



Energia Solar Térmica

João Farinha Mendes

João Pereira Cardoso

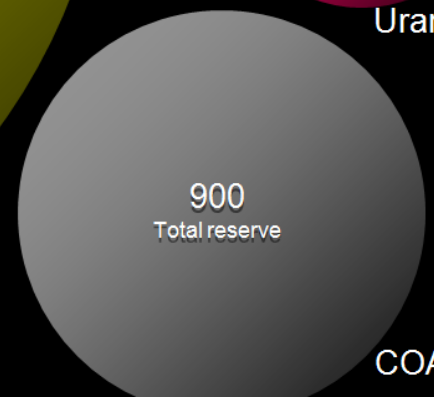
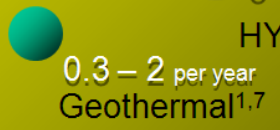
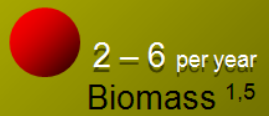
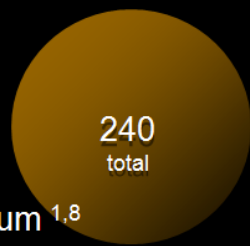
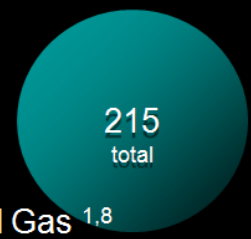
farinha.mendes@lneg.pt

Unidade de Energia Solar



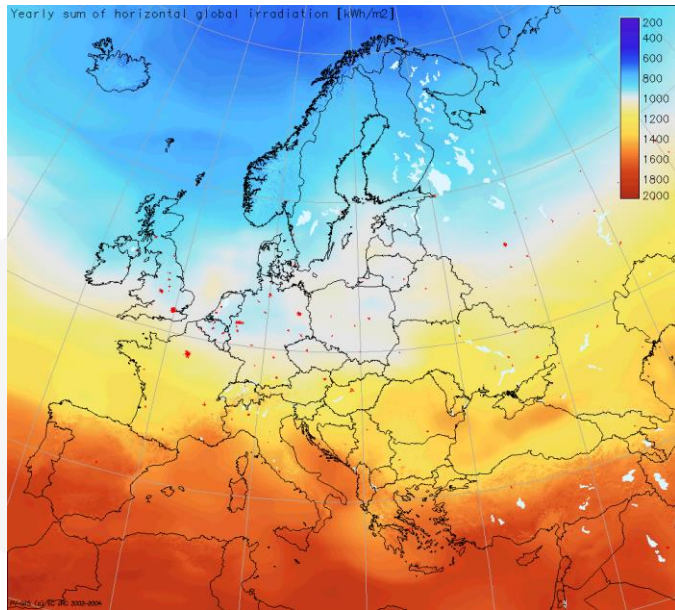
SOLAR¹⁰
23,000 TW-yr per year

World energy use
16 TW-yr per year



1. S. Heckerath, Renewables.com, adapted from Christopher Swan (1986): Sun Cell, Sierra Club Press
2. C. Archer & M. Jacobson, Evaluation of Global Wind Power – Stanford University, Stanford, CA
3. World Energy Council
4. G. Nihous, An Order-of-Magnitude Estimate of Ocean Thermal Energy Conversion Resources, Journal of Energy Resources Technology – December 2005 – Volume 127, Issue 4, pp. 328-333
5. R. Whittaker (1975). The Biosphere and Man – in Primary Productivity of the Biosphere. Springer-Verlag, 305-328. ISBN 0-3870-7083-4.
6. Environmental Resources Group, LLC http://www.erg.com/np/hydro/power_global.php
7. MIT/INEL The Future of Geothermal Energy– Impact of Enhanced Geothermal Systems [EGS] on the U.S. in the 21st Century http://www1.eere.energy.gov/geothermal/egs_technology.html
8. BP Statistical Review of World Energy 2007
9. <http://www.wise-uranium.org/stk.html?src=stk003e>
10. Solar energy received by emerged continents only, assuming 65% losses by atmosphere and clouds

Portugal - um dos países da Europa com maior disponibilidade de recurso solar ...



- Factor de utilização anual para o solar bastante elevado:

- Solar PV (Microgeração)
1.550 h/ano
- Solar PV (Centrais)
2.050 h/ano
- Solar CSP (c/ armazenagem)
3.300 h/ano
- Solar CSP (s/ armazenagem)
2.850 h/ano



Competências desenvolvidas desde o início dos anos 80 no desenvolvimento de tecnologias de conversão térmica da radiação solar a baixa, média e alta temperatura

100°C

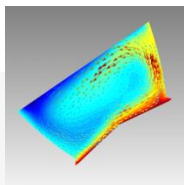
400°C

>1000°C

secagem solar

aquecimento de água

cozinhas solares

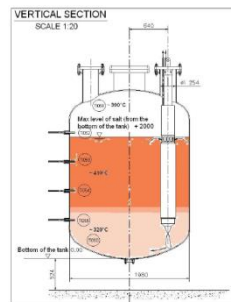


arrefecimento solar

produção de vapor industrial

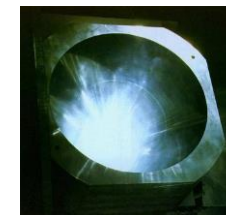
power (Organic Rankine)

power (Steam Rankine)

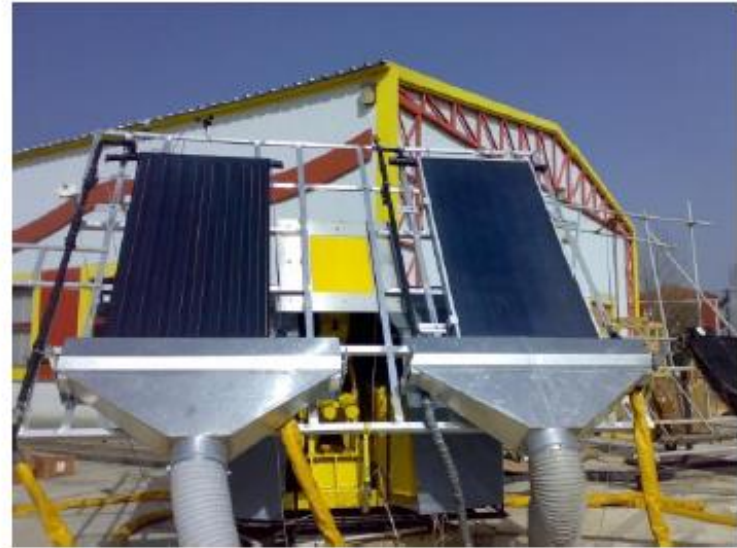


materiais' fusão/sublimação

produção de hidrogénio



Testing of Solar Thermal Collectors and Systems



- Tests for product certification - Solar Thermal Collectors and Factory Made Systems
- Tests for product development by request of Manufacturers

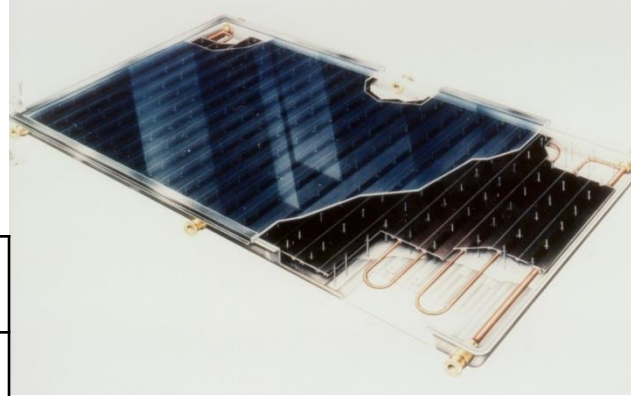


Solar Energy Laboratory



A tecnologia

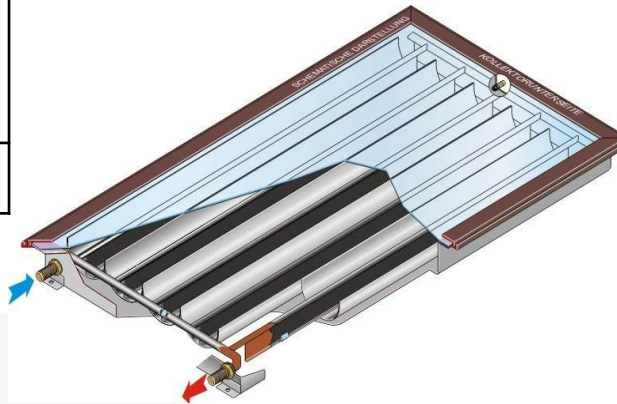
Gama de Temperaturas	Processo
< 40 °C	Colectores sem cobertura ou colectores planos comuns de baixo custo
40 – 70 °C	Colectores planos selectivos ou colectores do tipo CPC
70 – 100 °C	Colectores do tipo CPC, colectores de tubos de vácuo ou outros colectores estacionários de rendimento elevado. Colectores concentradores para sistemas de média e grande dimensão
> 100 °C	Colectores concentradores, colectores de tubos de vácuo com CPC



Colector plano c/ ou s/ vácuo



Colector de tubos de vácuo



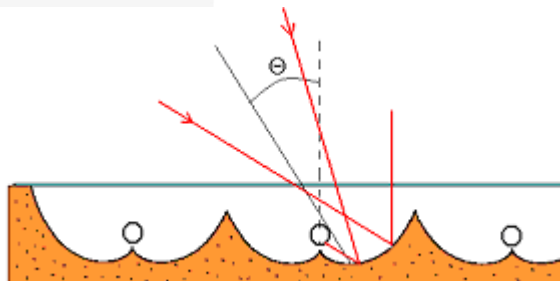
Colector estacionário do tipo CPC



Colector cilindrico-parabólico



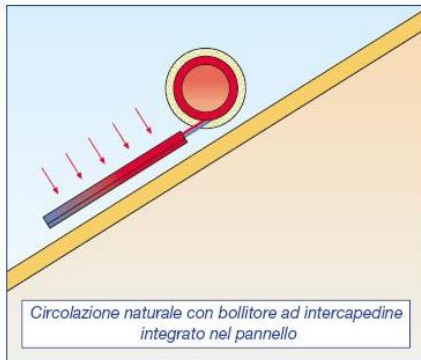
Colector sem cobertura



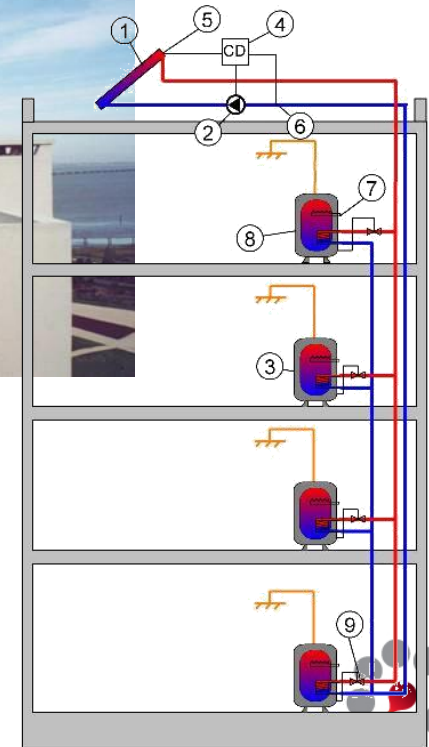
SOLAR OBRIGATÓRIO

Desde que haja cobertura com exposição solar adequada:

COLECTORES OBRIGATÓRIOS!

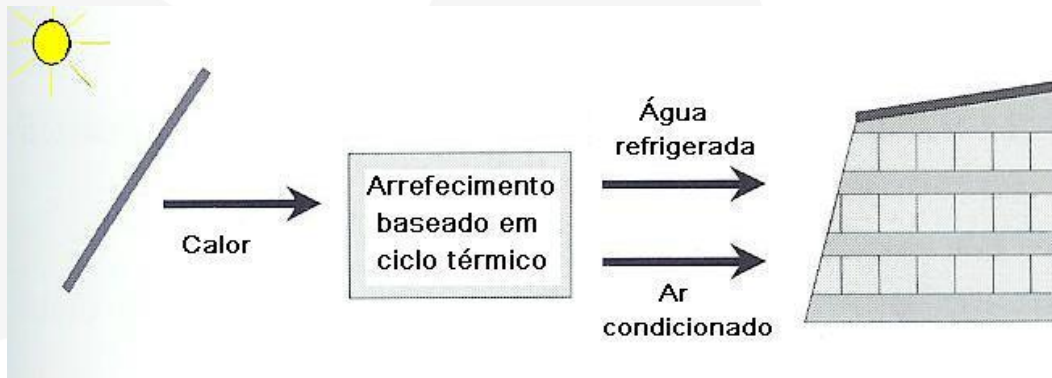
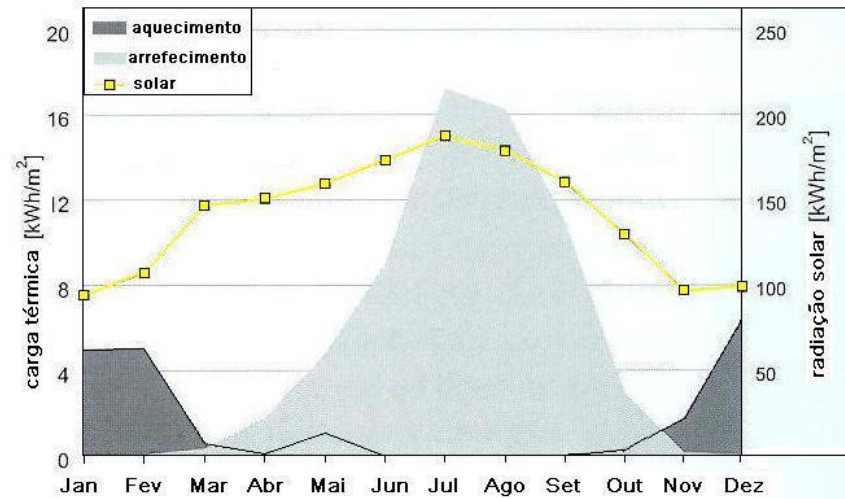


**Nos edifícios unifamiliares,
multifamiliares e de
serviços.**



Ar Condicionado assistido por energia solar

Cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento e disponibilidade de radiação solar, típicos para o Sul da Europa



Máquina de Absorção ciclo fechado de baixa potência



 SorTech AG











EAW





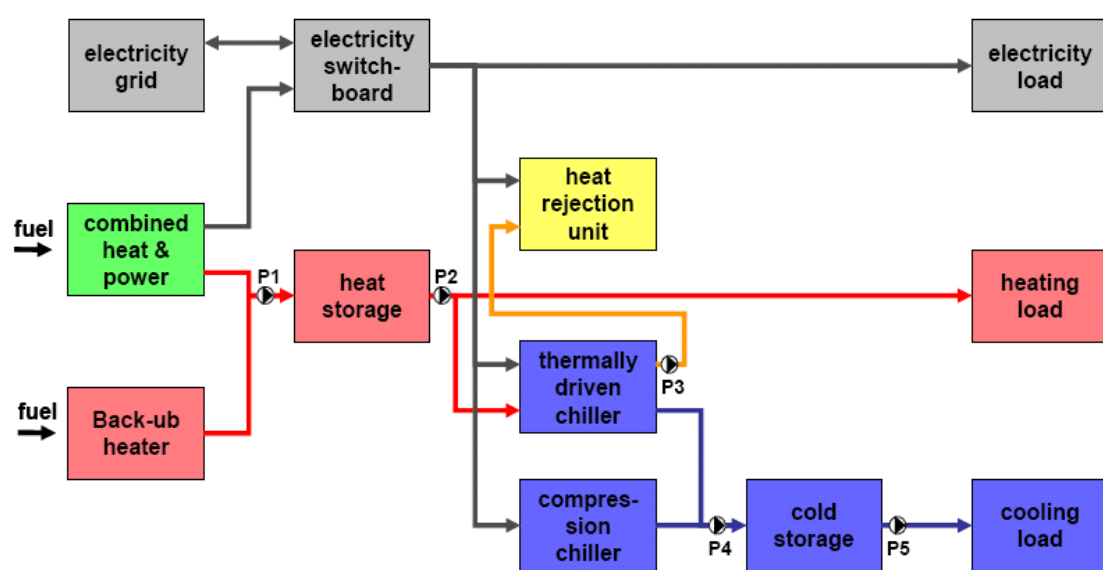
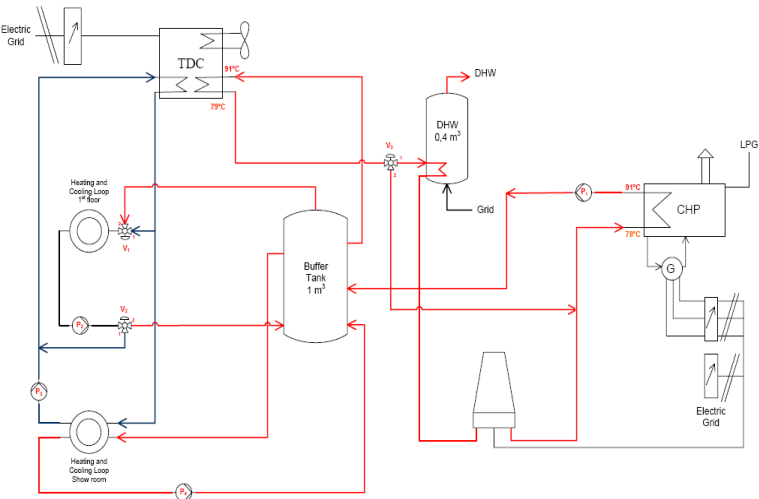


Invensor

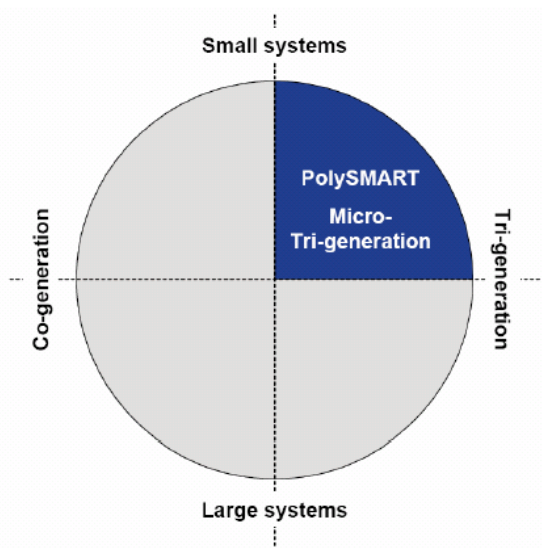


SK SonnenKlima GmbH





- Combination of thermally driven chillers (TDC) with combined heat and power systems (CHP)
- Tri-generation: combined heating, cooling and power (CHCP)
- Specific scope of the PolySMART project: small capacity systems



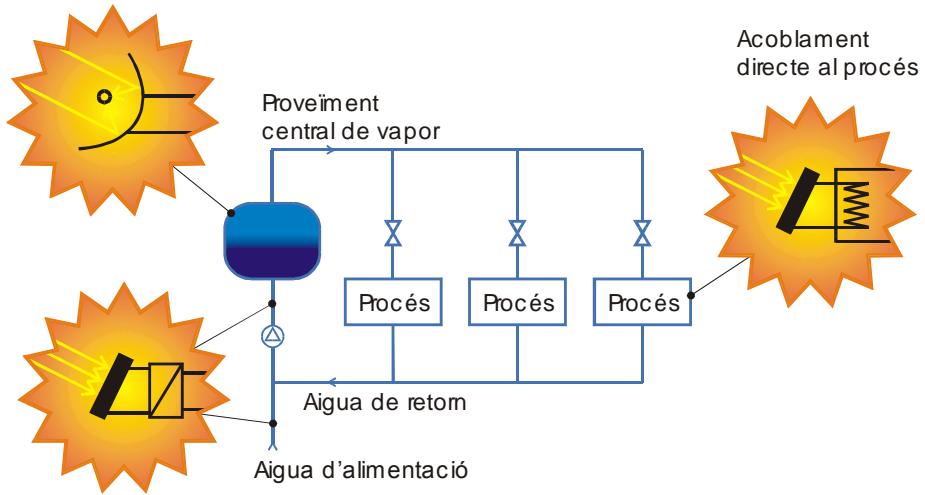
POLIGERAÇÃO

Produção combinada de electricidade calor e frio

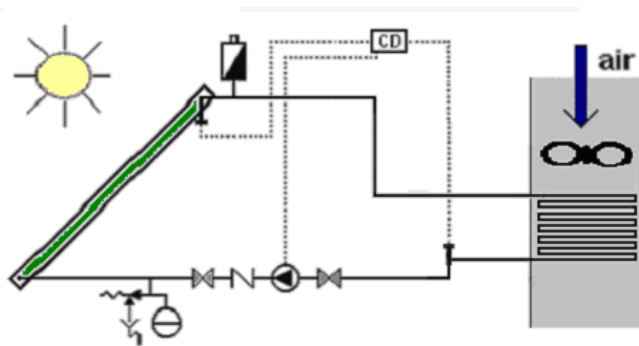


Energia Solar na Indústria

Generació de vapor



Preescalfament de l'aigua d'alimentació



POSHIP
ENERGIA SOLAR em PROCESSOS INDUSTRIAIS

POSHIP
The Potential of Solar Heat in Industrial Processes
O Potencial da Energia Solar no Color-de-Processo Industrial

A actual tecnologia dos colectores solares já permite a obtenção de calor a temperaturas entre 80°C e 250°C com um excelente rendimento.

Em muitos processos industriais é necessário calor a estas temperaturas: produção de vapor, lavagem, secagem, destilação, pasteurização, etc..

A grande dimensão das instalações industriais permite a aplicação de sistemas de baixo custo com uma boa rentabilidade económica.

Os campos de colectores solares podem ser integrados nas coberturas das naves industriais, ou instalados em terreno anexo disponível.

EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE GENERAL
ENERGY AND TRANSPORT
Energy technology

Energia Solar na Indústria

Vantagens particulares

- **Dimensão** do sistema : redução do custo unitário
- Produção em **sintonia com o consumo**: armazenamento
rendimento
custo
- **Incentivos** (fiscais, invest.)

Integração arquitectónica?



Integração arquitectónica!



IEA SHC TASKS

CURRENT & NEW

- | | | |
|---|------------------|---------------------------------------|
| – Solar Resource Knowledge Management | (Task 36) | <i>2005-10 (United States)</i> |
| – Advanced Housing Renovation with Solar & Conservation | (Task 37) | <i>2006-09 (Norway)</i> |
| – Solar Air Conditioning and Refrigeration | (Task 38) | <i>2006-09 (Germany)</i> |
| – Polymeric Materials for Solar Thermal Applications | (Task 39) | <i>2006-10 (Germany)</i> |
| – Net Zero Energy Solar Buildings | (Task 40) | <i>2008- 13 (Canada)</i> |
| – Solar Energy & Architecture | (Task 41) | <i>2009 - 12 (Sweden)</i> |
| – Compact Solar Thermal Energy Storage | (Task 42) | <i>2009 - 12 (Netherlands)</i> |
| – Rating & Certification Procedures | (Task 43) | <i>2009 - 12 (Denmark+USA)</i> |
| – Solar and Heat Pump Systems | (Task 44) | <i>2010 -13 (Switzerland)</i> |
| – Large Solar Heating & Cooling Systems in combination with Heat Pumps and Seasonal Storage and other RE-Technologies | (Task 45) | <i>2011-13 (Denmark)</i> |
| – Solar Resource Knowledge Management | (Task 46) | <i>2010-15 (USA)</i> |
| – Advanced Renovation in Non Residential Buildings | (Task 47) | <i>2011-14 (Norway)</i> |
| – Quality Assurance and Support Measures for Solar Cooling Systems | (Task 48) | <i>2011-15 (France)</i> |
| – Solar Heat Integration in Industrial Processes | (Task 49) | <i>2012-15 (Austria)</i> |

UNDER DEVELOPMENT

- Advanced lighting solutions for retrofitting buildings
- Solar Energy and Urban Planning

www.iea-shc.org

Estimativa de custos?

Custo das Instalações Solares Térmicas

Pequenos sistemas ~ 600/800 €/m²

Grandes sistemas ~ 350/600 €/m²



Assumindo produtividades entre
400 e 800 kWh/(m².ano)
e
20 anos de vida útil



kWh_{solar} € [0,02 ; 0,10] €

vs

kWh_{GN} € [0,05 ; 0,07] €

Fonte: Apisolar

**Contas meramente indicativas!!!
Necessário estudo aprofundado para
cada aplicação!**

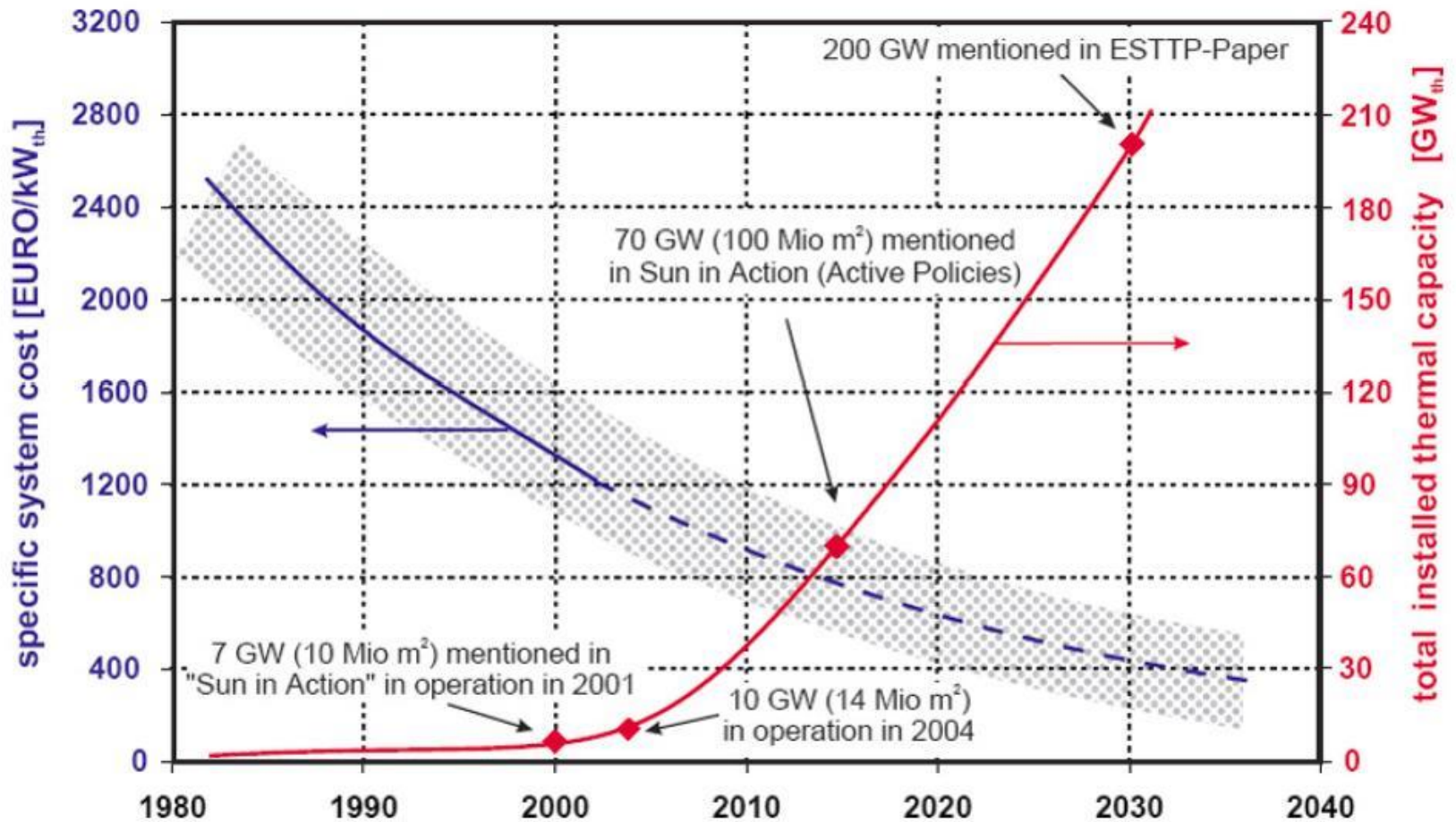


Fig. 2: Development of specific costs and installed capacity for small solar thermal systems with forced circulation in Central Europe

UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM LARGA ESCALA

Energia Solar e novos materiais para a construção.

- Novos colectores para conversão solar térmica (ex: materiais poliméricos; novas superfícies absorsoras; concentração).
- Utilização das fachadas dos edificios

Novas aplicações e novos desenhos

- Aplicações industriais (calor de processo, dessalinização, etc...)
- Sistemas combinados e sistemas em trigeriação para NZEB
- Apoio no desenvolvimento de novas aplicações (p.e. frio solar)

Armazenamento

- Sistemas de armazenamento de mudança de fase integrados no material de construção.

Formação

- Profissional, secundario e superior



EUROPEAN ENERGY RESEARCH ALLIANCE

Concentrating Solar Power Joint Programme

SUB-PROGRAMME 1: Concentrated Solar Power plus Desalination (CSP+D)

SUB-PROGRAMME 2: Thermal Energy Storage for CSP plants (TES)

SUB-PROGRAMME 3: Solar Thermochemical Production of Fuels (STPF)

SUB-PROGRAMME 4: Accelerated Aging of Materials (AAM)



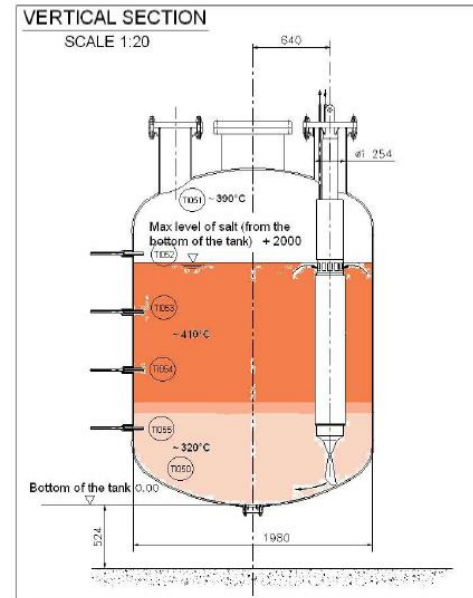
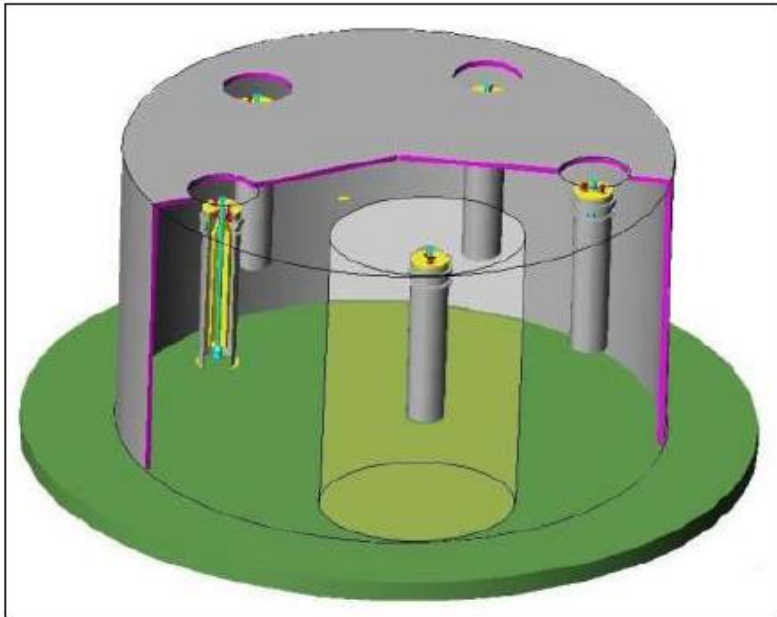


The OPTS Project : OPTimization of a Thermal energy Storage system with integrated steam generator

Collaborative Project of the 7th FP

ENERGY.2011.2.5-1: Thermal energy storage for CSP plants

Coordinator : Dr. Fabrizio Fabrizi Partners : (ENEA), CEA, CNRS, FRAUNHOFER, WEIZMANN, CREF-Cyl, ANSALDO, CIEMAT, ENEL, LNEG



LNEG Activities in the corrosion area, storage modulation and system simulation



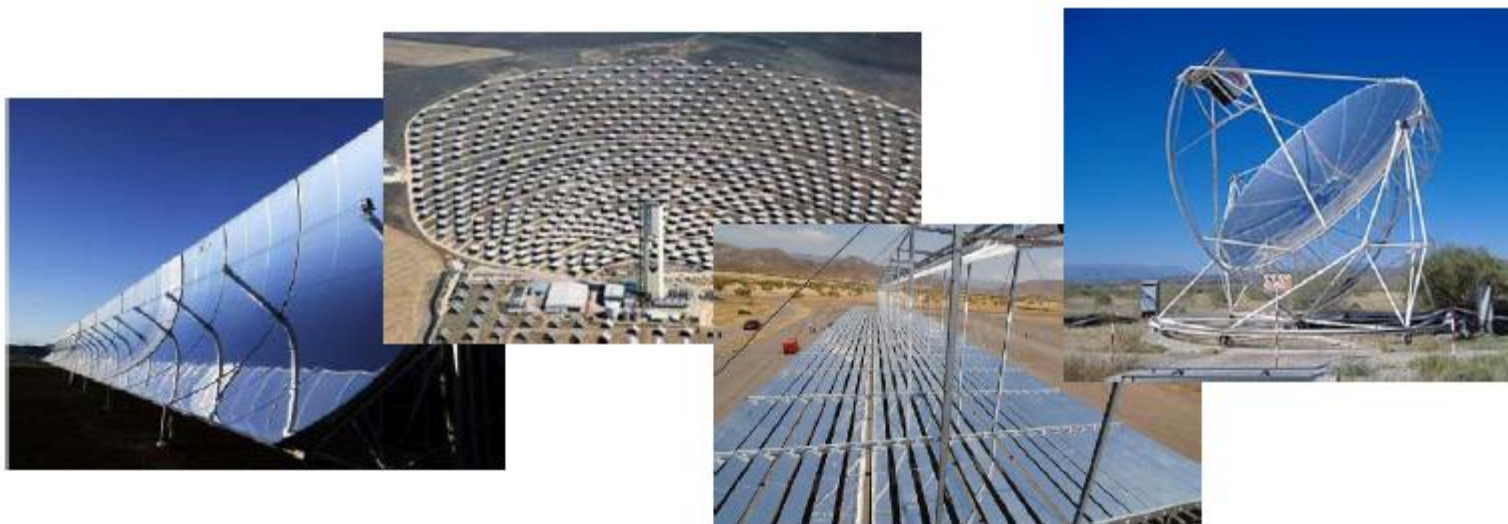


EU-SOLARIS

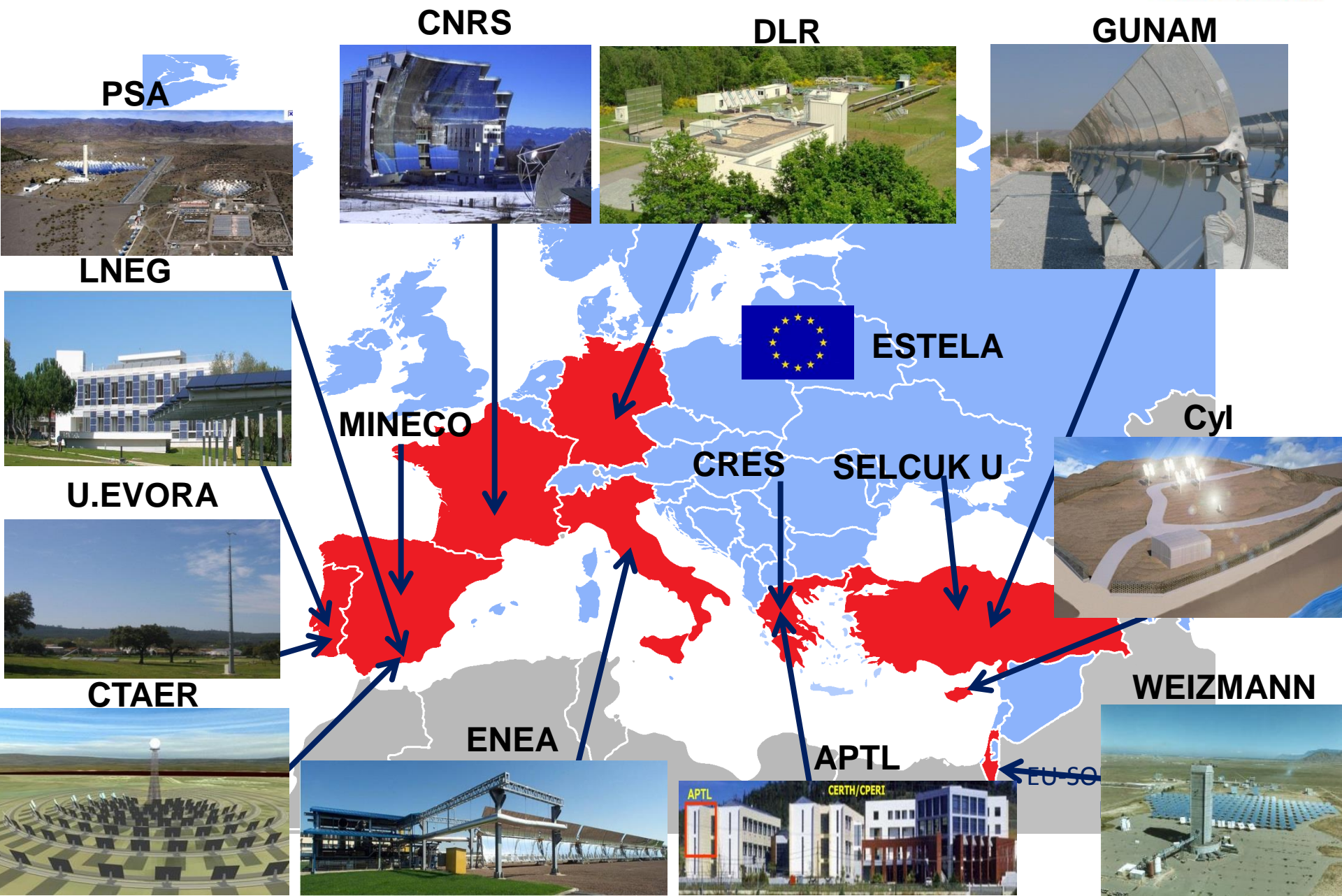
Call FP7- INFRASTRUCTURE-2012-1

Construction of new Research Infrastructures (or mayor upgrade)

Topic: INFRA-2012-2.2.1: EU-SOLARIS- The European SOLAR Research Infrastructures for Concentrated Solar Power



European Solar Research Infrastructure for CSP



European Solar Research Infrastructure for CSP

- EU-SOLARIS foi incluído no “**2010 ESFRI ROADMAP**”
- EU-SOLARIS é uma **infraestrutura** única **distribuída** de **I&D** em **Solar Termoeléctrico (STE)**, a ser dotada de uma **forma legal comum**, uma **direcção conjunta de gestão** e um **acesso singular para os utilizadores** interessados (instituições de I&D e Empresas).
- O campo experimental CTAER/PSA em Almeria, Espanha, actuará como nó central do projecto, complementado ao mesmo tempo e suportado cientificamente por onze parceiros exteriores.
- EU-SOLARIS envolve **15 parceiros de 9 países**:
 - 13 ORGANISMOS CIENTÍFICOS CHAVE
 - O Ministério Espanhol de Economia e Competitividade
 - A Associação Industrial Europeia de Solar Termo Eléctrico (ESTELA)



Resultados PIP Solar (CSP)

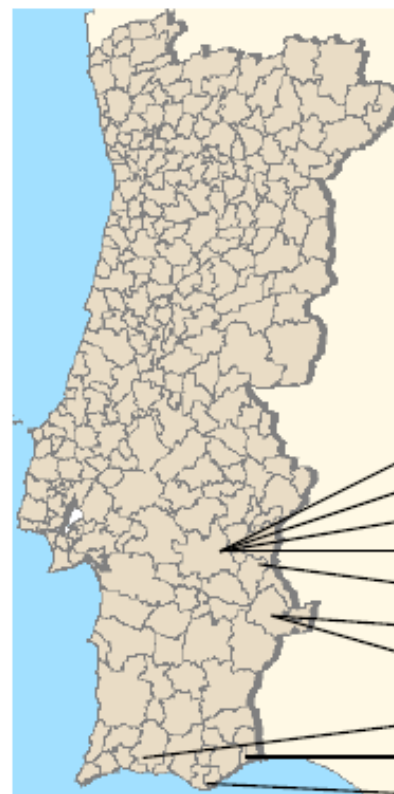
Projectos seleccionados - Proposta preliminar

Promotor	CSP Stirling (SM)	(MW)
Ramada Holdings, SGPS	Quinta Solar Alentec 1	1,5
Hyperion Energy Portugal	Solar Stirling I	1,5
Selfenergy	Central Solar Térmica de Odelouca	1
Bragalux	Central Termoeléctrica de Alcanizes	1,5

Promotor	CSP Torre (ST)	(MW)
Efacec	Central de Concentração Solar de Torre - SolMass	4
Abengoa / Fomentinvest	Central Solar Térmica de Moura	4

Promotor	CSP Cilíndro-Parabólico (CP)	(MW)
Energena SLU	Solar Termoeléctrica de Évora	4
Martifer Energia	Instalação Solar Térmica Concentrada de Évora	4

Promotor	CSP Fresnel Linear (LF)	(MW)
Dalkia	Central de Concentração Solar Térmica de Faro	4
Tom	Moura Fresnel (CSP)	4



- Bragalux - SM (Évora)
- Energena - CP (Évora)
- Martifer - CP (Évora)
- Ramada - SM (Évora)
- Hyperion - SM (Reguengos)
- Abengoa - ST (Moura)
- Tom - LF (Moura)
- Selfenergy - SM (Silves)
- Efacec - ST (Tavira)
- Dalkia - LF (Faro)

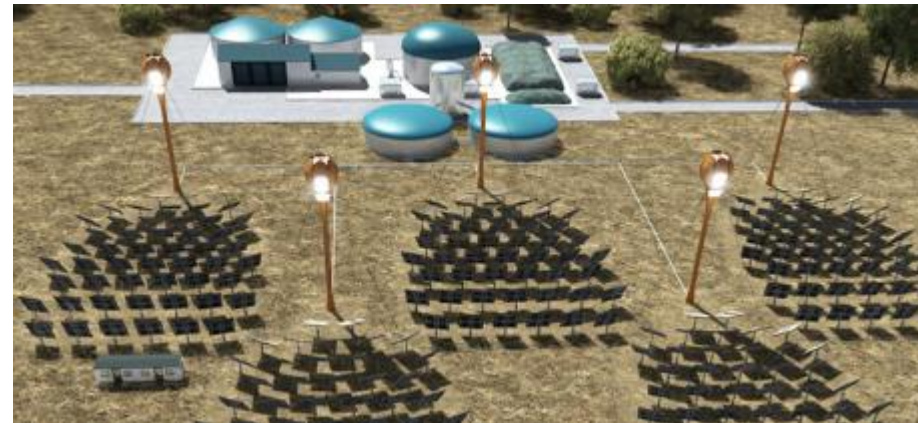
CSP – Uma área com enorme potencial de incorporação nacional.

- a produção de heliostatos,
- a produção de sistemas primários de concentração linear, parabólicos ou planos,
- a produção de sistemas secundários de concentração linear e pontual;
- a produção de receptores para sistemas de concentração linear e pontual;
- a produção do subsistema de armazenamento;
- os componentes mecânicos, eléctricos e electrónicos associados às centrais térmicas;
- a produção do software de controle (subsistemas e sistema global)
- a engenharia associada ao desenho, construção e manutenção de centrais térmicas

Sistema Solar Termoelectrico de Baixa Potência

Tecnologia AORA : modular, electricidade, calor de processo

No Alentejo - 4 MWe com 40 módulos de 100 kWe



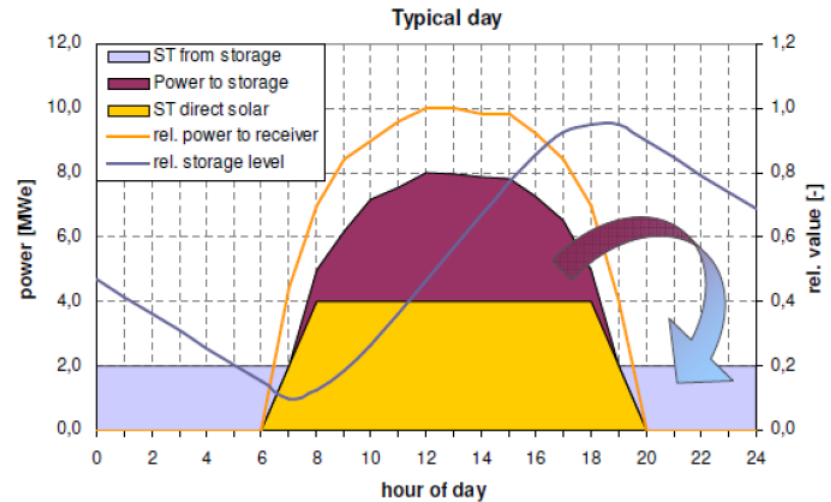
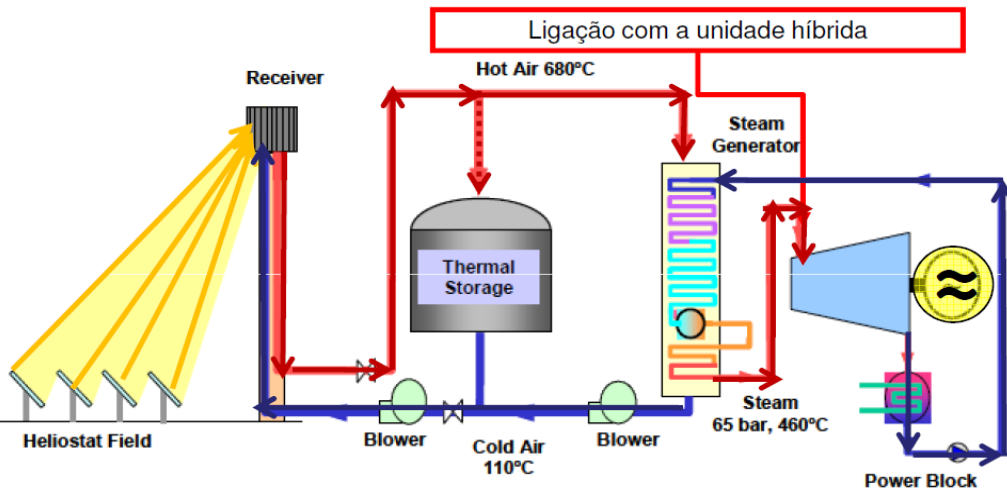
Temperature in the Tulip micro turbine is 1000 degrees Fahrenheit

PROJECTO SOLMASS

Central de concentração solar de torre híbrida de 4 MW



Tavira



¿Qué es REDIENE?

La Red Iberoamericana de Energía, REDIENE, es una vía para crear y estrechar vínculos entre distintas instituciones del sector energético para dar soluciones a problemas y necesidades existentes, que permitan potenciar el desarrollo energético sostenible en Iberoamérica.

Es una acción del área temática Energía, del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.



Misión

Potenciar la gestión del conocimiento en energía, a través del intercambio de información, conocimientos, experiencias y soluciones que contribuyan al desarrollo energético sostenible y científico-tecnológico de la región iberoamericana.

Visión

REDIENE servirá de apoyo a la toma de decisiones en el sector energético de Iberoamérica.

Objetivo General

Potenciar la gestión del conocimiento en energía, a través del intercambio de información científica y tecnológica, conocimientos, experiencias y soluciones que contribuyan al desarrollo energético sostenible, y científico tecnológico de la región Iberoamericana; fomentando la cooperación de instituciones, centros de investigación, universidades, empresas, especialistas y profesionales relacionados con los recursos, las fuentes y tecnologías energéticas en toda la cadena energética desde la exploración y extracción hasta los servicios

Objetivos Específicos

- Integrar instituciones, empresas, especialistas y profesionales vinculados al sector energético de Iberoamérica.
- Intercambio, divulgación y publicación de información científica y tecnológica de energía como soporte a la toma de decisiones en Iberoamérica.
- Educar y entrenar a recursos humanos (Jornadas Iberoamericanas, Talleres Especializados y Cursos /Seminarios en diferentes países integrantes de REDIENE) del sector energético.



Beneficios que ofrece

- Brinda a empresarios y otros actores la posibilidad de promover sus productos, servicios, catálogos.
- Brinda a investigadores y otros profesionales la posibilidad de publicar resultados, dar a conocer sus experiencias.



Reuniones

- Encuentro Preparatorio y de Conciliación. Marco FIBECYT. Isla Margarita 2 - 3 de Diciembre 2008. Venezuela.
- Primera Reunión de Coordinación. Universidad Tecnológica de Panamá. Panamá 14 -15 Abril 2010. Panamá.
- Reunión del Comité de Área con los Coordinadores de Acciones vigentes. Marco Foro CYTED-IBEROEKA. Playa del Carmen 22-23 de noviembre 2010. México
- Segunda Reunión de Coordinación. Cartagena de Indias, abril 2011. Guatemala (por confirmar)

Países y entidades que integran REDIENE hasta el momento

- ARGENTINA** / Universidad Nacional De Salta (UNSA)
- BRASIL** / Universidad de São Paulo (FZEA/USP)
- CHILE** / Centro Interdisciplinario de Energía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)
- CUBA** / Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGÍA)
- ECUADOR** / Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)
- EL SALVADOR** / Universidad Centroamericana "J. S. Cañas" (UCA)
- ESPAÑA** / Universidad de Valladolid (UVA)
- GUATEMALA** / Ministerio de Energía y Minas (MEM)
- HONDURAS** / Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)
- Investigación, Desarrollo y Demostración en Energía y Ambiente S de RL (IDEA)**
- PANAMA** / Universidad Tecnológica de Panamá (U.T.P.)
- PARAGUAY** / Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN)
- PERÚ** / Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)
- PORTUGAL** / Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação, IP (INETI), / Escola de Ciências e Tecnologia / Universidade de Évora (ECTUE).
- REPÚBLICA DOMINICANA** / Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).
- VENEZUELA** / Universidad Bolivariana De Venezuela (UBV).

www.rediene.com





www.lneg.pt



GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA ECONOMIA
E DO EMPREGO