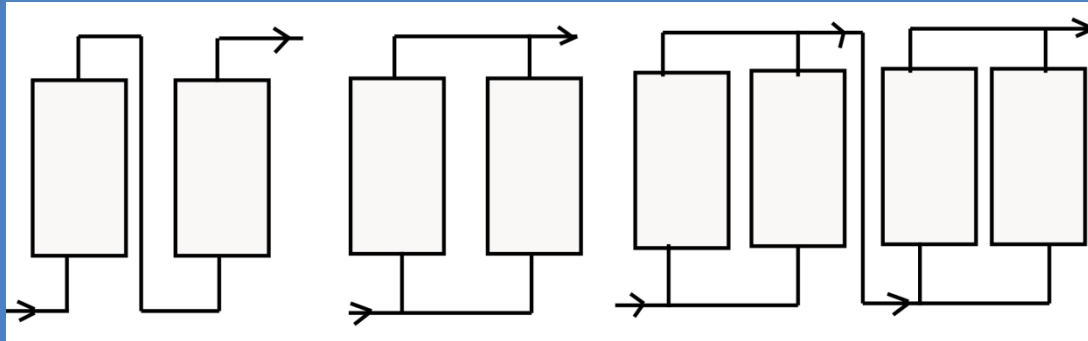
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN

## Abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria en Lobos, Pcia de Bs. As.





# Diseño de Instalación

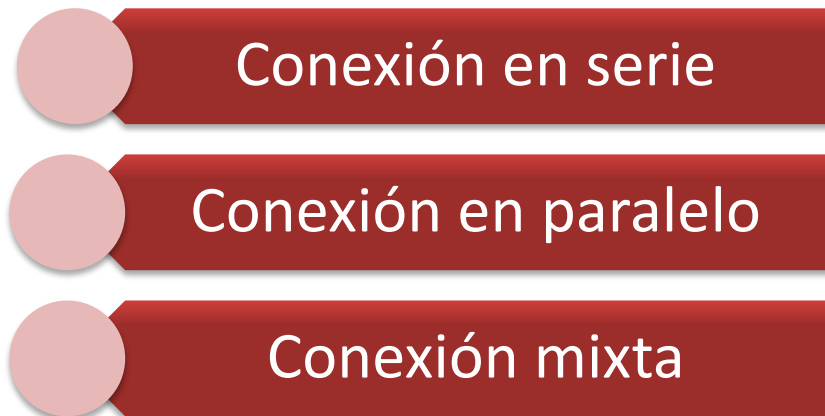


# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación

La fabricación de colectores muy grandes es poco favorable por razones:

- ✓ Constructivas
- ✓ De transporte

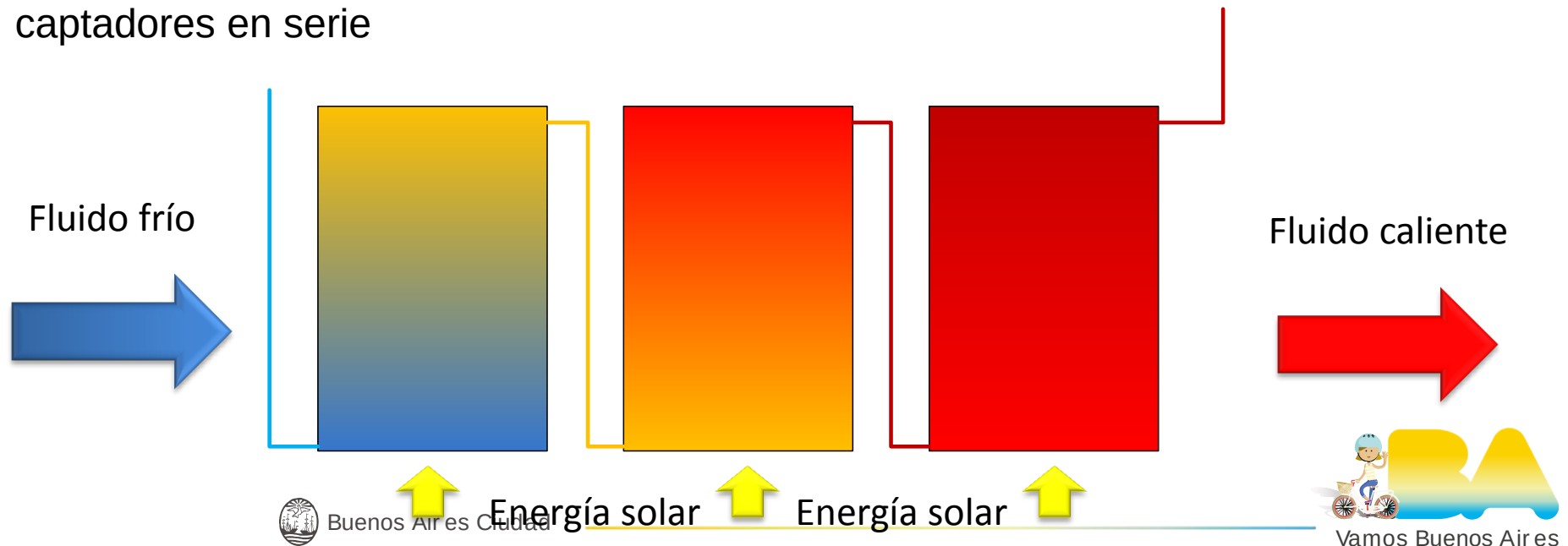
Por lo tanto se fabrican en forma modular, de dimensiones estándar y su conexión puede ser:



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación

## Conexión en serie

- ✓ La misma cantidad de agua recorre todos los colectores
- ✓ Los colectores funcionan a temperaturas distintas
- ✓ En los colectores con mayor temperatura de trabajo, disminuye el rendimiento (emiten radiación y aumentan las pérdidas)
- ✓ Para producción de ACS se desaconseja colocar más de 2 captadores-filas de captadores en serie





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación

## Conexión en serie

- ✓ Para evitar pérdidas, se aíslan mejor los últimos colectores y se les coloca doble cobertura de vidrio (aumentan los costos)
- ✓ Como la resistencia al paso del agua es mayor, este tipo de conexión no se puede utilizar para circulación por termosifón
- ✓ Es imprescindible la bomba de circulación
- ✓ Si se rompe uno de los colectores afecta a toda la instalación

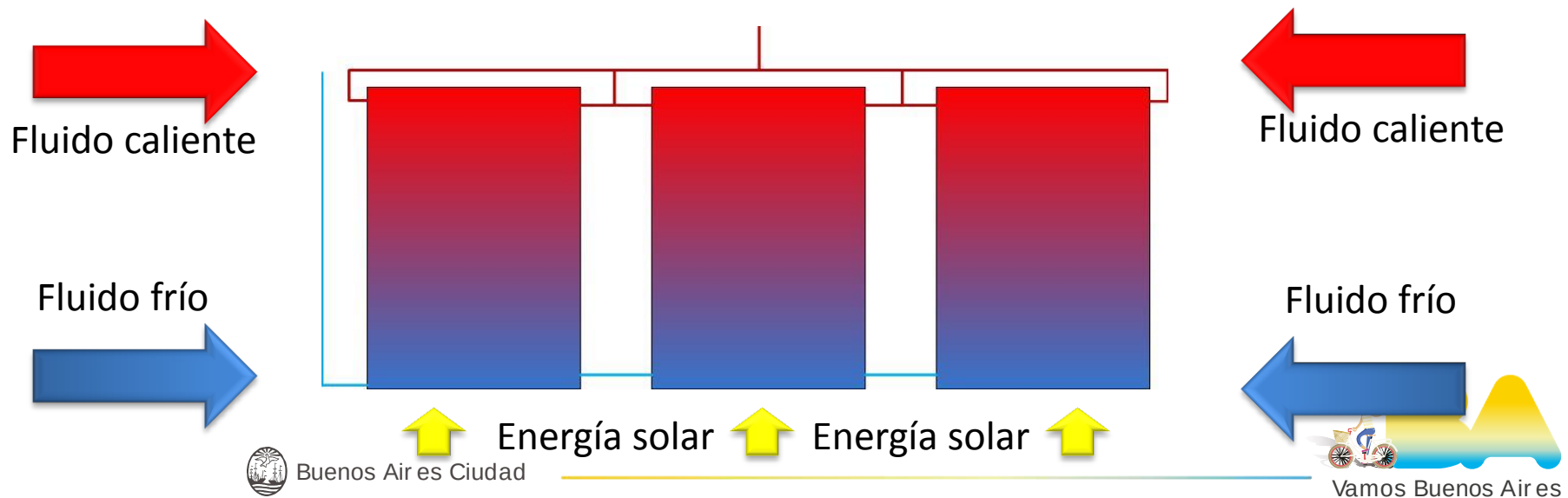
**Para la producción de ACS, lo más adecuado es disponer los captadores conectados en paralelo, formando filas que a su vez se conectan entre sí también en paralelo.**



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación

## Conexión en paralelo

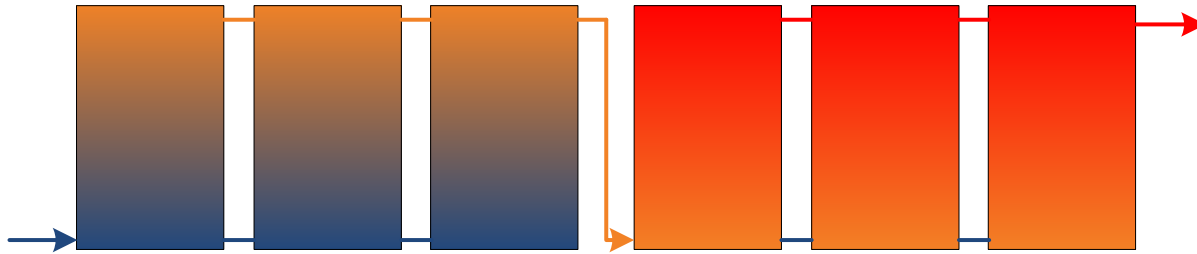
- ✓ Todos los colectores tienen la misma temperatura de trabajo
- ✓ Mejor rendimiento al no trabajar con temperaturas altas
- ✓ Menor resistencia permite la aplicación del principio del termosifón (según tamaño de la instalación)
- ✓ Si uno de los colectores no funciona no afecta a la instalación
- ✓ En general se desaconseja conectar mas de 8 colectores en un mismo grupo



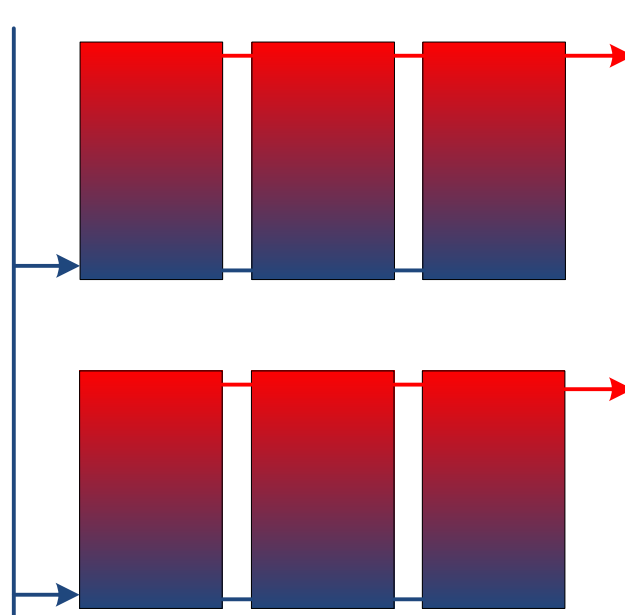
# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación

## Conexión mixta

Acoplamiento en serie de batería de colectores en paralelo



Acoplamiento en paralelo de batería de colectores en paralelo





# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación

## Distancia entre colectores

A la hora de instalar los colectores influyen las sombras que puedan proporcionar:

- ✓ Los obstáculos próximos
- ✓ Los propios colectores entre si

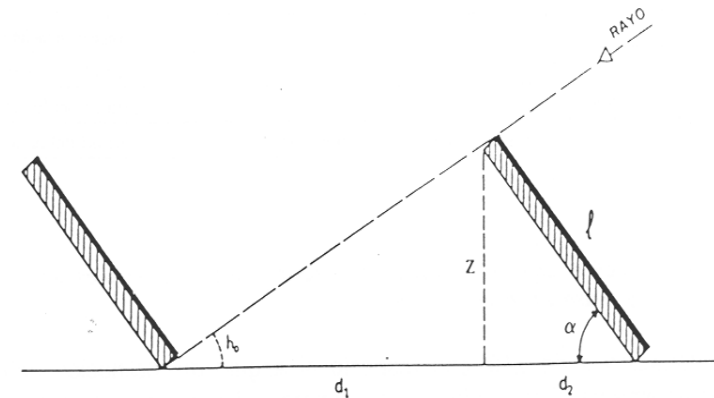
La distancia mínima se calcula mediante la siguiente expresión

$$L = d1 + d2 = Lc \left( \frac{\sin(\beta)}{\operatorname{tg}(h)} + \cos(\beta) \right)$$

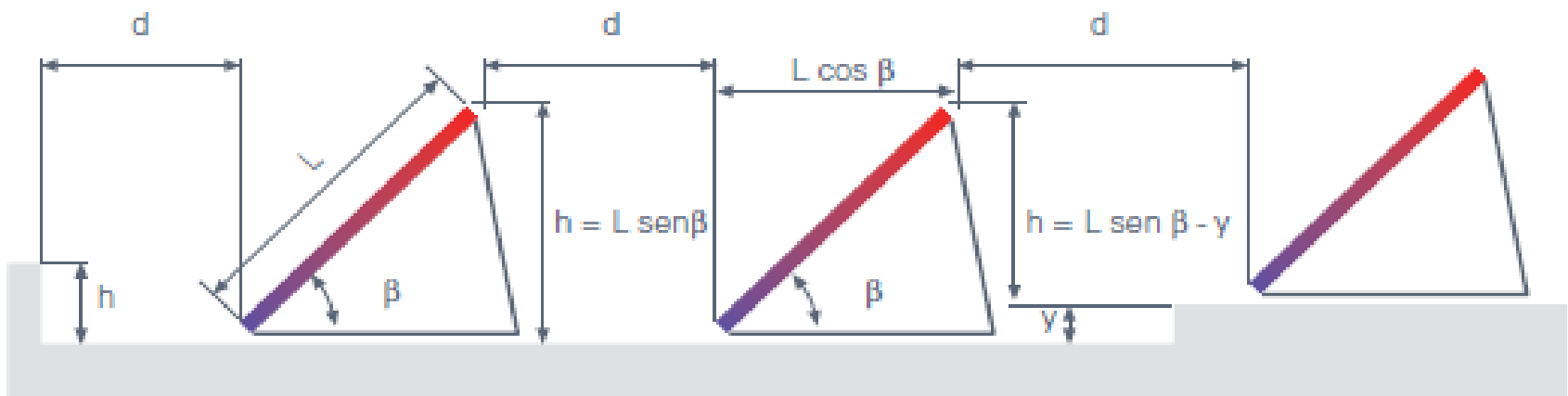
Lc: altura del colector

$\beta$ : Inclinación del colector

h: altura solar al mediodía solar para el día más desfavorable del año



# 1. SISTEMA DE CAPTACIÓN – Diseño de Instalación



## 2 .SISTEMA DE ACUMULACIÓN



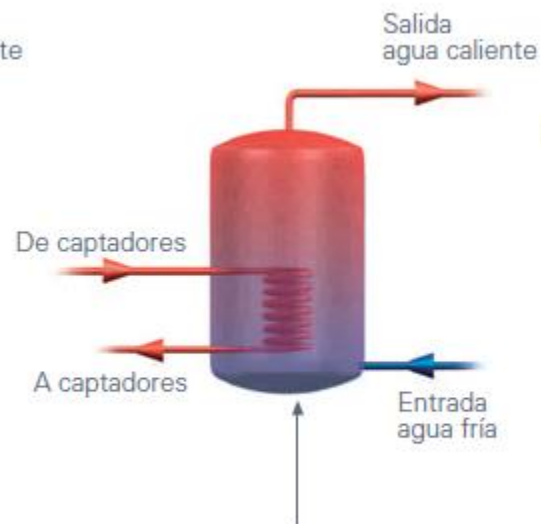


## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

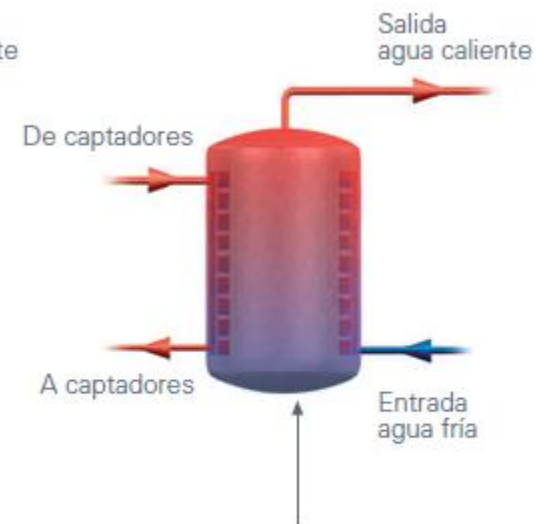
Según el  
intercambio  
de calor



Acumulador sin  
intercambiador



Interacumulador con  
intercambiador  
de serpentín

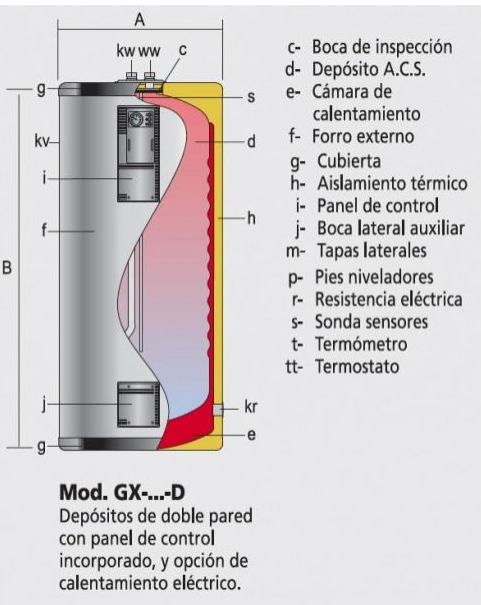


Interacumulador con  
intercambiador de  
doble envolvente



# 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

## Intercacumulador de Doble Pared



Para pequeños sistemas de producción de ACS

## Interacumulador de un serpentín

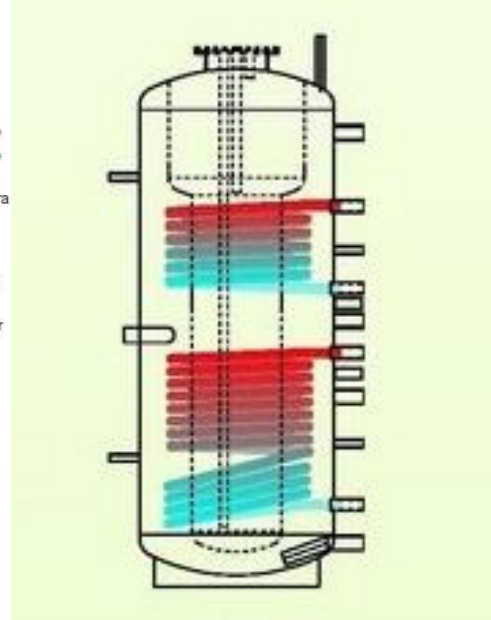


## Interacumulador de doble serpentín



Permite el uso de Sistema auxiliar.  
OJO! CTE no permite

## Intercacumulador tank in tank



Permite separar el ACS del agua de calefacción.

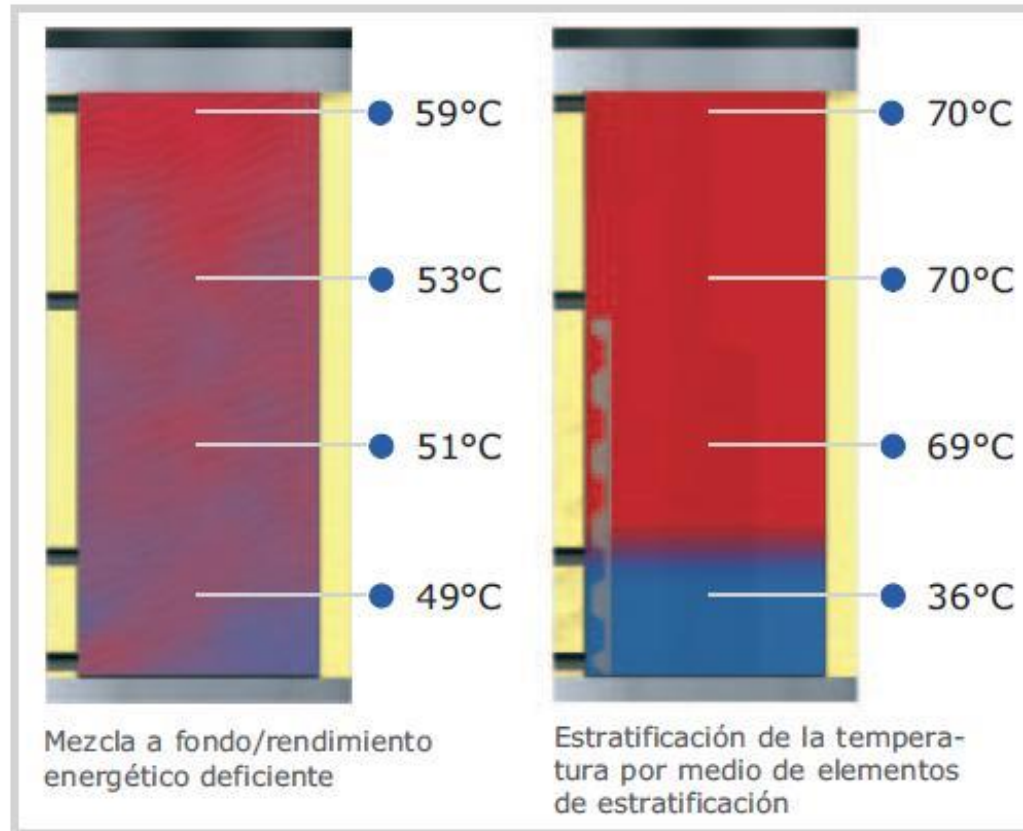
Para instalaciones centrales

## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN



## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

### Temperaturas de Estratificación



La estratificación permite tener un suministro instantáneo de agua a temperatura de consigna sin necesidad de que todo el depósito esté a dicha temperatura. Además contribuye a obtener un mejor rendimiento de los captadores solares.





## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN Dimensionamiento

*El Volumen óptimo de acumulación puede determinarse a partir de la superficie colectora y la relación volumen acumulación/superficie de captación influye directamente en la temperatura del consumo.*

En el HE4 del CTE se determina lo siguiente:

*Para la aplicación de ACS el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:*

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Siendo

**A** : Área de los Colectores (m<sup>2</sup>)

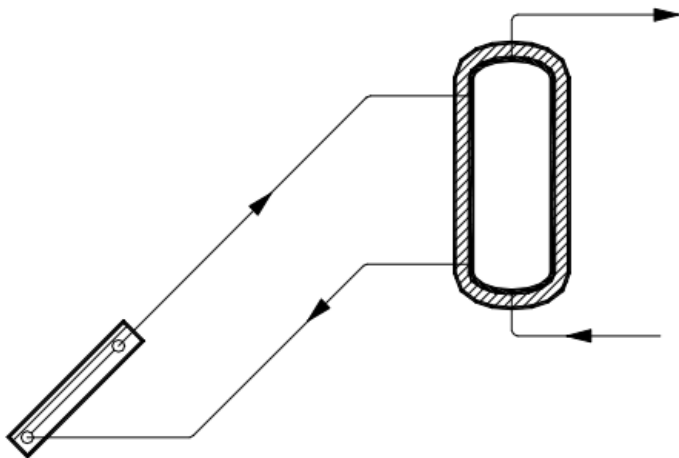
**P**: Volumen del deposito (l)

**Para la producción de ACS, un valor muy habitual para la determinación del volumen de acumulación, es el de unos 75 litros por m<sup>2</sup> de captador solar.**

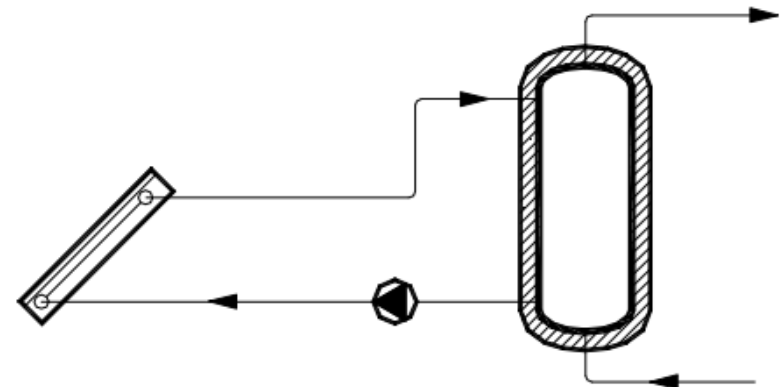


## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Según el tipo de circulación se pueden clasificar:



Circulación por termosifón



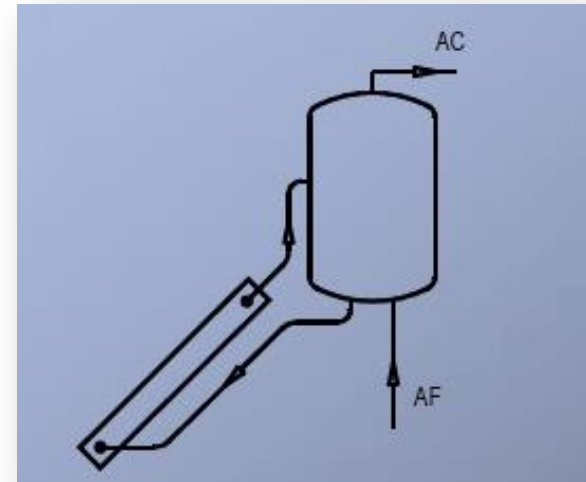
Circulación Forzada



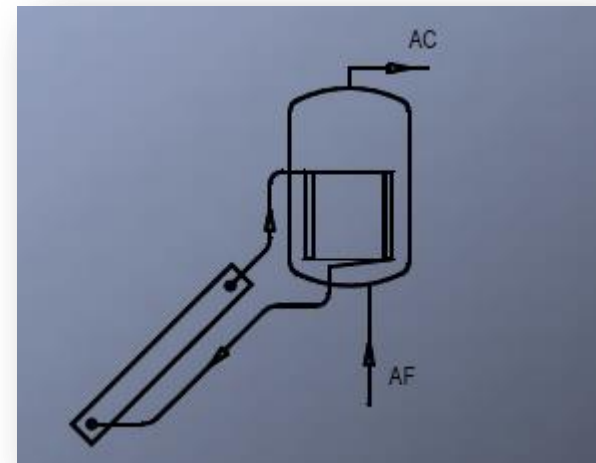
## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Circulación  
termosifón

Directa



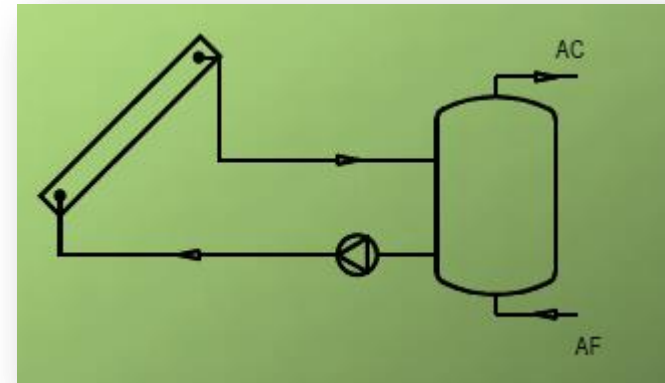
Indirecta



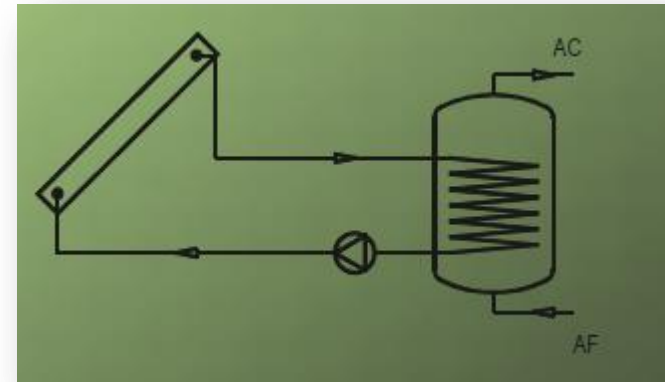
## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Circulación  
Forzada

Directa



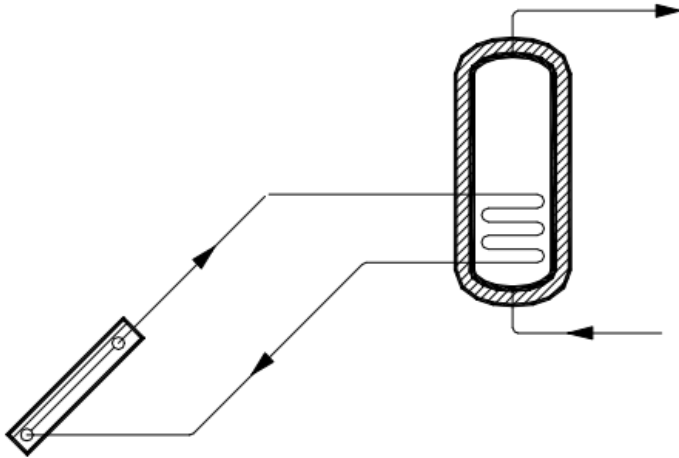
Indirecta



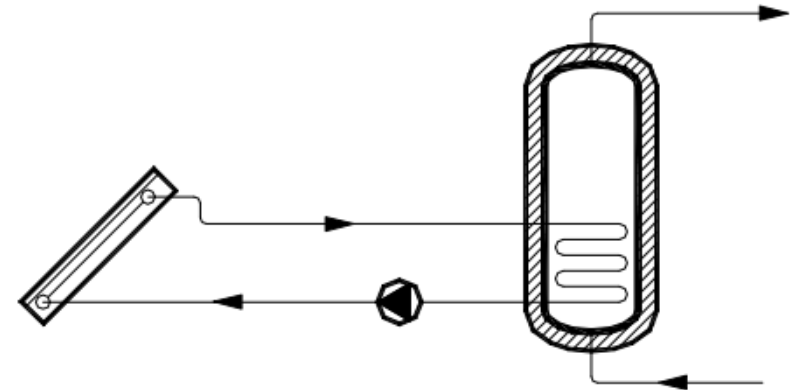


## 2. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

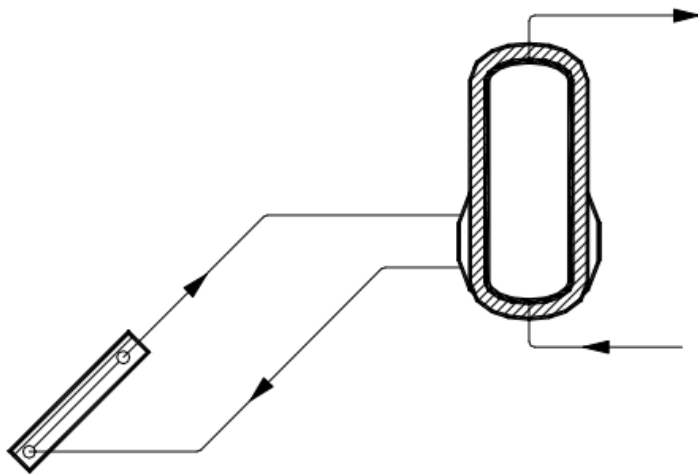
### Según el sistema de intercambio de calor



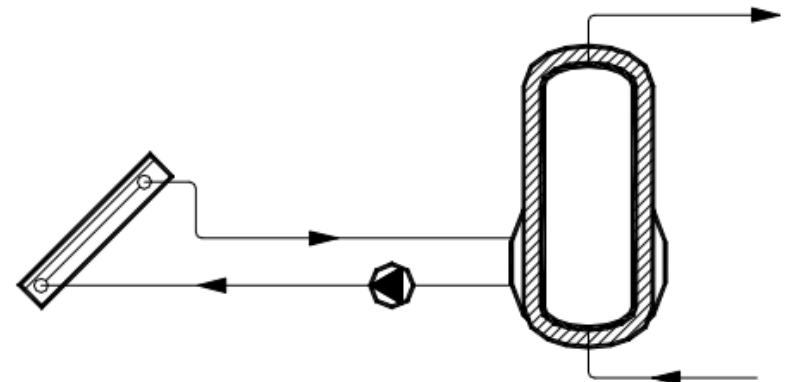
Termosifónico con intercambio interno



Forzado con intercambio interno



Termosifónico con intercambio externo



Forzado con intercambio externo



## **2. SISTEMA DE INTERCAMBIO**

## INTERCAMBIADOR DE CALOR

- La función básica de los intercambiadores es la transferencia de energía térmica entre dos o más fluidos a diferente temperatura.
- El calor fluye, como resultado del gradiente de temperatura, desde el fluido caliente hacia el frío a través de una pared de separación.



# 3. SISTEMA DE INTERCAMBIO

## Intercambiadores de Calor

### Internos

Situados dentro del acumulador, “Interacumuladores”. Se usan en instalaciones pequeñas, son mas económicos.

- De Doble Pared
- De Serpentin

### Externos

Se usan en instalaciones con volúmenes de acumulación superiores a los 1.500 lt. Permiten obtener una potencia sin limitaciones, facilitan la integración del sistema de acumulación.

- Multitubulares
- De Placas

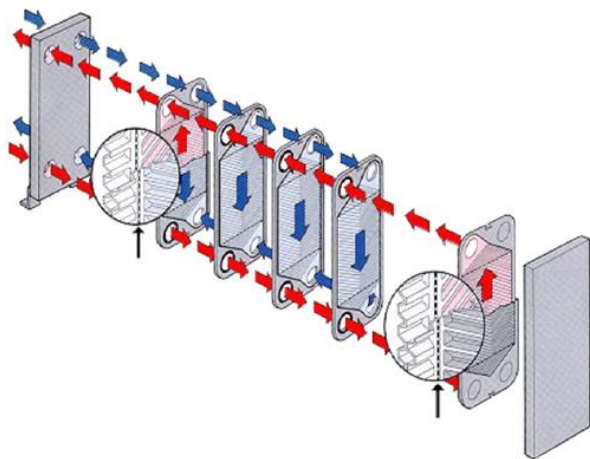




# 3. SISTEMA DE INTERCAMBIO

## Intercambiadores Externos

**Intercambiadores de Placas:** Tamaño Compacto. Peso y volumen bajos. Para ACS de acero inoxidable, para piscinas de Titanio.



### 3. SISTEMA DE INTERCAMBIO

En el Código Técnico de Edificación de España (CTE) se determina lo siguiente:

*1. La Potencia mínima del Intercambiador,  $P$ , se determinara para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de  $1000 \text{ W/m}^2$  y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50%, cumpliéndose la condición de:*

$$P \geq 500.A$$

Siendo

$A$  : Área de los Colectores ( $\text{m}^2$ )

$P$ : Potencia mínima del Intercambiador (W)

*2. Si en una instalación a medida solo se usa un intercambiador entre el circuito de colectores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área no debería ser menor que  $40 \text{ W/m}^2.\text{K}$*



# Resumiendo...

## Sistema completo

**Sistema de  
Captación**

**Sistema de  
Intercambio**

**Sistema de  
Acumulación**

**Sistema de  
Apoyo**

