



# Sistema Solar Térmico de Baja Temperatura ACS en la sede do CREA-SC en Brasil

Proyecto Fin de Master en Energías Renovables y el Mercado Energético

07/2014

Nombre del profesor Vicente Gallardo  
Autor del Trabajo: Daniel Barbosa de Souza



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons Reconocimiento, No comercial, Compartir igual, (by-nc-sa). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte del mismo siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia. Más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

## Resumen

El trabajo aborda el diseño de una instalación solar térmica para suministrar agua caliente en la sede do CREA-SC (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina) la localidad de Florianopolis, en Brasil, bajo la supervisión de Vicente Gallardo y dentro del marco académico de la Escuela de Organización Industrial de Madrid.

Para la realización de este proyecto, será necesaria una investigación climatológica, legal y financiera, También se tomaron en consideración otros aspectos relacionados con dichos sistemas y se realizó una serie de cálculos para la selección de los equipos.

## Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a la Escuela de Organización Industrial (EOI) por la oportunidad ofrecida para realizar el Master en Energías Renovables y Mercado Energético con el que quedan ampliamente satisfechos, En especial agradecer a la Directora, Carmen García, por la organización del programa, y a Mercedes Blanco, por su apoyo en todo momento, La EOI ha permitido ampliar mis conocimientos para la realización de dicho proyecto, principalmente en temas relacionados con la energía solar, de la cual decidieron realizarlo.

En segundo lugar, agradecer a Vicente Gallardo, profesor y director del módulo de Temperatura a Baja Temperatura por su ayuda para realizar el trabajo que será descrito a continuación, Éste se presentó en la Escuela en todo momento en el que los autores se vieron con dificultades y respondió a sus dudas por teléfono, e-mail y mensajes.

Y claro a mis padres Batista y Monica, mi hermana Camille y mi novia Silvia que siempre creyó en mí, que siempre estuvo a mi lado y Dios, que me puso al lado de personas especiales.

*"Podemos hablar sobre el futuro, vista el futuro, pero si queremos que este futuro debemos actuar,"*

*Daryl Kollman*

## Índice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
FIGURA 28. ESQUEMA CALENTADOR SOLAR DE PLACA EN PLAN .....	7
FIGURA 29. CAPTADOR EN PLAN SIN COBERTURA.....	7
FIGURA 31. EFICIENCIAS DE COLECTORES PLANOS CON Y SIN CRISTAL.....	7
FIGURA 33. TIPOLOGIA DE ACUMULADORES TÉRMICOS.....	7
FIGURA 35. SISTEMA DE CONTROL CON DIFERENCIAL DE TEMPERATURA .....	7
<b>LISTA DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>8</b>
<b>NOMENCLATURA.....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.2 EL POTENCIAL SOLAR DE BRASIL.....	13
1.3 MERCADO SOLAR DE CALENTAMIENTO DE AGUA EN BRASIL .....	18
1.4 BENEFICIOS E INCENTIVOS .....	19
1.5 IMPACTO EN EL MERCADO DE LA ENERGÍA .....	19
1.6 IMPACTOS AMBIENTALES.....	20
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>20</b>
2.1 GENERAL .....	20
2.2 ESPECÍFICOS .....	20
2.3 METODOLOGÍA .....	21
2.4 TIPO DE ESTUDIO .....	21
2.5 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....	21
2.6 TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	22
<b>3. SITUACIÓN .....</b>	<b>22</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO.....	23
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA RESIDENCIA .....	24
3.2.1 <i>General</i> .....	24
3.2.2 <i>Las áreas para la instalación de paneles</i> .....	26
3.2.3 <i>Orientación geográfica</i> .....	27
3.2.4 <i>Áreas Sombreadas</i> .....	28
<b>4. CREA – CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA.....</b>	<b>31</b>
4.1 CREA-SC .....	31
<b>5. CONSUMO .....</b>	<b>32</b>
5.1 FACTURA DE GAS Y CONSUMO.....	33
<b>6. COMPARACION FINANCIERA : FÓSILES VS TERMODINAMICA .....</b>	<b>34</b>
<b>7. DATOS METEOROLÓGICOS.....</b>	<b>35</b>
7.1 TEMPERATURA.....	36

7.2 RADIACIÓN.....	37
7.3 VIENTO .....	39
<b>8. DESARROLLO .....</b>	<b>40</b>
8.1 ENERGIA SOLAR.....	40
8.2 SOLAR TÉRMICA.....	41
8.2.1 Introducción.....	41
8.2.2 Usos y aplicaciones de la energía solar térmica en la edificación .....	41
8.2.3 Producción Agua Caliente Sanitaria (ACS).....	41
8.2.4 Funcionamiento de una instalación solar termico.....	43
<b>9. EQUIPOS .....</b>	<b>44</b>
9.1 CAPTADORES SOLARES.....	44
9.1.2 Colectores planes de seguro médico.....	45
9.1.3 Captador a vacuo.....	46
9.1.5 Posicionamiento.....	47
9.1.7 Intercambiadores de Calor.....	49
9.1.8 Controladores.....	50
9.1.9 Bombas.....	51
9.1.10 Vasos de expansión.....	51
<b>10. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....</b>	<b>52</b>
10.1 ESQUEMA DE PRINCIPIO.....	52
10.2 CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.....	52
10.3 CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA .....	53
10.3.1 La contribución solar mínima para ACS.....	53
10.4 SIMULACIÓN F-CHART .....	54
10.5 DATOS CARACTERÍSTICOS DE SANTA CATARINA .....	55
<b>11. INSTALACIÓN .....</b>	<b>56</b>
11.1 DIMENSIONADO DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN .....	56
11.2 CALCULO DE LOS CAPTADORES.....	56
11.3 CONEXIONADO DE LOS CAPTADORES.....	56
11.4 DISEÑO DEL CIRCUITO PRIMARIO.....	57
11.5 FLUIDO DE TRABAJO .....	57
11.6 CÁLCULO DE TUBERÍAS .....	58
11.6.1 Características de la red de tuberías.....	59
11.7 CALCULO DEL ACUMULADOR DE ACS.....	60
11.8 CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR.....	60
11.9 CÁLCULO DE LA BOMBA CIRCUITO PRIMARIO .....	61
11.10 PERDIDAS DE CARGA .....	61
11.11 CALCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN .....	62
11.12 OTROS ELEMENTOS DEL CIRCUITO PRIMARIO.....	62
<b>12. PROTECCION .....</b>	<b>63</b>
<b>13. PRESUPUESTO .....</b>	<b>65</b>
<b>14. PLAN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>69</b>
<b>15. ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>	<b>70</b>
<b>16. ANÁLISIS FINANCIERO GLOBAL .....</b>	<b>71</b>
<b>17. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>

<b>18. TRABAJOS CITADOS</b> .....	<b>73</b>
<b>19. ANEXO</b> .....	<b>74</b>

## Lista de Figuras

- Figura 1. Suministro de electricidad doméstica en Brasil
- Figura 2. Consumo de energía eléctrica por sector en Brasil en 2007
- Figura 3. Acciones de diversas fuentes de consumo de energía
- Figura 4. Promedio de la radiación anual y estacional global en el plano horizontal
- Figura 5. Promedio anual y estacional Global de la radiación en Plano Inclinado
- Figura 6. Promedio de radiación global en el plano horizontal e inclinado para cada región de Brasil
- Figura 7. Distribución de la energía potencial en el Globo
- Figura 8. Potencial de la Energía Solar en Brasil
- Figura 9. Crecimiento de Colectores Solares comercializar los últimos 10 años
- Figura 10. Situación proyecto
- Figura 11. Imagen satélite del edificio
- Figura 12. Plano de los edificios
- Figura 13. Vista externa del edificio
- Figura 14. Plano del edificio anexo - primer piso
- Figura 15. Plano del edificio anexo - segun piso
- Figura 16. Esquema de la cobertura del edificio
- Figura 17. Acimutes de fachadas
- Figura 18 y 19. Sombra en la cobertura (solsticio de verano) y (solsticio de invierno)
- Figura 20. Área afectada por la trayectoria de la sombra
- Figura 21. Área sombreada considerado (sin aplicación de paneles)
- Figura 22. Posicionamiento los captadores solares
- Figura 23. Tarifa de Gas Natural
- Figura 24. Comparacion Financera
- Figura 25. Pantallazo de SWERA
- Figura 26. Pantallazo de SWERA con leyenda kWh/dia
- Figura 27. Esquema básico de una instalación de ACS
- Figura 28. Esquema calentador solar de placa en plan
- Figura 29. Captador en plan sin cobertura
- Figura 30. Captador a Vacuo
- Figura 31. Eficiencias de colectores planos con y sin cristal
- Figura 32. Trayectoria del sol y de la desviación del norte geografico (ángulos de acimut de la superficie)
- Figura 33. Tipologia de acumuladores térmicos
- Figura 34. Intercambiador de calor
- Figura 35. Sistema de control con diferencial de temperatura
- Figura 36. Radiacion Solar en Brasil
- Figura 37. Radiacion Solar en Brasil
- Figura 38. F-chart de HSolGas V1.0 modificado y desbloqueado
- Figura 39. Demanda energetica de ACS
- Figura 40. Tipologia de conexion
- Figura 41. Sistema circuito primario
- Figura 42. Calculo de tuberias excel
- Figura 43. Calculo de tuberias excel

Figura 44. Esquema Retorno Invertido

## Lista de Tablas

- Tabla 1. Areas de la cobertura
- Tabla 2. Corrección de acimutes
- Tabla 3. - Historico del consumo de agua en la Sede
- Tabla 4. - Historico del consumo de agua en el anexo
- Tabla 5. - Datos de Consumo
- Tabla 6. - Porcentaje de Ocupacion**
- Tabla 7. Tarifa de Gas Natural
- Tabla 8. Datos climáticos de Florianopolis, Santa Catarina
- Tabla 9. Datos climáticos NASA
- Tabla 10. Radiacion ( $kWh/m^2$ )
- Tabla 11. Radiacion ( $KJ/m^2$ )
- Tabla 12. Velocidad del viento (m/s) y (km/h)
- Tabla 13. Tabla de selección de tuberías
- Tabla 14. Presupuesto
- Tabla 15. Datos Financieros
- Tabla 16. Gastos anuales de gas

## Acrónimos

- AC - Corriente Alterna
- ACS - Agua Caliente Sanitaria
- CNFL - Compañía Nacional de Fuerza y Luz
- DC - Corriente Continua
- EOI - Escuela de Organización Industrial
- GLP - Gas Licuado Petróleo
- ICE - Instituto Costarricense de Electricidad
- IMN - Instituto Meteorológico Nacional
- NASA - National Aeronautics and Space Administration
- NEC - National Electrical Code (Código Eléctrico Nacional)
- NFP - National Fire Protection Agency (Agencia nacional de protección contra incendios)
- NREL - National Renewable Energy Laboratory O Oeste SFCR Sistema Fotovoltaico de Conexión a Red
- SWERA - Solar and Wind Energy Resource Assessment TIR Tasa Interna de Retorno VAN Valor Actual Neto

## Nomenclatura

A - Área  
 Cp - Calor específico  
 D - Distancia mínima entre filas (m)  
 FDI - Factor de Inversor/Generador  
 Fp - Factor de presión Irradiación  
 G - Irradiación  
 H - Altura de la fila adyacente =  $L_g / \sin \beta$   
 I - Corriente neta de una célula (A)  
 K - Coeficiente de dilatación del fluido  
 L - Longitud del cable (m)  
 Lg - Longitud del generador  
 m.c.a. - Metros Columna de Agua  
 Mmpp - Punto de Máxima Potencia de un Dispositivo Fotovoltaico  
 Np - Numero de ramas en paralelo en un generador  
 Ns - Numero de módulos en serie en un generador  
 P - Potencia continua (kWh)  
 Pi - Presión absoluta de la altura manométrica  
 Pf - Presión Máxima Caudal  
 Q - Caudal  
 S - Sección del Cable para Zona de Corriente ( $\text{mm}^2$ )  
 Sac o Sdc - Sección de un Conductor de Corriente Alterna o Continua  
 T\*c - Temperatura de Funcionamiento Estándar  
 Ta - Temperatura Ambiente  
 Tc - Temperatura de Funcionamiento de una Célula  
 TONC - Temperatura de Operación Nominal de una Célula  
 Txx - Temperatura a XXoC  
 V - Volumen  
 V\*mpp - Tensión de una Célula en el Punto de Máxima Potencia Estándar  
 V\*oc - Tensión de circuito abierto de una célula en condiciones estándar  
 Voc - Tensión del circuito abierto de una célula  
 XLPE - Polietileno reticulado a 90o  
 SH - Perdida de Carga  
 SV - Perdidas de Tension (V)  
 $\Phi$  - Angulo de Latitud  
 H - Redimiento

## 1. Introducción

### 1.1 Introducción

Con las crisis y las preocupaciones de los recursos energéticos disponibles cada vez más escasos y caros, estas características tienden a ser compensada por la aparición de otros. Ya que la energía eléctrica e indispensable para la supervivencia humana, especialmente por su evolución, con el fin de adaptarse al medio en el que viven y satisfacer sus necesidades.

Gran parte de los recursos energéticos de Brasil se obtienen a partir del sistema hidrotermal grande, con predominio de las centrales hidroeléctricas que se encuentran en las regiones no desarrolladas, periféricas de los grandes centros de consumo y con sujeción a las restricciones ambientales. Estas transmisiones necesita de grandes sistemas para que cumplan plenamente todas las regiones. Debido a esto, se convierten en la conciencia fundamental de la disponibilidad de los recursos energéticos, las nuevas tecnologías y sistemas para la utilización y el suministro de las necesidades regionales y sectoriales energéticos del país. La Figura 1. muestra el suministro nacional de energía en Brasil.

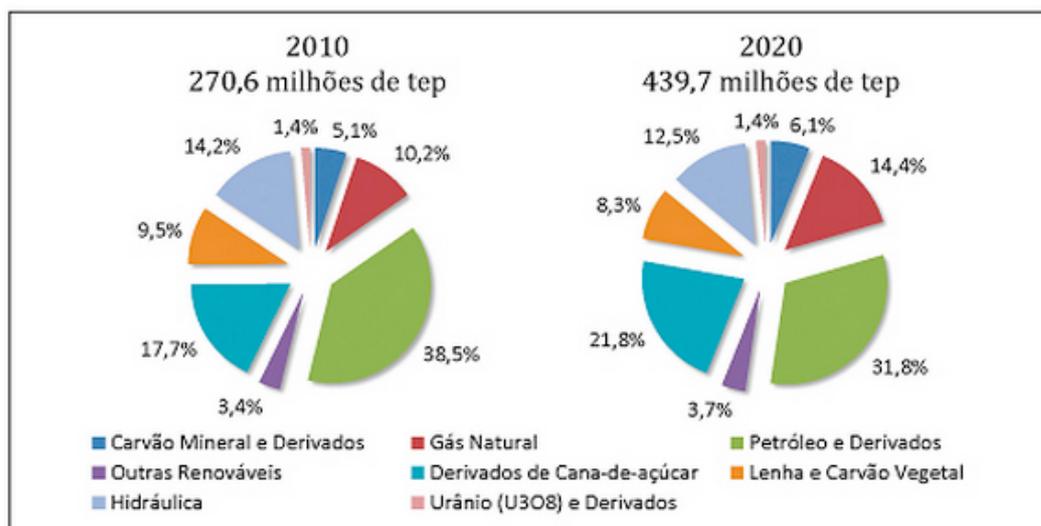


Figura 1. - Suministro de electricidad doméstica en Brasil

El Brasil es un de los países tropicales con mayor índice de irradiación solar, casi todo el año, porque la mayor parte de su territorio se encuentra cerca de la línea ecuador. Por lo tanto, el uso potencial de la radiación solar como fuente alternativa de energía eléctrica y para el calentamiento de agua, se convierte en viable y sostenible debido a su constante renovación.

La energía solar, en Brasil, todavía tiene su alto coste en relación a la fuente hidráulica, pero el uso a pequeña escala, de bajo costo y una posibilidad que debe ser estudiado y desarrollado principalmente en el uso residencial. La figura 2. muestra el consumo sectorial en Brasil de energía y en el sector residencial se encuentra entre los más grandes, sólo superada por la industria.

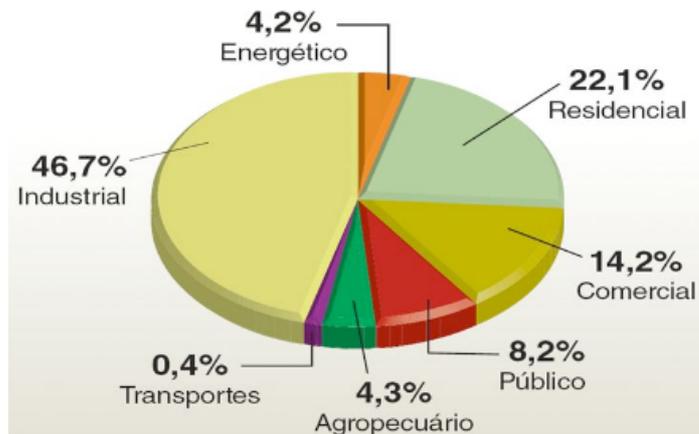


Figura 2. - Consumo de energía eléctrica por sector en Brasil

Actualmente, en Brasil y en todo el mundo presencia es un incentivo importante en el uso de la energía solar debido a su disponibilidad en el planeta. De la misma manera, existe una necesidad de disfrutarlo al máximo y al menor costo, el potencial que ofrece esta fuente, por lo que es cada vez más competitivo para las aplicaciones más amplias. La figura 3. muestra el crecimiento de los grupos de "otras fuentes" con un crecimiento de más del 100%, lo que incluye la energía solar a pesar indecible actualmente muestra una tendencia de crecimiento.

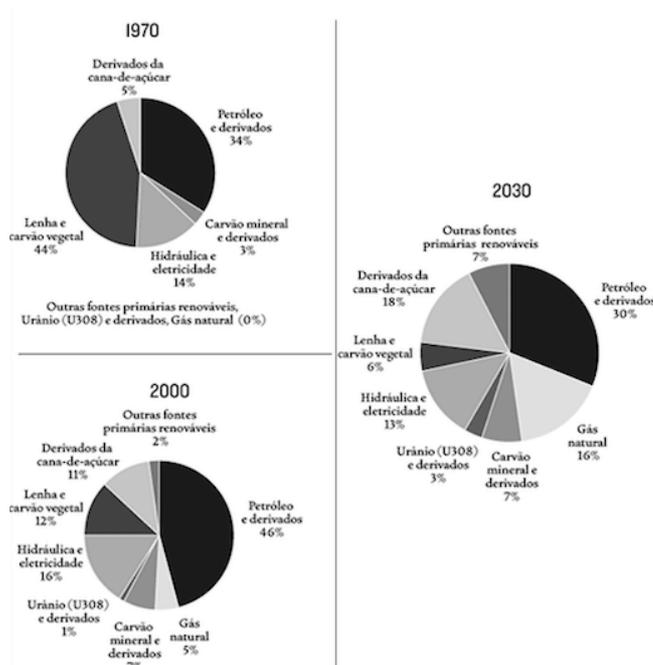


Figura 3. - Acciones de diversas fuentes de consumo de energía

Basado en el asunto de referencia, es evidente la importancia de utilizar la energía solar como eléctrica y calefacción en edificios, ya que utiliza parte de la irradiación disponible tan útil como el calor o la electricidad no va a aumentar o disminuir el calor. Por otra parte, estos sistemas son capaces de contribuir al suministro de energía eléctrica, sin la emisión de gases de efecto

invernadero o ácidos, que tienen también la ventaja de prescindir de la necesidad combustible o materiales de transporte.

Este trabajo tiene como principal objetivo la explicación de la operación, uso y aplicación de los paneles solares para el sistema de calentamiento de agua en los edificios con su pasividad en cuestión de la agresión ambiental. La radiación solar recibida en la superficie de la tierra se puede convertir en calor y contribuyen a la satisfacción de las necesidades de energía destinadas para calentamiento de agua en el sector residencial. Los colectores solares transfieren energía solar absorbida en el líquido a calentar. La posibilidad de utilizar la energía solar en los edificios de viviendas permite a los consumidores - cada vez más sensibles a las cuestiones ambientales - la posibilidad de la utilización de esta energía alternativa como complemento de su consumo actual.

Con relación a los problemas económicos y ambientales, la disponibilidad de recursos naturales impuso en los últimos años el cambio de nuestra energía para la producción de electricidad, la promoción de un crecimiento más fuerte a costa de termoelectricidad a la hidroelectricidad. Esta nueva realidad requiere - es la provisión de fuentes de energía primaria y la eficiencia de la cadena de transformación en energía útil - de pensar acerca de cómo obtener calor.

El uso de gases combustibles representa un gran potencial de ahorro de energía primaria de calor directo. En el sector residencial, la sustitución de la electricidad por los combustibles para la producción de agua calientes y contribuir a aliviar la presión sobre las fuentes primarias, es esencial para diferir las inversiones en transmisión y distribución de energía eléctrica, para reducir la demanda sobre todo en tiempos pico.

El mercado residencial es el principal foco estratégico en la expansión de su negocio y debe influir directamente en la estrategia de expansión de las redes de distribución. Está claro, pues, que la realidad se convierte rápidamente y ante la perspectiva de vivir con una industria del gas con mayor capacidad para ofrecer un gran énfasis se vuelve hacia el desarrollo mercado más rápido.

El calentamiento de agua que utilizan energía solar como fuente trae un gran beneficio a la sociedad. Permite el uso de dos fuentes de energía compatible con la energía útil, aportando beneficios a los consumidores y ayudar a racionalizar los recursos naturales, con beneficios para el medio ambiente.

Para hacer frente a esta perspectiva es necesario reflexionar sobre algunos de los retos que hay que superar como el diseño y ejecución de las instalaciones de sistemas de calentamiento de agua la construcción de utilizar la energía solar.

La energía solar para calentamiento de agua en el sector residencial es una solución en desvimiento en el país. Existe la necesidad de un mejor conocimiento acerca de tamaño, componentes y características técnicas de los sistemas. Hay una necesidad tanto de un mayor número de profesionales cualificados para cubrir la demanda, la mayor difusión de la información técnica al respecto.

Es importante que la industria de equipos hace que las tecnologías disponibles para afrontar los retos que presenta el mercado y hace que los equipos disponibles para garantizar la eficiencia y la comodidad de los nuevos edificios de viviendas, que son cambios de infraestructura que puedan incorporar el sistema solar. Esta es una tendencia que se impondrá y llegará a toda la cadena de la construcción, con un poco de impacto en los costos, sin embargo, es aceptable si los sistemas están diseñados adecuadamente.

El uso de la energía solar en el sector residencial presenta un gran desafío para diseñadores, arquitectos e instaladores. Cada proyecto será un proyecto diferente, que requiere estos profesionales: facilidad de adaptación, la innovación y la flexibilidad en la ejecución del proyecto y

la instalación. Es necesario acercarse a los profesionales de la construcción de las soluciones técnicas que utilizan la energía solar con el gas natural, adaptado a nuestra realidad y utilizado con éxito en muchos países.

## 1.2 El potencial solar de Brasil

Para el levantamiento de la energía potencial disponible es imperativo que tiene una información fiable. El principal obstáculo en la ejecución de proyectos que contemplar el uso de energías renovables en los países desarrollo es la falta de una evaluación de recursos confiable energía disponible. Teniendo en cuenta que han surgido algunas iniciativas acerca de la encuesta y la cartografía de los recursos de energía solar en Brasil.

De acuerdo con la ANEEL, entre los más recientes esfuerzos y evaluación eficaz de la disponibilidad de la radiación solar se destaca Atlas Solarimétrica de Brasil y también Atlas de Radiación Solar en Brasil.

A partir de la generación de una base de datos en energía solar integrada de datos socio-económicos de manera que cumpliría parte de la demanda de información fiable necesaria para la planificación energética y el desarrollo de proyectos uso de fuentes alternativas de energía solar. En este contexto, se dispone de datos de alta calidad, presentada en formato SIG (georeferenciada) y se divide en tres grandes grupos regionales: África, América Latina y Asia.

Además de estos datos también están disponibles para los datos horarios radiación solar y otros parámetros meteorológicos, como la temperatura aire y humedad en formato TMY (año típico) para el 20 de Ciudades brasileñas. La intención es la de proporcionar estos datos a simulaciones por ordenador de sistemas de conversión de energía solar y equilibrio térmico de los edificios, facilitar la comparación de los resultados diferentes sistemas. Entre la información disponible sobre el recurso solar Brasil, vale la pena señalar aquí los promedios anuales y estacionales de la radiación superficie horizontal global, difusa, directa y directa con pendiente igual a la latitud local, toda la resolución de 10 kilómetros x 10 km, lo que resulta en disponibilidad de mapas com alta resolução espacial. Estos mapas tambien hacen parte del Atlas Brasileiro de Energia Solar publicado en 2007.

La preparación de documentos, tales como la energía solar, el Atlas es una manera segura para presentar el potencial de la energía solar en Brasil. Por lo tanto, con el fin de aumentar este potencial se muestra en la figura 4. los mapas relativos a los promedios anuales y estacionales de la radiación global en el plano horizontal.

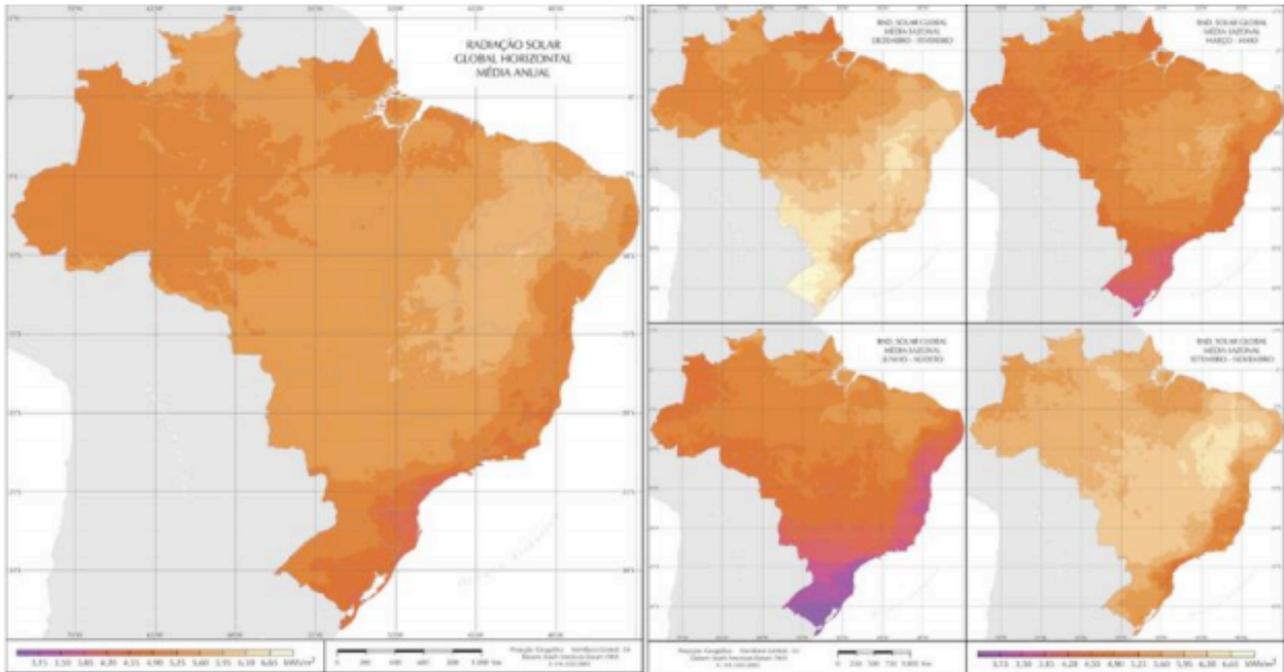


Figura 4. Promedio de la radiación anual y estacional global en el plano horizontal

Aunque, en general, los mapas de la radiación solar disponible se muestran para una superficie horizontal para la aplicación de la energía solar que pueden inclinar la superficie de recepción es más debe observar la radiación en un plano inclinado con un ángulo igual a la latitud local . Ante esto, la figura 5. también muestra los promedios anuales y estacionales de la radiación global en plano con pendiente igual a la latitud local.

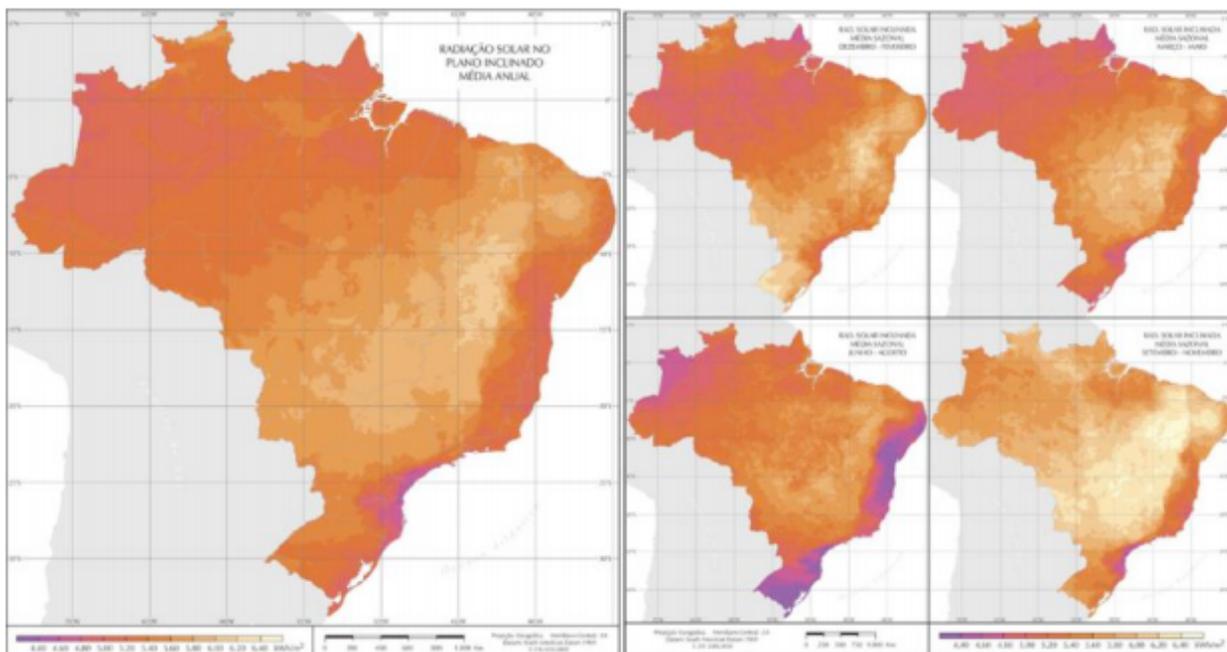


Figura 5. Promedio anual y estacional Global de la radiación en Plano Inclinado

El análisis de las cifras, se observa que, aunque el Brasil presenta una amplia gama de características climáticas de su territorio, la disponibilidad de la radiación solar en la región es casi uniforme en todo el Brasil, con el predominio de la media anual relativamente alto en todo el país. Existen diferencias significativas entre el sur y el norte, sobre todo porque en el sur las estaciones son bien definidas y los días son más cortos en invierno. Sin embargo, la radiación solar capturada en el verano ya compensa esta diferencia en promedio. Teniendo en cuenta la extensión de 8,5 millones de kilómetros cuadrados, la energía solar recibida en el territorio brasileño supera los 15 millones de TWh por año. Según el INPE, los valores de radiación solar incidente mundial sobre cualquier región de Brasil (4200 a 6.700 kWh / m<sup>2</sup>) son más altos que los de la mayoría de los países de la Unión Europea, como Alemania (900-1250 kWh / m<sup>2</sup>), Francia (900 - 1650 kWh / m<sup>2</sup>) y España (1200 - 1850 kWh / m<sup>2</sup>), que proyecta para tomar ventaja de los recursos solares, algunos depender de fuertes incentivos del gobierno, se han generalizado. Aparte de el índice de radiación solar incidente sobre planos horizontales e inclinados, también es importante tener en cuenta la variabilidad de flujo incidente de la radiación solar en la superficie alrededor de los valores medios dados en los mapas de la radiación. Los valores de variabilidad media anual de radiación pueden ser interpretados como la dispersión promedio presentado por los valores totales diarios alrededor de la media obtenida en el período de tiempo y datos considerado. Con esto, se puede hacer la estimación de la fiabilidad de Suministro de Energía en la Región. La Figura 6 muestra los promedios de valores anuales de variabilidad.

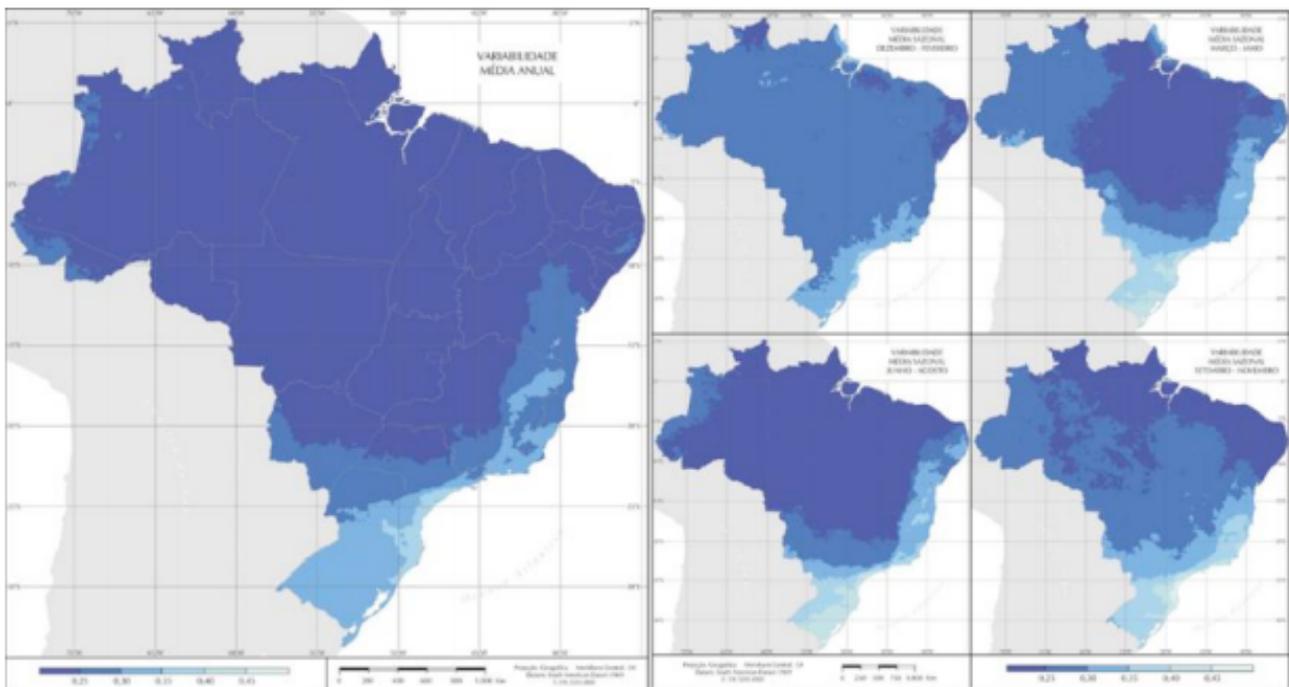


Figura 6. Promedio anual y estacional La variabilidad de la radiación solar

El análisis de los mapas de variabilidad anual, se observa que la adición la presentación de los altos valores medios de radiación solar incidente sobre superficie, el territorio brasileño también tiene valores bajos la variabilidad anual de la radiación. Esto indica, desde un punto de vista práctico, un factor positivo para la implantación de plantas solares en esta región. Por último, con el fin de analizar individualmente cada región el país, la Figura 7. muestra el potencial de la energía solar anual media según la región.



Figura 7. Promedio de radiación global en el plano horizontal e inclinado para cada región de Brasil

Los altos valores de radiación solar presente en Brasil pueden ser explicados por su posición geográfica. Por lo tanto, de acuerdo con el Manual de Energía Alternativa CEPEL, el potencial de la energía de la energía solar en una región determinada es determinado como se puede ver en la Figura 8.

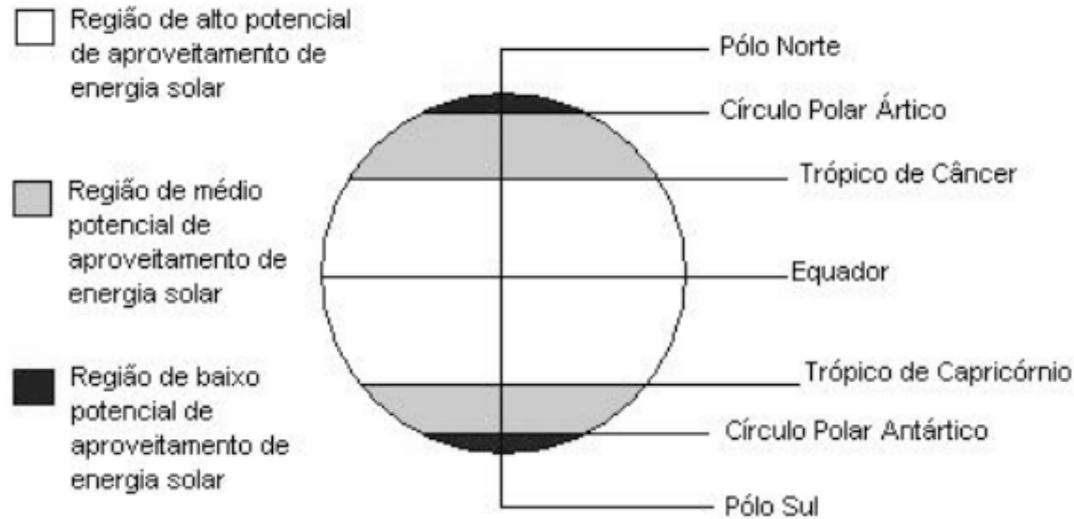


Figura 8. Distribución de la energía potencial en el Globo

Por lo tanto, como Brasil es en una región entre trópicos y cerca del ecuador, privilegiando la alta índices solarimétrica que son determinantes para el crecimiento uso de la calefacción solar, la figura 9. muestra que Brasil tiene la mayor parte de su territorio(aproximadamente 90%) en la región considerados de alto potencial para la energía solar.



Figura 9. Potencial de la Energía Solar en Brasil

Brasil tienes unos mejores potenciales solares en el mundo. Por lo tanto, se espera que datos ayudan a desarrollar proyectos contemplan sistemas conversión de la energía solar térmica en Brasil.

### 1.3 Mercado Solar de Calentamiento de Agua en Brasil

Aunque el calentamiento solar ha comenzado en Brasil comercialmente en los años 70, únicamente a partir de los años 90 es que el mercado comenzó a conseguir un aumento en las tasas de crecimiento. Sin embargo, fue a partir del año 2001 y el mercado crisis energética que el mercado brasileño para la calefacción solar ha experimentado un cambio significativo. Frente a la crisis energética experimentada por Brasil en 2001, impulsado por diversas medidas y metas para reducir el consumo energética adoptada por el gobierno en respuesta al mercado de la calefacción solar estaba listo, disparando un incremento del 80% con respecto al año anterior. En ese momento, motivada por el escenario de incentivo que han surgido que en el mercado es necesario invertir para satisfacer la demanda. Durante este periodo de calentamiento solar se informó ampliamente en Brasil. Sin embargo, pasado el período de crisis, el mercado sufrió una fuerte desaceleración en 2002 que muestra una fuerte caída en comparación con el año de 2001. El cambio repentino luego tuvo consecuencias repentinas, provocando el cierre de la mayoría de las empresas o de obligarlos a término a las actividades relacionadas con la tecnología solar, denunciando así, la fragilidad de la infraestructura para el desarrollo de un política regulatoria para la tecnología solar. Desde el año 2002, el mercado parecía haber reanudado dirección. El Brasil luego pasó a instalar un promedio de 320 por metro cuadrado año entre 2002 y 2004, mostrando un crecimiento del mercado 33%. La tendencia de crecimiento se mantuvo sin disminuir hasta la fecha, como se muestra en la Figura 10.

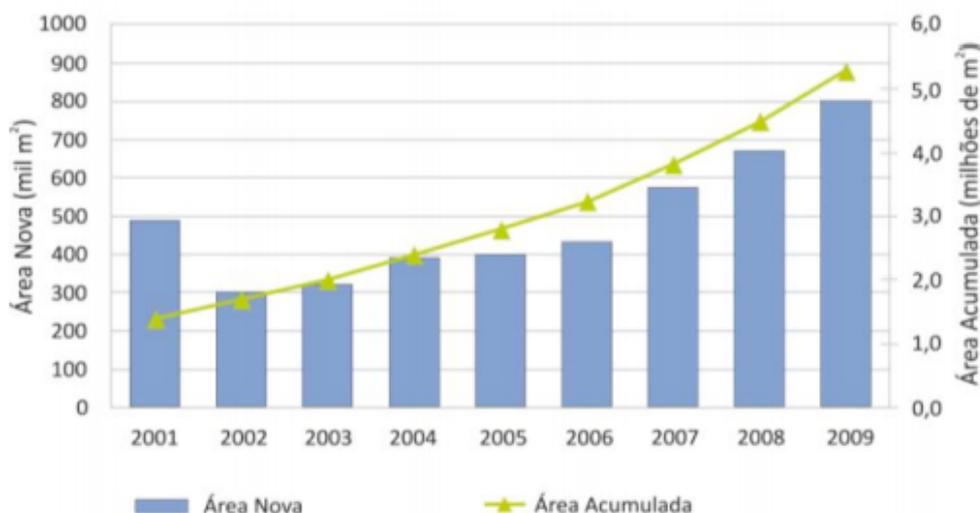


Figura 10. Crecimiento de Colectores Solares comercializar los últimos 10 años

La figura 10. presentada resume todo el desarrollo del mercado calentamiento solar durante la última década y muestra que el mercado La expansión es todavía muy grande. Sólo en 2009 la producción brasileña de captadores solares crecieron un 18,9% respecto al año anterior. Todavía el tiempo ha alcanzado un volumen de 798.000 metros plaza, la más alta jamás registrada por el sector en los últimos años. Añadiendo este volumen con el ya instalado, Brasil cuenta ahora con más de 5 millones metros cuadrados de colectores solares. El escenario actual desarrollo del mercado de la calefacción solar en Brasil es motivador. Por lo tanto, hoy Brasil domina la tecnología de los calentadores solar, con un 100% de los equipos utilizados se producen en país, con mano de obra y materias primas nacionales.

## 1.4 Beneficios e Incentivos

La introducción de sistemas de calentamiento solar de agua en residencias domésticas en Brasil se ha asociado con un conjunto beneficios y por lo tanto demostrado ser una gran idea prometedora. Entre los argumentos más citados, hay una reducción en la uso de la ducha eléctrica que en las horas punta, es una de las principales responsable del alto consumo de electricidad en el país, lo que requiere distribuidores de elevadas inversiones para satisfacer esta demanda, como ya se ha reportado en varios estudios. Sin embargo, también hay otra beneficios a nivel nacional que pueda ser citado. Según los datos de DASOL por cada metro cuadrado de colector solar instalado y utilizado durante un año en Brasil, existe un equivalente de:

- 56 metros cuadrados de humedales (presas);
- 215 kilos de leña;
- 66 litros de diesel;
- 55 kilos de gas;

Además de los datos presentados, también es importante mencionar los beneficios que se obtienen a partir de la perspectiva de cada casa en particular. Hay un ahorro de hasta un 50% en la cuenta electricidad. Por lo tanto, se estima que la totalidad de la inversión inicial, que tiene una vida útil de 15 a 20 años en promedio, se devuelve en un período de 0 a 24 meses, lo que hace su uso algo muy ventajosa.

Por otro lado, los gobiernos locales han mostrado cierta esfuerzos recientes y eficaces. Desde 2006 varias leyes están siendo creado y muchos están todavía en proceso, colaborando para ampliar la industria y el equipo a escala de la producción como consecuencia, un hecho que está estrechamente relacionado con la reducción de precios. También es importante destacar algunas iniciativas como la Programa "Agua de Calefacción con Energía Solar", implementado por Cemig (Central Eléctrica de Minas Gerais), donde las instalaciones colectores solares fueron donados para mejorar el servicio eléctrico en barrios beneficiados y el proyecto "Ciudades Solares", promovido por DASOL y Vitae Civilis que busca demostrar a las autoridades públicas la necesidad de la creación de leyes para fomentar el uso de calentadores Solar.

Sin embargo, a pesar de todos los beneficios e incentivos a al contrario de lo que ocurre en otros países, todavía hay ninguna incentivos fiscales y financieros para los usuarios de esta tecnología en Brasil. La mayor logro hasta la fecha era una ley que hacía obligatorio el uso de calentadores solares en algunos de los nuevos edificios comerciales, ciudad residencial e industrial de São Paulo.

## 1.5 Impacto en el Mercado de la Energía

El uso del sol como la población enérgico, desplaza la energía comercial, como la electricidad y el gas, que representa la pérdida de mercado para estos energética comercializada por las industrias de los costos hundidos y establecer contactos con un gran poder económico.

La tecnología para el uso del sol como fuente de energía para calentar el agua y simple y puede ser fabricado por pequeñas empresas. Los modelos y dimensionamiento de sistemas de calentamiento varían de acuerdo a las condiciones climáticas de cada región y la demanda de agua para cada familia. Por lo tanto, el uso de agua de la calefacción con energía solar conduce a una perspectiva de mercado en la fabricación de equipos de la pequeña empresa puede desplazar el uso de la energía comercial que ofrece a la población por grandes industrias organizadas en redes.

## 1.6 Impactos Ambientales

En cada 1 m<sup>2</sup> de calentador solar instalado puede evitar el uso de las fuentes convencionales de producción de energía, tales como: "55 kg de GLP / año, 66 litros de gasoil / año, la inundación de alrededor de 56 m<sup>2</sup> para la generación de energía hidroeléctrica y elimina el consumo anual de 215 kg de leña ", es decir, las fuentes de energía que implican un costo para los impactos de los consumidores y del medio ambiente. Los impactos ambientales de la utilización del sol para calentar el agua se desplazan a la tecnología de la energía. El material utilizado para la construcción de la calefacción solar térmica son los sistemas impactantes. Por lo tanto, el uso de materiales reciclables y durabilidad, causa menos material de impacto de menor ciclo de vida y menos durabilidad.

Entre los impactos ambientales derivados de la utilización de calefacción solar de agua por la población que residen en viviendas públicas, se debe considerar el probable aumento en el volumen de agua para el baño ya que cuando la temperatura del agua se puede ajustar a lo que el consumidor considera aceptable, tienden a ser más prolongado.

Los impactos de la utilización del sol para calentar el agua por la población de bajos ingresos puede ser visto como positivo para el medio ambiente, para los individuos y sus familias, constituyéndose como un mecanismo para reducir las desigualdades en la distribución del ingreso y, por tanto, del uso de la energía. El uso del sol proporciona una reducción de las inversiones en generación, transmisión y distribución de electricidad y gas para este propósito específico, Pero también significa la posibilidad de la pérdida de ingresos para la industria de la energía, en especial la industria de la electricidad.

## 2. Objetivos del Proyecto

Identificar alternativas eficientes para reducción de costos en la edificación y formas permanentes de utilizar la energía solar térmica para calentar agua y servir de ejemplo para los nuevos edificios tengan su conciencia social y ambiental.

### 2.1 General

Presente la radiación solar como fuente de energía renovable, con el uso de esta energía como fuente de calor y luz, por lo que es uno de la energía alternativa prometedora para los desafíos de la escasez de recursos y una menor agresión al medio ambiente.

Centrándose en el uso de la energía solar, este trabajo identifica las tecnologías, los beneficios ecológicos y conscientes de las fuentes de electricidad y de calefacción residencial.

### 2.2 Específicos

Describir las placas de sistema instalados en los techos como captación de energía solar para calentamiento de agua.

Esta investigación mostró que el uso de la energía solar térmica para calentar el agua para el uso en duchas, grifos puede también utilizar la energía fotovoltaica para la energía eléctrica en los aparatos eléctricos comunes. También será abordado las dificultades, resistencias, beneficios e impactos del uso de la energía solar.

## 2.3 Metodología

Para lograr los objetivos propuestos, el trabajo fue desarrollado por primera vez el uso de los principios básicos de los artículos de investigación y publicaciones técnico-científicas, tesis y disertaciones, además de la investigación en Internet sobre los artículos disponibles en las asociaciones técnicas y científicas sitios web.

Después de un primer contacto con el tema y suficiente para producir una concisa y pertinencia de la labor de información, la investigación se intensificó en busca del rendimiento de los centros de investigación de Brasil en la conservación y el uso eficiente de la energía, las fuentes renovables, auditorías energéticas, la generación, la transmisión y distribución de electricidad.

La evaluación y la organización de los datos de la investigación, junto con un asesor docente activo en los procesos de construcción y de investigación vinculado a una menor agresión al medio ambiente, el trabajo llevaron a la identificación de la importante y creciente consumo de energía eléctrica en los edificios, Las soluciones que el escenario brasileño para el uso de la energía solar que se puede adaptar con operación efectiva y los beneficios de los equipos desarrollados y estudio de caso, alcanzar esas metas.

Durante el proceso de organización de los datos, hubo una preocupación constante para mostrar soluciones que incorporan aspectos de la eficiencia energética y confort ambiental, así como técnicas de lucha contra el derroche energético. Completado las fases de investigación y estudio de caso del informe técnico que compone el trabajo de completar el curso fue desarrollado.

## 2.4 Tipo de estudio

El tipo de estudio es una base de investigación teórica desde el punto de vista de interpretación y conocimiento de las tecnologías que sean encontradas, realizando asimismo un estudio económico y de diseño.

## 2.5 Recopilación de información

### Aspectos físicos - Información sobre datos climatológicos obtenidos desde puntos de información del Gobierno Brasileño

- Instituto Nacional de Meteorología (INMET);
- Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Eletrica (ABRADEE);
- Agencia Nacional de Energia Eletrica (ANEEL);
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- Otras bases de datos de libre acceso;

### Información teórica

- Información sobre sistemas;
- Libros;
- Apuntes académicos;
- Páginas web;

### Legislación ambiental, legal y jurídica

### Aspectos económicos

- Precios online de equipos (inversores, bombas, etc,) y de accesorios necesarios para la instalación (tuberías, cableado, equipos de monitoreo, etc,)
- Precios de acceso a red; (ANEEL)

## 2.6 Tratamiento de información

- Descripción de la situación del desarrollo de la instalación;
- Explicación de los sistemas utilizados; características, aplicaciones, costos y demás aspectos importantes;
- Selección de las tecnologías a aplicar y de los equipos realizando cálculos en Excel;
- Evaluar con la información recopilada y determinar la viabilidad del proyecto;
- Estudiar el comportamiento de la curva de consumo en Excel y la demanda por parte del edificio;
- Estudio económico de los costes, TIR, VAN y pérdida de retorno (Payback);
- Visión general de la política del país en términos económicos, ambientales y legales relacionados con el desarrollo de una instalación doméstica de renovables;

## 3. Situación

Brasil, oficialmente la República Federativa del Brasil, es el país más grande de América del Sur y la región de América Latina, siendo el quinto más grande del mundo por superficie (equivalente al 47% del territorio de América del Sur) y la población (más de 201 millones), limitado por el Océano Atlántico al este, el Brasil tiene una costa de 7,491 kilómetros, El territorio brasileño está cortada por dos círculos imaginarios: el ecuador, que pasa a través de la desembocadura del Amazonas, y el Trópico de Capricornio, que corta la ciudad de São Paulo. El país ocupa una gran superficie a lo largo de la costa oriental de América del Sur e incluye gran parte del interior del continente, compartiendo fronteras con Uruguay, al sur; Argentina y Paraguay hacia el suroeste; Bolivia y Perú al oeste; Colombia y noroeste de Venezuela, Surinam, Guyana y el departamento francés de ultramar de la Guayana Francesa al norte, El país comparte una frontera con todos los países de América del Sur, excepto Ecuador y Chile, Brasil es una federación formada por la unión indisoluble de los 26 estados miembros, un Distrito Federal y los municipios, El proyecto que se describe en este artículo es que en Florianópolis (Figura 11.) es la capital del estado de Santa Catarina, en el sur de Brasil.

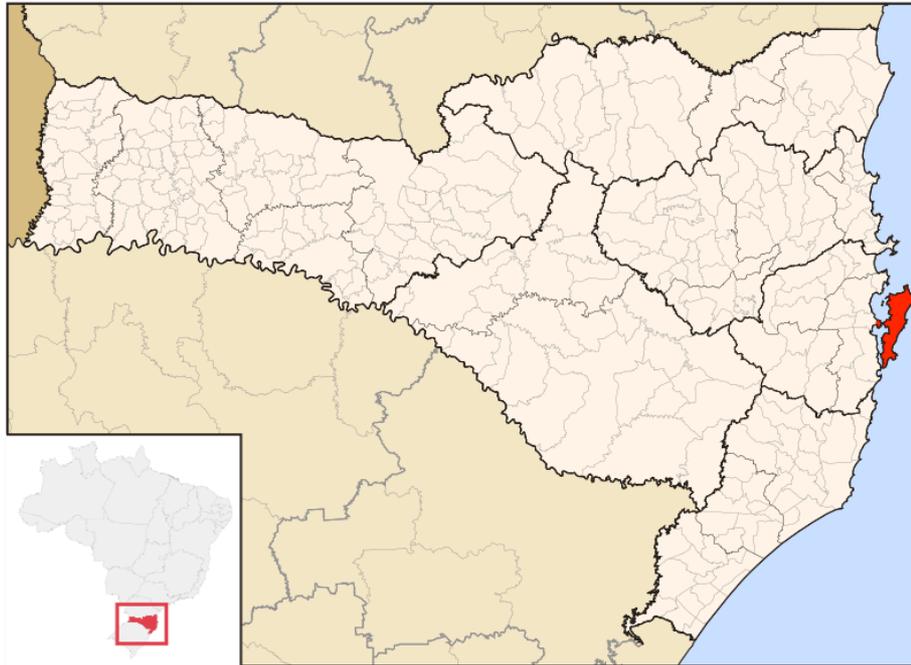


Figura 11. Situación proyecto - Florianópolis

### 3.1 Descripción de emplazamiento

El proyecto descrito en este documento se encuentra en la ciudad de Santa Catarina localizada dentro de la provincia de Itacurobi, en el Florianópolis, con las siguientes coordenadas:

- Altura: 25 m sobre el nivel del mar
- Latitud 27°58'77" S, Longitud 48°49'73" O

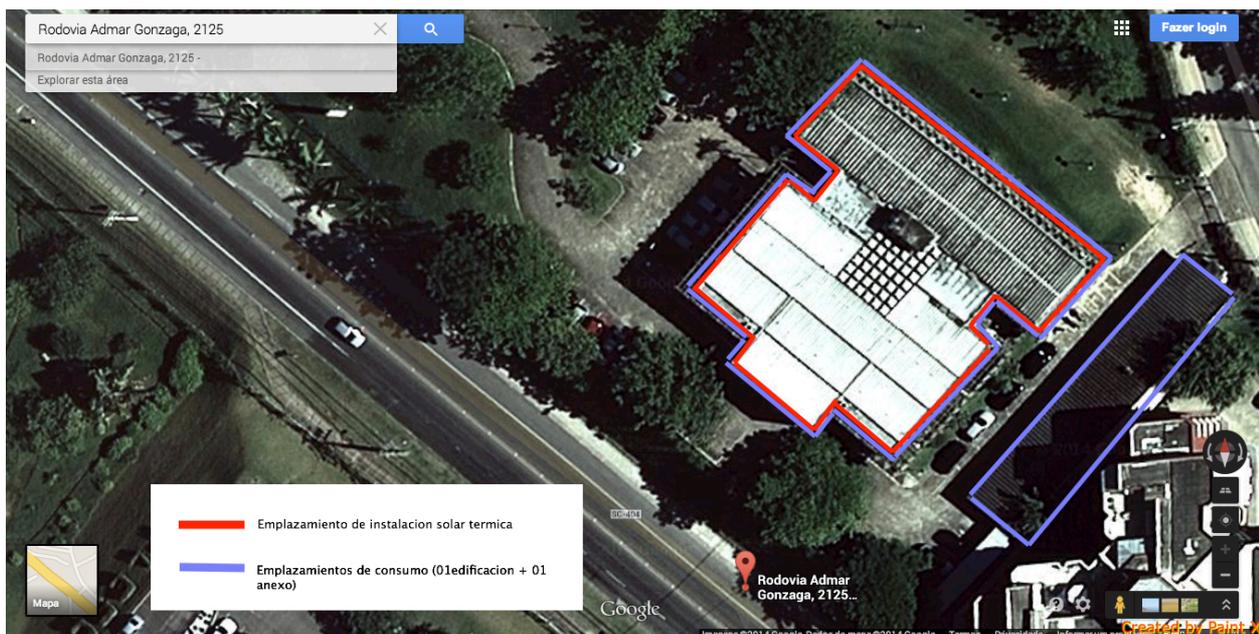


Figura 12. Imagen satélite de los edificios

La Figura 12. muestra una imagen tomada por un satélite en el programa de Google, Google Earth, en la que se puede distinguir el terreno donde se montará la instalación.

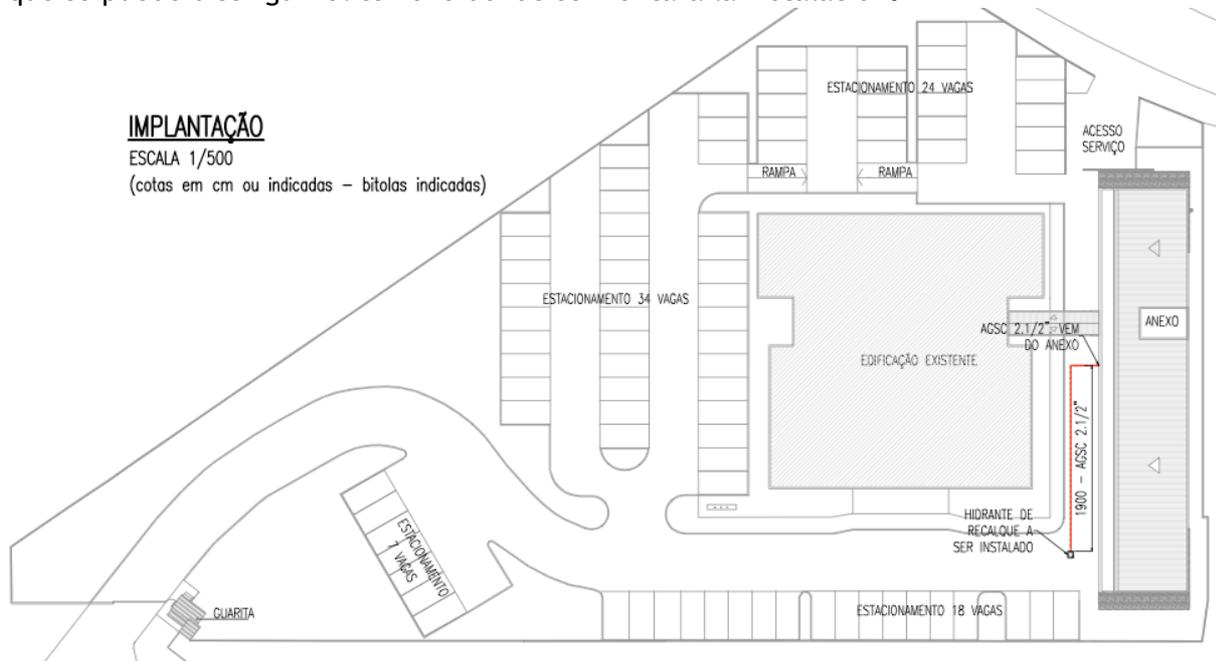


Figura 13. Plan de los edificios

## 3.2 Descripción de la residencia

### 3.2.1 General

El sitio de estudio para la implementación del sistema solar térmica y la construcción de la sede de CREA-SC (Consejo Regional de Ingeniería, Arquitectura y Agronomía de Santa Catarina), con sede en la ciudad de Florianópolis, capital de Santa Catarina (figura 14.) La edificación principal sólo se utiliza para eventos y conferencias, contiene 02 salas para conferencias, 04 baños y 01 de la cocina. El edificio anexo es comercial con oficinas, 02 baños y 01 de la cocina. (figuras 15 y 16).



Figura 14. Vista externa del edificio

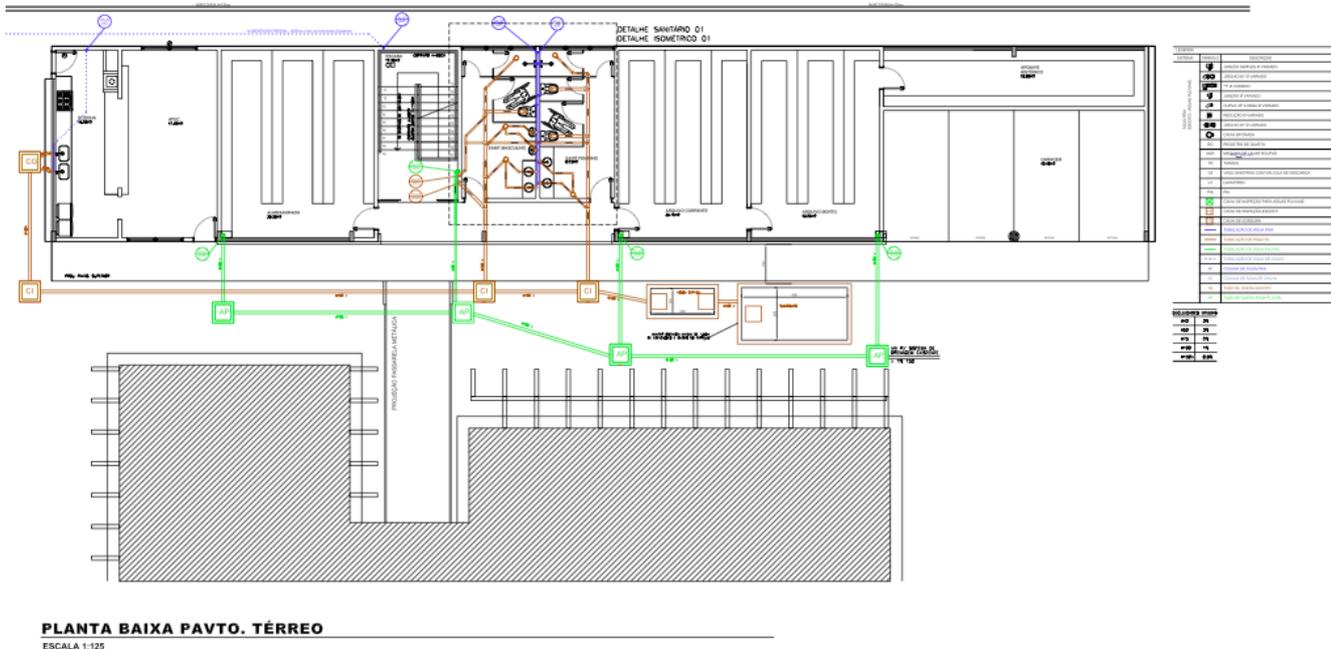


Figura 15. Plan del edificio anexo - primer piso

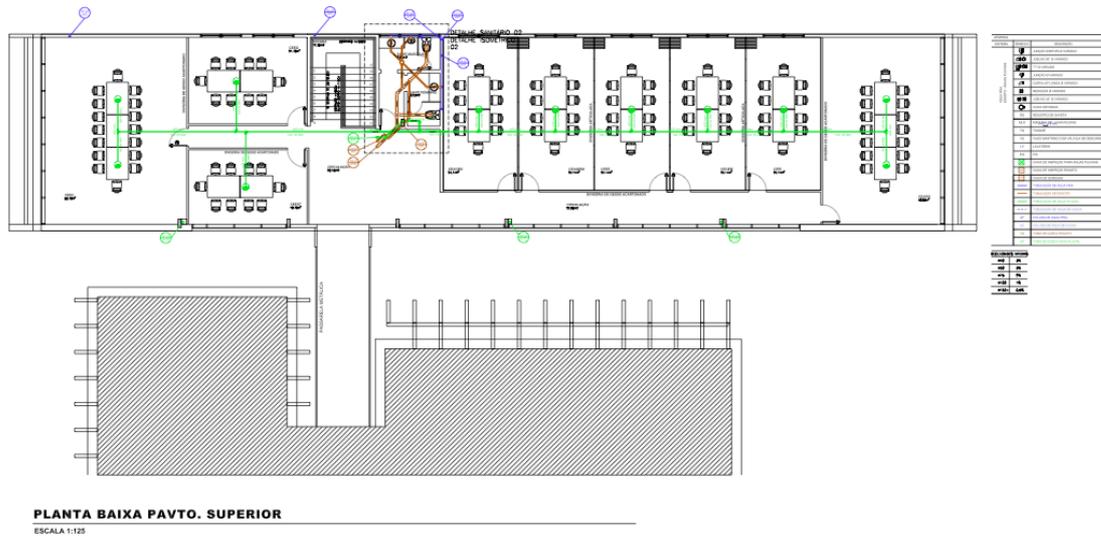


Figura 16. Plan del edificio anexo - según piso

### 3.2.2 Las áreas para la instalación de paneles

A través de las plantas de diseño arquitectónico del edificio, se han estudiado las zonas de cobertura con posibilidad de uso para instalaciones de paneles fotovoltaicos, de acuerdo a la división se muestra en la Figura 17. La suma de estas áreas asciende a aproximadamente 790 m<sup>2</sup>.

Area N <sup>o</sup>	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )
1	11,20	4,60	51,52
2	28,20	4,60	129,72
3	28,20	4,60	129,72
4	10,60	4,40	46,64
5	10,60	4,40	46,64
6	7,05	4,20	29,61
7	7,05	4,20	29,61
8	33,05	4,10	135,51
9	33,05	4,10	135,51
10	8,10	6,20	55,89
<b>Total</b>			<b>790,36</b>

Tabla 1. Areas de la cobertura

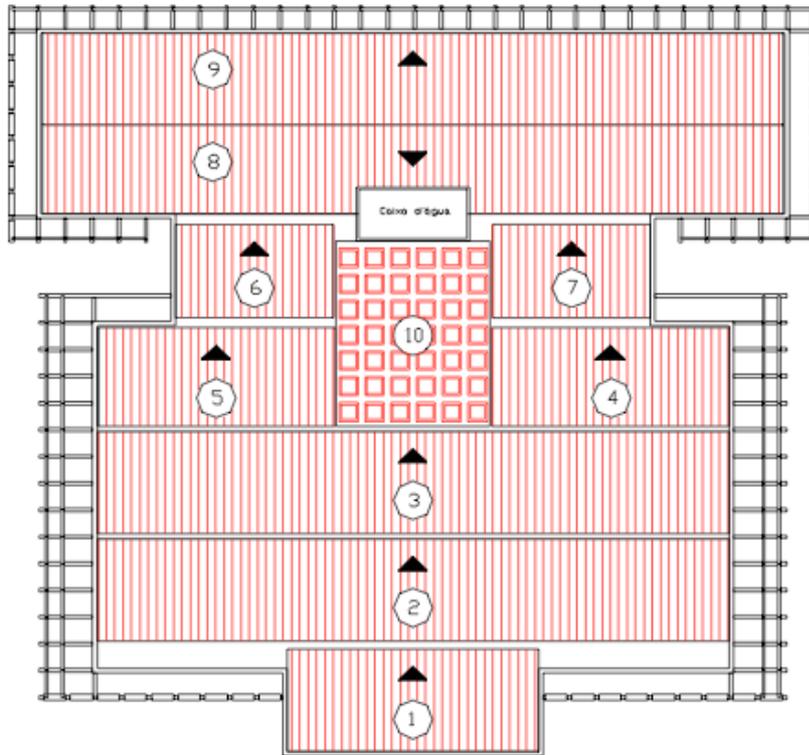


Figura 17. Esquema de la cobertura del edificio

### 3.2.3 Orientación geográfica

Para determinar la orientación de las fachadas del edificio se llevó a cabo una visita al sitio, mediante el uso de una brújula encontrado a la dirección del norte magnético. Para realizar el cálculo del valor de la declinación magnética en la ciudad de Florianópolis, y determinar la dirección del norte verdadero (geográfico), hizo uso del programa MAG 2.0. Los resultados encontrados en la fecha del estudio, fue una declinación de  $17,93^\circ$ . De estos datos fue posible obtener los valores de los acimutes de cada fachada del edificio, como se muestra en la Tabla 2. y la Figura 18.

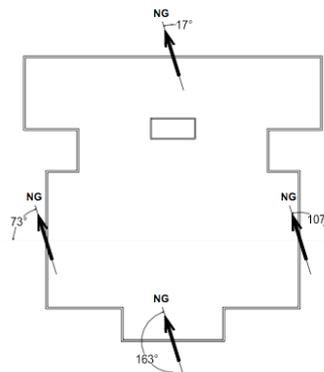


Figura 18. Acimutes de fachadas

<b>Fachada</b>	<b>Azimute</b>		
	Norte Magnético	Declinação Magnética	Norte Geográfico
Nordeste	35,0	17,9	17,1
Sudoeste	-145,0	17,9	-162,9
Noroeste	-55,0	17,9	-72,9
Sudeste	125,0	17,9	107,1

Tabla 2. Corrección de acimutes

### 3.2.4 Areas Sombreadas

La aplicación de las regiones sombreadas en paneles reduce la capacidad de generación del rendimiento del sistema de paneles, debido a la existencia de un depósito superior (tanque de agua), instalada en el tejado del edificio, surgió la necesidad de analizar la sombra proyectada por este elemento que impida la instalación de paneles en las zonas que permanecen a la sombra durante largos períodos durante el día.

La análisis se realizó con la ayuda del programa ECOTECT 5:01. A través de un modelado tridimensional del edificio y, posiblemente, delimitar la zona a la sombra de un elemento, en diferentes tiempos y las estaciones. El programa simula la trayectoria solar para la latitud local, lo que permite verificar la proyección de la sombra en el techo del edificio.

Hemos llevado a cabo la verificación de la trayectoria seguida por la sombra de la torre de agua en las fechas correspondientes a los tres hitos de declinación solar durante el año, en los solsticios de verano e invierno (22 de diciembre y 22 de junio) y los equinoccios (21 de marzo y 23 de septiembre), Con esto es posible delimitar el rango (área) donde se produce el sombreado a lo largo del año.

Figura 19. y Figura 20. (generado con el programa ECOTECT 5:01) muestra la representación gráfica de la magnitud de las sombras y luego toda la trayectoria en el techo durante el día en verano y el solsticio de invierno.

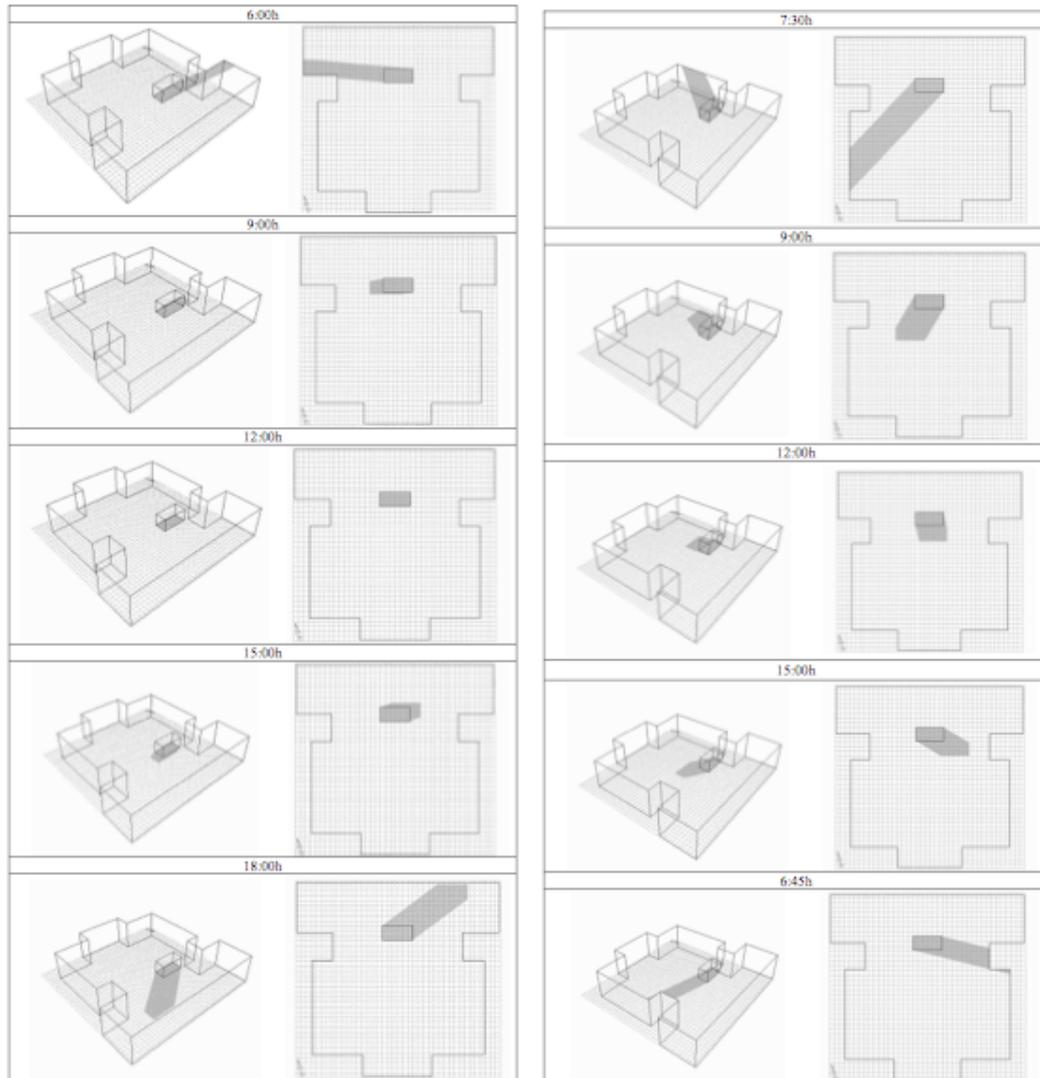


Figura 19.

Figura 20.

Figura 19. y 20. Sombra en la cobertura (solsticio de verano) y (solsticio de invierno)

A través del análisis de la variación de la trayectoria solar, fue posible para delimitar el área impactada por la sombra del depósito durante todo el año, lo que se representa por la región sombreada en la Figura 18. Esta área corresponde a 40,7% (321,4 m<sup>2</sup>) de espacio disponibles para la implementación de los paneles en el techo. El uso de este espacio no mucho a reducir el uso de la energía solar y el impacto en la reducción de la compra de energía de la red, Y debido a este hecho, se optó por considerar como área sombreada, la región que se ve afectada por la sombra del embalse en el periodo los días de 9:00 a 15:00 horas. Y durante este horario que la intensidad de la radiación solar y superior. Más allá del perímetro de la sombra durante el horario asumido incluso fue galardonado con una antelación de más de un metro. En la Figura 19., la región sombreada corresponde a la zona sombreada en cuenta en el proyecto, que es igual a 157,90 m<sup>2</sup>, que no se instalará paneles.

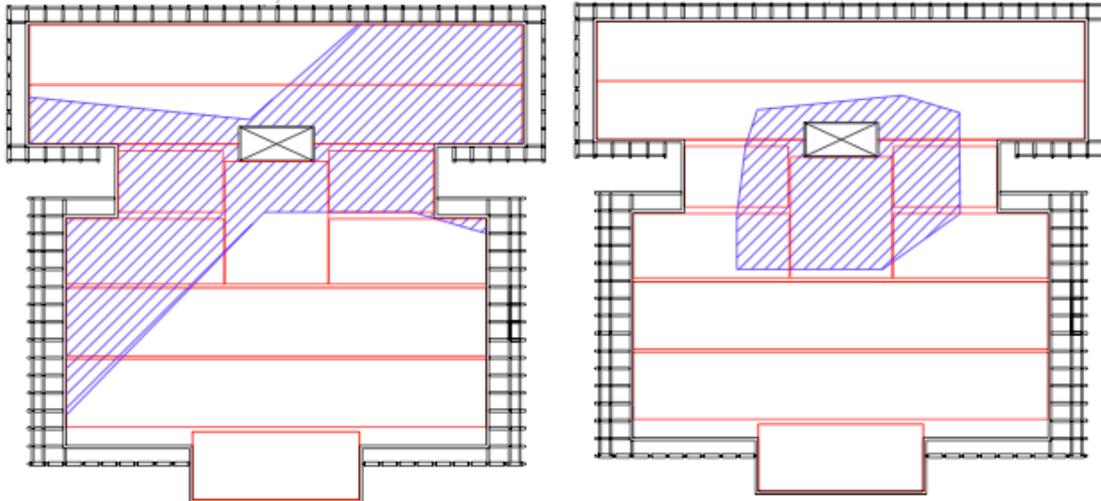


Figura 21. Área afectada por la trayectoria de la sombra del deposito de agua

Para mejor optimización del sistema sin la intervención de sombras del deposito de agua elegimos esa posición como muestra en la Figura 22.

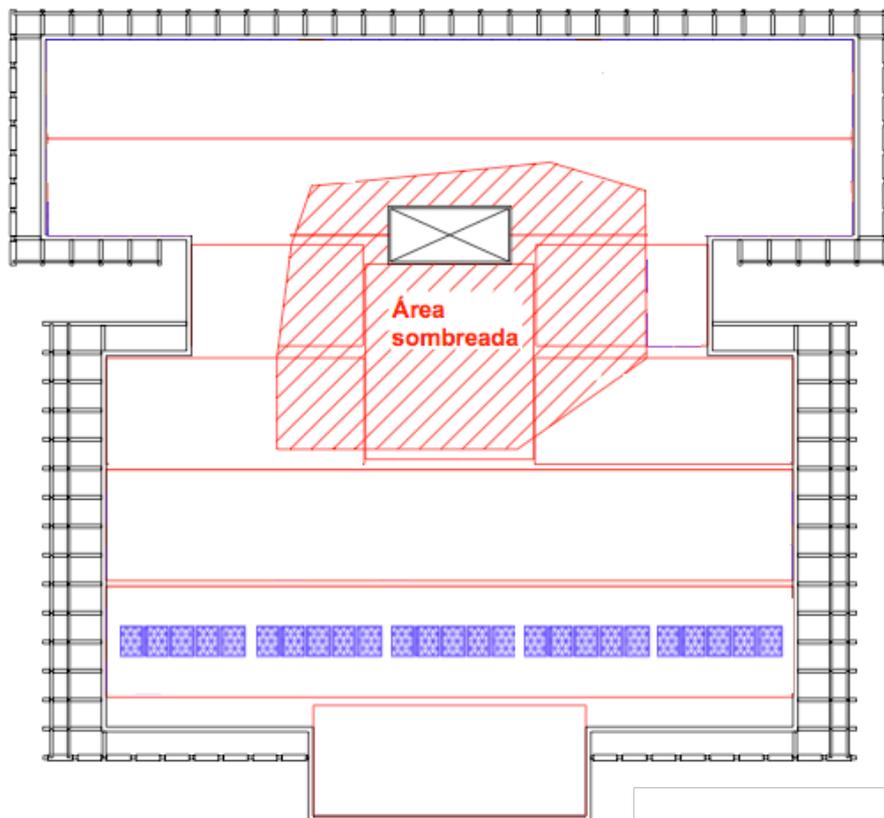


Figura 22. Posicionamiento los captadores solares

## 4. CREA - Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

CREA - Conselho Regional de Engenharia son entidades que pertenecen a los niveles estatal y son la manifestación regional de CONFEA, siendo responsable de la supervisión del ejercicio de las profesiones en el área tecnológica, a saber: ingeniería y agronomía general, geología, geografía, el tiempo, los cursos de educación superior relacionadas con tecnólogos y técnicos de las áreas reguladas, funciona con papel de primera y segunda instancia, control, orientar y supervisar la práctica profesional con la misión de defender a la sociedad de la práctica ilegal de las actividades. El CREA son reconocidos por los profesionales en el sistema y la sociedad en su institución la excelencia de su desempeño ágil, la integridad y la eficiencia a través de excelentes profesionales de la atención y de la sociedad, la participación y el compromiso con los resultados de la organización y la capacitación técnica.

### 4.1 CREA-SC

CREA-SC: La marca de la responsabilidad en todas partes donde hay una actividad que requiere de conocimientos técnicos y de la responsabilidad. Garantiza la fiabilidad de los diseños, obras y servicios esenciales para toda nuestra sociedad. La fundación de CREA-SC por 55 años coincide con el crecimiento exponencial de la ingeniería, agronomía e industria de Santa Catarina, atrayendo inversión extranjera y nacional y que lleva al estado a un nivel de excelencia en la tecnología.

#### Misión

Funcionar de manera efectiva en la orientación, supervisión, recuperación y mejora de la práctica profesional, la promoción de la mejora de la seguridad y la calidad de vida de la sociedad.

#### Vision

Ser reconocidos por la sociedad y los profesionales, como institución de referencia para su eficacia, integridad y credibilidad.

#### Comunidad Profesional

CREA-SC cuenta con la mayor comunidad de profesionales del estado entre los ingenieros, agrónomos, geólogos, geógrafos, meteorólogos, tecnólogos, técnicos industriales y agrícolas, Más de 50.000 profesionales y 13.000 empresas registradas.

#### Estructura

Con una estructura descentralizada - 23 provincias, 7 oficinas y 3 centros de servicio en Santa Catarina, el Consejo cuenta con la colaboración de más de 260 empleados y 90 consejeros de trabajo de honor, los representantes de las asociaciones profesionales y las instituciones educativas en la industria de la tecnología - que formar el Pleno del CREA y 30 directores regionales y 375 inspectores en el estado.

#### Vigilancia orientador

Hoy en día este servicio se considera por ejemplo CREA en todo el país y llevó a cabo por un equipo de 60 inspectores, Con gran inclusión social y la colaboración de diversos organismos en las inspecciones preventivas e indicativas, CREA-SC tiene la competencia legal para la inspección profesional, el control de la cualificación técnica y la responsabilidad para el profesional.

## 5. Consumo

Con el fin de reducir el consumo gas por calentamiento de agua y el conocimiento de los usuarios. El control del consumo de agua se administra diariamente por la lectura del hidrómetro. El control se realiza mensualmente por la compatibilidad entre los datos medidos y los envió a las facturas.

A continuación se presentan los datos de consumo para el año 2013, junto con los datos de 2011 y 2012 para la comparación. Recuerda que en 2013 hubo una ocupación más efectiva del edificio anexo, lo que aumenta significativamente el crecimiento del consumo en el edificio.

Mes	Consumo 2011 (m <sup>3</sup> )	Consumo 2012 (m <sup>3</sup> )	Consumo 2013 (m <sup>3</sup> )
Enero	61	594	112
Febrero	88	294	59
Marzo	89	196	70
Abril	21	17	78
Mayo	65	37	92
Junio	76	20	73
Julio	76	82	72
Agosto	77	10	85
Septiembre	62	60	82
Octubre	67	77	52
Noviembre	90	47	62
Diciembre	74	49	58
Total	846	1483	895

Tabla 3. - Historico del consumo de agua en la Sede

Mes	Consumo 2012 (m <sup>3</sup> )	Consumo 2013 (m <sup>3</sup> )
Enero	-	38
Febrero	-	43
Marzo	-	62
Abril	-	34
Mayo	10	27
Junio	24	25
Julio	11	41
Agosto	10	42
Septiembre	76	41
Octubre	67	44
Noviembre	33	46
Diciembre	36	34
Mayo - Diciembre	267	300
Total	267	477

Tabla 4. - Historico del consumo de agua en el anexo

SEDE + ANEXO

Numero de Empleados	150
Numero de días de funcionamiento	22
Consumo diario por persona	25 l/día
Area CREA + Anexo	1372,00

Tabla 5. - Datos de Consumo

Mes	%
Jan	100
Feb	52
Mar	62
Apr	69
May	82
Jun	65
Jul	64
Aug	75
Sep	73
Oct	46
Nov	55
Dic	51
Media	62

T

Tabla 6. - Porcentaje de Ocupacion

## 5.1 Factura de gas y consumo

Actualmente en la edificación hay un consumo de gas natural para la cocina, aseos y vestuarios. Dadas las circunstancias de la instalación, el consumo de gas para la cocina, aseos y vestuarios se reduce por energía solar térmica. La factura de gas relativa por mes es de €180 mensuales y esta será la cantidad que se considerará como ahorro en el análisis financiero. Abajo puedes ver en la Figura 42. y Figura 43. las tarifas de gas natural en Brasil.

Antes							
Demanda y Gastos		N	Temp. agua fría	Demanda			
		días/mes	°C	kWh	kJ	m <sup>3</sup>	Gasto
	Enero	31	13	4.315	15534000	389,3	1405,46
	Febrero	28	14	3.776	13593600	340,7	1229,90
	Marzo	31	13	4.315	15534000	389,3	1405,46
	Abril	30	12	4.307	15505200	388,6	1402,85
	Mayo	31	11	4.585	16506000	413,7	1493,40
	Junio	30	10	4.568	16444800	412,2	1487,86
	Julio	31	9	4.855	17478000	438,0	1581,34
	Agosto	31	10	4.720	16992000	425,9	1537,37
	Septiembre	30	10	4.568	16444800	412,2	1487,86
	Octubre	31	11	4.585	16506000	413,7	1493,40
	Noviembre	30	12	4.307	15505200	388,6	1402,85
	Diciembre	31	13	4.315	15534000	389,3	1405,46
	<b>ANUAL</b>	<b>365</b>		<b>53.214</b>	<b>191577600</b>	<b>4801,4</b>	<b>17333,21</b>

Figura 23. Demanda de consumo y gastos

## 6. Comparación Financiera : Fósiles vs Termodinámica

En la actualidad, la inmensa mayoría de las calderas para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción central, piscinas y grandes volúmenes industriales utilizan la energía fósil (gas, fuel oil, gas oil) que son de bajos ingresos entre el 60% - 88% los altos costos y el daño manifiesto al medio ambiente para hoy y el futuro.

El sistema termodinámica que presenta en este estudio tiene un rendimiento real variable con las condiciones ambientales, temperatura del aire y la temperatura del agua de entrada. Pero siempre entre 300% - 400%, es decir, para cada 1 Watt utilizado por el sistema produce 3-4 Watts de calor y contamina solo 25% - 20% de un aparato de costumbre, por que absorben el calor del sol y no utiliza electricidad para generar calor.

Es decir que son más eficientes y económicos que los calentadores de agua obsoletas, y los ahorros mensuales de (+ / - 60 € / mes) permite que la inversión en el proyecto retorne en unos tres años.

Cada año se guarda + / - 650,00 € en 15 años a ahorrar son más de 10.000 €.

Fonte Térmica	Calor nec./dia kW ( Águas Quentes )	Energia nec./mês	Custo por Kwh	Custo da Energia em cada mês	Custo da Energia em 1 ano	Custo da Energia em 3 anos	Custo da Energia em 10 anos
Esquentado a Gás	250 Lt => 10 kw	10 /0.8*30= 375 kW	0,174 €/kW	65,3 Euro	783 Euro	2.349 €	7.830 €
Acumulador Elétrico	250 Lt => 10 kw	10 *1*30= 300 kW	0,13 €/kW	39,0 Euro	468 Euro	1.404 €	4.680 €
Sistema Termodinâmico	250 Lt => 10 kw	$\frac{10 * 30}{3,60} = 83,3 \text{ kW}$	0,13 €/kW	10,8 Euro	130 Euro	390 €	1.300 €
Notas	Quantidade calor produzido igual em todos os sistemas	Eficc. Caldeira = 0,8 COP Termodin.=3,60	Custo em 2010	(Com contador bi-horario +/- 7 €)	(Com contador bi-horario +/- 84 € em 1 ano)	O que você poupou já pagou o custo ini- cial do equipamento	(Com contador bi-horario +/- 840 € em 10 anos)

Figura 24. Comparacion Financera

## 7. Datos Meteorológicos

La isla de Santa Catarina se encuentra entre los paralelos 27 ° 10 y 27 ° 50 de latitud sur y entre los meridianos 48 ° 25 y 48 ° 35 de longitud oeste. Se caracteriza por la homogeneidad en cuanto a las precipitaciones y el clima se define como mesotermal húmedo, con lluvias distribuidas durante todo el año. El clima se define como el tipo de clima tropical templado posterior súper húmedo, con verano caliente y el invierno templado, sub-seca. El clima templado da carácter a esta isla durante todo el año, una oscilación térmica leve. La existencia de grandes superficies de líquido es la causa de proceso de evaporación activa. A su vez, la formación de nubes y aspectos químicos / físicos favorables, como la presencia de partículas de cloruro de sodio, activar la condensación. La proximidad al mar también alivia estas diferencias, debido a su gran capacidad térmica, alta transparencia, la radiación solar y transferir el calor generado por el proceso de evaporación y condensación. Los datos de acuerdo a la descripción en el Atlas de Santa Catarina, serán de aplicación para una primera aproximación, ya que tienen que ser muy breve. El número de horas de insolación anual de la isla que va desde 2200 hasta 2400 horas, dependiendo de la región. La lluvia tiene un índice de precipitación anual de 1,60 mm en el norte de la isla y 1,40 mm en el sur, lo que justifica un clima con humedad relativa anual de 85%, un promedio de 140 días de lluvia al año. Los vientos predominantes tienen sus frecuencias determinadas por las estaciones del año y sufren variaciones en la ubicación en la que desea estudiar el despliegue de un edificio. La topografía de la isla es abundante en formas de relieve que a pesar de tener formas simples, a menudo actúan como corredores de viento, cambiando su dirección. Otro aspecto a considerar es el tipo de situación desde donde se construirá la obra, ya que las condiciones en el entorno urbano se diferencian en relación a las áreas rurales. Esto refuerza la necesidad de un cuidadoso análisis de las variaciones microclimáticas que se presentan en las inmediaciones del edificio, las cuales pueden diferir de los datos meteorológicos de la estación más cercana. La temperatura media anual es de alrededor de 20 ° C a lo largo del paseo marítimo y de 22 ° C en el interior de la isla, lo que demuestra el clima templado por el mar, La temperatura media mensual es de 24 ° C en enero y 16 ° C en julio.

## 7.1 Temperatura

Mes	Temperatura (C <sup>o</sup> )	Radiacion (kWh/m <sup>2</sup> )	Viento (m/s)
Jan	23,9	6,34	4,68
Feb	24,1	5,40	4,71
Mar	23,4	4,76	4,63
Apr	21,7	4,78	4,65
May	19,1	3,46	4,97
Jun	17,8	2,61	4,97
Jul	17,1	2,69	5,28
Aug	17,8	3,71	5,35
Sep	18,4	4,22	5,64
Oct	20,0	4,86	5,29
Nov	21,6	5,46	5,26
Dic	23,1	6,45	5,03

Tabla 8. Datos climáticos de Florianopolis, Santa Catarina

### Temperatura (C<sup>o</sup>)

Mes	Maxima	Minima	Media
Jan	27,4	20,8	23,9
Feb	27,6	21,0	24,1
Mar	26,8	20,4	23,4
Apr	25,1	18,8	21,7
May	22,6	16,2	19,1
Jun	21,6	14,6	17,8
Jul	20,8	14,0	17,1
Aug	21,8	14,5	17,8
Sep	21,9	15,3	18,4
Oct	23,7	16,8	20,0
Nov	25,4	18,2	21,6
Dec	27,0	19,8	23,1

Tabla 9. Datos climáticos NASA

## 7.2 Radiación

La radiación obtenida en el emplazamiento se obtuvo a partir de la base de datos del National NREL donde gracias al sistema de Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA), se obtuvieron datos a partir de un satélite. La siguiente imagen muestra un pantallazo de la herramienta.

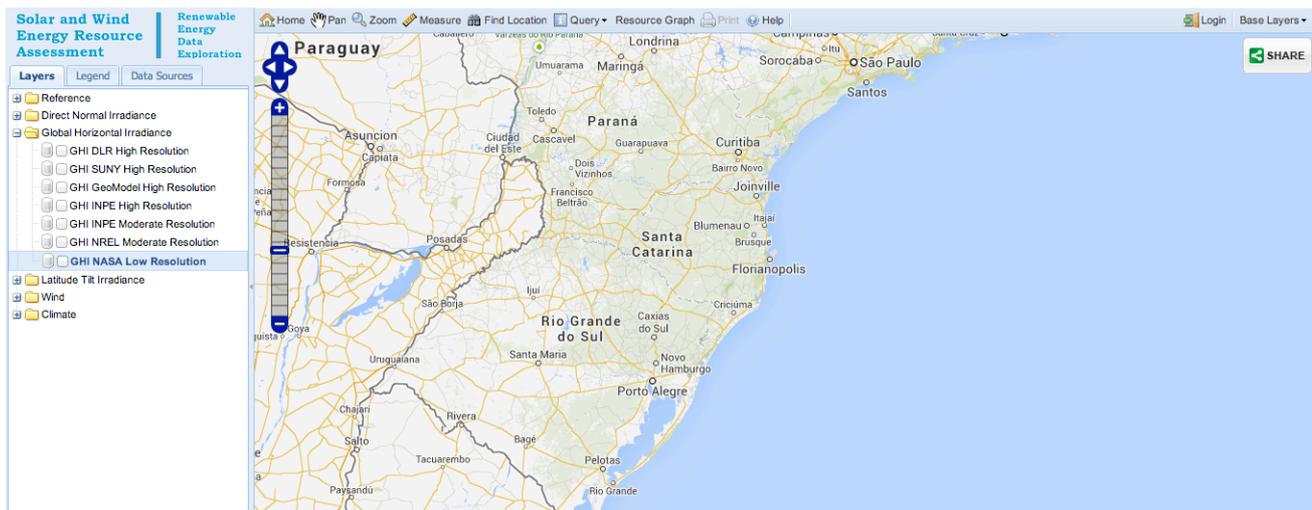


Figura 25. Pantallazo de SWERA

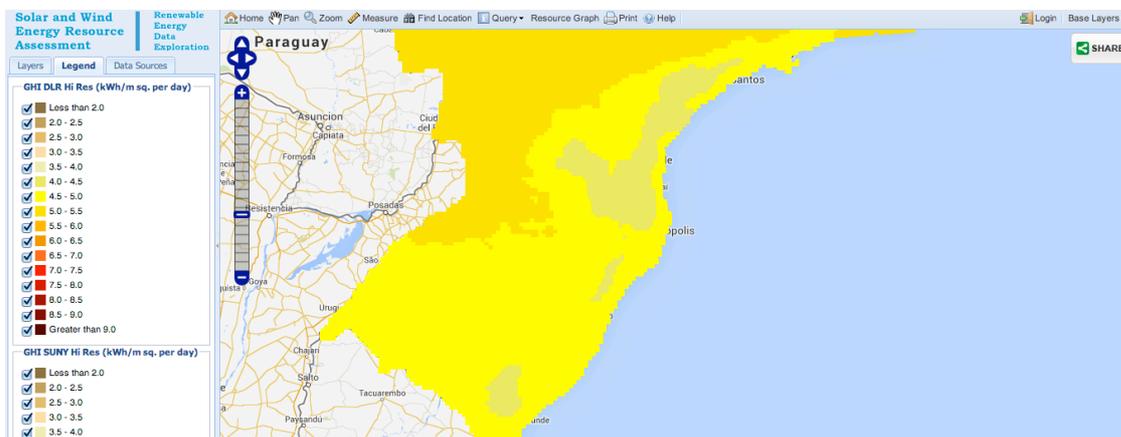


Figura 26. Pantallazo de SWERA con leyenda kWh/día

A continuación, la tabla con los datos de radiación utilizados para el desarrollo del proyecto, datos necesarios para calcular el número de paneles necesarios para el sistema fotovoltaico y térmico.

Horizontal	Normal kWh/m2	Tilt
<u>Jan Avg GHI:</u>	<u>Jan Avg DNI:</u>	<u>Jan Avg TILT:</u>
6.347	6.275	5.660
<u>Feb Avg GHI:</u>	<u>Feb Avg DNI:</u>	<u>Feb Avg TILT:</u>
5.404	4.101	5.511
<u>Mar Avg GHI:</u>	<u>Mar Avg DNI:</u>	<u>Mar Avg TILT:</u>
4.768	4.754	5.244
<u>Apr Avg GHI:</u>	<u>Apr Avg DNI:</u>	<u>Apr Avg TILT:</u>
4.780	6.427	5.969
<u>May Avg GHI:</u>	<u>May Avg DNI:</u>	<u>May Avg TILT:</u>
3.461	4.538	4.755
<u>Jun Avg GHI:</u>	<u>Jun Avg DNI:</u>	<u>Jun Avg TILT:</u>
2.614	3.205	3.726
<u>Jul Avg GHI:</u>	<u>Jul Avg DNI:</u>	<u>Jul Avg TILT:</u>
2.696	2.679	3.840
<u>Aug Avg GHI:</u>	<u>Aug Avg DNI:</u>	<u>Aug Avg TILT:</u>
3.712	4.526	4.812
<u>Sep Avg GHI:</u>	<u>Sep Avg DNI:</u>	<u>Sep Avg TILT:</u>
4.227	4.390	4.813
<u>Oct Avg GHI:</u>	<u>Oct Avg DNI:</u>	<u>Oct Avg TILT:</u>
4.863	4.455	4.968
<u>Nov Avg GHI:</u>	<u>Nov Avg DNI:</u>	<u>Nov Avg TILT:</u>
5.467	4.260	4.968
<u>Dec Avg GHI:</u>	<u>Dec Avg DNI:</u>	<u>Dec Avg TILT:</u>
6.459	5.973	5.781
Media 4.595	Media 4.525	Media 5.055

 Tabla 10. Radiación ( $kWh/m^2$ )

Horizontal	Normal	Tilt
<u>Jan Avg GHI:</u>	<u>Jan Avg DNI:</u>	<u>Jan Avg TILT:</u>
22.849	22.590	20.376
<u>Feb Avg GHI:</u>	<u>Feb Avg DNI:</u>	<u>Feb Avg TILT:</u>
19.454	14.764	19.840
<u>Mar Avg GHI:</u>	<u>Mar Avg DNI:</u>	<u>Mar Avg TILT:</u>
17.165	17.114	18.878
<u>Apr Avg GHI:</u>	<u>Apr Avg DNI:</u>	<u>Apr Avg TILT:</u>
17.208	23.137	21.488
<u>May Avg GHI:</u>	<u>May Avg DNI:</u>	<u>May Avg TILT:</u>
12.460	16.337	17.118
<u>Jun Avg GHI:</u>	<u>Jun Avg DNI:</u>	<u>Jun Avg TILT:</u>
9.410	11.538	13.414
<u>Jul Avg GHI:</u>	<u>Jul Avg DNI:</u>	<u>Jul Avg TILT:</u>
9.706	9.644	13.824
<u>Aug Avg GHI:</u>	<u>Aug Avg DNI:</u>	<u>Aug Avg TILT:</u>
13.363	16.294	17.323
<u>Sep Avg GHI:</u>	<u>Sep Avg DNI:</u>	<u>Sep Avg TILT:</u>
15.217	15.804	17.327
<u>Oct Avg GHI:</u>	<u>Oct Avg DNI:</u>	<u>Oct Avg TILT:</u>
17.507	16.038	17.885
<u>Nov Avg GHI:</u>	<u>Nov Avg DNI:</u>	<u>Nov Avg TILT:</u>
19.681	15.336	17.885
<u>Dec Avg GHI:</u>	<u>Dec Avg DNI:</u>	<u>Dec Avg TILT:</u>
23.252	21.503	20.812
Media 16.439	Media 16.675	Media 18.014

 Tabla 11. Radiación ( $KJ/m^2$ )

### 7.3 Viento

Los datos relacionados con el viento también se obtuvieron gracias a NASA.

#### Velocidad del Viento

Mes	m/s	Km/h
Enero	4,68	16,848
Febrero	4,71	16,956
Marzo	4,63	17,064
Abril	4,65	17,172
Mayo	4,97	17,28
Junio	4,97	17,388

Julio	5,28	17,496
Agosto	5,35	17,604
Septiembre	5,64	17,712
Octubre	5,29	17,82
Noviembre	5,26	17,928
Diciembre	5,03	18,036
Media	5,04	17,442

Tabla 12. Velocidad del viento (m/s) y (km/h)

## 8. Desarrollo

### 8.1 Energía Solar

La energía solar es una fuente de energía de origen renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar que alcanza la tierra ha sido aprovechada por el ser humano desde la antigüedad, mediante diferentes tecnologías que han ido evolucionando con el tiempo desde su concepción. En la actualidad, el calor y la luz del sol puede aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que pueden ayudar a resolver algunos de los problemas más urgentes que afronta la humanidad. Las diferentes tecnologías solares se clasifican en pasivas o activas según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de captadores fotovoltaicos y captadores térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural.

En 2011, la Agencia Internacional de la Energía se expresó así: "El desarrollo de tecnologías solares limpias, baratas e inagotables supondrá un enorme beneficio a largo plazo. Aumentará la seguridad energética de los países mediante el uso de una fuente de energía local, inagotable y, aun más importante, independientemente de importaciones, aumentará la sostenibilidad, reducirá la contaminación, disminuirá los costes de la mitigación del cambio climático, y evitará la subida excesiva de los precios de los combustibles fósiles. Estas ventajas son globales. De esta manera, los costes para su incentivo y desarrollo deben ser considerados inversiones; deben ser realizadas de forma sabia y deben ser ampliamente difundidas". La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica. Según informes de la organización ecologista Greenpeace, la energía solar fotovoltaica podría suministrar electricidad a dos tercios de la población mundial en 2030.

Actualmente, y gracias a los avances tecnológicos, la sofisticación y la economía de escala, el coste de la energía solar fotovoltaica se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales, aumentando a su vez la eficiencia, y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red. Otras tecnologías solares, como la energía solar termoeléctrica está reduciendo sus costes también de forma considerable.

## 8.2 Solar Térmica

### 8.2.1 Introducción

El aprovechamiento directo de la energía solar se puede realizar transformándola mediante la tecnología adecuada en energía térmica o en energía eléctrica. En nuestro proyecto utilizamos los sistemas solares térmicos constituidos por elementos de captación de la radiación solar, transformándola en energía térmica utilizable por un sistema mediante un fluido de trabajo y almacenado. La acumulación se realiza mediante depósitos de acumulación para poder utilizarla en el momento de consumo con las menores pérdidas posibles.

El sistema de térmica a baja temperatura está formado por:

- . Sistema de captación;
- . Sistema de acumulación;
- . Circuito hidráulico;
- . Sistema de intercambio;
- . Sistema de regulación y control;
- . Equipo auxiliar de gas y eléctrico;

### 8.2.2 Usos y aplicaciones de la energía solar térmica en la edificación

La energía solar térmica es una alternativa muy interesante en una gran variedad de aplicaciones, entre las que se encuentra el agua caliente sanitaria, la calefacción, la climatización de piscinas, o la producción de calor en multitud de procesos industriales.

A la larga lista de usos plenamente probados y contrastados tras varias décadas de experiencia, hay que añadir otros que empiezan a tener grandes expectativas de desarrollo a corto y medio plazo, como es el caso de la refrigeración de ambientes por medio de procedimientos solares.

### 8.2.3 Producción Agua Caliente Sanitaria (ACS)

La agua caliente sanitaria es, después de la calefacción, el segundo consumidor de energía de nuestros hogares: con un 20% del consumo energético total. La cantidad de energía que dedicamos a satisfacer estas necesidades es lo suficientemente importante como para detenernos por un momento para determinar cual es el sistema de agua caliente que mejor se ajusta a nuestras circunstancias.

En la actualidad la energía solar térmica ofrece una solución idónea para la producción de agua caliente sanitaria, al ser una alternativa completamente madura y rentable. Entre las razones que hacen que esta tecnología sea muy apropiada para este tipo de usos, cabe destacar los niveles de temperatura que se precisan alcanzar (normalmente entre 40 y 45°C), que coinciden con los más

adecuados para el buen funcionamiento de los sistemas solares estándar que se comercializan en el mercado.

Además, hacemos referencia a una aplicación que debe satisfacer a lo largo de todo el año, por lo que la inversión en el sistema solar se rentabilizará más rápidamente que en el caso de otros usos solares, como la calefacción, que sólo tienen utilidad durante los meses fríos.

Con los sistemas de energía solar térmica hoy en día podemos cubrir el 100% de la demanda de agua caliente durante el verano y del 50 al 80% del total a lo largo del año; un porcentaje que puede ser superior en zonas con muchas horas de sol al año, como por ejemplo el sur de Brasil.

Para satisfacer la mayor parte de las necesidades de agua caliente, el edificio tendrá que instalar una superficie de captación de 2- 4 m<sup>2</sup> y un depósito de 100- 300 litros, en función del número de personas que habiten en el edificio y la zona climática brasileña en la que se encuentra.

El grado de desarrollo y comercialización de estos sistemas de producción de agua caliente sanitaria es tal que ha llevado a esta aplicación a convertirse en la más popular de cuantas ofrece la tecnología solar en nuestros días. Y es que su uso no sólo se limita a las viviendas unifamiliares, sino también a edificios vecinales, bloques de apartamentos, hoteles, superficies comerciales y oficinas.

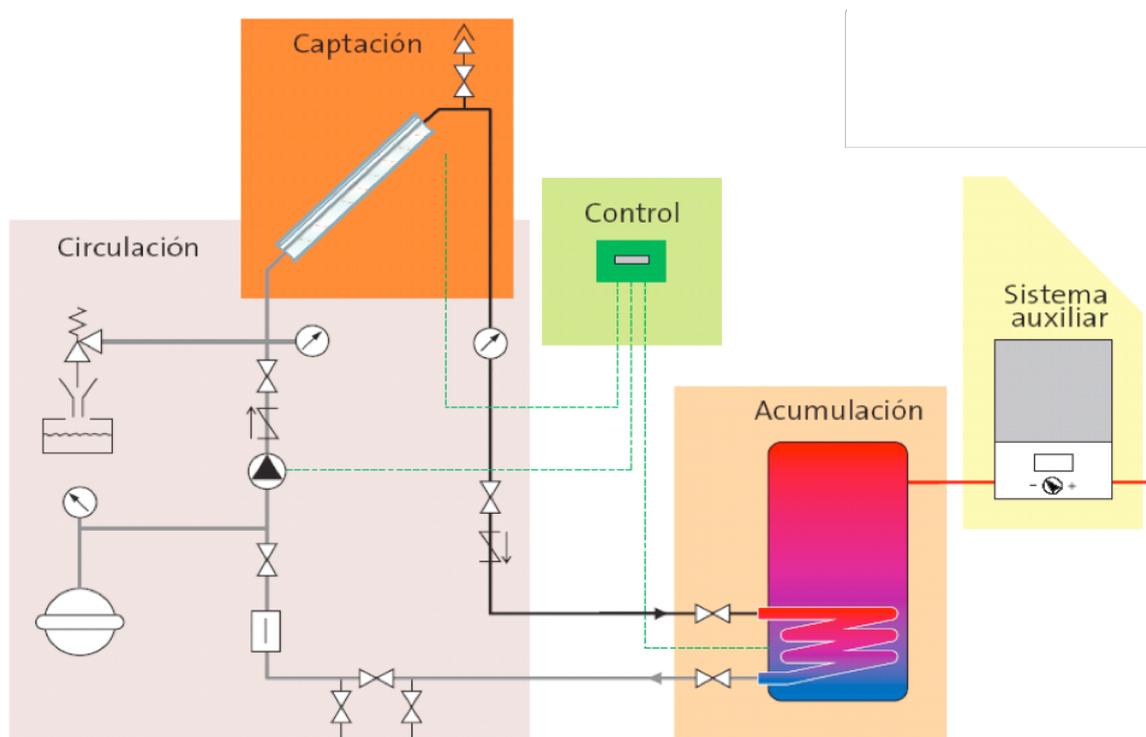


Figura 27. Esquema básico de una instalación de ACS

La gran fiabilidad y versatilidad de la energía solar térmica la convierte en la solución más competitiva para este tipo de aplicaciones, ya sea mediante equipos compactos termosifón o mediante pequeñas instalaciones por circulación forzada.

#### 8.2.4 Funcionamiento de una instalación solar termico

La energía solar térmica aprovecha la radiación del sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua o aire. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable.

La conversión de la energía luminosa del Sol en energía calorífica se produce directamente de forma cotidiana, sin que sea necesaria la intervención del hombre en este proceso. Todos hemos realizado, en alguna ocasión, el experimento de quemar un papel con la ayuda de una lupa. La lupa concentra los rayos solares en un punto determinado de su superficie (foco). Esta concentración de rayos (y por tanto de energía) produce un rápido aumento de la temperatura del papel, provocando su combustión.

Este ejemplo tan sencillo de llevar a la práctica, a la vez que tan vistoso por sus resultados, nos permite comprobar cómo la radiación solar se transforma en energía calorífica de manera inmediata. Pero, en realidad, ni siquiera será necesario concentrar los rayos solares para conseguir la conversión térmica perseguida. Cualquier materia experimenta un aumento de temperatura de modo natural al estar expuesta a la radiación solar.

Mientras una superficie negra absorberá toda la radiación visible (por esa razón la vemos negra), una blanca reflejará toda la radiación que llega hasta su superficie, por lo que su incremento de temperatura será muy poco significativo.

En el caso de una instalación térmica, los captadores solares se valdrán de superficies de color oscuro para absorber la mayor cantidad de radiación solar posible. Así, en días soleados, bastará con que los rayos solares incidan directamente sobre nuestro sistema de captación para obtener el aporte energético que necesitamos para su uso en muy diversas aplicaciones. Eso sí, habrá que evitar que la energía obtenida pueda perderse instantes después si realmente queremos sacar provecho de esta fuente de energía tan beneficiosa para el ciudadano por sus ventajas medioambientales y su grado de autonomía.

Con el objetivo de evitar fugas de energía, los sistemas de captación solar imitan los procesos naturales que tienen lugar en la Tierra, donde la radiación solar atraviesa con facilidad nuestra atmósfera hasta llegar a la superficie terrestre. Cuando la tierra y el mar se calientan por este motivo, irradian la energía que han absorbido en longitudes de onda más largas.

Parte de la radiación de onda larga vuelve a la atmósfera, que la absorbe y la reirradia de nueva a la superficie terrestre en un efecto rebote. Esto es lo que se conoce como “efecto invernadero”, un fenómeno que impide, entre otras cosas, que la temperatura de la Tierra pueda ser de 30 a 40°C más baja de lo que es en la actualidad.

Este mismo fenómeno, a otra escala más modesta, es el que se aplica en los invernaderos para el cultivo de plantas y, por supuesto, en los sistemas de captación de energía solar. El cristal, como la atmósfera de nuestro planeta, tiene la propiedad de ser atravesado fácilmente por las ondas cortas de los rayos solares, al mismo tiempo que se comporta como un “muro” impenetrable ante las radiaciones de onda larga. Cuando los rayos solares atraviesan una superficie acristalada se produce un aumento de temperatura en el interior del habitáculo. Entonces, el cristal actuará como una trampa de calor que impedirá que la energía calorífica pueda salir al exterior.

Cualquier sistema de captación solar se basará, pues, en combinar el “efecto de cuerpo negro” con el “efecto invernadero”, con lo que, por un lado, se consigue aprovechar gran parte de la radiación que llega hasta una instalación solar, y por otro, impedir la fuga de calorías una vez ganadas.

## 9. Equipos

### 9.1 Captadores Solares

El captador solar es un intercambiador de calor que transforma la energía radiante solar en calor. Se trata de un dispositivo diseñado para absorber la máxima cantidad de luz solar, y transferir la mayor parte de esta radiación a un fluido determinado. Se venden en módulos que pueden acoplarse entre sí según sea necesario potencia de calentamiento.

Están disponibles en los diferentes tipos y modelos de sistemas de calefacción solar, con características específicas para la creación de aplicaciones de mercado. El enfoque de esta Guía Técnica son

se centra en el uso de sistemas de calefacción solar para el calentamiento de agua en viviendas multifamiliares residenciales (edificios).

Los coleccionistas suelen ser seleccionados en base a su aplicación, mediante la definición de las características específicas para el uso previsto. Los colectores solares deben ser resistentes a la externa (clima, el tiempo, etc.) Y eficiente en la conversión de las condiciones de energía compatibles con el uso.

#### 9.1.1 Colectores planos con cobertura

En los colectores planos el flujo de la radiación incidente (irradiancia) es uniforme para toda su superficie de recogida. Equipos están diseñados para calentar agua a temperaturas compatibles con la salud y el uso de otras aplicaciones, tiene la estructura mostrada en la Figura

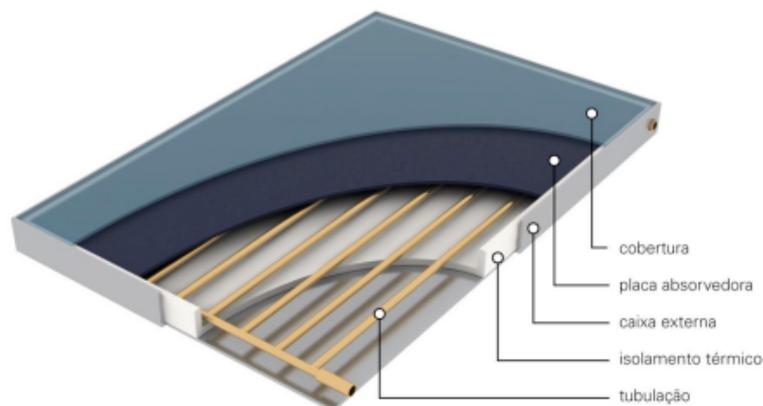


Figura 28. Esquema calentador solar de placa en plan

El colector solar plano se compone de varios elementos responsables de la mejor manera posible la utilización de la radiación solar, como se detalla a continuación:

- Cubierta transparente (A): permite el paso de gran parte de la radiación solar (longitudes de onda más bajas) y conserva gran parte de la radiación emitida por la placa de absorción. Se reduce las pérdidas de calor por convección entre la placa de absorción y el medio ambiente.

Es una barrera mecánica de la acción del tiempo sobre la placa de absorción. Este componente puede no aplicarse cuando las temperaturas más bajas para el calentamiento de agua si lo desean.

- Placa de absorción (B): un colector solar que absorbe parte del componente energético radiante y lo transfiere a un fluido.
- El aislamiento térmico (C) de materiales de baja conductividad térmica, y tiene como objetivo reducir las pérdidas de calor entre la placa de absorción y la estructura del colector (Box).
- Caja (D) estructura que protege todos los componentes de la acción del medio ambiente. Debe ser sellado al tiempo que permite la expansión térmica de los componentes
- Tubo de fluido (E): producen generalmente en material metálico (buen conductor de calor), tiene como objetivo conducir el fluido a calentar y transferir la energía absorbida de la placa de absorción para el fluido.

#### 9.1.2 Colectores planos de seguro médico

El colector solar sin cubierta permite que la incidencia de los rayos del sol directamente sobre la placa de absorción. Al no tener que cubrir no retener la radiación emitida por la absorción de la placa de calentamiento y produce más pequeño que los colectores recubiertos, lo que los hace más adecuados para aplicaciones que requieren temperaturas más bajas, por ejemplo, las temperaturas de calentamiento de la piscina. La figura 28 muestra un ejemplo de colector sin cubierta.

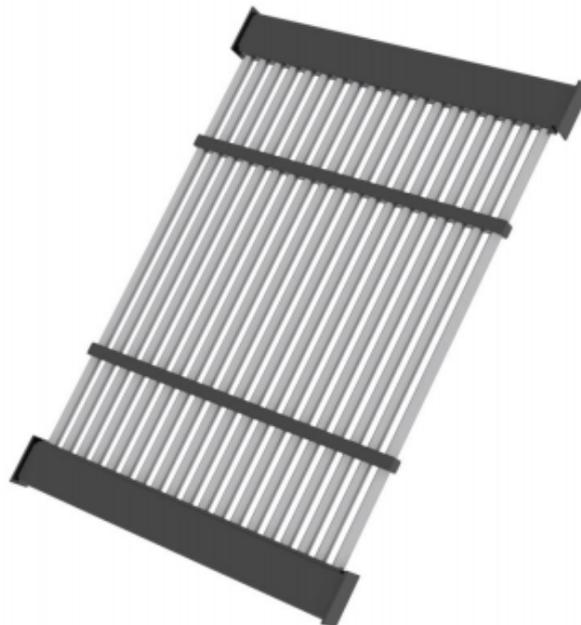


Figura 29. Captador en plan sin cobertura

### 9.1.3 Captador a vacuo

Como los captadores de aplicaciones tienen características que se ajustan al uso previsto. En algunos casos, puede ser necesario que produzca agua colectora a temperaturas más altas o incluso vapor de agua, como es el caso de uso en un complejo hospitalario.

Las temperaturas más altas se pueden obtener mediante la reducción de la pérdida de calor en el colector solar. Varias técnicas pueden ser aplicadas, tales como: reducción de las pérdidas ópticas con cobertura específica para este fin, una mejor absorción a través de los colectores y la absorción selectiva, la reducción de las pérdidas por convección en el interior de los colectores mediante la creación de un vacío entre el absorbente y la cubierta. Esta última alternativa que ofrece el vacío del colector, cuyo ejemplo se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Captador a Vacuo

### 9.1.4 Eficiencia de captadores

La eficiencia de los captadores es variable dependiendo de las condiciones climáticas del lugar, que tiene un comportamiento característico para cada colector, debido principalmente a la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del colector de agua.

Así, la definición de la mejor tarjeta para ciertas aplicaciones se debe hacer sobre la base de curvas de eficiencia, que se pueden obtener a partir de los datos suministrados por la eficiencia de la tabla de colectores solares INMETRO. A título ilustrativo, la Figura 31 presenta una tabla comparativa de los ingresos entre los coleccionistas planos con cobertura y sin cobertura, y los coleccionistas de vacío.

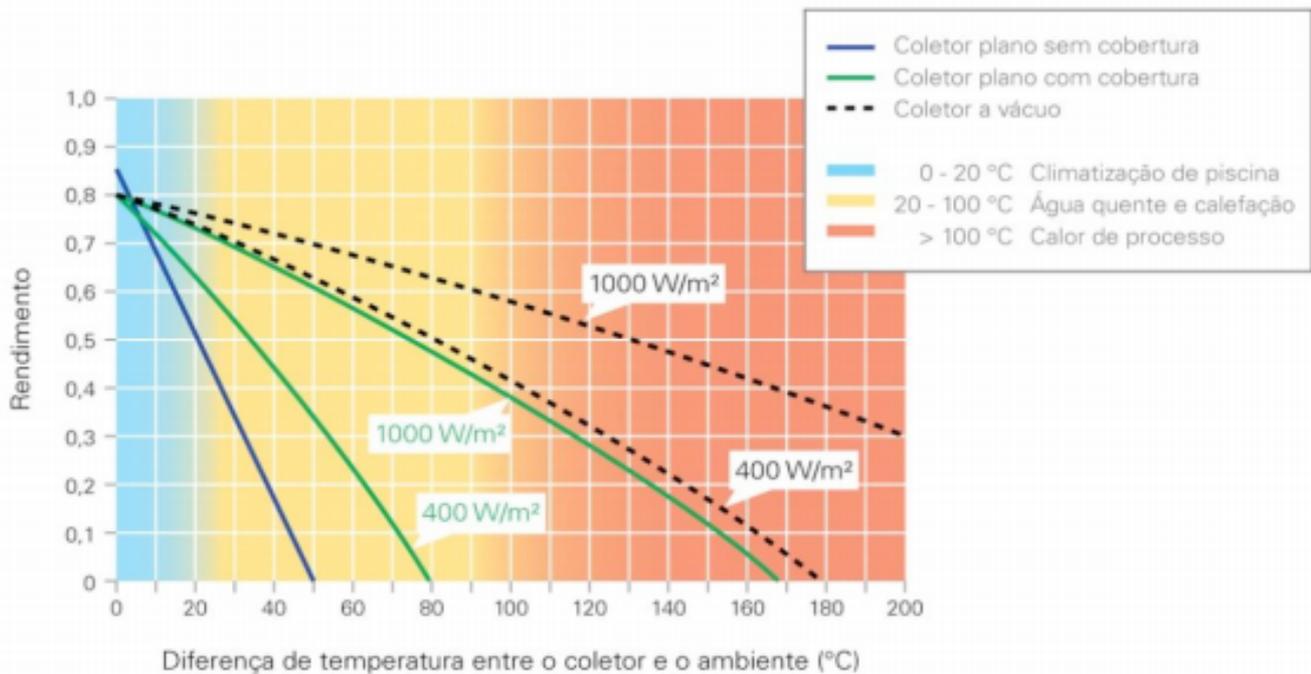


Figura 31. Eficiencias de colectores planos con y sin cristal

### 9.1.5 Posicionamiento

El posicionamiento de la matriz de colectores solares es crítica para el rendimiento del sistema de calefacción solar y su comprensión permite la construcción de instalaciones más eficientes, donde un mejor uso de la luz del sol.

El ángulo con el plano horizontal y la dirección de la instalación de colectores solares son los dos elementos que influyen en el diseño del sistema de calefacción solar. Los colectores solares deben ser expuestos al sol de tal manera que el foco de la radiación solar alcanza el colector como perpendicularmente como sea posible. Como hay una variación de la inclinación del sol, de acuerdo con la temporada, los colectores se instalan con una pendiente que maximiza y se nivela, mes por mes, la incidencia de la radiación solar durante el período de un año.

Como regla básica, identificada en varias metodologías internacionales, se recomienda que la instalación cuenta con un equivalente a la latitud de la región donde se instalará el sistema solar pendiente, añadiendo a 10 °. A modo de ejemplo, la ciudad de São Paulo, que se encuentra en la latitud aproximada de 23 °, se recomienda la instalación de colectores con 33 ° de inclinación. Según la fuente de donde se investigó la radiación solar incidente sitio es la mejor información inclinar para la utilización óptima.

Más allá de la pendiente, los colectores deben ser dirigidas simétrica en relación a la trayectoria, la posición del sol permite que el tiempo de mayor incidencia del sol durante todo el día. La ventaja más grande se produce cuando los colectores solares se dirigen hacia el Norte geográfico (cuando se instala en el Sur como en el caso de Brasil). La instalación se puede hacer dentro de una banda de tolerancia de la dirección, como se muestra en la Figura 31.

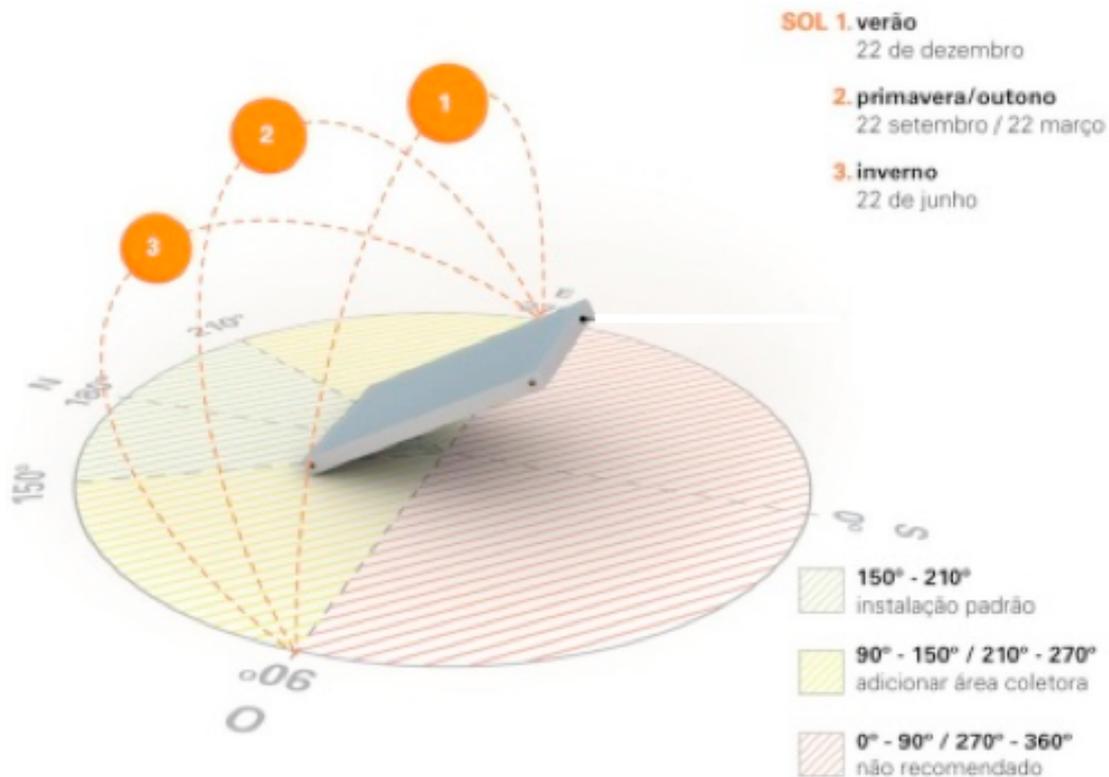


Figura 32. Trayectoria del sol y de la desviación del norte geográfico (ángulos de acimut de la superficie)

### 9.1.6 Acumulador

La producción de agua caliente puede ser almacenado en acumuladores térmicos, lo que les disponibles dependiendo de la necesidad real de los usuarios. Los embalses tienen varias configuraciones que deben ser revisados y seleccionados en base a las características del sistema de calefacción y el lugar de instalación. El volumen de los depósitos es una de las principales opciones de configuración que se determinen, y por lo general se debe calcular de acuerdo con la necesidad de agua caliente que esté disponible para el uso del edificio. Referencias internacionales muestran el uso de diferentes volúmenes en función del número de personas que viven en una unidad residencial particular, por ejemplo: 160-200 litros para 1-2 personas, 300 a 370 litros para 3 o 4 personas y 440 litros en los casos 5-6 personas. A medida que estos tanques de almacenamiento de agua caliente durante largos períodos de tiempo deberán tener un aislamiento térmico para reducir el intercambio de calor entre el agua caliente almacenada y el medio ambiente. En general, el aislamiento térmico es más grande cuando los depósitos están expuestos al medio ambiente. Los diferentes tipos de materiales utilizados en los depósitos generalmente se fijan de acuerdo a las características del agua utilizada en sistemas de calefacción, pero por lo general están hechas de acero inoxidable o de acero esmaltado con recubrimiento de epoxi. Los contenedores deben ser del tipo "sin cambiador" con el tipo de cambiador "bobina interna" y el cambiador como "camisa". Intercambiador en el tanque sin el consumo de agua es la misma a medida que pasa a través del sistema de calefacción, excepto cuando se usa con depósitos externos intercambiadores. El reservorio bobina y el tanque están encamisados intercambiador de calor del tipo indirecta, donde el agua caliente que circula por la bobina, o la cubierta exterior, el intercambio de calor por conducción con el agua de los sistemas de consumo. Estos modelos se muestran en la Figura 32.

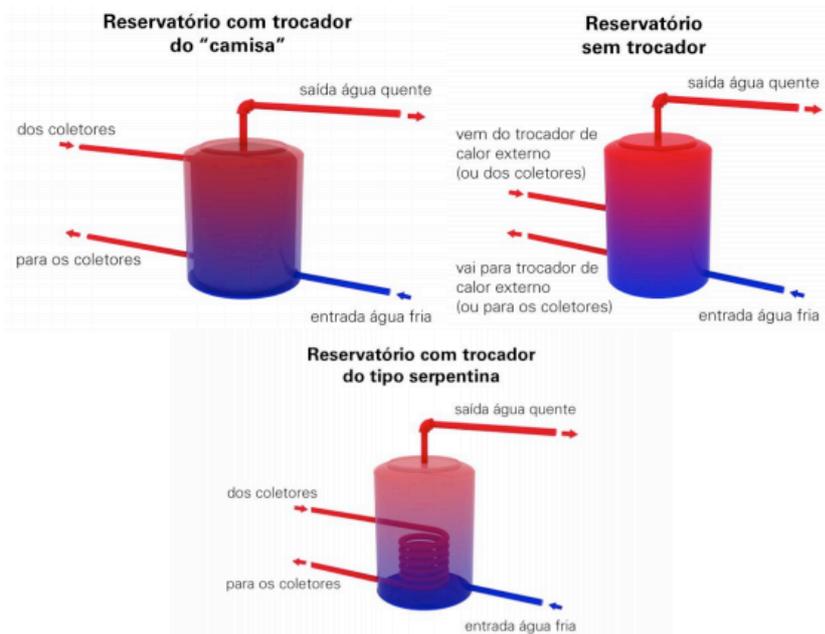


Figura 33. Tipologia de acumuladores térmicos

### 9.1.7 Intercambiadores de Calor

Los intercambiadores de calor son dispositivos que promueven el intercambio de calor entre dos fluidos a mezclar sin ellos. Para ello hay muchos, y pueden ser el tipo de bobina, placa, aletas, etc. En la Figura 34., se presenta un intercambiador de calor, de tipo placa.

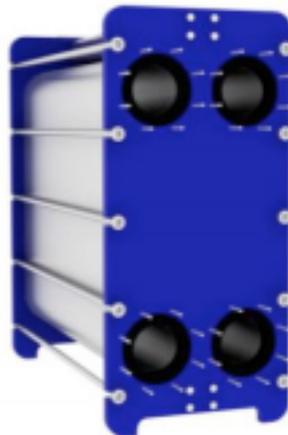


Figura 34. Intercambiador de calor

El uso de intercambiadores de calor en sistemas de calefacción solares instaladas entre los colectores solares y el sistema de tanque o distribución: permite que el circuito de líquidos solares de uso de los sistemas de calefacción, con aditivos para minimizar los efectos de la corrosión y deposición sólida, así como reducir los efectos de la congelación. Se utilizan generalmente con el fin de aumentar la vida útil de los colectores solares.

### 9.1.8 Controladores

Los sistemas de control son esenciales para optimizar el funcionamiento de los sistemas de calefacción solar con el fin de permitir un mejor uso de la radiación solar y reducir la pérdida de calor del sistema.

El sistema más simple utilizado, considerado como básico en cualquier instalación de sistema de calefacción solar con circulación forzada, es la supervisión de la diferencial entre los colectores solares y la temperatura del depósito de calor, como se muestra en la Figura 35.

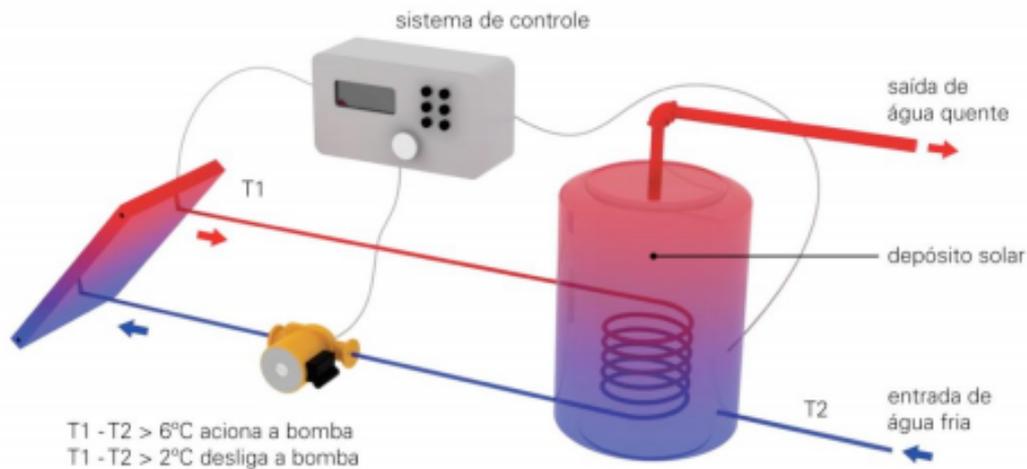


Figura 35. Sistema de control con diferencial de temperatura

En esta configuración, cuando la temperatura del colector tiene una cierta temperatura por encima de la temperatura del depósito, la bomba de recirculación está activada y transporta los colectores de líquido en el depósito, de lo contrario el sistema está apagado. Algunos valores se pueden adoptar con respecto a la unidad de accionamiento diferencia de temperatura, la bomba es accionada con una diferencia de 6 ° C y 2 ° C fuera. Esta función evita la ocurrencia de agua almacenada en los colectores de enfriamiento cuando están a la temperatura más baja.

Se puede utilizar un sistema de seguimiento de colectores solares, además de la unidad para el calentamiento del depósito para evitar la congelación en día con baja temperatura por circulación de agua en los colectores.

Válvulas de mezcla también se pueden utilizar en el depósito de salida de agua caliente o en la entrada de cada unidad de vivienda con el fin de controlar la temperatura máxima en el suministro de agua caliente.

Los principales tipos de sistemas de control que se pueden utilizar son los siguientes:

- Mal funcionamiento de Alerta
- Calentamiento en seco (cuando el tanque está sin agua)
- Aviso de fallo del sistema
- Configuración de la temperatura y de calefacción
- Control de Temperatura
- Control de caudal variable (para satisfacer la demanda de los distintos puntos de consumo simultáneamente sin fluctuación)
- Control de Temperatura Electrónico
- Control de Temperatura a Distancia (ajusta la temperatura ideal para diferentes puntos Consumidor)
- Parada automática en caso de sobrecalentamiento
- Panel de control con accionamiento integrado y apagado automático
- Protección contra sobrecalentamiento
- Mecanismo de cierre de la válvula de gas

Además de la supervisión del sistema de colectores de aplicaciones de sistemas de control para controlar el suministro de agua caliente en los apartamentos de manera óptima, o la gestión de las temperaturas de los tanques dependiendo de la demanda de agua caliente.

#### 9.1.9 Bombas

Las bombas se utilizan en los sistemas de circulación forzada en el que el agua o fluido térmico debe fluir velocidad y con flujos específicos con el fin de garantizar el funcionamiento y la eficiencia del sistema de calefacción. El tamaño de la bomba depende del tamaño del sistema y de la distancia / altura entre los colectores y el depósito de calor. La figura 36. muestra un ejemplo de una bomba de circulación.



Figura 36. Ejemplo de la bomba de circulación

#### 9.1.10 Vasos de expansión

Los vasos de expansión son elementos indispensables para la seguridad de los sistemas de calentamiento indirecto, ya que absorben parte de las variaciones de la presión de la red generado por la expansión térmica (variación de temperatura). En estas ollas hay una cámara donde el aire

está atrapado dentro de un diafragma que se expande o contrae de acuerdo con la presión en el sistema. La figura 36. muestra un ejemplo de un recipiente de expansión.



Figura 36. Ejemplo del vaso de expansión

## 10. Dimensionamiento de la instalación solar térmica

### 10.1 Esquema de principio

Lo primero de todo que se debe aclarar es que todos los cálculos que se han realizado en el dimensionado de nuestra instalación se han calculado a través de la simulación del programa informático *HSolGas V1.0*.

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y las condiciones de uso.

Las condiciones climáticas se determinan a partir de la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Las condiciones de uso para ACS se determinan a partir del consumo diario asociado a la instalación y de la temperatura requerida en el sistema de acumulación.

A partir de estos datos, el cálculo de la superficie de captación necesaria para cumplir con la contribución solar requerida por la normativa de aplicación, o establecida en el proyecto, en una instalación solar térmica para ACS, se realiza siguiendo los siguientes pasos:

- Cálculo de la demanda energética de la instalación
- Cálculo de la contribución solar mínima requerida por la normativa
- Cálculo de la superficie de captación que permite obtener esta contribución solar

### 10.2 Cálculo de la demanda energética del edificio

A la hora de calcular la producción energética de nuestra instalación solar, a partir de la superficie de captación solar, se va a utilizar el método de cálculo *f-Chart*. Su empleo es sencillo, ya que se limita a la introducción de un número reducido de parámetros de entrada (datos climáticos, datos de la demanda energética del edificio y algunas características de los componentes de la instalación) y siempre teniendo en cuenta sus límites de aplicación, con el objetivo de obtener la superficie de captación requerida para lograr un porcentaje de la demanda energética o fracción solar anual. A partir de aquí se obtendrá un número entero de captadores solares, cuya superficie unitaria dependerá del modelo seleccionado.

Por lo tanto, y a modo resumen, el caudal de ACS demandado por ese edificio será de 3.750 litros/día; siendo calculado al haber introducido, previamente, los siguientes datos en el programa

informático:

- . Número total de viviendas: 01 edificio institucional
- . Número total de personas: 150 personas/edificio
- . Caudal mínimo: 25 litros/(personas/día)
- . Temperatura de ACS: 55 °C

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1,16 \times 10^{-3}$$

Donde,

$DE_{mes}$  = demanda energética en kWh/mes

$Q_{día}$  = consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia de 45°C = 25 litros/persona/día

$N$  = número de días del mes considerado (días/mes)

$T_{ACS}$  = temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente = 55°C

$T_{AF}$  = temperatura del agua fría de la red, que varía entre 15 y 20°C, en función del mes a considerar.

Obteniéndose una totalidad, al sumar las demandas energéticas de todos los meses del año, de 53.214 kWh/año.

### 10.3 Cálculo de la contribución solar mínima

#### 10.3.1 La contribución solar mínima para ACS

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda de energía anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.

Las zonas climáticas, como se puede observar en el siguiente mapa, se definen teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal, tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas. En el INPE existe una lista de donde se podrá conocer la zona climática correspondiente a Santa Catarina.

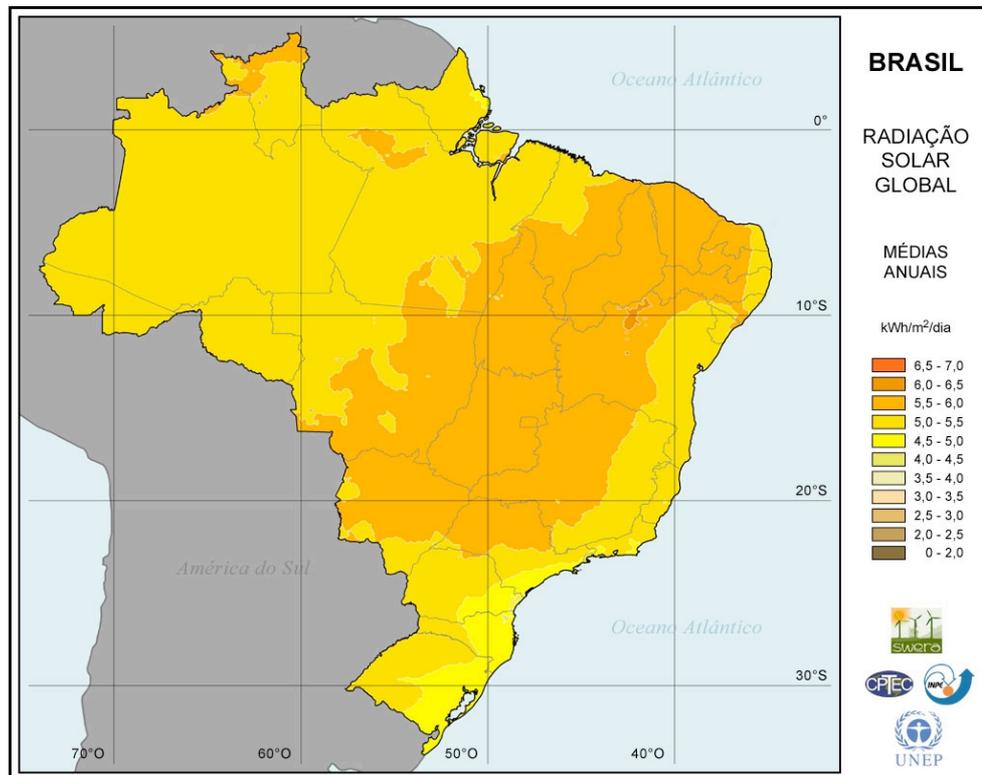


Figura 37. Radiación Solar en Brasil

## 10.4 Simulación F-chart

Para el cálculo de los paneles térmicos se utilizó el método del f-chart. El F-chart es un modelo que permite analizar y dimensionar instalaciones solares térmicas basado en correlaciones obtenidas a partir de datos experimentales y técnicos. Este permite definir la fracción solar cubierta por la instalación aportando los datos de las necesidades de ACS, piscina climatizada o suelo radiante y los ahorros de energía fósil gracias al sistema formado por energía solar. En este proyecto, se utilizó esta herramienta para determinar el número de captadores necesarios para suplir las necesidades do edificio para el ACS. Se utilizó un f-chart creado por HSolGas V1.0. Debido a que estaba bloqueado, se utilizaron macros para poder realizar cambios a los datos climáticos, de pérdidas y ganancias, para poder incluir los de Santa Catarina.

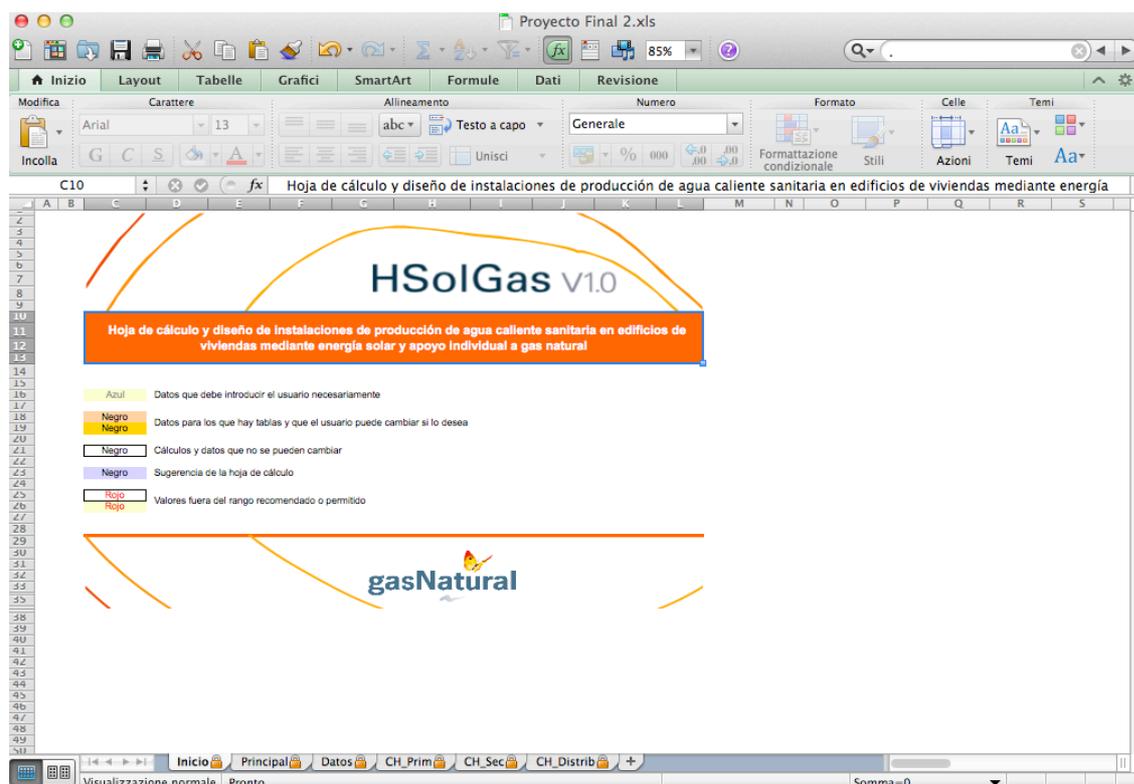


Figura 38. F-chart de HSolGas V1.0 modificado y desbloqueado

## 10.5 Datos característicos de Santa Catarina

Lo primeros datos que se cambiaron en el f-chart fueron en la ventana de radiación característicos de Santa Catarina. Se incluyeron, como descrito anteriormente los datos de radiación, temperatura ambiente, velocidad media de viento y datos del emplazamiento. Estos datos son necesarios para el f-chart para después poder realizar los cálculos del número de captadores necesarios y de la cantidad de pérdidas que tendrían lugar en la piscina por evaporación, conducción, convección, de agua y radiación y las ganancias por aporte solar.

### Demanda energética de ACS

Número total de viviendas	viviendas/edificio	1
Número total de personas	personas/edificio	150
Caudal mínimo	litros/(persona-día-viv)	35
Temperatura de ACS	°C	45
Factor simultaneidad (en función de la Ordenanza Solar)		0,72
Caudal ACS demandado por edificio	litros/día	3.780

Figura 39. Demanda energética de ACS

Se escogió un captador que cumple la normativa española y que se vende en Brasil de la marca Junkers de una eficiencia de 0.710, de un coeficiente de pérdidas de  $3.861 \text{ W/m}^2$  inclinado a  $45^\circ$  ya que Santa Catarina se encuentra a una latitud de  $27,5^\circ$ .

## 11. Instalación

La instalación estará separada de la siguiente manera:

- Circuito primario: este es el circuito del sistema solar por el que circula el fluido caloportador. Este circuito es cerrado y el fluido recorre toda la instalación impulsado por la bomba de circulación.
- Circuito secundario de ACS: este circuito es el de consumo por el que circula el agua procedente de la red para el consumo de ACS. De este circuito sólo concierne la parte que está dentro de la instalación.

### 11.1 Dimensionado de la superficie de captación

Tomando como punto de partida el predimensionado realizado para el sistema de ACS, la suma de demandas de los dos sistemas y el área unitaria del captador seleccionado, se puede obtener el número de captadores a instalar y área real de la instalación.

$$A_{\text{captacion}} = N^{\circ} \text{captadores} \times A_{\text{captacion}} = (25 \times 1,92 \text{ m}^2) = 40 \text{ m}^2$$

### 11.2 Calculo de los captadores

Se recomienda que los captadores que integran la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

Para la elección de la superficie de captación que finalmente tendrá la instalación, se parte de unos captadores de las siguientes características:

- Dimensiones: 1032 x 2026 x 67
- Superficie: 2,09 m<sup>2</sup>
- Modelo elegido: de la empresa JUNKERS, modelo FCB-2S (en el anexo). Para lograr una superficie de captación solar de 52,25 m<sup>2</sup>, serán necesarios un total de 25 captadores de 2,09 m<sup>2</sup>. Los captadores se dispondrán en 5 grupos de 5 captadores en serie.

### 11.3 Conexión de los captadores

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo o en serie:

- El acoplamiento en serie de los colectores tiene como consecuencia un aumento de la temperatura del agua, a costa de disminuir el rendimiento de la instalación, debido que al ir pasando el fluido de un colector a otro la temperatura de entrada en cada uno va aumentando y por lo tanto disminuyendo la eficacia global de sistema.
- Lo más habitual es disponer los colectores acoplados en paralelo, o en caso de disponerse en varias filas colocarse éstas también en paralelo, de cualquier forma éstas deberán tener el mismo número de unidades y estar colocadas paralelas, horizontales y bien alineados entre sí.

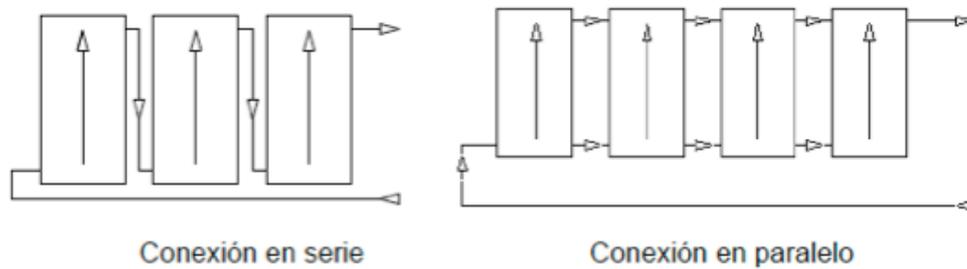


Figura 40. Tipología de conexión

En el diseño del sistema de captación se dividió en 5 conjuntos con 5 paneles en línea (Vea Figura 44.). El retorno de estos se hace de forma invertida con el fin de conseguir un sistema hidráulico lo más equilibrado posible.

La distribución de captadores fue escogida por ser la de más fácil montaje, mantenimiento y reparación. Cada uno de los bloques de captadores ha de llevar válvulas de corte en las entradas y salidas con el fin de poder desconectarlos en caso de mantenimiento y reparación sin perder el fluido del circuito.

Todos los captadores van conectados en paralelo, ya que la temperatura que se alcanza en estas condiciones de funcionamiento es suficiente para el uso en ACS. Al utilizar esta configuración, aumentamos el salto térmico conseguido y por lo tanto, conseguimos un mayor rendimiento.

#### 11.4 Diseño del circuito primario

En la colocación del campo de colectores debe asegurarse que el recorrido hidráulico sea el mismo para todos los colectores, de no ser así, los saltos térmicos de los colectores serían diferentes de unos a otros, reduciendo así el rendimiento global de la instalación. A fin de garantizar el equilibrio hidráulico es necesario disponer las conexiones de los colectores entre sí de forma que se realice el llamado retorno invertido.

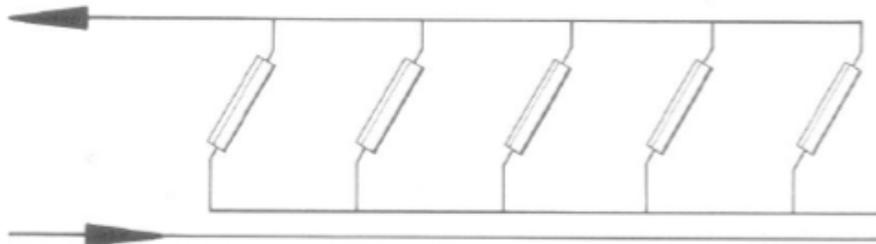


Figura 41. Sistema circuito primario

La longitud del circuito debe ser la más reducida posible para paliar las posibles pérdidas hidráulicas y de calor en el mismo, además de intentar disminuir las pérdidas de calor e hidráulicas en todos los accesorios añadidos al circuito.

#### 11.5 Fluido de trabajo

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará Tyfocor para proteger contra la corrosión de las tuberías y absorber el calor rápidamente. Este material también es utilizado en climas más fríos ya que protege también contra heladas.

## 11.6 Cálculo de tuberías

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Las tuberías y accesorios se aislarán y protegerán con materiales adecuados para ello.

Las canalizaciones del circuito primario desde los captadores solares hasta el local en el que se ubica el depósito solar se realizarán con tubería de cobre sanitario.

El diámetro de las tuberías se determinará a partir del caudal que debe circular por cada tramo y teniendo en cuenta el fluido caloportador seleccionado.

La tabla siguiente de selección de tuberías, cuando el fluido es agua sin aditivos, puede servir como guía en una primera estimación del diámetro de tubería:

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Caudal (litros/h)
18	1,0	16,0	hasta 500
22	1,0	20,0	hasta 950
28	1,0	26,0	hasta 1.900
35	1,0	33,0	hasta 3.600
42	1,0	40,0	hasta 6.200
54	1,2	51,6	hasta 12.000

Tabla 13. Tabla de selección de tuberías

Se ha de tener en cuenta que el fluido escogido en este caso práctico es agua con anticongelante, y por tanto, la pérdida de carga se ha de incrementar en un factor de 1,3, por tener mayor viscosidad. El dimensionamiento de la red de tuberías del circuito primario se realizará tanto para el retorno como para la impulsión. Se ha tenido en cuenta para los cálculos de los diámetros de las conducciones las pérdidas de carga en todos los accesorios que componen el circuito.

Todos los cálculos de los caudales del fluido caloportador, a través de los diferentes tramos de tuberías, con sus correspondientes diámetros y pérdidas de carga, están detallados en el Anexo.

Para el dimensionado se utilizó una hoja de cálculo (Excel). Introduciendo los caudales de diferentes tramos del circuito, se obtuvieron los diámetros de tubería a utilizar de 22, 28 y 35 mm con un espesor de aislamiento de 30 mm cada una. Añadiendo la longitud y accesorios (codos, curvas, etc.) de cada tramo se obtiene la pérdida de columna de agua y esta fue 4.35 m.c.a.

Tramo	¿Recorrido más desfavorable?	Caudal (l/h)	DN tramo (mm)	Di tramo (mm)	velocidad (m/s)	Pdcl (mm.c.a./m)	espesor aislamiento (mm) (*)	L tramo recto (r)
AB	<input checked="" type="checkbox"/>	2400	35	33	0,78	24,8	30	39,53
BC	<input checked="" type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	0,2
BD	<input type="checkbox"/>	862	35	33	0,28	4,1	30	6
DE	<input type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	0,6
DF	<input type="checkbox"/>	382	28	26	0,20	3,1	30	6,2
FG	<input type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	0,6
FH	<input type="checkbox"/>	-98	28	26	-0,05	#NUM!	30	6,2
HI	<input type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	0,6
HJ	<input type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	6,2
SU	<input checked="" type="checkbox"/>	2400	35	33	0,78	24,8	30	11,02
LM	<input checked="" type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	8,22
MN/PO/RQ/TS	<input type="checkbox"/>	480	22	20	0,42	16,0	30	8,12
MO	<input checked="" type="checkbox"/>	960	28	26	0,50	15,5	30	6,2
OQ	<input checked="" type="checkbox"/>	1440	28	26	0,75	31,4	30	6,2
QS	<input checked="" type="checkbox"/>	1920	35	33	0,62	16,8	30	6,2
	<input type="checkbox"/>		---	0	0,00	0,0	0	

Figura 42. Calculo de tuberías excel

Nº	Singularidades					L Equiv. Singul. (m)	L Total (m)	Pdc (mm.c.a.)
	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº			
Curva de 90°	6	Valv. Antirret.	1	---	---	6,65	46,18	1143,7
T tipo1	1	---	0	---	---	0,2	0,4	6,4
Curva de 90°	2	---	0	---	---	1,68	7,68	31,7
T tipo1	1	---	0	---	---	0,2	0,8	12,8
T tipo1	1	Curva de 90°	1	---	---	0,9	7,1	21,9
Curva de 90°	1	---	0	---	---	0,45	1,05	16,8
T tipo1	1	---	0	---	---	0,3	6,5	#NUM!
Curva de 90°	1	---	0	---	---	0,45	1,05	16,8
Curva de 90°	2	---	0	---	---	0,9	7,1	113,5
Curva de 90°	5	---	---	---	---	4,2	15,22	376,9
Curva de 90°	3	---	---	---	---	1,35	9,57	153,0
Curva de 90°	2	---	---	---	---	0,9	9,02	144,2
T tipo1	1	---	---	---	---	0,3	6,5	100,5
T tipo1	1	---	---	---	---	0,3	6,5	204,3
T tipo1	1	---	---	---	---	0,4	6,6	110,6
---	---	---	---	---	---	0	0	0,0

(\*) Aislamiento con  $\lambda=0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  y temp. fluido entre 66 y 100°C

Figura 43. Calculo de tuberías excel

**Perdidas de Carga - Pdc = 2,096 m.a.c.**

### 11.6.1 Características de la red de tuberías

El circuito hidráulico se realizará con tuberías de cobre, material que se ha elegido por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente ventajoso. Se instalarán manguitos electrolíticos y latiguillos de 200 mm de longitud entre los puntos de unión de materiales distintos para evitar la corrosión. Además, los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en sentido de la circulación para

facilitar la misma. Otro aspecto fundamental son las soldaduras entre las uniones de tuberías de cobre que serán de una aleación de plata.

En el diseño del circuito hidráulico se distribuyeron los captadores y el trazado de las tuberías, con cierto grado de simetría para conseguir mayor equilibrio. En este caso no fue necesaria la instalación de válvulas de equilibrado para controlar flujos ya que el sistema ya queda equilibrado por el esquema de retorno invertido.

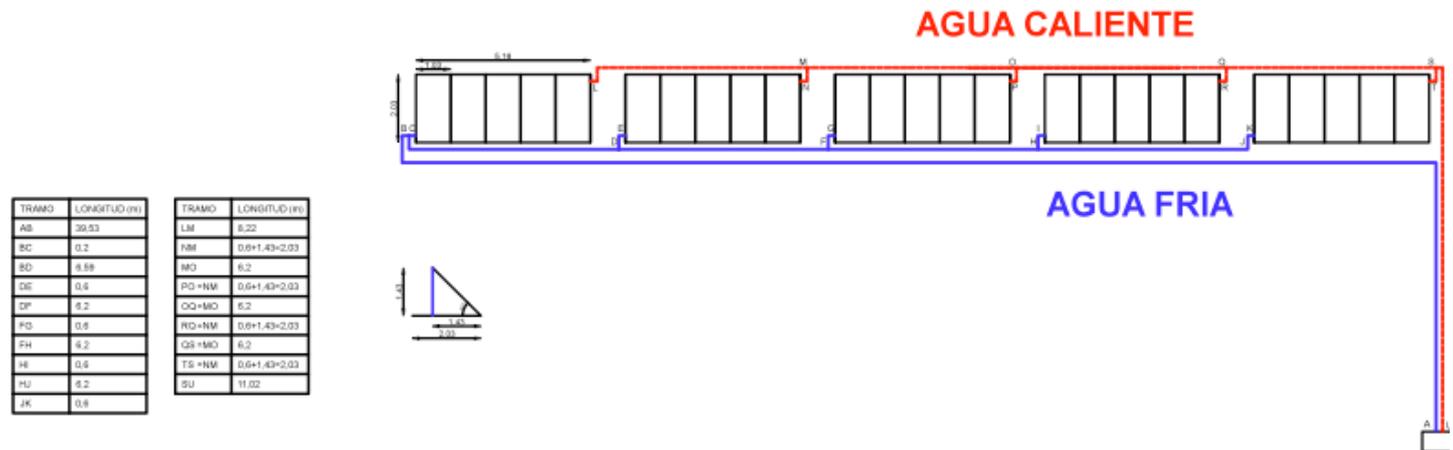


Figura 44. Esquema Retorno Invertido

En el diseño de la red de tuberías se trató de limitar al máximo las pérdidas térmicas para reducir la longitud de los trazados y las pérdidas de carga evitando codos o accesorios innecesarios.

## 11.7 Calculo del acumulador de ACS

El acumulador elegido fue el modelo **MVV-4000-RB Junkers (en el anexo)** que tiene una capacidad de 4000 L, en este acumulador se almacena el ACS con una temperatura máxima de 90°C. La descarga del acumulador se efectúa automáticamente al extraerse agua caliente.

## 11.8 Cálculo del intercambiador

Dependiendo de cómo se realice el intercambio de calor, tendremos que será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas del trabajo de la instalación. La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente estará en función del área de captadores y, suponiendo una irradiación solar de 1000 W/m<sup>2</sup> y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50%, se debe cumplir la siguiente condición:

$$P \geq 500 \times A = 500 \times 48,25 = 24125 \text{ W}$$

Donde,

P = potencia mínima del intercambiador (W)

A = área de captadores (m<sup>2</sup>)

Con el área de apertura y la potencia mínima requerida, el intercambiador de placas de Cipriani que mejor se adapta es el modelo **S-020+013A00HNPV0111 (en el anexo)**, cuya potencia asciende a 30 kW. Dado que la capacidad de este intercambiador es mayor a la requerida, habrá margen para aumentar el caudal en el secundario si se disminuye el gradiente térmico. Por ejemplo, si el

gradiente térmico requerido fuera solo de 0 °C, el caudal en el secundario ascendería a 3,3 m<sup>3</sup>/h, situación que se podría dar con asiduidad.

### 11.9 Cálculo de la bomba circuito primario

Para el dimensionado de las bombas de circulación es necesario saber:

- El caudal
- Pérdida de carga en la instalación

La bomba adecuada se obtiene buscando el punto óptimo de funcionamiento del sistema en el gráfico de la curva característica dada por el fabricante. Así se podrá comprobar si el sistema funcionará correctamente o si será necesario instalar una válvula para equilibrar el grupo.

#### Bomba del circuito primario

Para el circuito primario de la instalación correspondiente al circuito solar los valores de caudal y pérdidas de carga se obtuvieron de la siguiente manera:

Caudal

$$Q_{\max} = A_{\text{captacion}} \times 50 \frac{\text{L}}{\text{km}^2}$$

$$A_{\text{captacion}} = 48,25 \text{ m}^2$$

$$Q_{\max} = 48,25 \text{ m}^2 \times 50 \frac{\text{L}}{\text{km}^2} = 2.412 \text{ L/h}$$

$$Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

La selección de la bomba del circuito primario se realizará de modo que su curva característica contenga aproximadamente el punto de trabajo definido por una altura manométrica igual a la pérdida de carga del circuito  $H = 3,65$  m.c.a. y un caudal  $Q$  igual a 2.412 litros/h. La bomba seleccionada a sido EBARA, modelo Etherma-B 2-72-2. (en anexo)

### 11.10 Perdidas de Carga

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal. Para la selección de la bomba del circuito primario será necesario calcular la pérdida de carga en el recorrido más desfavorable para el fluido. La elección de la bomba se realiza a partir de la pérdida de carga total (3,91 m.c.a) y el caudal del circuito primario (2.412 l/h), de forma que se encuentre dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante. Para el cálculo de la pérdida de carga del circuito debe tenerse en cuenta las pérdidas en las tuberías  $P_{dc\text{tuberías}}$  (incluidas las pérdidas de carga singulares de los accesorios, como por ejemplo los codos, curvas de 90°, válvulas antirretorno...), la pérdida de carga del intercambiador de calor  $P_{dc\text{intercambiador}}$  y la de los captadores solares  $P_{dc\text{captadores}}$ .

Las pérdidas de carga en las tuberías,  $P_{dc\text{tuberías}}$ , son de 2,096 m.c.a.

La pérdida de carga en el intercambiador,  $P_{dc\text{intercambiador}}$ , es de 1,52 m.c.a.

La pérdida de carga en el captador,  $P_{dc\text{captador}}$  es de 0,034 m.c.a

La suma de los valores anteriores dan como resultado una pérdida de carga de 3,65 m.c.a. (2,41 + 1,52 m.c.a. + 0,034 m.c.a.)

### 11.11 Calculo del Vaso de expansión

El diseño de la instalación deberá prever un sistema que absorba la dilatación del fluido y asegure un valor mínimo de la presión en el circuito. Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

El cálculo del volumen de expansión puede ser obtenido mediante aplicaciones de cálculo de expansiones volumétricas en circuitos hidráulicos. La tubería de conexión del vaso de expansión cerrado no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso. El volumen de líquido del circuito primario se puede calcular sumando los contenidos de los diferentes elementos, principalmente las tuberías y los captadores.

El contenido total de líquido en las tuberías es aproximadamente 30 litros. A este volumen debe sumarse la capacidad de líquido de los captadores, que es de 1,92 litros cada uno, es decir, 48 litros para el total de 25 captadores, y el volumen del fluido en el intercambiador de calor, que son 2,7 litros.

El contenido total de líquido del circuito primario es, por tanto, de unos 80,8 litros.

El volumen del vaso de expansión,  $V_{\text{vaso}}$ , ha sido tal que 30 litros. Este valor ha sido calculado a partir de la presión absoluta inicial del vaso de expansión,  $P_i$ , con un valor de 1,5 kg/cm<sup>2</sup> (suponiendo que la presión de llenado es de 1,2 kg/cm<sup>2</sup>, que el vaso está al mismo nivel que el circuito y considerando que la columna del fluido está por encima del vaso de expansión) y la presión absoluta final del vaso de expansión,  $P_f$ , que se toma como referencia la presión de tarado de la válvula de seguridad del circuito primario, que se establece en 6 kg/cm<sup>2</sup> en este caso práctico; este valor supone una presión absoluta  $P_f = 7$  kg/cm<sup>2</sup> (sumándole 1 kg/cm<sup>2</sup> de presión atmosférica a la presión de tarado de la válvula de seguridad). También se ha calculado el factor de presión,  $P_f/(P_f - P_i)$ , siendo éste 1,3 (unidades adimensionales).

Se ha de aclarar que, en la práctica, se instalará un vaso de expansión con una capacidad superior a la calculada.

El vaso de expansión se instalará sin válvula de corte, de manera que no exista la posibilidad de aislarlo accidentalmente del circuito primario al que protege.

Se fue eligido un vaso de expansión **Junkers SAG35 de 35 l (en el anexo)** para mejor optimización del sistema.

### 11.12 Otros elementos del circuito primario

Para evitar la circulación inversa, sobretodo durante la noche, se colocarán válvulas antirretorno de clapeta en los circuitos primario, así como en la entrada de agua fría del acumulador solar y en la impulsión de la bomba de circulación.

Se montarán válvulas de corte para facilitar la sustitución o reparación de componentes sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación. En este sentido, se procurará aislar hidráulicamente los sistemas de captación (baterías de captadores), circulación (bomba), intercambio y acumulación.

Asimismo se debe prestar especial atención en la estanqueidad y la durabilidad de las conexiones del captador y en asegurar que el circuito hidráulico de conexión entre los diferentes grupos esté equilibrado, es decir, que no existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

El circuito primario deberá contar con una válvula de seguridad con descarga conducida a desagüe.

La presión de tarado será de 6 kg/cm<sup>2</sup>. También, junto a la válvula de seguridad, se instalará un manómetro que permita verificar la presión del circuito. En el trazado de las tuberías deberá tratarse de evitar la formación de puntos altos que puedan provocar la formación de bolsas de aire que dificulten la circulación del fluido. Por ello, se instalarán 1 purgadores de aire, en el sentido salida del grupos de captadores, en los puntos altos.

En el circuito se deberá de prever una conexión para el llenado y la eventual reposición de fluido caloportador.

## 12. Protección

### Fluido

Como ya fue indicado, se utilizará Tyfocol como fluido de trabajo lo cual fue escogido ya que es el indicado debido a las características climatológicas del lugar y tener siempre un pH entre 5-9 a 20°C. El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

### Sobrecalentamientos

El sistema estará diseñado de tal forma que cuando haya altas radiaciones solares prologadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan sobrecalentamientos y que se acumule el líquido sobrante o se desvíe el calor sin causar problemas en el sistema.

Se plantea la idea de un sistema de drenaje como protección ante sobrecalentamientos y por lo tanto, los habitantes de la vivienda no se vean en peligro ante cualquier problema causado por el bajo uso del sistema de agua caliente.

### Protección contra quemaduras

Ya que la instalación consta de un sistema de ACS sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo puede exceder de 60 °C se instalará un sistema automático que limite esa temperatura como máxima temperatura del fluido, aunque que sea capaz de soportar las temperaturas máximas de temperatura solar de extracción.

### Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema estará diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

### Resistencia a presión

Tratándose de un sistema con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

### Vasos de expansión

Se conectan por la parte superior con tal de que la membrana y la cámara de gas se sitúen en la parte inferior, de este modo, la carga térmica de la membrana en el fondo del vaso será limitada gracias a la estratificación térmica del fluido, así mismo, se evita que burbujas de vapor puedan alcanzar la membrana.

### Prevención de la legionelosis

La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C. El sistema será capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C con objeto de prevenir la legionelosis. En

consecuencia, no se utilizarán piezas de acero galvanizado (IDAE, 2009).

### **Sistema de Electricidad y Control**

La parte más importante de las instalaciones solares es el control adecuado de las maniobras a realizar por cada uno de los componentes de control.

Una instalación que no realice con corrección las acciones previstas, nunca va a dar los resultados energéticos esperados según el dimensionado inicial.

Unido al sistema de control se encuentra el sistema eléctrico, que protege a los dispositivos eléctricos y electrónicos de la instalación de posibles sobrecorrientes en el circuito.

El sistema de control asegurará que, ningún caso, se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

De la misma manera, asegurará que, en ningún punto, la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura de tres grados superior a la congelación del fluido.

También regulará principalmente los estados de arranque y parada de las bombas del primario y secundario de la instalación solar; y realizará el control del intercambio de calor en el subsistema de almacenamiento.

El Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE asegurará que las bombas nunca estarán en marcha con diferencias de temperaturas menores de 2°C, y que en ningún caso se realizarán paradas con diferencias de temperatura superiores a 7°C. La diferencia de temperaturas entre la temperatura de arranque y parada del termostato diferencial deberá ser siempre superior a 2°C.

En cuanto a las condiciones de descarga de la instalación, en ningún caso podrán alcanzarse temperaturas superiores a 45°C en los puntos de consumo, recomendándose el empleo de válvulas mezcladoras.

### 13. Presupuesto

El sistema de ACS contiene los siguientes elementos, con sus correspondientes presupuestos que se detallan en la siguiente tabla:

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
UN	Junkers FCB – 2S CTE Captador solar plano de alto rendimiento, con tratamiento selectivo en PVD, para instalación vertical. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite conexión en paralelo hasta 10 captadores.</li> <li>• Circuito hidráulico de parrilla de tubos, con baja pérdida de carga.</li> <li>• Conexiones flexibles metálicas, de fácil instalación.</li> <li>• Aislamiento en lana mineral de 25 mm de espesor .</li> <li>• Vidrio de seguridad.</li> <li>• Bandeja de aluminio, de elevada resistencia mecánica.</li> <li>• Área de apertura: 1,936 m2</li> <li>• Dimensiones totales: 1032 x 2026 x 67 mm.</li> <li>• Curva de rendimiento: 0= 0,710; K1= 3,861; K2= 0,013</li> </ul>	25	430,00 €	10.750,00 €
UN	Estructura de Soporte WF11 – Cubiertas Plantas Estructura de soporte básica para instalación de captadores verticales sobre tejado plano. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite regulación del ángulo de inclinación, a 15º, 20º y 35º.</li> <li>• Fabricada en aluminio .</li> <li>• Se necesita una por cada grupo de captadores</li> </ul>	05	157,00 €	785,00 €
UN	Estructura de Soporte WF12 – Cubiertas Plantas Estructura de soporte básica adicional para instalación de captadores verticales sobre tejado plano. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite regulación del ángulo de inclinación, a 15º, 20º y 35º.</li> <li>• Fabricada en aluminio .</li> <li>• Se necesita una por cada captador de cada grupo, excepto el primero</li> </ul>	20	119,00 €	2.380,00 €
UN	Conjunto de conexiones hidráulicas WFS-18 Conjunto de conexiones hidráulicas entre captadores FCC-2 y FCB-2 para instalación en tejado plano,	05	50,00 €	250,00 €

	compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• codos en latón.</li> <li>• tuercas de 3/4".</li> <li>• 2 anillas de apriete de 18 mm.</li> <li>• 2 tuercas G1.</li> <li>• 1 llave allen para instalación de los captadores solares sobre las estructuras de soporte.</li> </ul> Se necesita un juego de conexiones WFS-18 por cada grupo de captadores.			
UN	Vaso de Expansión SAG35 Vaso de expansión especial para instalaciones solares, preparado para trabajar con mezclas anticongelantes. Capacidad: 35 l.	01	105,00 €	105,00 €
UN	Conexión y soporte para vasos de expansión AAS1	01	65,00 €	65,00 €
UN	Accesorios solar ELT6 Purgador automático especial para instalaciones solares, válido para toda la gama de captadores solares Junkers. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipado con cámara de acumulación de vapor, que facilita la eliminación del aire contenido en circuito primario solar.</li> <li>• Rango de temperatura: -30º.. + 150 ºC.</li> <li>• Incorpora válvula de esfera.</li> </ul>	05	75,00 €	375,00 €
UN	Válvula de seguridad VS6 Válvula de seguridad, especial para aplicaciones de energía solar. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuerpo en latón, cromado.</li> <li>• Potencia de descarga: 50 kW.</li> <li>• Rango de temperatura: -30.. + 160 ºC.</li> <li>• 6 bar</li> </ul>	05	40,00 €	200,00 €
ML	Tubería de cobre de 22 x 1mm de diámetro exterior Tubería de cobre sanitaria.	24,54	3,80 €	93,25 €
ML	Tubería de cobre de 28 x 1mm de diámetro exterior Tubería de cobre sanitaria.	24,80	5,04 €	124,99 €
ML	Tubería de cobre de 35 x 1mm de diámetro exterior Tubería de cobre sanitaria.	62,75	6,73 €	422,30 €
ML	Coquilla aislante de 25 mm de espesor para tubería de ml - 22 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 25 mm de espesor para tubería de 22 mm con una conductividad de 0,035 W/okm2 totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	24,54	12,48 €	306,25 €
ML	Coquilla aislante de 25 mm de espesor para tubería de ml – 28 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 25 mm de espesor para tubería de 22 mm con una conductividad de 0,035	24,80	21,30 €	528,24 €

	W/okm2 totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.			
ML	Coquilla aislante de 25 mm de espesor para tubería de ml – 35 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 25 mm de espesor para tubería de 22 mm con una conductividad de 0,035 W/okm2 totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	62,75	24,12 €	1.513,53 €
UN	Intercambiador cipriani de calor de placas y juntas S-020+013A00HNPV0II11 (circuito primario) Intercambiadores de calor de placas desmontables marca Cipriani, de origen italiano, placas construidas en Acero Inoxidable o Titanio. Juntas en NBR/EPDM aptas para trabajar con agua, vapor, aceites, agua con glicol, combustible, soluciones ácidas, soluciones refrigerantes, leche, etc.	01	568,70 €	578,70 €
UN	Bomba Ebara - Etherma-B 2-72-2 (circuito primario) Bombas In-Line con motores montados directamente sobre el cuerpo de la bomba y regulables eléctricamente mediante un con- mutador de 3 ó 4 velocidades que permite obtener de la misma bomba diversas curvas de características que garantizan una mayor flexibilidad. Esto facilita reducir el ruido derivado de la velo- cidad del flujo, así como disminuir el consumo de energía eléctrica. Adecuada para instalaciones de calefacción y refrigeración, cir- cuitos de agua caliente sanitaria e instalaciones solares. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Máxima presión de trabajo: 10 bar</li> <li>• Máxima temperatura del líquido: -15°C / +120°C</li> <li>• Agua limpia exenta de solidos o fibras Contenido máx. de Glicol: 50%</li> <li>• Cuerpo de bomba: Hierro fundido</li> <li>• Eje: Acero inoxidable</li> <li>• Impulsor: Hierro fundido / Tecnopolímero</li> <li>• Cojinete: Carbono</li> <li>• Juntas tóricas: EPDM</li> <li>• Camisa de estanqueidad: Acero inoxidable</li> <li>• Motor de tres (3) y cuatro (4) velocidades regulado por conmutador electrónico exterior.</li> <li>• Aislamiento: Clase F / Clase H (modelo 3 velocidades)</li> <li>• Protección: IP44</li> <li>• Monofásica 230V ± 10% 50 Hz</li> <li>• Trifásica 400V ± 10% 50Hz</li> </ul>	01	803,00 €	803,00 €
UN	Deposito Acumulador Junkers MVV-RB 4000 Depósito acumulador de gran capacidad fabricados en	01	6.450,00 €	6.450,00 €

	<p>acero inoxidable, decapado químicamente y pasivado, después de ensamblar con capacidad de 4000 litros Indicados para situaciones en las que se necesitan grandes cantidades de agua caliente sanitaria con energía solar en edificios multifamiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto (mm): 2310</li> <li>• Diámetro (Ø): 1910</li> <li>• Espesor del aislamiento (mm): 80</li> <li>• Conductividad térmica (W/m.K): 0,025</li> <li>• Espesor equivalente* (mm): 80</li> <li>• Volumen útil (l): 4000</li> <li>• Peso en vacío (kg): 880</li> <li>• Capacidad útil (l): 4000</li> <li>• Temperatura máx. de funcionamiento(°C): 90</li> <li>• Presión máx. de funcionamiento (a.c.s.) (bar): 8</li> </ul>			
UD	<p>Controladores solares Junkers TDS 300 Controlador solar multifunción por diferencial de temperatura, para instalaciones solares con un máximo de tres aplicaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas para sondas de temperatura NTC; 1 entrada para conexión de un caudalímetro para medida de energía aportada por el sistema; 2 salidas triac (velocidad variable); 3 salidas 230 V / 50 Hz.</li> <li>• 1 interface para PC (RS 232).</li> <li>• Display LCD iluminado y animado.</li> <li>• 27 sistemas preconfigurados con pictogramas, indicación de temperaturas, códigos de error, modo de funcionamiento y estado de la bomba.</li> <li>• Posibilidad de trabajar con velocidad variable en las bombas, y ajuste de la zona de modulación.</li> <li>• Ajuste del diferencial de temperatura; Selección de temperatura máxima en el depósito y en los captadores.</li> <li>• Dimensiones: 190 x 170 x 50 mm. – Montaje sobre pared.</li> <li>• Incluye dos sondas de temperatura NTC.</li> </ul>	01	350,00 €	350,00 €
UD	<p>Accesorios solar – Líquido solar – WTF 20 S Líquido solar (glicol 30%/agua 70%). Bidón 20 litros Protección contra el frío: -15° C.</p>	05	80,00 €	400,00 €
UN	<p>Bomba GRUNDFOS ALPHA2 25-40 A 180</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de eficiencia energética EEI: até 0.15</li> <li>• Material circulador: corpo em ferro EN-GJL-150, impulsor em PES, camisa do rotor em bronze</li> <li>• Temp. líquido: de+2 a +110°C, TF110 - CEN 335-</li> </ul>	01	390,50 €	390,50 €

	2-51 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temp. ambiente: máx.+40<sup>o</sup>C</li> <li>• Pressão de funcionamento: PN10</li> <li>• Tensão de alimentação: 1x230V+/-10% 50/60Hz, PE</li> <li>• Humidade ambiente: máx.95% hum.relativa</li> <li>• Classe de isolamento: F</li> <li>• Classe de proteção: IP X4D</li> <li>• Nível pressão sonora: IP X4D &lt;= 43 dB(A)</li> <li>• Marca: CE, Grundfos BlueFlux, Eup</li> <li>• Variante: versão A com purg.de ar, versão N com corpo do circulador em aço inox 1.4308</li> </ul>			
UD	Elementos de fontanería y control Valvulería de corte, expansión, etc. Sensores y sondas necesarios para el correcto funcionamiento de nuestro sistema.	01	1.500,00 €	1.500,00 €
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL (PEM)</b>			<b>27.846,52 €</b>
	<b>MATERIALES ADICIONALES</b>			<b>500,00 €</b>
	<b>PEM + MAT. ADICIONALES</b>			<b>28.346,52 €</b>
	<b>MANO DE OBRA E INSTALACIÓN (16%)</b>			<b>4.535,44 €</b>
	<b>PEM + MAT. ADICIONALES + MANO DE OBRA</b>			<b>32.881,96 €</b>
	<b>SUBVENCIÓN GOBIERNO SANTA CATARINA (20%)</b>			<b>- 6.576,39 €</b>
	<b>PRESUPUESTO FINAL</b>			<b>26.305,57 €</b>

Tabla 14. Presupuesto

## 14. Plan de Mantenimiento

El plan de mantenimiento se realizará en operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener, dentro de unos límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>. El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.

En el mantenimiento se debe incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

## 15. Análisis Financiero

El análisis financiero se ha hecho diferenciando en 02 partes para una inversión en términos comparativos. La primer análisis se llevó a cabo que la empresa pagó el 100% de la inversión y el segundo análisis se realizó con financiamiento de un banco teniendo en cuenta los ahorros generados por la instalación solar térmica. Al final del estudio, se han juntado las inversiones y ahorros para hacer un análisis global del proyecto.

Las condiciones financieras que se han tenido en cuenta para dichos análisis son las siguientes:

Dato	Valor
Inflacion	4,5 %
Tipo interes banco	2,33 %
Porcentaje financiacion aneja	70 %
Tipo interes Equity	6 %
WACC	9 %

Tabla 15. Datos Financieros

Para calcular el ahorro se deben tener en cuenta los gastos actuales de la residencia en términos de electricidad y gas:

<b>Gasto anual gas (años base)</b>	<b>17.333,21 €</b>
------------------------------------	--------------------

Tabla 16. Gastos anuales de gas

### 15.1 Análisis financiero Instalación Solar Térmica ACS

Este punto analiza la instalación solar térmica ACS para tratar todo el consumo de gas actual de la edificación para calcular el ahorro.

Para hacer en análisis de rentabilidad hay que tener en cuenta el gasto en el año base de gas si no se hiciera el proyecto (Gasto actual), el gasto eléctrico ya con la instalación (Gasto BN) y los gastos de mantenimiento (Gato mantenimiento). Con estos datos se calcula el ahorro de la siguiente forma:

$$\text{Ahorro anual} = \text{Gasto actual} - (\text{Gasto BN} + \text{Gasto mantenimiento})$$

Para el año 1 de análisis, el cálculo es el siguiente:

$$\text{Ahorro anual} = 17.333.21 - (150 + 200) = 16.983,21 \text{ €}$$

Fijada ya la inversión y el ahorro que se irá actualizando con la inflación, el resultado de esta inversión a 22 años se resume en las siguientes figuras:

#### Analisis sin financiamiento - inversion total (100%)

**TIR: 16 %**  
**VAN: 18.238,46 €**  
**PAYBACK: 06 AÑOS**

**Análisis con financiamiento - ingreso (30%) + banco (30%)****Tasa de interés: 3,66 %****TIR: 25 %****VAN: 21.945, 56 €****PAYBACK: 06 AÑOS**

## 16. Análisis Financiero Global

En el análisis financiero global de la instalación se tendrán en cuenta las inversiones y ahorros anteriores así como las condiciones financieras descritas anteriormente. Además, como parte del capital invertido ha sido financiado por el banco a un tipo de interés, se ha optado pagar el crédito a 6 años, a pesar de que la vida útil de la tecnología son de 22 años.

Dados los datos de apalancamiento, la inversión se divide de la siguiente forma: Parte inversión 'equity' de € 7.891,67 y parte de inversión financiada por el banco de € 18.413,89, sumando un total de € 26.305,27. Las hojas de cálculo tanto del análisis financiero como del modelo de amortización del crédito se encuentran el anexo. Cabe destacar que dado el modelo de amortización y la suma de ahorros generados por las instalaciones, el primer flujo de caja positivo aparece al final del año 6.

Los resultados de la inversión son los siguientes:

**TIR: 25 %****VAN: 21.945,56****PAYBACK: 06 AÑOS**

La alta rentabilidad generada por la inversión indica que, a pesar de ser un proyecto intensivo en capital, la viabilidad económica queda garantizada.

## 17. Conclusiones

La inversión en estos tipos de tecnología en un país como Brasil presenta mayor tipo de dificultades en términos de suministro y fijación de precios de los elementos que constituyen la instalación. Es evidente que la energía solar térmica a baja temperatura no son tecnologías maduras en Brasil. Tenemos la necesidad de importación de ciertos elementos, lo que implica una subida del precio. Sin embargo, hay que destacar la clara voluntad del gobierno brasileño en fomentar este tipo de tecnologías.

En cuanto al recurso solar del país, éste presenta una importante variabilidad según la zona. En términos medios, no presenta una gran radiación. En concreto Santa Catarina, con un valor de 5,9 kWh/m<sup>2</sup> diario, no puede presumir de un recurso abundante teniendo en cuenta la latitud a la que se encuentra.

En cuanto a la viabilidad técnica del proyecto, a priori no se ha detectado ningún impedimento para el desarrollo de la instalación. La capacidad de suministro de agua caliente queda garantizada.

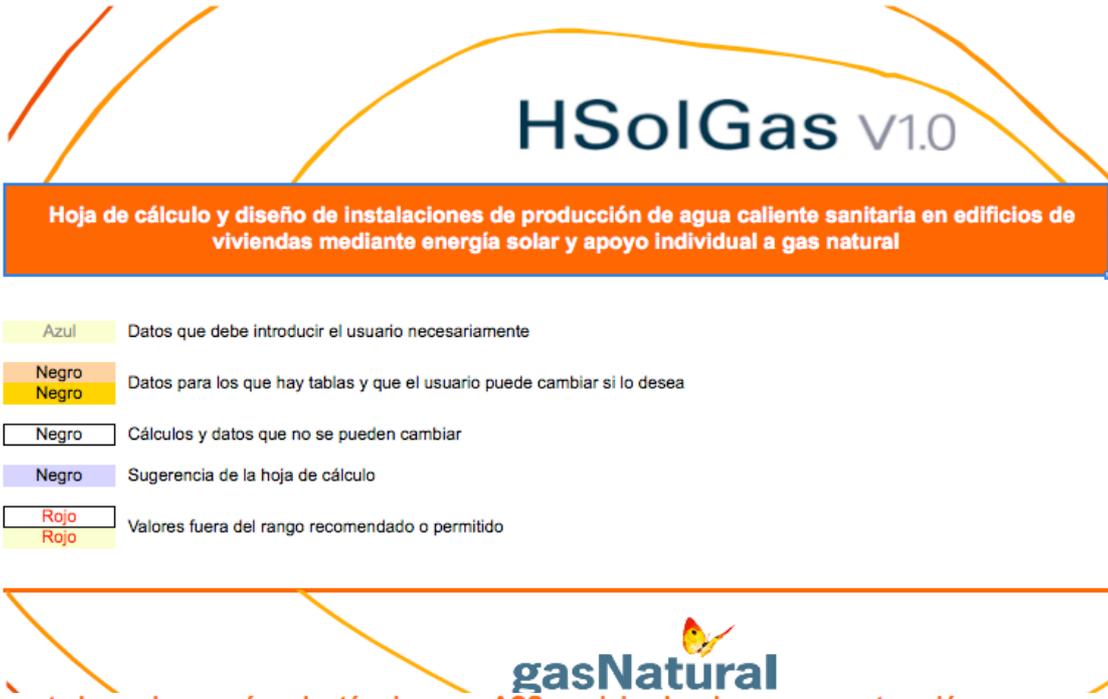
Por último, tras realizar el análisis financiero al detalle, se puede concluir que el proyecto es claramente viable económicamente como indica la alta tasa de rentabilidad. Por este motivo hay que hacer frente a unos altos costes de la tecnología. El gobierno sigue con el compromiso firme de promover las energías renovables, los precios de tecnologías solares se verán reducidos en los siguientes años, haciendo las inversiones más atractivas y generando una industria del sector en el país. Además, las buenas perspectivas de crecimiento del país en el futuro, favorecerán al desarrollo de más instalaciones de generación.

## 18. Trabajos Citados

1. ABRAVA. Manual de capacitação em projetos de sistemas de aquecimento solar, Abril de 2008.
2. ACKOFF, R.L. Redesigning the future. Wiley-Interscience publication, 1974.
3. AITA, F; Estudo do desempenho de um sistema de aquecimento de água por energia solar e gás. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Porto Alegre, 2006.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Instalação predial de água fria: NBR 5626. Rio de Janeiro, 1998.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Projeto e execução de instalações prediais de água quente: NBR 7198. Rio de Janeiro, 1993.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Aquecedor de água a gás tipo instantâneo - Requisitos e métodos de ensaio: NBR 8130. Rio de Janeiro, 2004.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Aquecedores de água a gás tipo acumulação - Ensaio: NBR 10542. Rio de Janeiro, 1988.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Instalação de aparelhos a gás para uso residencial - Requisitos dos ambientes: NBR 13103. Rio de Janeiro, 2006.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais - Projeto e execução: NBR 15526. Rio de Janeiro, 2009.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação: NBR 15569. Rio de Janeiro, 2008.
11. BERETTA - RIELLO, Technology Solar Manual. Lecco - Itália, 2010.
12. BORGES, Thomaz; Síntese Otimizada de Sistemas de Aquecimento Solar de Água. Tese de Doutorado. Campinas, 2000.
13. BOSCH - BUDERUS, Technica Data Sheets. Germany, 2010.
14. CONSEIL INTERNATIONAL DU BATIMENT. The performance concept and its terminology.

## 19. ANEXO

### F-Chart



**HSolGas V1.0**

**Hoja de cálculo y diseño de instalaciones de producción de agua caliente sanitaria en edificios de viviendas mediante energía solar y apoyo individual a gas natural**

**Legenda:**

- Azul Datos que debe introducir el usuario necesariamente
- Negro Datos para los que hay tablas y que el usuario puede cambiar si lo desea
- Negro Cálculos y datos que no se pueden cambiar
- Negro Sugerencia de la hoja de cálculo
- Rojo Valores fuera del rango recomendado o permitido

**gasNatural**

**Cálculo de captadores de energía solar térmica para ACS en viviendas de nueva construcción**

#### Datos del proyecto

Nombre del proyecto	Edificación CREA - Florianópolis/SC	
Autor	Daniel Barbosa de Souza	
Fecha	14/06/14	
Localización del proyecto	Florianópolis	
Localización (datos climáticos y radiación solar)	Florianópolis - SC	<a href="#">Datos climáticos y de radiación solar</a>

#### Demanda energética de ACS

Número total de viviendas	viviendas/edificio	1	
Número total de personas	personas/edificio	150	
Caudal mínimo	litros/(persona-día-viv)	25	<a href="#">Características básicas de la edificación</a>
Temperatura de ACS	°C	45	
Factor simultaneidad (en función de la Ordenanza Solar)		1	
Caudal ACS demandado por edificio	litros/día	3.750	Si no se ha de usar, introducir un 1

	N días/mes	Temp. agua fría °C	Demanda kWh
Enero	31	13	4.315
Febrero	28	14	3.776
Marzo	31	13	4.315
Abril	30	12	4.307
Mayo	31	11	4.585
Junio	30	10	4.568
Julio	31	9	4.855
Agosto	31	10	4.720
Septiembre	30	10	4.568
Octubre	31	11	4.585
Noviembre	30	12	4.307
Diciembre	31	13	4.315
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>		<b>53.214</b>

$$DEmes = Q * N * (Tacs - Taf) * 1,16 * 10^{-3}$$

**Determinación de la superficie de captadores solares y acumulación de ACS**
**Características de los captadores**

Modelo de captador		Junkers FCB - 25
Superficie captador	m <sup>2</sup> /captador	1,93
Fr Tau (factor óptico)		0,71
FrU (pérdidas térmicas)	W/(m <sup>2</sup> · K)	3,874
Altura captador	m	8
Inclinación	°	45
Latitud	°	27,5
Configuración de sistema solar		Edif. Multifamiliar: Acumulación solar CENTRALIZADA
Relación V/Sc (hipótesis inicial)	lit/m <sup>2</sup>	75
Fración solar anual exigida	%	60%

Seleccionar captadores

Editar tabla captadores

Características básicas de la edificación

 Valor recomendado: entre 50 y 100 lit/m<sup>2</sup>  
 La de la Ordenanza Solar o bien 60%

**Cálculo de la superficie de captadores (Método f-Chart)**

Número de captadores calculado		19,3
Superficie de captación calculada	m <sup>2</sup>	37,3
Volumen de acumulación ACS calculado	litros	2.798
Fración solar anual calculada		60,6%
Número de captadores sugerido		20
Superficie de captación sugerida	m <sup>2</sup>	38,6
Volumen de acumulación ACS sugerido	litros	3.000
Fración solar con superf. sugerida		
Número de captadores seleccionado		25
Volumen de acumulación ACS seleccionado	litros	4.000
Superficie de captación resultante	m <sup>2</sup>	48,25
Fración solar anual resultante		73,4%
Relación V/Sc resultante		82,9
Distancia mínima entre filas de captadores	m	6,9
Altura de obstáculo (p.ej. murete)	m	0,5
Distancia mín. entre 1ª fila y el obstáculo	m	0,61

Calcular superficie

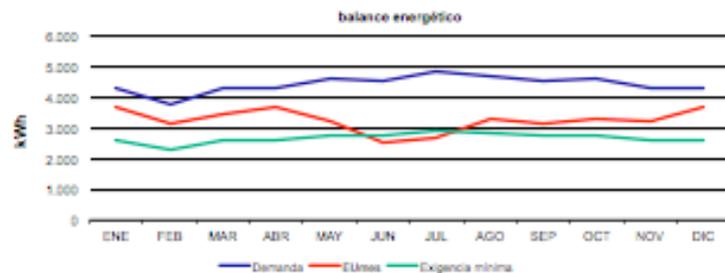
En base a la hipótesis inicial de V/Sc

En base a la hipótesis inicial de V/Sc

Según catálogo de fabricante

 Valor recomendado: entre 50 y 100 lit/m<sup>2</sup>  
 En caso de existir Ordenanza Solar,  
 comprobar si [se indica un método de](#)  
 cálculo de la distancia diferente al  
 considerado en HSoIGas (ver ayuda).

	Radiación solar incidente superf. inclinada <b>E<sub>i,mes</sub></b> kWh/m <sup>2</sup>	Fración solar mensual <b>f</b>	Energía útil aportada por captadores <b>E<sub>u,mes</sub></b> kWh
Enero	175,46	85%	3.652
Febrero	154,28	84%	3.171
Marzo	162,44	79%	3.429
Abril	178,80	86%	3.707
Mayo	147,25	70%	3.202
Junio	111,60	55%	2.500
Julio	119,04	56%	2.697
Agosto	149,11	69%	3.270
Septiembre	144,30	70%	3.175
Octubre	153,76	73%	3.339
Noviembre	148,80	74%	3.201
Diciembre	179,18	86%	3.696
<b>ANUAL</b>			<b>39.039</b>



Gas Natural s.o., s.a. - Dirección de Tecnología y Medio Ambiente

**Datos climáticos y de radiación solar**

Localización (datos climáticos y radiación solar)	Florianópolis - SC				<input type="button" value="Seleccionar provincia"/>
Origen de los datos	NASA y INPE				
Latitud	°N	27,5			<input type="button" value="Seleccionar inclinación"/>
Inclinación de los captadores	°	45			
Orientación de los captadores (azimut)	°	17	Valor entre -90° y +90°. Los 0° corresponden al Sur.		
Pérdidas por ORIENTACIÓN (P <sub>o</sub> )		1,0%			
Pérdidas por SOMBRAS edific. adyacentes (P <sub>s</sub> )		0,0%	Ver el volumen "Conceptos Generales" del manual de Gas Natural		
	Temperatura agua fría °C	Temperatura ambiental media °C	Radiación solar incidente superf. horizontal H <sub>dia</sub> kWh/(m <sup>2</sup> -día)	Factor k (es función de la latitud e inclinación captador)	Radiación solar incidente superf. inclinada E <sub>dia</sub> (*) kWh/(m <sup>2</sup> -día)
Enero	13	23,9	6,3	1,22	5,66
Febrero	14	24,1	5,4	1,12	5,51
Marzo	13	23,4	4,7	1	5,24
Abril	12	21,7	4,7	0,87	5,96
Mayo	11	19,1	3,4	0,78	4,75
Junio	10	17,8	2,6	0,74	3,72
Julio	9	17,1	2,6	0,78	3,84
Agosto	10	17,8	3,7	0,88	4,81
Septiembre	10	18,4	4,2	1,02	4,81
Octubre	11	20,0	4,8	1,18	4,96
Noviembre	12	21,6	5,4	1,29	4,96
Diciembre	13	23,1	6,4	1,29	5,78

 (\*)  $E_{dia} = H_{dia} * k * (1 - P_o) * (1 - P_s)$ 
**Introducción de datos a partir de las tablas disponibles:**

La latitud, Taf, Tamb y H<sub>dia</sub> se introducen al seleccionar la provincia  
 La inclinación no se permite introducir al usuario (únicamente las de las tablas del factor K).  
 El factor k se introduce a partir de la latitud y la selección de la inclinación del captador  
 Elmes = H<sub>dia</sub>\*Factor k cuando se usan esos datos

**Los datos se pueden introducir manualmente:**

Si se introduce manualmente el valor de Elmes los valores de H<sub>dia</sub> y Factor K no hará falta utilizarlos.  
 Sin embargo, se eliminan las fórmulas de las celdas de Elmes.  
 Para volver a usar los valores de H<sub>dia</sub> y Factor k se ha de seleccionar una inclinación. Eso actualiza las fórmulas para los valores de Elmes.

**Características básicas de la edificación**

 Configuración del sistema solar 
[Ir a la hoja Principal](#)
**Tipos de viviendas en el edificio**

	Viv. tipo 1	Viv. tipo 2	Viv. tipo 3	Viv. tipo 4	Viv. tipo 5
nº viviendas	1				
nº habit. / vivienda	1				
nº personas / vivienda	150				
nº pers. en viv. de ese tipo	150				
Nº total viviendas en el edificio	1				
Nº total personas	150				

Cálculos de los circuitos hidráulicos

Circuito primario de captación solar (Edif. multifamiliar: Instalación con acumulación de ACS centralizada)

**Caudal en el circuito primario**

Número de captadores	25
Superficie de cada captador	m <sup>2</sup> (captador) 1,93
Caudal de fluido caloportador	l/hora(m <sup>2</sup> ) 50
	l/hora 2.413
Fluido caloportador	agua con anticongelante exterior
Tipo de local o recinto	
Velocidad máxima aconsejada del fluido	m/s 2,5 - 3

Consultar recomendación de fabricante de los captadores solares

**Tubo de cobre sanitario**

DN	e (mm)	DI (mm)
18	1	16
22	1	20
28	1	26
35	1	33
42	1	40
54	1,2	51,6

**Diámetro y pérdida de carga en tuberías**

Se considera tubo de cobre sanitario  
Pérdida de carga máxima admisible = 10 - 40 mmca/m

Tramo	Recomiendo más adecuada	Caudal (l/h)	DN tubo (mm)	DI tubo (mm)	velocidad (m/s)	PdC (mm.c.a./m)	espesor aislamiento (mm) C	L tramo recto (m)	Nº	Nº	Singularidades	Nº	Nº	Nº	Nº	Nº	L Equip. Singul. (m)	L Total (m)	PdC (mm.c.a.)
AB		2400	35	33	0,76	24,8	30	30,53	1	0	Curva de 90°	1	0	0	0	0	6,85	46,18	1143,7
BC		480	22	20	0,42	16,0	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,2	0,4	6,4
BD		862	35	33	0,28	4,1	30	6	0	0	Curva de 90°	2	0	0	0	0	1,68	7,68	31,7
DE		480	22	20	0,42	16,0	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,2	0,8	12,8
DF		382	28	26	0,20	3,1	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,9	7,1	21,9
FG		480	22	20	0,42	16,0	30	6,2	1	0	Curva de 90°	1	0	0	0	0	0,45	1,05	16,8
FH		48	28	26	-0,05	#NUM!	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,3	6,5	#NUM!
HI		480	22	20	0,42	16,0	30	6,2	1	0	Curva de 90°	1	0	0	0	0	0,45	1,05	16,8
HJ		480	22	20	0,42	16,0	30	6,2	1	0	Curva de 90°	2	0	0	0	0	0,9	7,1	17,5
IK		2400	35	33	0,76	24,8	30	11,02	1	0	Curva de 90°	5	0	0	0	0	4,2	15,22	376,9
LM		480	22	20	0,42	16,0	30	6,22	1	0	Curva de 90°	3	0	0	0	0	1,35	9,57	153,0
MNPOQRST		480	22	20	0,42	16,0	30	6,12	1	0	Curva de 90°	2	0	0	0	0	0,9	9,02	144,2
MO		960	28	26	0,50	15,5	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,3	6,5	100,5
OQ		1440	28	26	0,75	31,4	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,3	6,5	204,3
OS		1920	35	33	0,62	18,8	30	6,2	1	0	T tipo1	1	0	0	0	0	0,4	6,6	110,6
				0	0,00	0,0	0	0									0	0	0,0

(1) Aislamiento con lana de vidrio (Wool K) y tubo: tubo acero B5 y 10°C

Pérdida de carga en las tuberías (PdC<sub>tuberías</sub>) m.c.a. 0,88

Calcular PdC en tuberías

**Pérdida de carga total en el recorrido más desfavorable del circuito primario**

Pérdida de carga en el lado primario del intercambiador de calor m.c.a. 1,5

Pérdida de carga en un captador mm.c.a./captador 30

$PdC_{total} = PdC_{tuberías} + PdC_{intercambiador} + PdC_{captadores}$

Pérdida de carga total m.c.a. 2,41

Columna de fluido m 8

Consultar el catálogo del fabricante (1ª estimación = 1,5 mca)  
Consultar el catálogo del fabricante (1ª estimación = 30 mmca/captador)

**Datos para la selección de la bomba del circuito primario**

Caudal l/hora 2.413

Altura manométrica m.c.a. 10,41

**Vaso de expansión**

**Volumen de fluido en las tuberías**

Tramos de DN	L total (m)	DI (mm)	Volumen tubo(l/m)	Volumen tubo(l)
18	34	16	0,201	6,8
22	20	20	0,314	6,3
28	22	26	0,531	11,7
35	9	33	0,856	7,7
42	9	40	1,257	11,3
54	51,6	51,6	2,081	107,8
TOTAL tuberías				151,6

Volumen en todos los tramos del circuito

Volumen de fluido en los captadores solares l/captador 1,92

l/hora 48

Consultar el catálogo del fabricante

Volumen de fluido en el intercambiador de calor l/hora 2,7

Consultar datos del fabricante

$V_{circuito} = V_{tuberías} + V_{captadores} + V_{interc}$

Volumen total de fluido en el circuito primario l/hora 80,8

Presión absoluta inicial del vaso de expansión (PI) kg/cm<sup>2</sup> 1,5

Presión absoluta final del vaso de expansión (PF) kg/cm<sup>2</sup> 7

Factor de presión: PF / (PF-PI) 1,3

Volumen del vaso de expansión calculado l/hora 8,2

1,5 kg/cm<sup>2</sup> si el vaso está al mismo nivel que el circuito. Considerar la columna de fluido por encima del vaso de expansión.  
Presión de tarado de la válvula de seguridad  
Se seleccionará un tamaño comercial superior





## Equipamentos

### Captador

#### **CLASSIC: FCB-2S** Captadores solares SMART

Gran rendimiento en climatologías benignas.

El nuevo captador solar FCB - 2S convence por su simplicidad y robustez.

Con una superficie total de 2,09 m<sup>2</sup>, y una superficie de apertura de 1,936 m<sup>2</sup>, el captador FCB - 2S es capaz de adaptarse a cualquier situación. Su temperatura de estancamiento le permite trabajar en condiciones de no estancamiento, incluso en largos periodos de parada durante el verano.

El vidrio de seguridad le confiere una gran robustez y durabilidad, siendo altamente resistente a impactos.



 Añadir al listado



#### Características

#### Datos técnicos

##### Datos técnicos



	Captadores SMART
MODELO	Classic FCB-2 S
Montaje	Vertical
Dimensiones (mm)	1032x2026x67
Área total (m <sup>2</sup> )	2,09
Área de apertura (m <sup>2</sup> )	1,936
Área del absorbedor (m <sup>2</sup> )	1,92
Volumen del absorbedor (l)	1,92
Peso en vacío (kg)	30
Presión trabajo máx. (bar)	6
Caudal nominal (l/h)	50
Material de la caja	Aluminio
Aislamiento	Lana mineral, de 25 mm. de espesor

<b>Absorbedor</b>	Selectivo
<b>Recubrimiento absorbedor</b>	PVD
<b>Circuito hidráulico</b>	Parrilla de tubos
<b>Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)</b>	
Factor de eficiencia $\eta_0$	0,710
Coef. pérdidas línea ( $W/m^2K$ )	3,861
Coef. pérdidas secundaria ( $W/m^2K$ )	0,013

## Acumulador

### MVV-RB

#### Depósitos sin serpentín para grandes volúmenes

Indicados para situaciones en las que se necesitan grandes cantidades de agua caliente sanitaria con energía solar en edificios multifamiliares.

- Capacidades de 2000, 2500, 3000, 4000 y 5000 litros



Añadir al listado


Caraterísticas
Datos técnicos

#### Datos técnicos

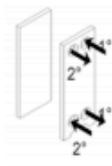


Modelo	Depósitos sin serpentín para a.c.s.					
	CV-RB	MVV-RB				
	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Alto (mm)	2230	2280	2015	2305	2310	2710
Diámetro (Ø)	1160	1360	1660	1660	1910	1910
Espesor del aislamiento (mm)	80	80	80	80	80	80
Conductividad térmica (W/m.K)	0,02	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Espesor equivalente* (mm)	-	80	80	80	80	80
Volumen útil (l)	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Peso en vacío (kg)	340	450	630	690	880	1040
Capacidad útil (l)	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Temperatura máx. de funcionamiento(°C)	90	90	90	90	90	90
Presión máx. de funcionamiento (a.c.s.) (bar)	8	8	8	8	8	8

**Intercambiador**

**INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS Y JUNTAS  
S-020+013A00HNPV0II11**
**Potencia 30 kW**

	<b>Agua</b>	<b>MEG 30%</b>
Entrada /salida de temperatura	15 / 45 °C	60 / 50 °C
Caudal	862 l/h	2.780 l/h
Pérdida de carga	0,15 mCA	1,52 mCA
Presión de servicio (máx. admisible)	10 / 10 bar	10 / 10 bar
Temperatura máx. de servicio	50 °C	90 °C
Posición de los fluidos	Circuito 2	Circuito 1



Dimensiones: véase plano en anexo	
Cota de apriete (d)	39.7 mm
Peso vacío	20 kg
Volumen de cada circuito	0.6 l
Placas	Inoxidable 316L ( 0.5 )
Juntas	NBR
Conexiones	Véase tabla de detalles del precio

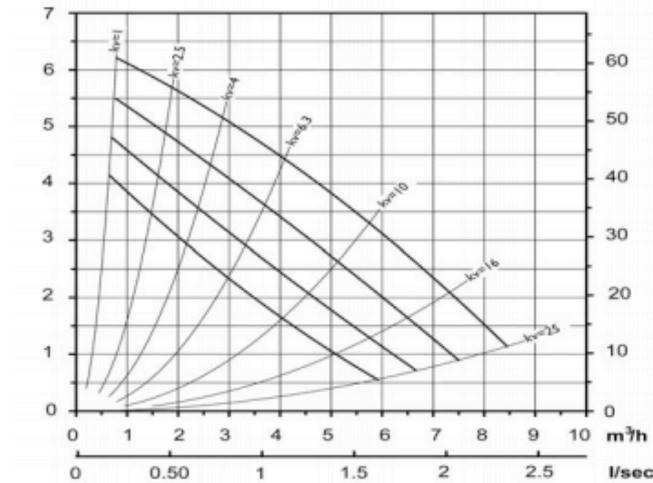
 Construcción conforme con nuestros estándares  
 PED 97/23/CE : Artículo 3.3

Control en fábrica

Bomba del circuito primario

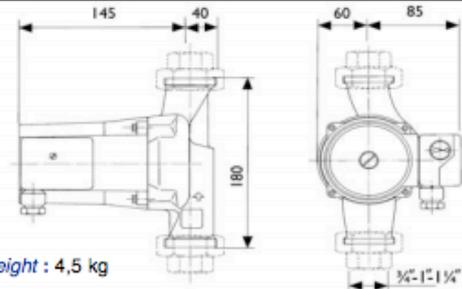


**CURVAS DE CARACTERÍSTICAS / PERFORMANCE CURVES** (ISO 9906 / 2)



ETHERMA 2-72-2 / 3-72-2 Sencilla / Single

Nº	r.p.m.	P <sub>1</sub> (W)	I(A)	
Velocidad			1 x 230	3 x 400
4	2750	120-210	-	0,45
3	2700	110-180	0,95	0,33
2	2640	90-150	0,85	0,25
1	2340	75-115	0,60	0,20



Peso / Weight : 4,5 kg

**TABLA DE CARACTERÍSTICAS a 2.800 r.p.m. - PERFORMANCE TABLE at 2.800 r.p.m.**

Bomba	Conex. (mm)	L (mm)	Q=Caudal																		
			l/min	0	33	66	100	133	166	200	250	333	416	500	585	666	833	1000	1166	1333	
			m³/h	0	2	4	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	
			H=Altura manométrica total (m)																		
Etherma 1-65-2	1/2"	130	3,7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma 2-65-2	3/4"-1"	130/180	3,7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 3-65-2	1 1/4"	180	3,7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma 1-70-2	1/2"	130	5,2	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma 2-70-2	3/4"-1"	130/180	5,2	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 3-70-2	1 1/4"	180	5,2	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma 2-72-2	3/4"-1"	180	6,5	5,7	4,5	3,2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 3-72-2	1 1/4"	180	6,5	5,7	4,5	3,2	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 3-100-2	1 1/4"	180	10,5	9	7	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 4-60-2	40	250	5,2	4,9	4,2	3,6	2,8	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 4-75-2	40	250	7,8	7,5	7	6	4,1	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 4-95-2	40	250	9,3	9,1	8,8	8,4	7,8	7,2	6,4	5,3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 5-88-2	50	280	8,8	8,7	8,4	8,1	7,9	7,5	7	6,1	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 5-95-2	50	280	13,2	13,1	13	12,8	12,1	11,8	11,1	10,2	8,4	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Etherma 5-120-2	50	280	20,1	20	19,9	19,8	19,4	19	18,5	17,8	15,8	13	10	6	-	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 6-95-2	65	340	12	11,9	11,6	11,2	11	10,8	10,5	9,9	8,9	7,7	6,3	4,9	3,2	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 6-110-2	65	340	15,8	15,5	15,3	15,1	14,9	14,7	14,4	14	13	11,8	10,2	8,8	7	-	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 8-95-2	80	360	8,9	8,8	8,7	8,6	8,4	8,3	8,2	8	7,6	7	6,5	5,9	5,1	3,7	-	-	-	-	-
Etherma(-D) 8-100-2	80	360	11,8	11,7	11,6	11,5	11,3	11	10,8	10,6	10,1	9,7	9	8,4	7,8	6,2	4,4	-	-	-	-
Etherma(-D) 8-120-2	80	360	13,9	13,8	13,6	13,5	13,3	13,1	13	12,8	12,4	12	11,3	10,8	10,1	8,7	7	5,2	-	-	-

Características tomadas con la bomba funcionando a máxima velocidad.

## Vaso de Expansion

### Vasos de expansión



Modelo	Código	Código	Descripción	Capacidad	Peso
<b>SAG 18</b>	7 739 300 100	4 010 009 629 634	Vaso de expansión especial para instalaciones solares, preparado para trabajar con mezclas anticongelantes.	Capacidad: 18L	<b>70</b>
<b>SAG 25</b>	7 739 300 119	4 010 009 640 097		Capacidad: 25L	<b>80</b>
<b>SAG 35</b>	7 739 300 120	4 010 009 648 758		Capacidad: 35L	<b>105</b>
<b>SAG 50</b>	7 747 010 470	4 010 009 168 522		Capacidad: 50L	<b>155</b>
<b>SAG 80</b>	7 747 010 471	4 010 009 168 539		Capacidad: 80L	<b>190</b>

## Bomba del circuito secundario

### ALPHA2

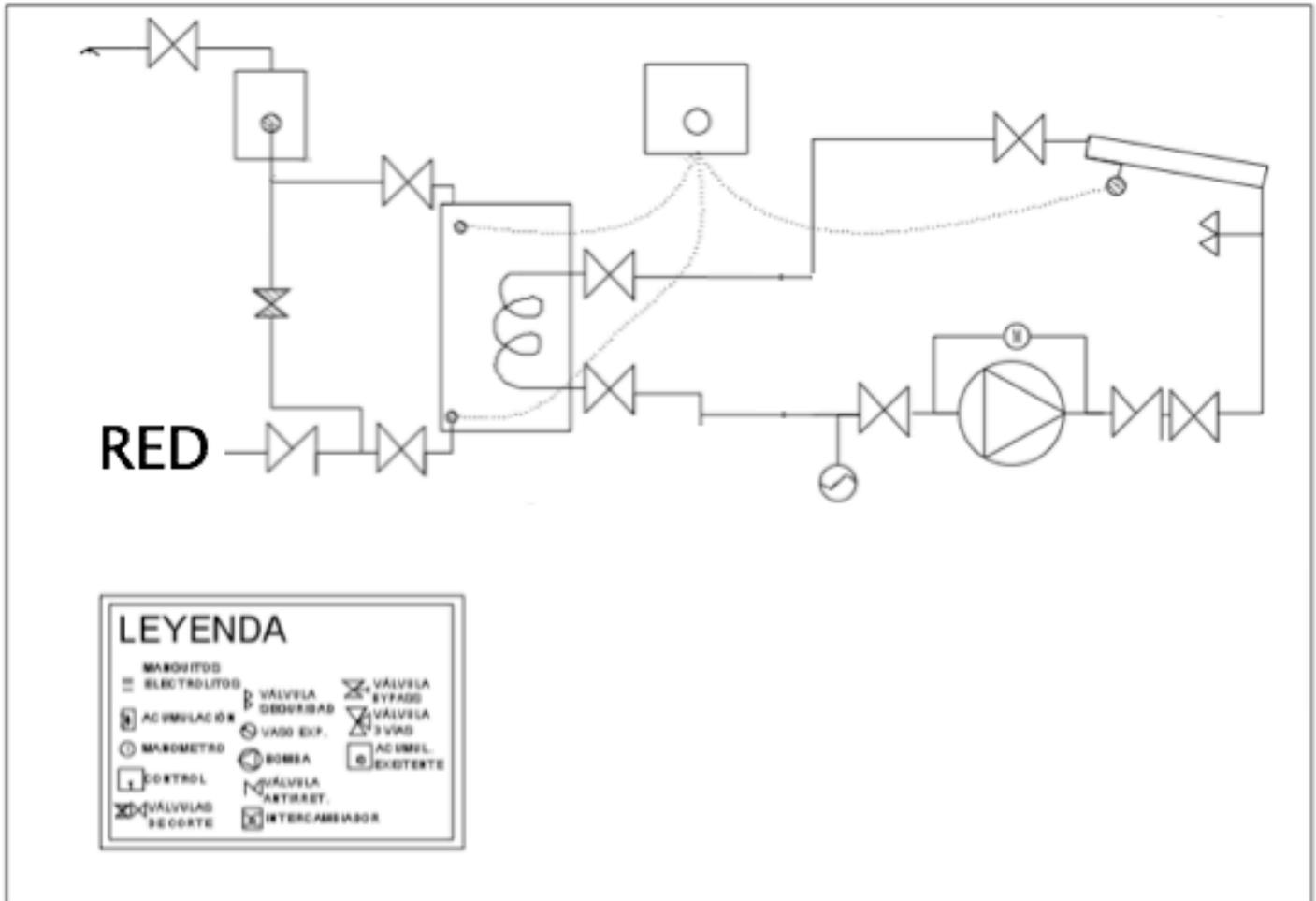
Circuladores electrónicos de bajo consumo energético para aplicaciones de calentamiento/ar condicionado/agua caliente sanitaria (versión N)

Índice de eficiencia energética EEI:	até 0.15
Material circulador:	corpo em ferro EN-GJL-150, impulsor em PES, camisa do rotor em inox AISI 316
Temp. líquido:	de+2 a +110°C, TF110 - CEN 335-2-51
Temp. ambiente:	máx.+40°C
Pressão de funcionamento:	PN10
Tensão de alimentação:	1x230V+/-10% 50/60Hz, PE
Humidade ambiente:	máx.95% hum.relative
Classe de isolamento:	F
Classe de proteção:	IP X4D
Nível pressão sonora:	<= 43 dB(A)
Marca:	CE, Grundfos BlueFlux, Eup
Variante:	versão A com purg.de ar versão N com corpo do circulador em aço inox 1.4308



ALPHA2					
código	modelo	ligação	dist. entre ligações (mm)	tensão	preço
401005	ALPHA2 25-40	G½"	180	1x230V	298,00 €
401007	ALPHA2 25-40A	G½"	180	1x230V	335,00 €
401009	ALPHA2 25-50	G1½"	180	1x230V	317,00 €
401011	ALPHA2 25-60	G1½"	180	1x230V	339,00 €
401013	ALPHA2 25-60A	G½"	180	1x230V	381,00 €
401015	ALPHA2 32-40	G2"	180	1x230V	344,00 €
401017	ALPHA2 32-50	G2"	180	1x230V	360,00 €
401019	ALPHA2 32-60	G2"	180	1x230V	377,00 €





## Financiero

### Sin financiamiento

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Antes																	
gasto anual de gas		17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21
Actual																	
termica ACS																	
inversion	-26.305,57																
mantenimiento		200	202	204,02	206,06	208,12	210,20	212,30	214,43	216,57	218,74	220,92	223,13	225,37	227,62	229,89	232,19
gasto anual de gas actual		12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53
gasto BN		150	151,50	153,02	154,55	156,09	157,65	159,23	160,82	162,43	164,05	165,69	167,35	169,02	170,71	172,42	174,15
gasto total actual		12938,53	12942,03	12945,57	12949,14	12952,74	12956,38	12960,06	12963,78	12967,53	12971,32	12975,15	12979,01	12982,92	12986,86	12990,85	12994,87
ahorro	-26.305,57	4394,68	4391,18	4387,65	4384,07	4380,47	4376,83	4373,15	4369,43	4365,68	4361,89	4358,06	4354,20	4350,29	4346,35	4342,36	4338,34
<b>VAN</b>	<b>18.238,46 €</b>																
<b>PAYBACK</b>	<b>06 AÑOS</b>	-21.910,89	-17.519,71	-13.132,07	-8.747,99	-4.367,52	9,30	4.382,45	8.751,89	13.117,57	17.479,46	21.837,52					
<b>TIR</b>	<b>16%</b>																
	17	18	19	20	21	22											
	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21	17333,21											
	234,52	236,86	239,23	241,62	244,04	246,48											
	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53	12588,53											
	175,89	177,65	179,42	181,22	183,03	184,86											
	12998,93	13003,04	13007,18	13011,37	13015,60	13019,87											
	4334,28	4330,17	4326,03	4321,84	4317,61	4313,34											



## Valores Economicos

### Demanda de consumo y gastos

Despues							
Genera	Radiación solar		Energía útil				
	incidente super	Fracción	aportada por				
	inclinada $E_{I_{mes}}$	solar	captadores $EU_{mes}$				
	kWh/m <sup>2</sup>	mensual f	kWh	kJ/kg	m <sup>3</sup>	Gasto	
Enero	175,46	85%	3.652	13147200	329,5	1189,51	
Febrero	154,28	84%	3.171	11415600	286,1	1032,84	
Marzo	162,44	79%	3.429	12344400	309,4	1116,87	
Abril	178,80	86%	3.707	13345200	334,5	1207,42	
Mayo	147,25	70%	3.202	11527200	288,9	1042,94	
Junio	111,60	55%	2.500	9000000	225,6	814,29	
Julio	119,04	56%	2.697	9709200	243,3	878,45	
Agosto	149,11	69%	3.270	11545200	289,4	1044,57	
Septiembre	144,30	70%	3.175	11430000	286,5	1034,14	
Octubre	153,76	73%	3.339	12020400	301,3	1087,56	
Noviembre	148,80	74%	3.201	11523600	288,8	1042,61	
Diciembre	179,18	86%	3.696	12128400	304,0	1097,33	
<b>ANUAL</b>			<b>39.039</b>	<b>139136400</b>	<b>3487,1</b>	<b>12588,53</b>	

### Generacion energética de la instalación

Antes							
Demanda y Gastos	N	Temp. agua fría	Demanda				
	dias/mes	°C	kWh	kJ	m <sup>3</sup>	Gasto	
Enero	31	13	4.315	15534000	389,3	1405,46	
Febrero	28	14	3.776	13593600	340,7	1229,90	
Marzo	31	13	4.315	15534000	389,3	1405,46	
Abril	30	12	4.307	15505200	388,6	1402,85	
Mayo	31	11	4.585	16506000	413,7	1493,40	
Junio	30	10	4.568	16444800	412,2	1487,86	
Julio	31	9	4.855	17478000	438,0	1581,34	
Agosto	31	10	4.720	16992000	425,9	1537,37	
Septiembre	30	10	4.568	16444800	412,2	1487,86	
Octubre	31	11	4.585	16506000	413,7	1493,40	
Noviembre	30	12	4.307	15505200	388,6	1402,85	
Diciembre	31	13	4.315	15534000	389,3	1405,46	
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>		<b>53.214</b>	<b>191577600</b>	<b>4801,4</b>	<b>17333,21</b>	





## Resumen del proyecto

# Sistema Solar Térmico de Baja Temperatura ACS en la sede do CREA-SC en Brasil

Proyecto Fin de Master en Energías Renovables y el Mercado Energético

07/2014

Tutor: Vicente Gallardo

Autor del Trabajo: Daniel Barbosa de Souza

<b>Indice</b>	
<b>1. Resumen</b>	<b>3</b>
<b>2. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3. El potencial solar de Brasil</b>	<b>4</b>
<b>4. Mercado de Calentamiento Solar de Agua en Brasil</b>	<b>5</b>
<b>5. Impacto en el mercado de la energía</b>	<b>6</b>
<b>6. Objetivos del Proyecto</b>	<b>6</b>
<b>7. General</b>	<b>6</b>
<b>8. Metodología</b>	<b>6</b>
<b>9. Tipo de estudio</b>	<b>7</b>
<b>10. Recopilación de información</b>	<b>7</b>
<b>11. Tratamiento de información</b>	<b>7</b>
<b>12. Situación</b>	<b>7</b>
<b>13. Descripción de emplazamiento</b>	<b>8</b>
<b>14. Areas Sombreadas</b>	<b>9</b>
<b>15. Descripción de la residencia</b>	<b>10</b>
<b>16. CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia</b>	<b>11</b>
<b>17. Consumo</b>	<b>11</b>
<b>17.1 Factura de gas y consumo</b>	<b>11</b>
<b>18. Funcionamiento de una instalación solar</b>	<b>11</b>
<b>19. Consideraciones Previas</b>	<b>12</b>
<b>20. Dimensionado de la instalación solar térmica</b>	<b>12</b>
<b>20.1 Esquema de Principio</b>	<b>12</b>
20.1.1 Cálculo de la demanda energética del edificio	12
20.1.3 Dimensionado de la superficie de captación	13
<b>21. Presupuesto</b>	<b>15</b>
<b>22. Analise Financeira</b>	<b>15</b>
<b>23. Conclusiones</b>	<b>15</b>

## **1. Resumen**

El trabajo aborda el diseño de una instalación solar térmica para suministrar agua caliente en la sede do CREA-SC (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina) la localidad de Florianópolis, en Brasil, bajo la supervisión de Vicente Gallardo y dentro del marco académico de la Escuela de Organización Industrial de Madrid.

Para la realización de este proyecto, será necesaria una investigación climatológica, legal y financiera. También se tomaron en consideración otros aspectos relacionados con dichos sistemas y se realizó una serie de cálculos para la selección de los equipos.

## **2. Introducción**

Con la crisis y las preocupaciones de los recursos energéticos disponibles cada vez más escaso y caro constantes, estas características tienden a ser compensadas por la aparición de otros. Ya que la energía eléctrica es indispensable para la supervivencia humana, especialmente por su evolución, con el fin de adaptarse al medio en el que viven y satisfacer sus necesidades.

Gran parte de los recursos energéticos de Brasil se obtienen a partir del sistema hidrotermal grande, con predominio de las centrales hidroeléctricas que se encuentran en las regiones no desarrolladas, los grandes centros periféricos de consumo y con sujeción a las restricciones ambientales. Estas transmisiones necesitan de grandes sistemas para que cumplan plenamente todas las regiones. Debido a esto, se convierten en la conciencia fundamental de la disponibilidad de los recursos energéticos, las nuevas tecnologías y sistemas para la utilización y el suministro de las necesidades regionales y sectoriales energéticos del País.

Este trabajo tiene como principal objetivo la explicación de la operación, uso y aplicación de los paneles solares para el sistema de calentamiento de agua en el edificio con su pasividad en cuestión de la agresión ambiental. La radiación solar recibida en la superficie de la tierra se puede convertir en calor y contribuyen a la satisfacción de las necesidades de energía destinadas para calentamiento de agua en el sector residencial. Los colectores solares transfieren energía solar absorbida en el líquido a calentar. La posibilidad de utilizar la energía solar en los edificios de viviendas permite a los consumidores - cada vez más sensibles a las cuestiones ambientales - la posibilidad de la utilización de esta energía alternativa como complemento de su consumo actual.

Con relación a los problemas económicos y ambientales, la disponibilidad de recursos naturales impuso en los últimos años el cambio de nuestra energía para la producción de electricidad, la promoción de un crecimiento más fuerte a costa de termoelectricidad a la hidroelectricidad. Esta nueva realidad requiere - es la provisión de fuentes de energía primaria y la eficiencia de la cadena de transformación en energía útil - de pensar acerca de cómo obtener calor.

En el sector residencial, la sustitución de la electricidad por los combustibles renovables para la producción de agua calientes y contribuir a aliviar la presión sobre las fuentes primarias. Es esencial para diferir las inversiones en transmisión y distribución de energía eléctrica, para reducir la demanda sobre todo en tiempos pico.

El mercado residencial es el principal foco estratégico en la expansión del negocio y debe influir directamente en la estrategia de expansión de las redes de distribución. Está claro, pues, que la realidad se convierte rápidamente, con la perspectiva de vivir con mayor capacidad para ofrecer un gran énfasis se vuelve hacia el desarrollo mercado más rápido.

El calentamiento solar de agua que utilizan energía solar como fuente de auxiliar trae un gran beneficio a la sociedad. Permite el uso de fuentes de energía compatible con la energía útil, aportando beneficios a los consumidores y ayudar a racionalizar los recursos naturales, con beneficios para el medio ambiente.

Para hacer frente a esta perspectiva es necesario reflexionar sobre algunos de los retos que hay que superar como el diseño y ejecución de las instalaciones de sistemas de calentamiento de agua la construcción de utilizar la energía solar.

La energía solar para calentamiento de agua en el sector residencial es una solución en desarrollo en el país. Existe la necesidad de un mejor conocimiento acerca de tamaño, componentes y características técnicas de los sistemas. Hay una necesidad tanto de un mayor número de profesionales cualificados para cubrir la demanda, la mayor difusión de la información técnica al respecto.

Es importante que la industria de equipos hace que las tecnologías disponibles para afrontar los retos que presenta el mercado y hace que los equipos disponibles para garantizar la eficiencia y la comodidad de los nuevos edificios de viviendas, que son cambios de infraestructura que puedan incorporar el sistema solar. Esta es una tendencia que se impondrá y llegará a toda la cadena de la construcción, con un poco de impacto en los costos, sin embargo, es aceptable si los sistemas están diseñados adecuadamente.

El uso de la energía solar en el sector residencial presenta un gran desafío para diseñadores, arquitectos e instaladores. Cada proyecto será un proyecto diferente, que requiere estos profesionales: facilidad de adaptación, la innovación y la flexibilidad en la ejecución del proyecto y la instalación. Es necesario acercarse a los profesionales de la construcción de las soluciones técnicas que utilizan la energía solar, adaptado a nuestra realidad y utilizado con éxito en muchos países.

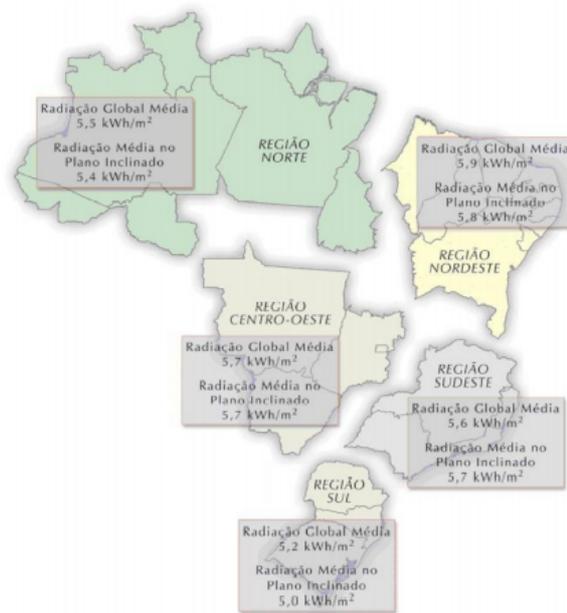
### **3. El potencial solar de Brasil**

Para el levantamiento de la energía potencial disponible es imperativo que tiene una información fiable. El principal obstáculo en la ejecución de proyectos que contemplar el uso de energías renovables en los países desarrollo es la falta de una evaluación de recursos confiable energía disponible. Teniendo en cuenta lo anterior, han surgido algunas iniciativas acerca de la encuesta y la cartografía de los recursos de energía solar en Brasil.

De acuerdo con la ANEEL, entre los más recientes esfuerzos y evaluación eficaz de la disponibilidad de la radiación solar se destaca Solarimétrica Atlas de Brasil y también Atlas de Radiación Solar en Brasil, esta preparado por el Instituto Meteorológico Nacional - INMET, y el Laboratorio de Energía Solar.

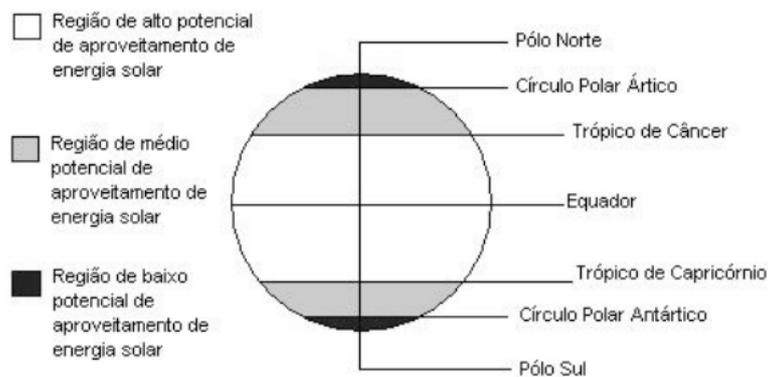
El análisis de las cifras, se observa que, aunque el Brasil presenta una amplia gama de características climáticas de su territorio, la disponibilidad de la radiación solar en la región es casi uniforme en todo el Brasil, con el predominio de la media anual relativamente alto en todo el país . Existen diferencias significativas entre el sur y el norte, sobre todo porque en el sur las estaciones son bien definidas y los días son más cortos en invierno. Sin embargo, la radiación solar capturada en el verano ya compensa esta diferencia en promedio. Teniendo en cuenta la extensión de 8,5 millones de kilómetros cuadrados, la energía solar recibida en el territorio brasileño supera los 15 millones de TWh por año. Según el INPE, los valores de radiación solar incidente mundial sobre cualquier región de Brasil (4200 a 6.700 kWh / m<sup>2</sup>) son más altos que los de la mayoría de los países de la Unión Europea, como Alemania (900-1250 kWh / m<sup>2</sup>), Francia (900 - 1650 kWh / m<sup>2</sup>) y España (1200 - 1850 kWh / m<sup>2</sup>), que proyecta para tomar ventaja de los recursos solares, algunos depender de fuertes incentivos del gobierno, se han generalizado. Aparte de el índice de radiación solar incidente sobre planos horizontales e inclinados, también es importante tener en cuenta la variabilidad de flujo incidente de la radiación solar en la superficie alrededor de los valores medios dados en los mapas de la radiación. Los valores de variabilidad media anual de radiación pueden ser interpretados como la dispersión promedio presentado por los valores totales diarios alrededor de la media obtenida en el período de tiempo en el que el hijo de datos considerado. Con esto, se puede tener la estimación de la fiabilidad de Suministro de Energía en la Región.

El análisis de los mapas de variabilidad anual, se observa que la adición de los altos valores medios de radiación solar incidente sobre superficie, el territorio brasileño también tiene valores bajos la variabilidad anual de la radiación. Esto indica, desde un punto de vista práctico, un factor positivo para la implantación de plantas solares en esta región. Por último, con el fin de analizar individualmente cada región el país, la figura muestra el potencial de la energía solar anual media según la región.



Promedio de radiación global en el plano horizontal e inclinado para cada región de Brasil

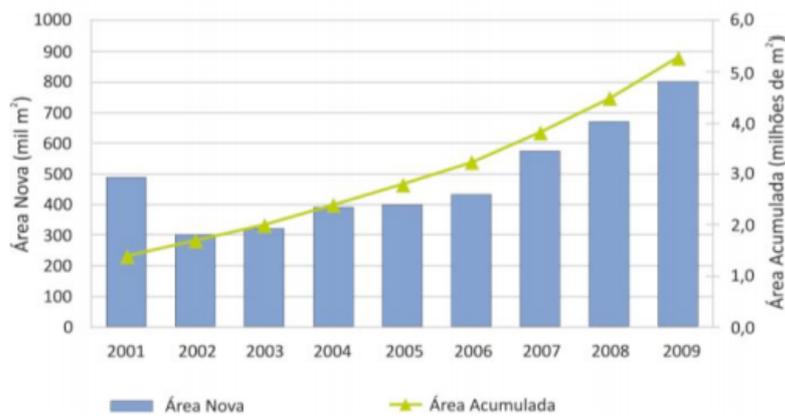
Los altos valores de radiación solar presente en Brasil pueden ser explicados por su posición geográfica. Por lo tanto, de acuerdo con el Manual de Energía Alternativa CEPEL, el potencial de la energía de la energía solar en una región determinada.



Distribución de la energía potencial en el Globo

#### 4. Mercado de Calentamiento Solar de Agua en Brasil

Aunque el calentamiento solar ha comenzado en Brasil comercialmente en los años 70, únicamente a partir de los años 90 es que el mercado comenzó a conseguir un aumento en las tasas de crecimiento. Sin embargo, fue a partir del año 2001 y el mercado crisis energética que el mercado brasileño para la calefacción solar ha experimentado un cambio significativo. Frente a la crisis energética experimentada por Brasil en 2001, impulsado por diversas medidas y metas para reducir el consumo energética adoptada por el gobierno en respuesta al mercado de la calefacción solar estaba listo, disparando un incremento del 80% con respecto al año anterior. En ese momento, motivada por el escenario de incentivo, nuevas empresas han surgido y que ya estaban en el mercado es necesario invertir para satisfacer la demanda. Durante este periodo de calentamiento solar se informó ampliamente en Brasil. Sin embargo, pasado el periodo de crisis, el mercado sufrió una fuerte desaceleración en 2002 que muestra una fuerte caída en comparación con el año de 2001. El cambio repentino luego tuvo consecuencias repentinas, provocando el cierre de la mayoría de las empresas o de obligarlos a término a las actividades relacionadas con la tecnología solar, denunciando así, la fragilidad de la infraestructura para el desarrollo de una política regulatoria para la tecnología solar. Sin embargo, desde el año 2002, el mercado parecía haber reanudado dirección. El Brasil luego pasó a instalar un promedio de 320 por metro cuadrado entre los años 2002 y 2004, mostrando un crecimiento del mercado 33%. La tendencia de crecimiento se mantuvo sin disminuir hasta la fecha.



Crecimiento de Colectores Solares comercializar los últimos 10 años

La figura presentada resume todo el desarrollo del mercado calentamiento solar durante la última década y muestra que el mercado es todavía muy grande. Según la investigación llevada a cabo por DASOL, sólo en 2009 la producción brasileña de colectores solares crecieron un 18,9% respecto al año anterior. Todavía el tiempo ha alcanzado un volumen de 798.000 metros plaza, la más alta jamás registrada por el sector en los últimos años. Añadiendo este volumen con el ya instalado, Brasil cuenta ahora con más de 5 millones metros cuadrados de colectores solares.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que el escenario actual desarrollo del mercado de la calefacción solar en Brasil es motivador. Por lo tanto, hoy Brasil domina la tecnología de los calentadores solar, con un 100 % de los equipos utilizados se producen en país, con mano de obra y materias primas nacionales.

## 5. Impacto en el mercado de la energía

El uso del sol como la población energético, desplaza la energía comercial, como la electricidad y el gas, que representa la pérdida de mercado para estos energética comercializada por las industrias de los costos hundidos y establecer contactos con un gran poder económico.

La tecnología para el uso del sol como fuente de energía para calentar el agua puede ser fabricado por pequeñas empresas. Por lo tanto, el uso de agua de la calefacción con energía solar conduce a una perspectiva de mercado en la fabricación de equipos de la pequeña empresa puede desplazar el uso de la energía comercial que ofrece a la población por grandes industrias organizadas en redes.

## 6. Objetivos del Proyecto

Identificar alternativas eficientes para reducción de costos en la edificación y formas permanentes de utilizar la energía solar termica para calentar agua y servir de ejemplo para los nuevos edificios tengan su conciencia social y ambiental.

## 7. General

Presente la radiación solar como fuente de energía renovable, con el uso de esta energía como fuente de calor y luz, por lo que es uno de la energía alternativa prometedora para los desafíos de la escasez de recursos y una menor agresión al medio ambiente.

Centrándose en el uso de la energía solar, este trabajo identifica las tecnologías, los beneficios ecológicos y conscientes de las fuentes de calefacción residencial.

## 8. Metodología

Para lograr los objetivos propuestos, el trabajo fue desarrollado por primera vez el uso de los principios básicos de los artículos de investigación y publicaciones técnico-científicas, tesis y disertaciones, además de la investigación en Internet sobre los artículos disponibles en las asociaciones técnicas y científicas sitios web.

eficiente de la energía, las fuentes renovables, auditorías energéticas, la generación, la transmisión y distribución de electricidad.

La evaluación y la organización de los datos de la investigación, junto con un asesor docente activo en los procesos de construcción y de investigación vinculado a una menor agresión al medio ambiente, el trabajo llevaron a la identificación de la importante y creciente consumo de energía eléctrica en los edificios.

Fue encuestado lo sitio de estudio de caso y centro de investigación de energía solar térmica, con entrevistas y recopilación de información. Completado las fases de investigación y estudio de caso del informe técnico que compone el trabajo de completar el curso fue desarrollado.

## 9. Tipo de estudio

El tipo de estudio es bajo con una base de investigación teórica desde el punto de vista de interpretación y conocimiento de las tecnologías que sean encontradas, realizando asimismo un estudio económico y de diseño.

## 10. Recopilación de información

Aspectos físicos – Información sobre datos climatológicos obtenidos desde puntos de información del Gobierno Brasileño

- Instituto Nacional de Meteorología (INMET)
- Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Eletrica (ABRADEE)
- Agencia Nacional de Energia Eletrica (ANEEL)
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
- Otras bases de datos de libre acceso

Información teórica

- Información sobre sistemas
- Libros
- Apuntes académicos
- Páginas web

Legislación ambiental, legal y jurídica

Aspectos económicos

Precios online de equipos (inversores, bombas, etc,) y de accesorios necesarios para la instalación (tuberías, cableado, equipos de monitoreo, etc,)

Precios de acceso a red; (ANEEL)

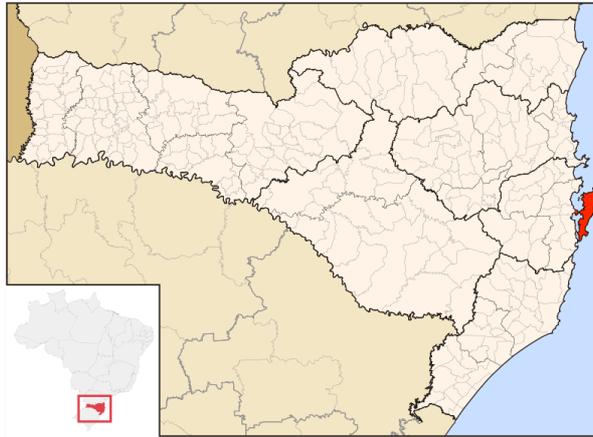
## 11. Tratamiento de información

- Descripción de la situación del desarrollo de la instalación;
- Explicación de los sistemas utilizados; características, aplicaciones, costos y demás aspectos importantes;
- Selección de las tecnologías a aplicar y de los equipos realizando cálculos en Excel;
- Evaluar con la información recopilada y determinar la viabilidad del proyecto;
- Estudiar el comportamiento de la curva de consumo en Excel y la demanda por parte del edificio;
- Estudio económico de los costes, TIR, VAN y pérdida de retorno (Payback);
- Visión general de la política del país en términos económicos, ambientales y legales relacionados con el desarrollo de una instalación doméstica de renovables;

## 12. Situación

Brasil, oficialmente la República Federativa del Brasil, es el país más grande de América del Sur y la región de América Latina, siendo el quinto más grande del mundo por superficie (equivalente al 47% del territorio de América del Sur) y la población (más de 201 millones). Limitado por el Océano Atlántico al este, el Brasil tiene una costa de 7,491 kilómetros. El

costa oriental de América del Sur e incluye gran parte del interior del continente, compartiendo fronteras con Uruguay, al sur; Argentina y Paraguay hacia el suroeste; Bolivia y Perú al oeste; Colombia y noroeste de Venezuela, Surinam, Guyana y el departamento francés de ultramar de la Guayana Francesa al norte. El país comparte una frontera con todos los países de América del Sur, excepto Ecuador y Chile, Brasil es una federación formada por la unión indisoluble de los 26 estados miembros, un distrito federal y los municipios. El proyecto que se describe en este artículo es que en Florianópolis es la capital del estado de Santa Catarina, en el sur de Brasil.



Situación proyecto

### 13. Descripción de emplazamiento

El proyecto descrito en este documento tendrá lugar en la ciudad de Santa Catarina localizada dentro de la provincia de Itacurobi, en el Florianópolis, con las siguientes coordenadas:

- Altura: 25 m sobre el nivel del mar
- Latitud  $27^{\circ}58'77''$  S, Longitud  $48^{\circ}49'73''$  O

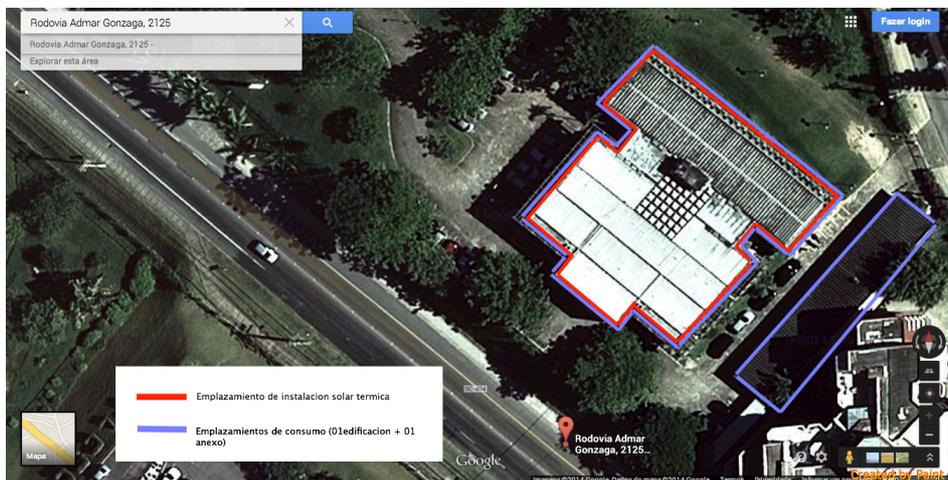
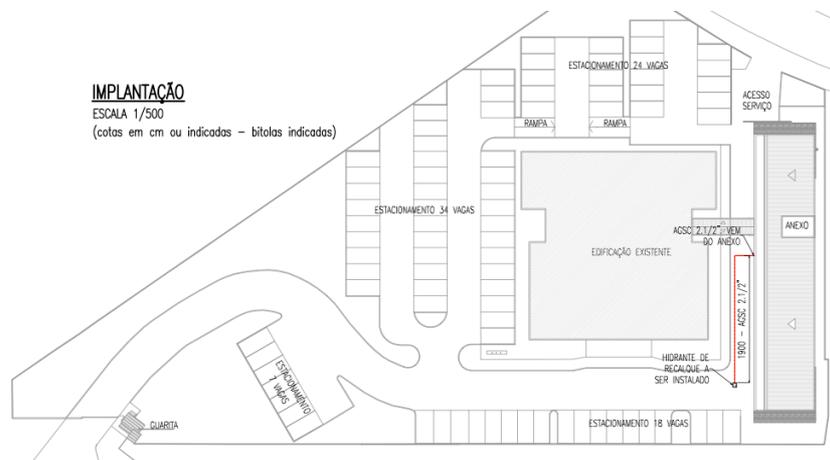


Imagen satélite de los edificios

La Figura muestra una imagen tomada por un satélite en el programa de Google, Google Earth, en la que se puede distinguir el terreno donde se montará la instalación.



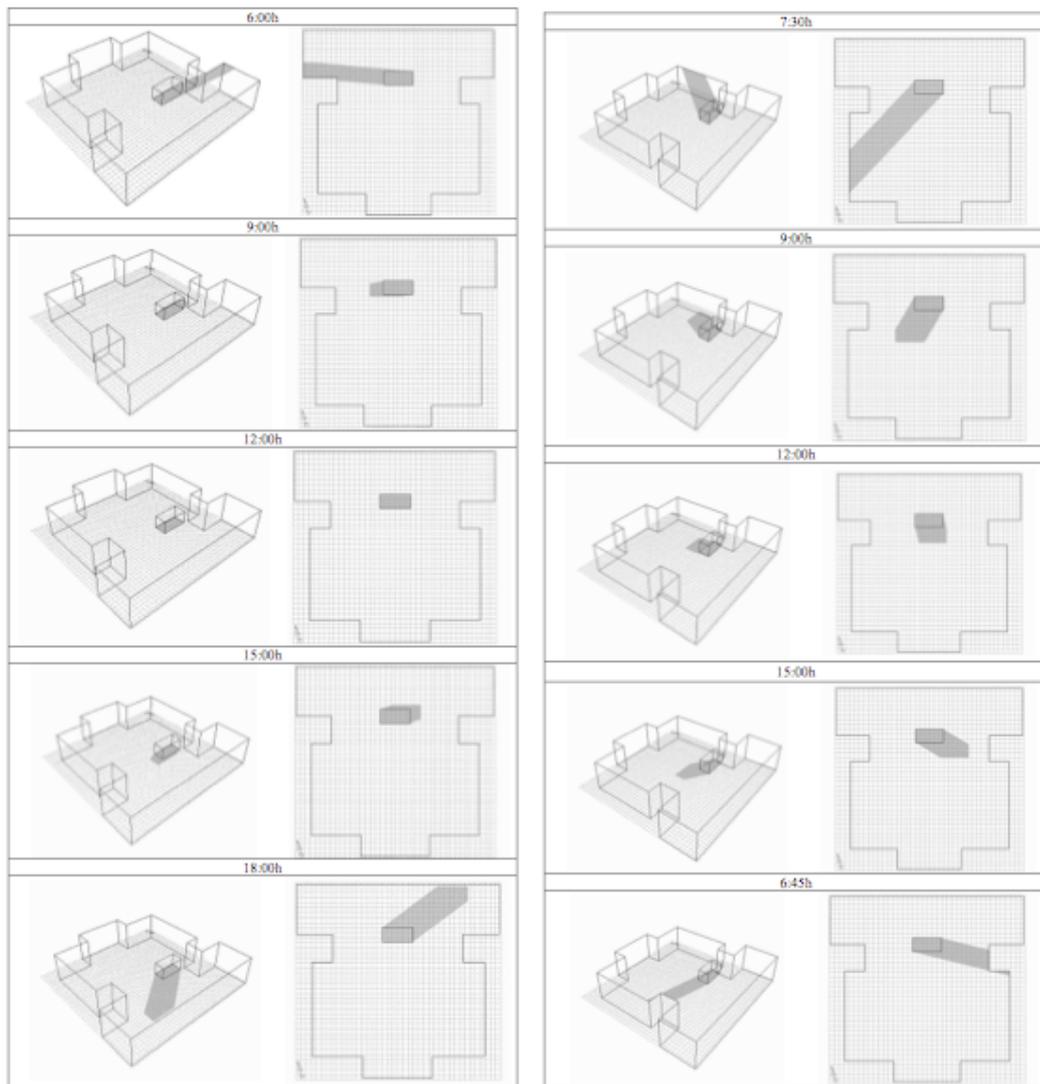
Plano de los edificios

## 14. Areas Sombreadas

La análisis de sombreado, se realizó con la ayuda del programa ECOTECH 5:01. A través de un modelado tridimensional del edificio y, posiblemente, delimitar la zona a la sombra de un elemento, en diferentes tiempos y las estaciones. El programa simula la trayectoria solar para la latitud local, lo que permite verificar la proyección de la sombra en el techo del edificio.

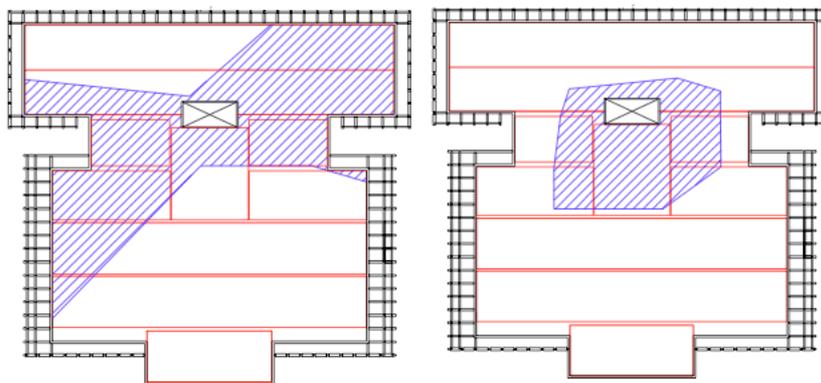
Hemos llevado a cabo la verificación de la trayectoria seguida por la sombra de la torre de agua en las fechas correspondientes a los tres hitos de declinación solar durante el año, en los solsticios de verano e invierno (22 de diciembre y 22 de junio) y los equinoccios (21 de marzo y 23 de septiembre). Con esto es posible delimitar el rango (área) donde se produce el sombreado a lo largo del año.

Las figuras (generado con el programa ECOTECH 5:01) muestra la representación gráfica de la magnitud de las sombras y luego toda la trayectoria en el techo durante el día en verano y el solsticio de invierno.



Sombra en la cobertura (solsticio de verano) y (solsticio de invierno)

A través del análisis de la variación de la trayectoria solar, fue posible para delimitar el área impactada por la sombra del depósito de agua durante todo el año, lo que se representa por la región sombreada. Esta área corresponde a 40,7% (321,4 m<sup>2</sup>) de espacio disponibles para la implementación de los paneles en el techo. Debido a este hecho, se optó por considerar como área sombreada, la región que se ve afectada por la sombra del embalse en el periodo los días de 9:00 a 15:00 horas. Y durante este horario que la intensidad de la radiación solar y superior. La región sombreada corresponde a la zona sombreada en cuenta en el proyecto, que es igual a 157,90 m<sup>2</sup>, que no se instalará paneles.



Área afectada por la trayectoria de la sombra del deposito de agua

## 15. Descripción de la residencia

El sitio de estudio para la implementación del sistema solar térmica y la construcción de la sede de CREA-SC (Consejo

baños y 01 de la cocina. El edificio anexo es comercial con oficinas, 02 baños y 01 de la cocina.

## **16. CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia**

CONSEJO REGIONAL DE INGENIERÍA Y AGRONOMIA (CREA) son entidades que pertenecen a los niveles estatal y son la manifestación regional de CONFEA, siendo responsable de la supervisión del ejercicio de las profesiones en el área tecnológica, a saber: INGENIERÍA general AGRONOMIA, geología, geografía, (soltero ), el tiempo, los cursos de educación superior relacionadas con tecnólogos y técnicos de las áreas reguladas, Funciona con papel de primera y segunda instancia, control, orientar y supervisar la práctica profesional con la misión de defender a la sociedad de la práctica ilegal de las actividades cubiertas por Confea / Crea el fin de ser reconocidos por los profesionales en el sistema y la sociedad en su institución la excelencia de su desempeño ágil, la integridad y la eficiencia a través de excelentes profesionales de la atención y de la sociedad, la participación y el compromiso con los resultados de la organización y la capacitación técnica.

## **17. Consumo**

Acciones con el fin de reducir el consumo de agua caliente y el conocimiento de los usuarios. El control del consumo de agua caliente se administra diariamente por la lectura del hidrómetro y lo promedio de consumo de gas en la factura.

### **17. 1 Factura de gas y consumo**

Actualmente en la edificación hay un consumo de gas GLP (Gas licuado del petróleo) para la cocina, aseos y vestuarios. Dadas las circunstancias de la instalación, el consumo de gas para la cocina, aseos y vestuarios se reduce por energía solar térmica. La factura de gas relativa por mes es de € 180 mensuales y esta será la cantidad que se considerará como ahorro en el análisis financiero.

## **18. Funcionamiento de una instalación solar**

La energía solar térmica aprovecha la radiación del sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua o aire. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable.

La conversión de la energía luminosa del sol en energía calorífica se produce directamente de forma cotidiana, sin que sea necesaria la intervención del hombre en este proceso. Todos hemos realizado, en alguna ocasión, el experimento de quemar un papel con la ayuda de una lupa. La lupa concentra los rayos solares en un punto determinado de su superficie (foco). Esta concentración de rayos (y por tanto de energía) produce un rápido aumento de la temperatura del papel, provocando su combustión.

Este ejemplo tan sencillo de llevar a la práctica, a la vez que tan vistoso por sus resultados, nos permite comprobar cómo la radiación solar se transforma en energía calorífica de manera inmediata. Pero, en realidad, ni siquiera será necesario concentrar los rayos solares para conseguir la conversión térmica perseguida. Cualquier materia experimenta un aumento de temperatura de modo natural al estar expuesta a la radiación solar.

Mientras una superficie negra absorberá toda la radiación visible (por esa razón la vemos negra), una blanca reflejará toda la radiación que llega hasta su superficie, por lo que su incremento de temperatura será muy poco significativo.

En el caso de una instalación térmica, los captadores solares se valdrán de superficies de color oscuro para absorber la mayor cantidad de radiación solar posible. Así, en días soleados, bastará con que los rayos solares incidan directamente sobre nuestro sistema de captación para obtener el aporte energético que necesitamos para su uso en muy diversas aplicaciones. Eso sí, habrá que evitar que la energía obtenida pueda perderse instantes después si realmente queremos sacar provecho de esta fuente de energía tan beneficiosa para el ciudadano por sus ventajas medioambientales y su grado de autonomía.

Con el objetivo de evitar fugas de energía, los sistemas de captación solar imitan los procesos naturales que tienen lugar en la Tierra, donde la radiación solar atraviesa con facilidad nuestra atmósfera hasta llegar a la superficie terrestre. Cuando la tierra y el mar se calientan por este motivo, irradian la energía que han absorbido en longitudes de onda más largas.

## 19. Consideraciones Previas

La producción de ACS, en un mismo sistema de instalación, engloba todos los elementos que forman parte de la instalación de captación de energía solar térmica (captadores, elementos del circuito primario, acumulador de ACS solar,...) el sistema de energía auxiliar, la red de distribución y recirculación de ACS.

La instalación de captación de energía solar térmica se conecta en serie con el sistema de energía auxiliar, de manera que la instalación de captación solar precalienta el agua de red hasta el nivel térmico posible y el sistema auxiliar termina de calentar el ACS a la temperatura deseada si fuera necesario.

La tipología de instalación adoptada es la de captación colectiva con acumulación centralizada y producción de energía auxiliar centralizada mediante ayuda de gas natural.

La energía calorífica absorbida por el sistema de captación es transmitida mediante unas bombas y un circuito primario de tuberías hasta un intercambiador de placas externo.

Aquí un segundo circuito lleva la energía hasta los acumuladores solares de ACS, conectados en serie con el sistema de energía auxiliar. Todo el sistema se controla a partir de un sistema de regulación y control.

Características principales a tener en cuenta en nuestro sistema:

- La captación de energía solar se realiza a través de los cinco grupos que se han considerado, compuestos por cinco captadores cada uno, siendo situados en la cubierta del edificio principal.
- El agua de red se calienta en un siguiente depósito mediante el intercambiador de calor exterior de placas.

## 20. Dimensionado de la instalación solar térmica

### 20.1 Esquema de Principio

A continuación se puede observar nuestra instalación solar térmica a través del diseño del esquema de principio.

Lo primero de todo que se debe aclarar es que todos los cálculos que se han realizado en el dimensionado de la instalación se han calculado a través de la simulación del programa informático HSolGas V1.0.

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y las condiciones de uso.

Las condiciones climáticas se determinan a partir de la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Las condiciones de uso para ACS se determinan a partir del consumo diario asociado a la instalación y de la temperatura requerida en el sistema de acumulación.

A partir de estos datos, el cálculo de la superficie de captación necesaria para cumplir con la contribución solar requerida por la normativa de aplicación, o establecida en el proyecto, en una instalación solar térmica para ACS, se realiza siguiendo los siguientes pasos:

- Cálculo de la demanda energética de la instalación
- Cálculo de la contribución solar mínima requerida por la normativa
- Cálculo de la superficie de captación que permite obtener esta contribución solar

#### 20.1.1 Cálculo de la demanda energética del edificio

A la hora de calcular la producción energética de nuestra instalación solar, a partir de la superficie de captación solar, se va a utilizar el método de cálculo *f-Chart*. Su empleo es sencillo, ya que se limita a la introducción de un número reducido de parámetros de entrada (datos climáticos, datos de la demanda energética del edificio y algunas características de los componentes de la instalación) y siempre teniendo en cuenta sus límites de aplicación, con el objetivo de obtener la superficie de captación requerida para lograr un porcentaje de la demanda energética o fracción solar anual. A partir de

Por lo tanto, y a modo resumen, el caudal de ACS demandado por el edificio será de 3.750 litros/día; siendo calculado al haber introducido, previamente, los siguientes datos en el programa informático:

- . Número total de viviendas: 01 edificio institucional
- . Número total de personas: 150 personas/edificio
- . Caudal mínimo: 25 litros/(personas/día)
- . Temperatura de ACS: 55 °C

$$DE_{mes} = Q_{dia} \times N \times (TACS - TAF) \times 1,16 \times 10^{-3}$$

Donde,

$DE_{mes}$  = demanda energética en kWh/mes

$Q_{dia}$  = consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia de 45°C= 25 litros/persona/día

$N$  = número de días del mes considerado (días/mes)

$TACS$  = temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente = 55°C

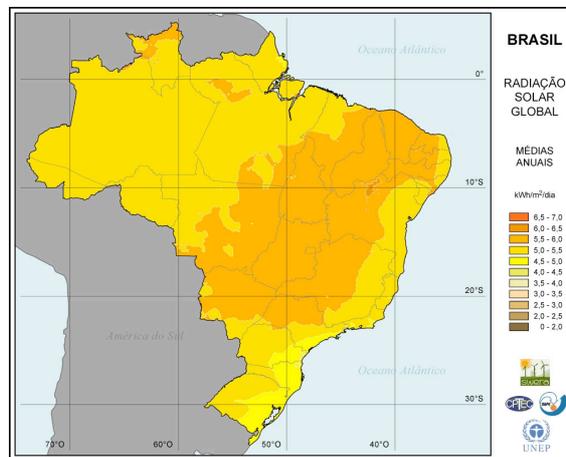
$TAF$  = temperatura del agua fría de la red, que varía entre 15 y 20°C, en función del mes a considerar.

Obteniéndose una totalidad, al sumar las demandas energéticas de todos los meses del año, de 53.214 kWh/año.

### 20.1.2 Cálculo de la contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda de energía anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.

Las zonas climáticas, como se puede observar en el siguiente mapa, se definen teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal, tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas. En el INPE existe una lista de donde se podrá conocer la zona climática correspondiente a Santa Catarina.

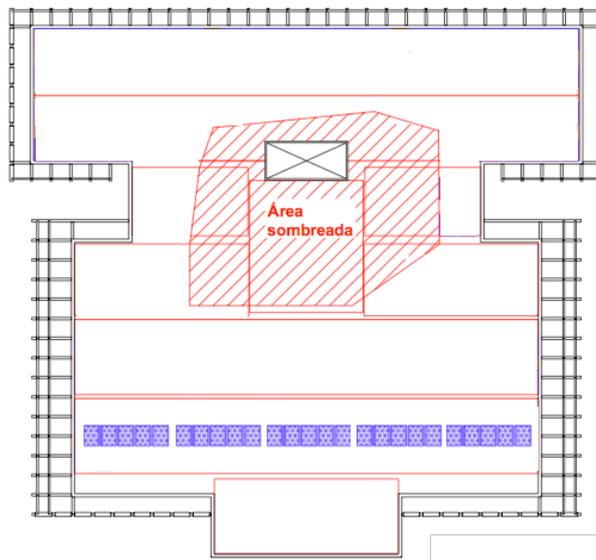


Radiación Solar en Brasil

### 20.1.3 Dimensionado de la superficie de captación

Tomando como punto de partida el predimensionado realizado para el sistema de ACS, la suma de demandas de los dos sistemas y el área unitaria del captador seleccionado, se puede obtener el número de captadores a instalar y área real de la instalación.

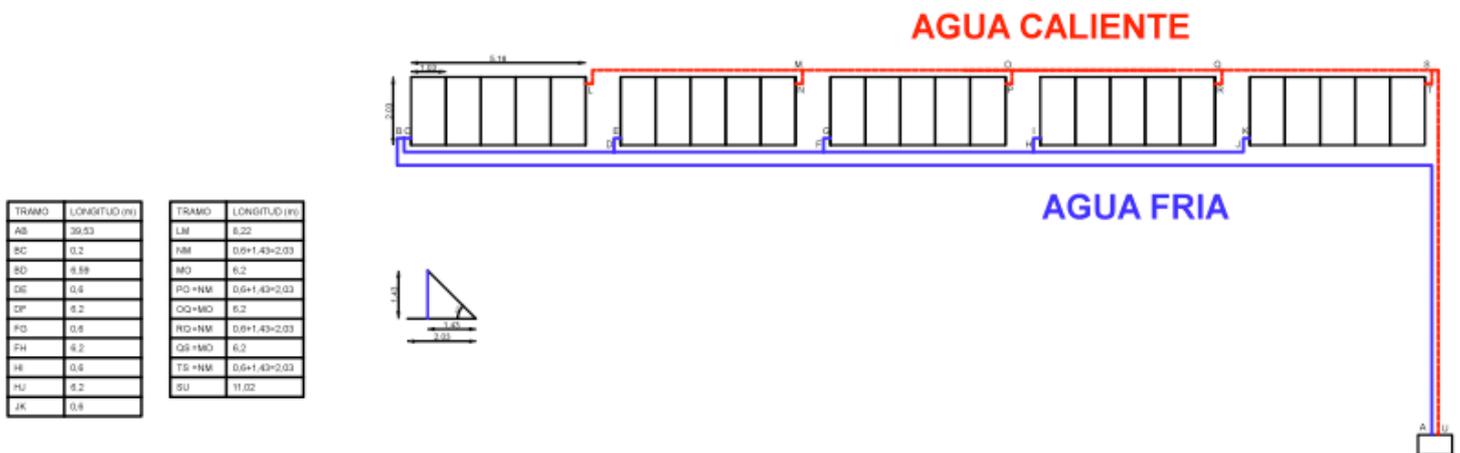
$$A_{captacion} = N_{captadores} \times A_{captacion} = (25 \times 1,92 \text{ m}^2) = 48 \text{ m}^2$$



Area utilizada para los captadores

Después de la obtención de las informaciones de **Cálculo de la demanda energética del edificio**, el cálculo de la contribución solar mínima, **Dimensionado de la superficie de captación** se realizó el dimensionamiento del proyecto a partir del sistema de simulación F-chart. El F-chart es un modelo que permite analizar y dimensionar instalaciones solares térmicas basadas en correlaciones obtenidas a partir de datos experimentales y técnicos. Este permite definir la fracción solar cubierta por la instalación aportando los datos de las necesidades de ACS, piscina climatizada o suelo radiante y los ahorros de energía fósil gracias al sistema formado por energía solar. En este proyecto, se utilizó esta herramienta para determinar el número de captadores necesarios para suplir las necesidades del edificio para el ACS. Se utilizó un f-chart creado por HSolGas V1.0. Debido a que estaba bloqueado, se utilizaron macros para poder realizar cambios a los datos climáticos, de pérdidas y ganancias, para poder incluir los de Santa Catarina.

- Cálculo de los captadores
- Conexión de los captadores
- Diseño del circuito primario
- Cálculo tuberías
- Cálculo del Acumulador de ACS
- Cálculo del Intercambiador
- Cálculo de las bombas
- Pérdidas de Carga
- Cálculo del Vaso de expansión
- Otros elementos del circuito primario
- Protección



Esquema Retorno Invertido



