

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia...

***Valutazione tecnica ed economica
sull'integrazione del solare a
concentrazione in impianti a vapore***

Tutor universitario: Prof. Sergio RECH

Laureando: *Davide BALDIN*

(matricola n.:1189376)

Padova, 21/09/2023

- Stato dell'arte
- Obiettivi del lavoro
- Metodologia di studio
- Risultati salienti
- Conclusioni



Collettore a Trough parabolico nell'impianto Anantapur, India



Vista dalla Laguna veneta della centrale 'A. Palladio' di Fusina, (VE)

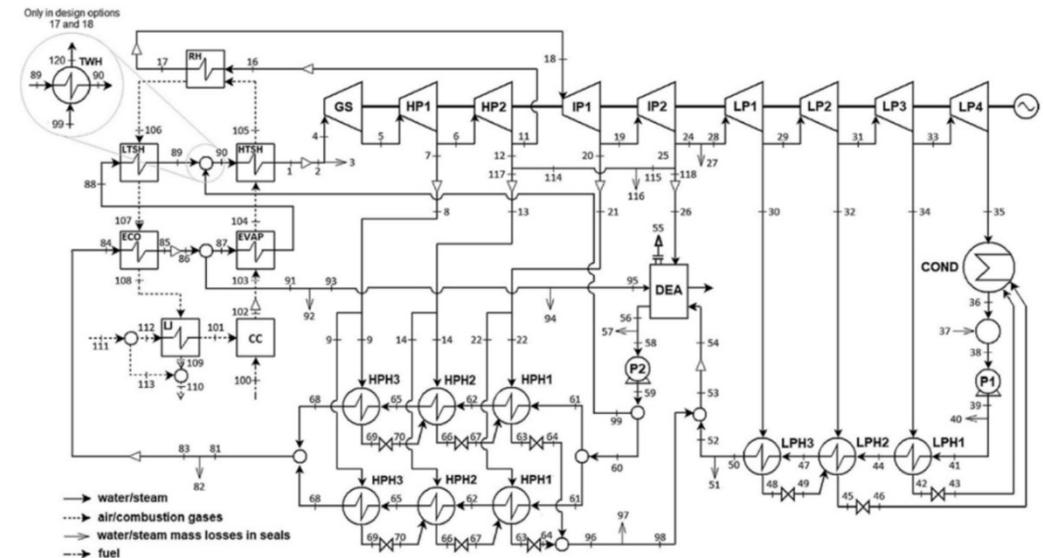
Centrale termoelettrica 'Andrea Palladio', Fusina, (VE), Enel S.p.A.

Impianto a vapore

- Capacità: 960 MW
- Combustibile: Polverino di carbone (92%) e RSU (8%)



Vista sala macchine e caldaie FS3 e FS4 centrale 'A. Palladio' di Fusina, (VE)



Schema di impianto centrale 'A. Palladio' di Fusina, (VE) Fonte: 'Optimum integration of concentrating solar technologies in a real coal-fired power plant for fuel saving', pag. 302, S. Rech, A. Lazzaretto, E. Grigolon

- Ciclo: Rankine
- Rendimento: 41,6%
- Emissioni di CO₂: 4.665.440 tonnellate all'anno

Centrale solare termodinamica 'Archimede', Priolo Gargallo, (SR), Enel S.p.A.

Impianto a turbogas

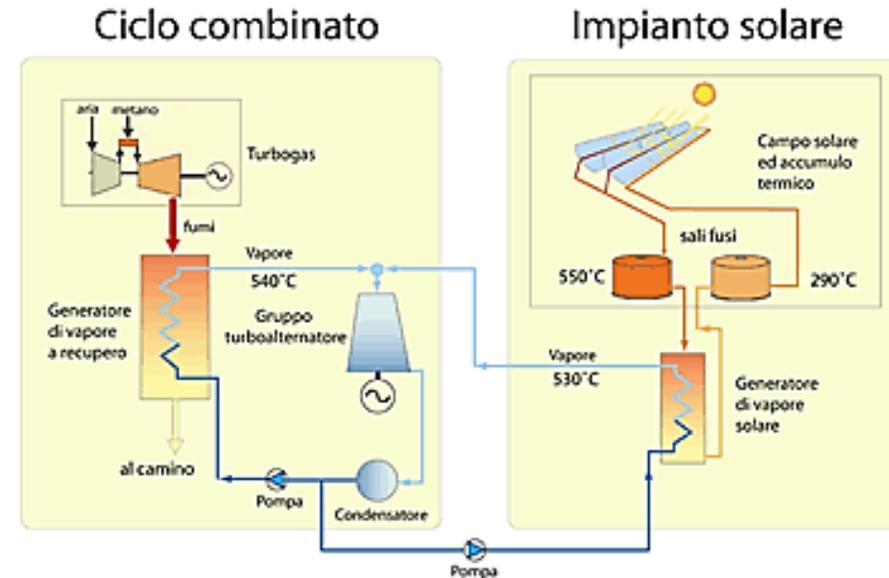
- Capacità: 480 MW
- Combustibile: Gas metano



Campo solare dell'impianto 'Archimede' di Priolo Gargallo, (SR)

Campo solare

- Ampiezza: 30.000 m²
- Capacità: 4,7 MW
- Stoccaggio termico: 7.5 h
- Efficienza solare-elettrica: 15,4%
- Tecnologia: collettori a Trough parabolici a sali fusi
- Quantità di CO₂ non emessa in atm osfera: 7.300 tonnellate all'anno



Schema di impianto semplificato 'Archimede' di Priolo Gargallo, (SR)

Integrazione solare nell'impianto a vapore di Fusina (VE)

Valutazione

Economica



Tecnica



Criteri tecnologici:

- Mancate emissioni di CO₂
- Efficienza ottica del campo solare
- Solar share
- Superficie di installazione limitata

Metodologia:

- Revisione della letteratura
- Consultazione di banche dati internazionali

(11 articoli reperiti, 6 articoli selezionati)



Campo solare dell'impianto 'Archimede' di Priolo Gargallo, (SR)

Criteri economici:

- Risparmio di combustibile
- Stima dei costi
- Tasso di attualizzazione
- Vita utile di impianto
- LCOE (levelized cost of energy)
- Payback Period

Confronto con altri impianti simili come:

- ‘Archimede’, Priolo Gargallo, (SR)
- Anantapur CSP plant, Andhra Pradesh, India
- Jodhpur Power plant, Rajasthan, India



Soluzione di integrazione:

- Superficie: 280.000 m²
- Tecnologia: collettori Trough parabolici
- HTF: olio diatermico
- Punto di integrazione: linea dei preriscaldatori di alta pressione

Risultati tecnologici:

- Efficienza termica: 41,31%
- Rendimento solare-elettrico: 41,89%
- Solar share annuo: 2,4%
- Mancate emissioni di CO₂: 37.821 tonnellate all'anno



Vista aerea dell'impianto 'A. Palladio' di Fusina, (VE)

Risultati economici:

- Risparmio di combustibile: 15.366 tonnellate all'anno
- Stima dei costi:
 - Costo del terreno: 25 €/m²
 - Costo dei collettori: 64 €/m²
 - Costi O&M: 20% Costi diretti
 - Costi EPC: 10% Costi diretti
- Tasso di attualizzazione: 10%
- Vita utile di impianto: 30 anni
- LCOE (levelized cost of energy): 0,15 €/kWh
- Payback Period: 10 anni

$$LCOE = \frac{C_{DIRETTI} \cdot \left[\frac{a \cdot (1 + a)^N}{(1 + a)^N - 1} \right] + C_{INDIRETTI}}{E_{NETTA ANNUA}}$$

$$Payback\ period = \frac{C_{DIRETTI} \cdot \left[\frac{a \cdot (1 + a)^N}{(1 + a)^N - 1} \right] + C_{INDIRETTI}}{LCOE \cdot E_{NETTA ANNUA}}$$

	Impianto di riferimento	Impianto CSP	Impianto ibrido
Solar Share %	-	99%	2,4%
Efficienza %	41,6%	13% - 16%	41.31%
Risparmio di combustibile	-	100%	2,36%

‘Archimede’, Priolo Gargallo, (SR)



0,21 – 0,22 €/kWh HTF

Anantapur, India



0,10 – 0,12 €/kWh (wet/dry)

**Cerro Dominador Solar Thermal
Plant, Atacama desert, Chile**



0,16 – 0,23 €/kWh

Grazie per l'attenzione