



**IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**



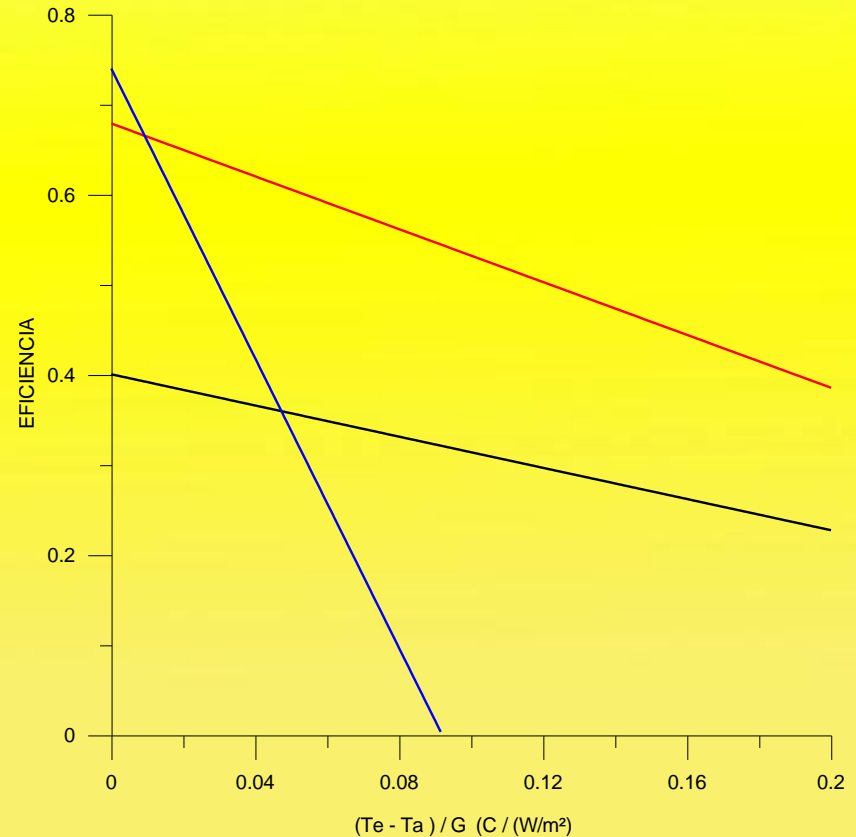
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA COLETORES TUBULARES A VÁCUO

**Tiago F. Manea
Fábio N. da Rosa
Aryston L. Perin
Arno Krenzinger**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
LABSOL – Laboratório de Energia Solar – PROMEC/UFRGS**



Colectores tubulares en vacio



$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{T_m - T_a}{G_T} - a_2 \left(\frac{T_m - T_a}{G_T} \right)^2$$



IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**

El costo era el mas grande obstáculo, pero ha bajado mucho y ya son comerciales en América Latina, y los colectores más utilizados en el mundo.





IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO



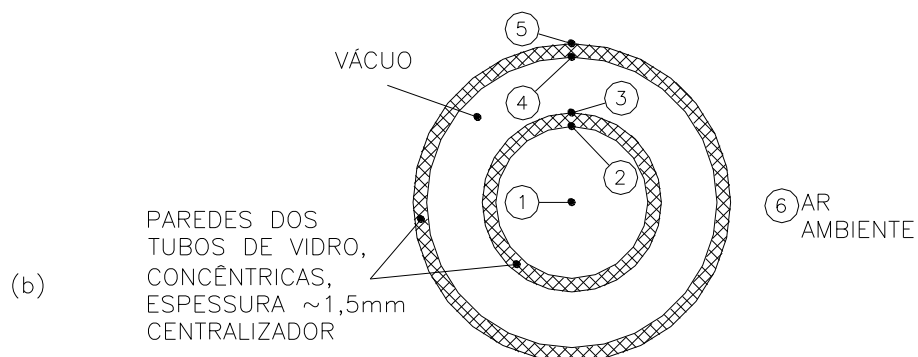
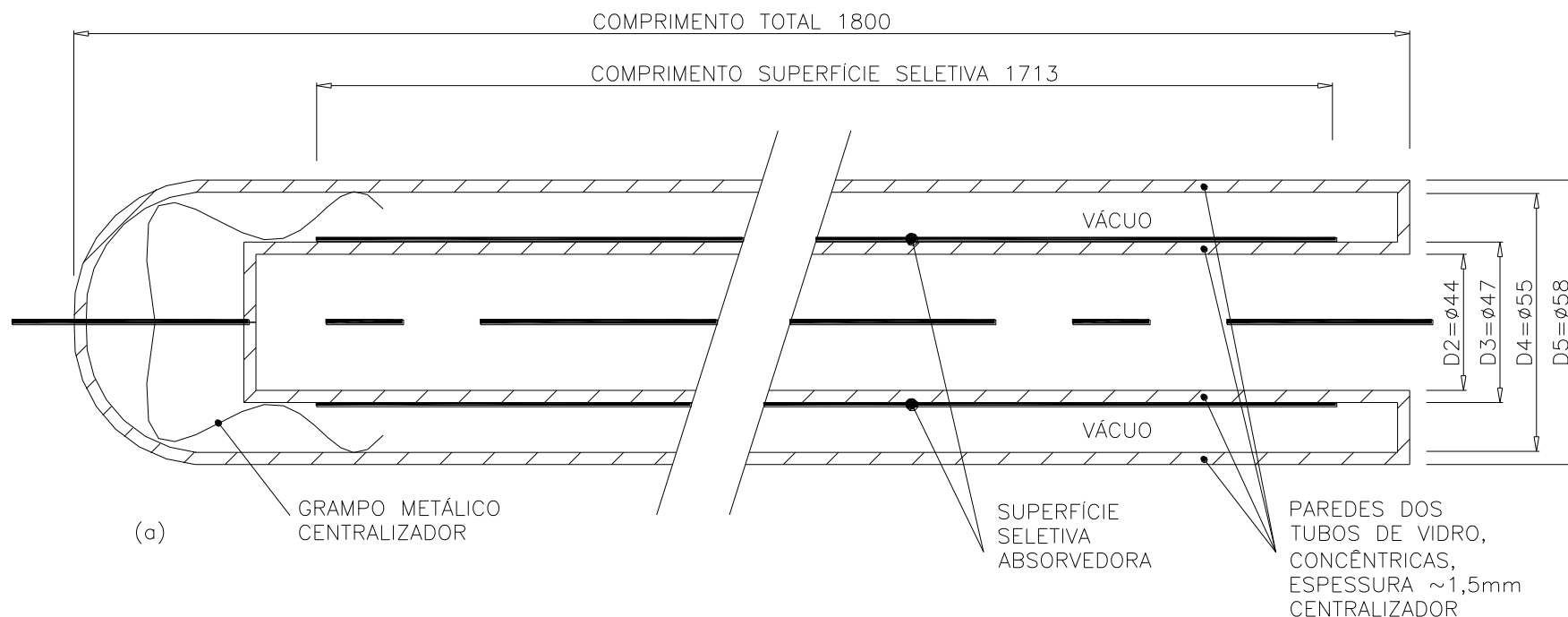
- Proyecto: simular utilización en distintos climas, incluyendo clima tropical.
- Necesidad: conocer parámetros de desempeño

Objetivos de este trabajo: determinar coeficiente de perdidas térmicas y de eficiencia óptica.



IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar XVII Simposio Peruano de Energía Solar DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

DIMENSIONES : 1,8 m de largo & 58mm diametro externo y 44mm interno



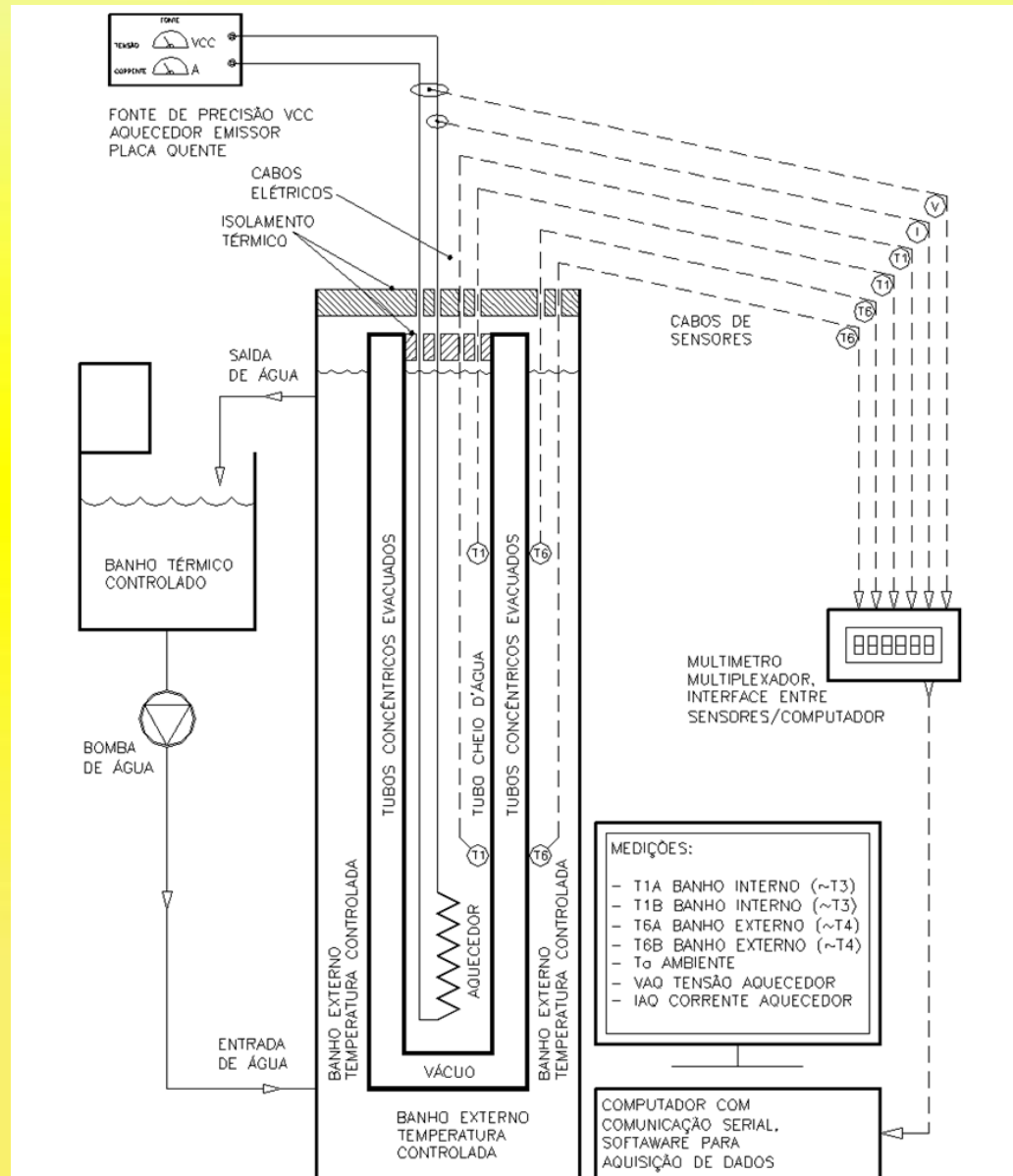


IV Conferencia Latinoamericana de Energia Solar
XVII Simposio Peruano de Energia Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

Primer experimento

Medir el coeficiente de perdidas térmicas

- Temperatura exterior controlada en 20°C
- Potencia eléctrica mantenida en 10,00 W
- Se miden las temperaturas interna, externa y ambiente en condición de equilibrio.
- Se quita la potencia y se mide la tasa de enfriamiento.





IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**





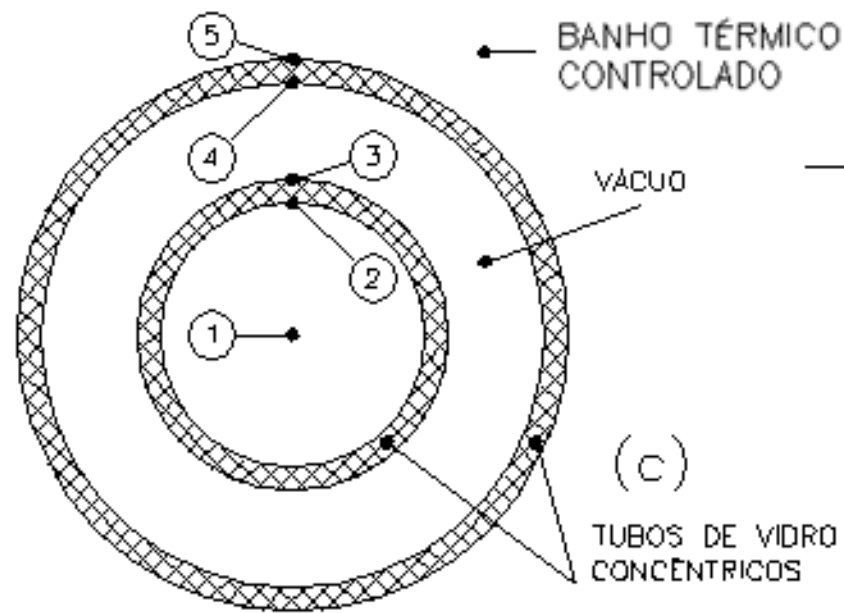
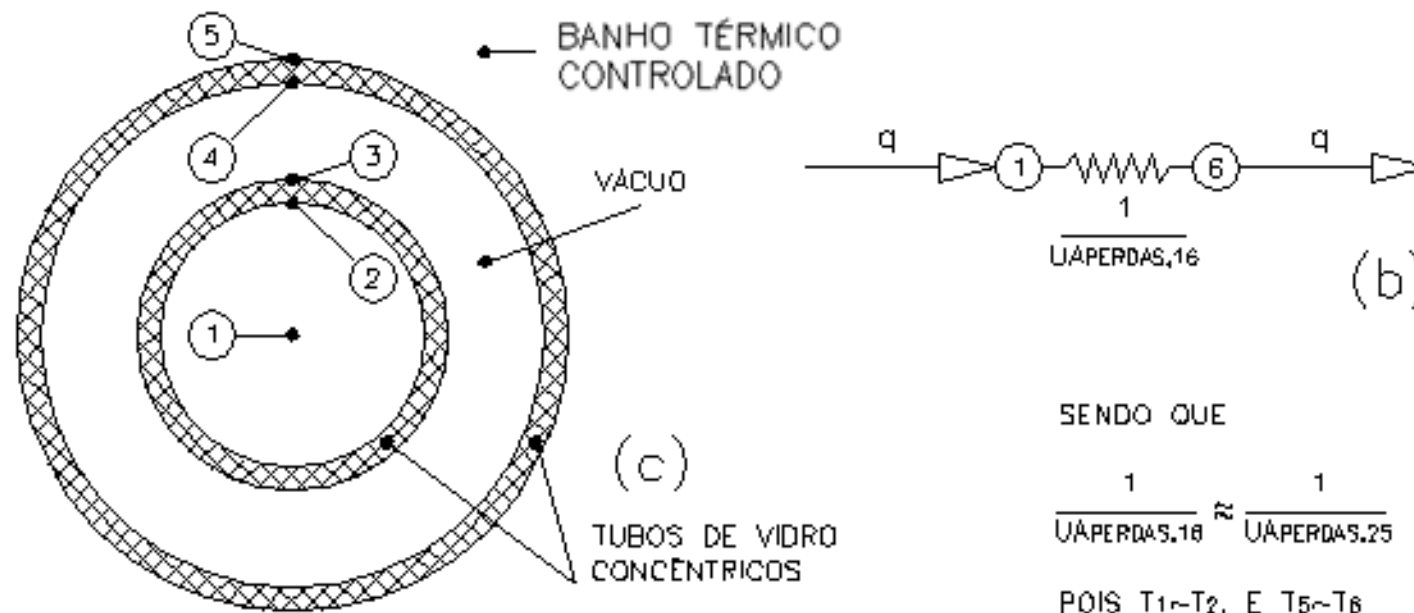
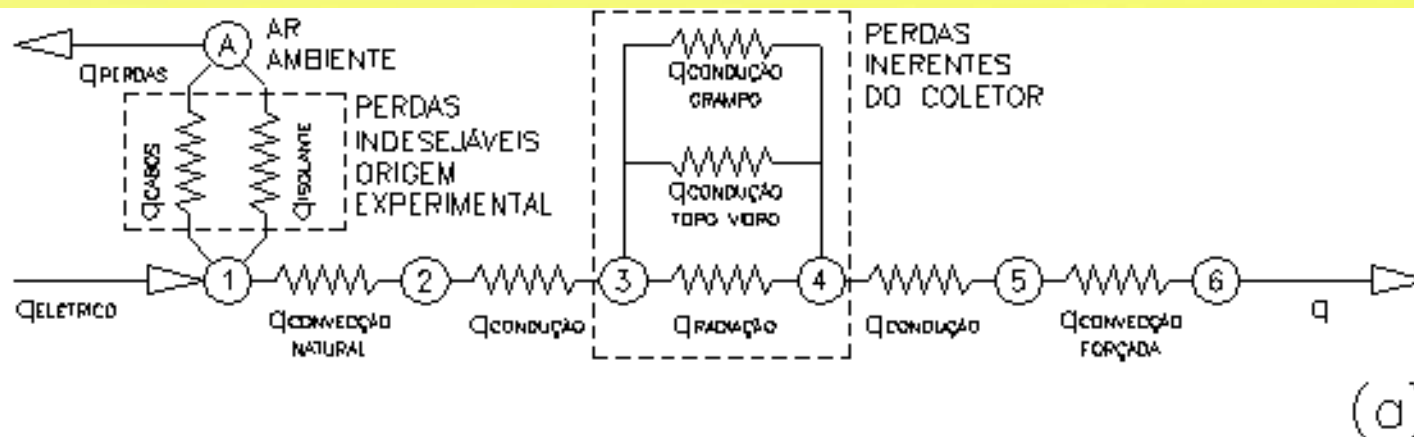
**IV Conferência Latinoamericana de Energia Solar
XVII Simposio Peruano de Energia Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**





IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
 XVII Simposio Peruano de Energía Solar
**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
 COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**

ESTIMACIÓN DE TODAS LAS PERDIDAS DE CALOR





IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

PERDIDAS

- del colector (la que si quiere conocer)
- por el aislamiento de la superficie superior
- por los cables de potencia y sensores
- por conducción del vidrio en su extremidad superior



IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar XVII Simposio Peruano de Energía Solar

Tabela 1. Resumo de medidas efetuadas nos quatro ensaios em regime permanente

DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

Medidas calorimétricas		Símbolo	Unidade	Origem	Resultados			
Potência prescrita para aquecimento da água (banho central)		$q_{\text{elétrico}}$	W	Medido	10	7	6	5
Temperatura banho interno		T_2	°C	Medido	77,8	61,9	52,4	48,2
Temperatura banho externo		T_5	°C	Medido	20,1	19,8	20,2	20,0
Temperatura do ar ambiente		T_A	°C	Medido	19,5	14,1	21,1	18,3
Coefficiente global de perda térmica	Medidas efetuadas em regime permanente	UA_{25}	W/°C	Calculado	0,14	0,13	0,12	0,12
Perda de calor indesejáveis (estimativa devido características construtivas)	Coroa de vidro no topo	$q_{\text{topo},34}$	W	Calculado	0,60	0,43	0,33	0,29
	Grampos metálicos centralizadores	$q_{\text{grampo},34}$	W	Calculado	0,04	0,03	0,02	0,02
	Radiação entre superfícies “3” e “4”	$q_{\text{rad},34}$	W	Calculado	7,29	4,91	3,58	3,08
Perda de calor inerentes ao experimento	Cabos elétricos	$q_{\text{cabos},1a}$	W	Calculado	1,95	1,59	1,05	1,00
	Isolamento térmico no topo do tubo	$q_{\text{isolamento},1a}$	W	Calculado	0,1	0,08	0,05	0,05
Fluxo de calor líquido		q	W	Calculado	7,93	5,37	3,94	3,39
Resíduo do balanço térmico do modelo proposto		q_{residual}	W	Calculado	0	0	0,95	0,55



IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

Resultados del coeficiente de pérdidas

Potencia	10,00 W	7,00 W	6,00 W	5,00 W
Temperatura (si ext=20C)	77,7 °C	70,2 °C	52,2 °C	48,2 °C
Pérdidas del tubo colector	7,93 W	5,37 W	3,94 W	3,39 W
Coeficiente de perdidas	0,14 W/°C	0,13 W/°C	0,12 W/°C	0,12 W/°C

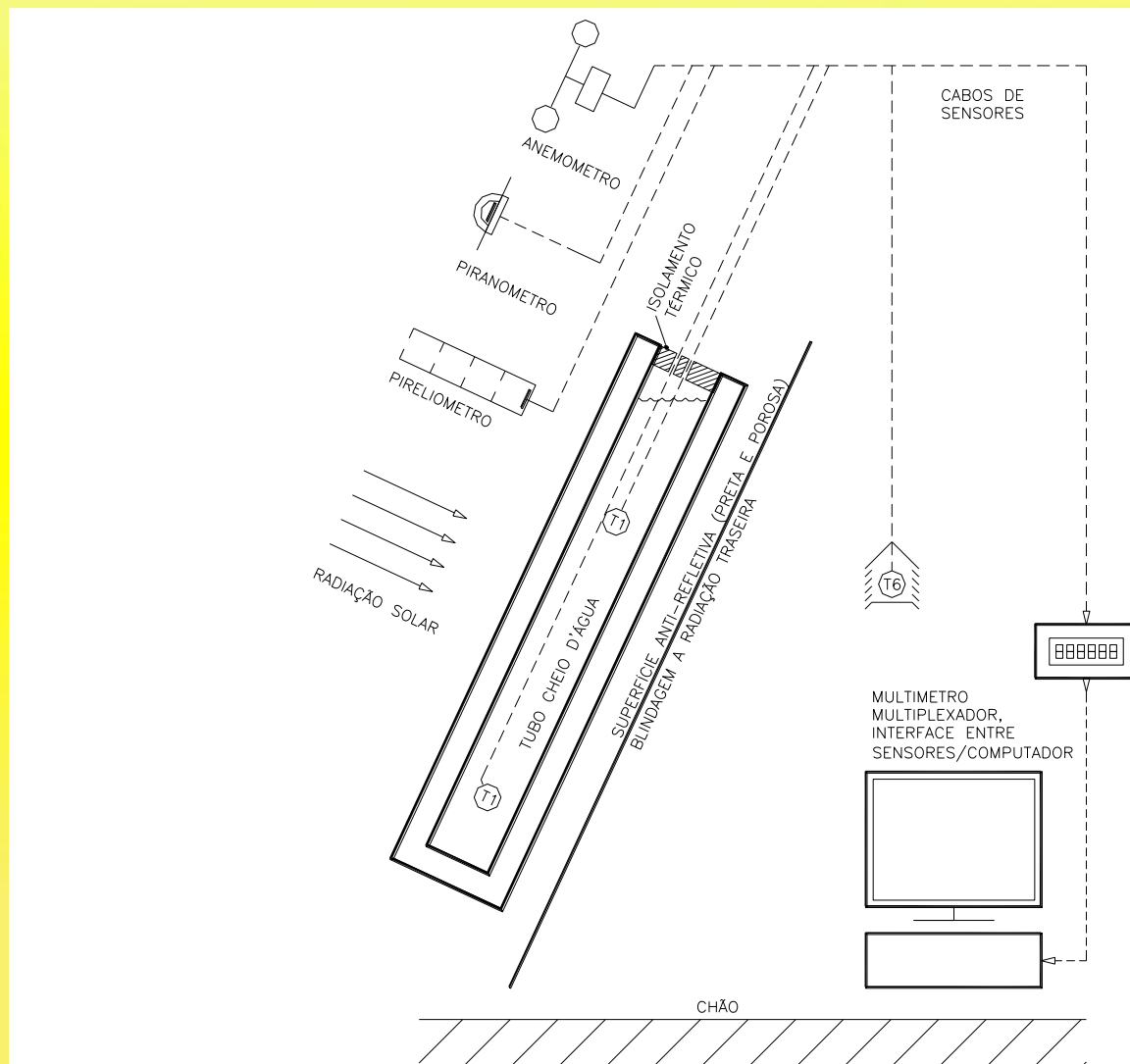


IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

Segundo experimento

Medir la eficiencia óptica

- Exponer el tubo a la radiación solar normal
- Medir las componentes de la radiación solar
- Evitar radiación de albedo
- Con agua a temperatura ambiente medir la tasa de aumento de temperatura en 10 min





**IV Conferência Latinoamericana de Energia Solar
XVII Simposio Peruano de Energia Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**





**IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO**



ISES
International
Solar Energy
Society





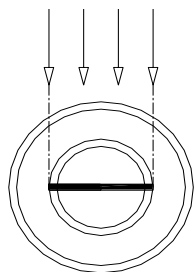
IV Conferencia Latinoamericana de Energia Solar
XVII Simposio Peruano de Energia Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO

$$\tau\alpha \cdot (G_{direta} \cdot A_{pp} + G_{difusa} \cdot A_a) \cdot t_{exposi\c{c}ao} = (m_v \cdot c_v + m_a \cdot c_a) \cdot \Delta T$$

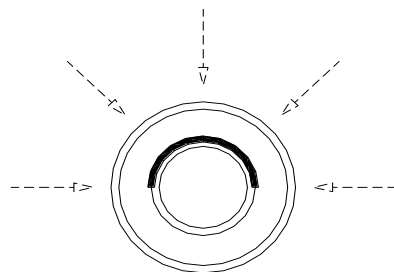
$$G_{direta} = 455 \text{ W/m}^2$$

$$G_{difusa} = 280 \text{ W/m}^2$$

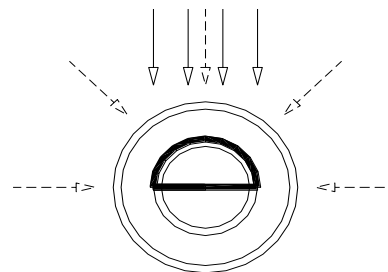
$$71,9 \text{ W}$$



RADIAÇÃO SOLAR DIRETA
INCIDENTE SOBRE ÁREA
DA PROJEÇÃO PLANA
DO TUBO CENTRAL
ABSORVEDOR



(+)
RADIAÇÃO SOLAR DIFUSA
INCIDENTE SOBRE ÁREA
DA PROJEÇÃO CILÍNDRICA
DO TUBO CENTRAL
ABSORVEDOR



(=)
COMPOSIÇÃO DA RADIAÇÃO
SOLAR INCIDENTE SOBRE
O TUBO CENTRAL
ABSORVEDOR

$$A_{pp} = 0,0805 \text{ m}^2$$

$$A_a = 0,126 \text{ m}^2$$

$$m_a = 2,7 \text{ kg}$$

$$m_v = 0,9 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 2,7^\circ\text{C}$$

$$t = 600 \text{ s}$$

$$\tau\alpha = 0,78$$



IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO



CONCLUSIÓN

- Se determinó experimentalmente el coeficiente de pérdidas en función de la temperatura
- Se determinó experimentalmente la eficiencia óptica
- Estos resultados van contribuir con la simulación del comportamiento de colectores tubulares a vacío



IV Conferencia Latinoamericana de Energía Solar
XVII Simposio Peruano de Energía Solar
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DESEMPENHO PARA
COLETORES SOLARES TUBULARES A VÁCUO



Muchas Gracias.

Agradecimientos

Porto Solar Energias Renováveis

CNPq

INCT-EREEA

