UNIVERSITÀ
DI PAVIA

LM+

RSE
Ricerca
Sistema
Energetico

20 Maggio 2020

Lauree magistrali Plus
presentazione di RSE

L. Mazzocchi
luigi.mazzocchi@rse-web.it

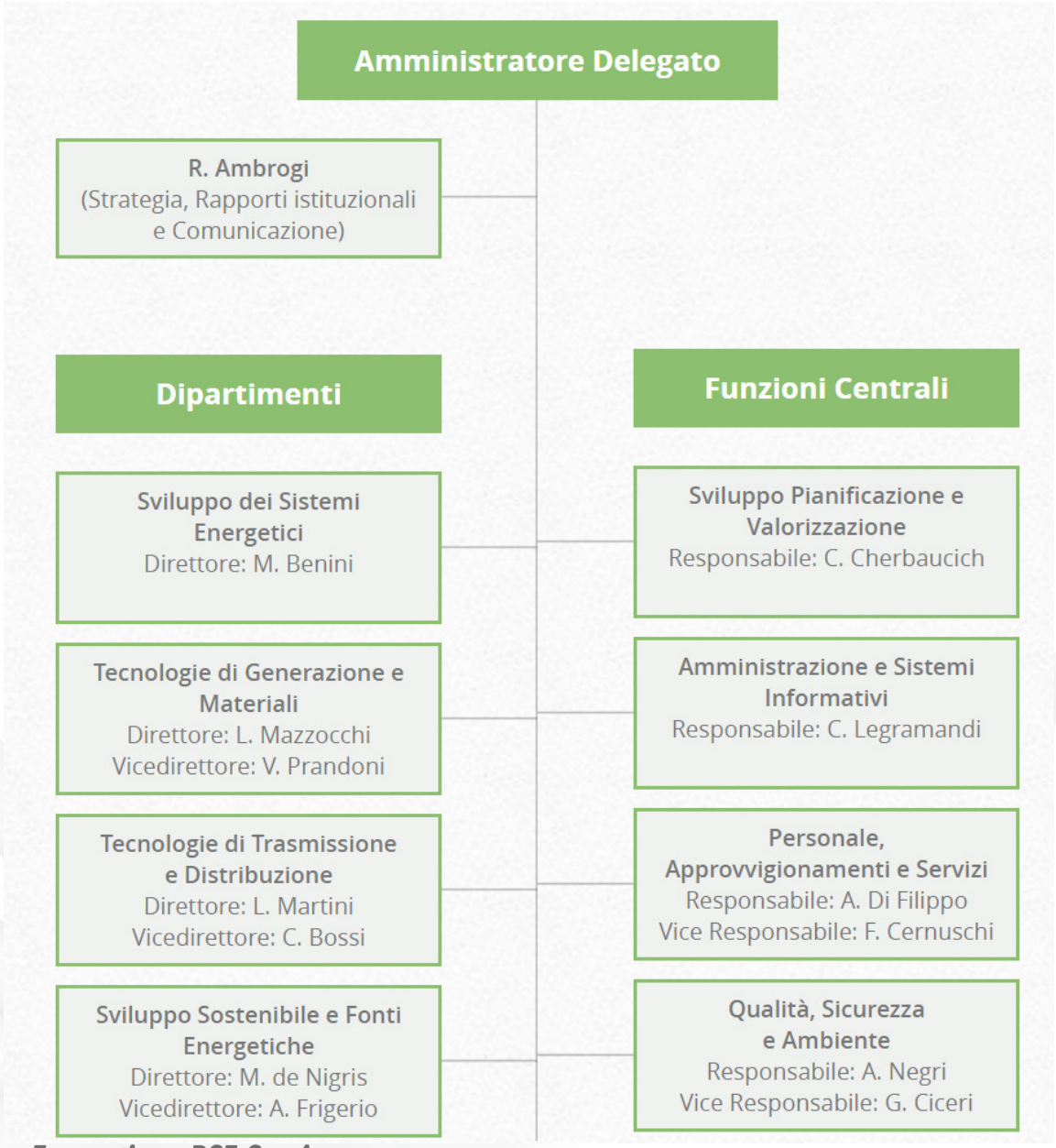
RSE: Storia e Missione

- Dalla Divisione di R&S di ENEL, passando attraverso CESI (forte collegamento con Enel, Terna, compagnie elettriche), ora RSE (Ricerca sul Sistema Energetico)
- Costituita alla fine del 2005, RSE è oggi partecipata totalmente da capitale pubblico: Socio unico GSE S.p.A.(Gestore Servizi Energetici)
- La missione è svolgere attività di ricerca in campo energetico, finanziata a livello nazionale e internazionale, nell'interesse pubblico e dei consumatori

Focus della ricerca

- RSE sviluppa progetti di ricerca di interesse generale nel campo elettrico ed energetico, in un´ottica applicativa e sperimentale
- Ricerche a beneficio degli operatori del sistema elettrico, del mercato e degli utenti
- Approccio globale e di sistema, con valorizzazione delle competenze multidisciplinari
- Ampia diffusione dei risultati della ricerca e trasferimento tecnologico

ORGANIZZAZIONE



Risorse

- Circa 320 dipendenti (2/3 laureati)
- Sede Centrale (uffici e laboratori) a Milano – Via Rubattino (Tangenziale Est)
- Altre sedi: Piacenza (PC), Brugherio (MB)

Strumenti di finanziamento

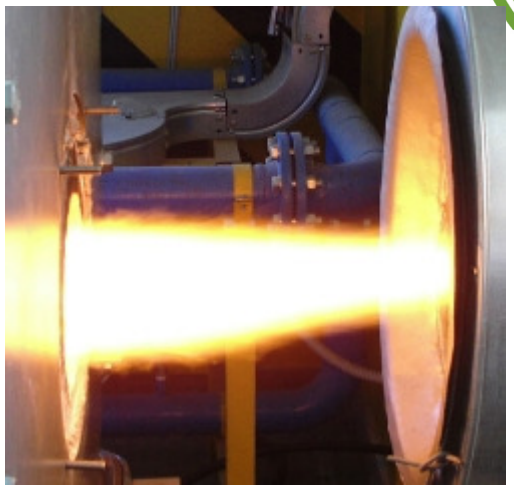
- Accordo di Programma con il MiSE (Ministero dello Sviluppo Economico)
- Partecipazione a progetti europei
- Esecuzione di studi, ricerche, servizi specialistici e consulenze per Istituzioni e terzi

Progetti e partecipazioni internazionali

- Presenza in oltre 100 progetti europei negli ultimi 10 anni (13 in corso)
- Supporto all'attività del Ministero per lo Sviluppo Economico nell'iniziativa internazionale «Mission Innovation»
- Rappresentanza italiana in 5 Implementing Agreements dell'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA)

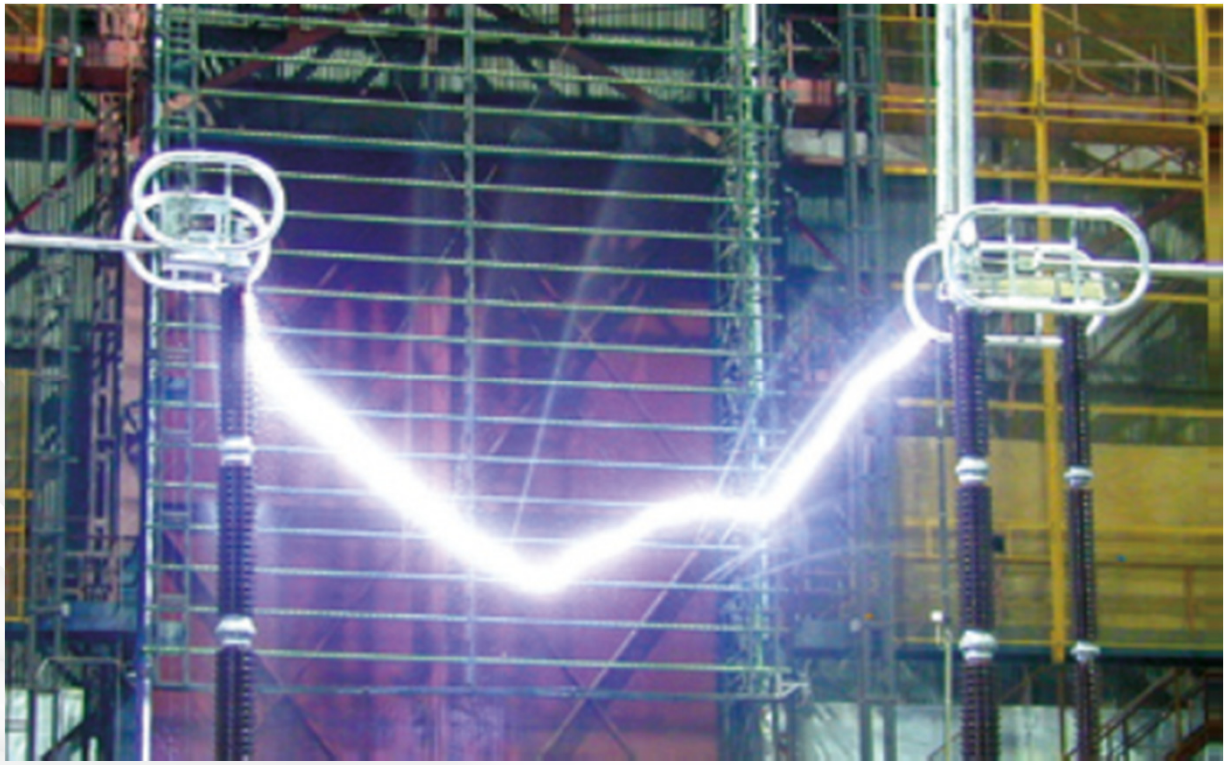
Tecnologie di Generazione e Materiali (TGM)

- Nuovi materiali per produzione e accumulo di energia elettrica e per l'efficienza energetica negli usi finali
- Processi per la generazione elettrica efficiente, a basso impatto ambientale, basati sia su combustibili fossili sia su fonti rinnovabili
- Processi industriali ad elevata efficienza energetica
- Sistemi per l'accumulo di energia
- Dispositivi a semiconduttore e relativi sistemi per il fotovoltaico a concentrazione
- Metodi e sistemi di controllo innovativi e sviluppo delle procedure di esercizio di processi industriali e di reti di pubblica utilità (elettricità, gas, ecc.)

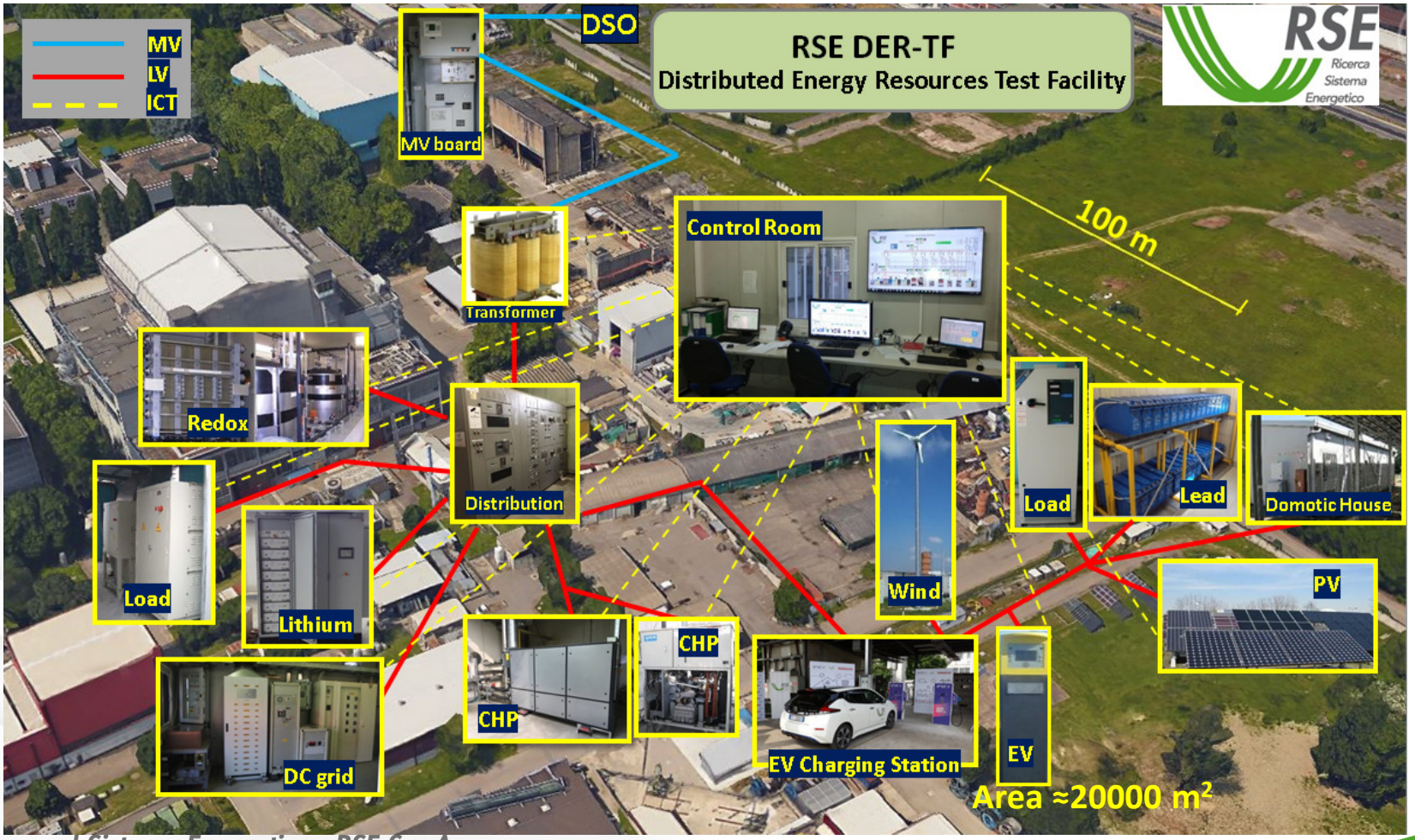


Laboratori

Laboratorio AT per prove dielettriche in alta tensione (valori nominali fino a 1.600 kV AC e a 700 kV DC)



- Test facility: rete attiva (smart grid) con generazione distribuita, cogenerazione, sistemi di accumulo e carichi



Laboratori di analisi ambientali: metrologia ambientale; chimica e microbiologia; stazione di monitoraggio dei gas serra al Plateau Rosa; meteorologia

Reattore MOCVD (Metal Organic Chemical Vapour Deposition) e attrezzature di prova per il solare a concentrazione

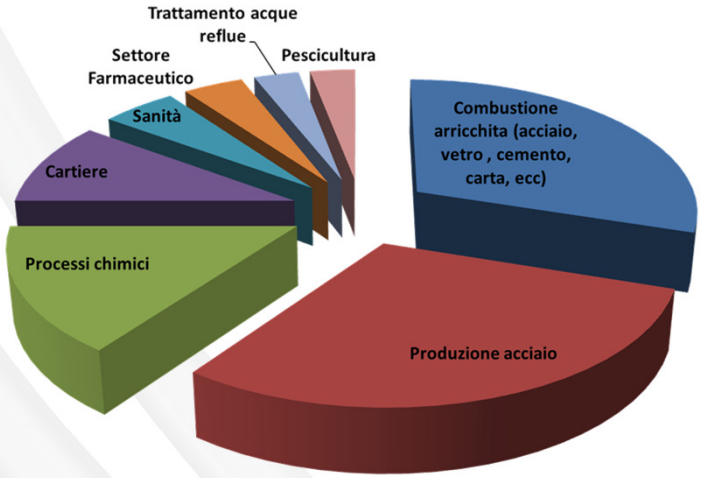
Tesi:
Preparazione e caratterizzazione di membrane ceramiche per separazione di ossigeno

All'interno del programma di ricerca EFFICIENZA ENERGETICA DEI PROCESSI INDUSTRIALI

MEMBRANE CERAMICHE PER PRODUZIONE DI OSSIGENO

Motivazioni della ricerca

Settori di utilizzo ossigeno



Tecniche di produzione e relativi consumi

Taglia impianto [tO_2/day]	Produzione	Max grado di purezza	Consumi [kWh/tO_2]
5000	Unità di separazione criogenica (ASU)	>99%	220-400
250	Vacuum Swing adsorption (VSA)	95%	300-420
200	Pressure Swing adsorption (PSA)	95%	560-980

Produzione di ossigeno mediante separazione a membrana (OTM, Oxygen Transport Membrane)

Tecnologia competitiva con le tecniche di produzione tradizionali, che consente di produrre ossigeno con elevata purezza ed ad elevata temperatura. Si ottengono vantaggi energetici ed economici, soprattutto in applicazioni in cui sia possibile un recupero di calore ad alta temperatura.

MEMBRANE CERAMICHE PER PRODUZIONE DI OSSIGENO

Attività di RSE

OBIETTIVO: realizzazione di un modulo a membrana planare per la separazione efficiente di ossigeno ad alta temperatura da integrare in processi industriali

RISULTATI ATTESI

- Realizzazione di membrane planari multistrato da integrare in un modulo a membrana
- Determinazione delle proprietà di permeazione delle membrane realizzate
- Stima delle proprietà meccaniche dei materiali
- Progettazione del modulo e definizione delle tenute metallo-ceramiche
- Individuazione di processi industriali in cui integrare il modulo e delle condizioni operative

PERSONE COINVOLTE

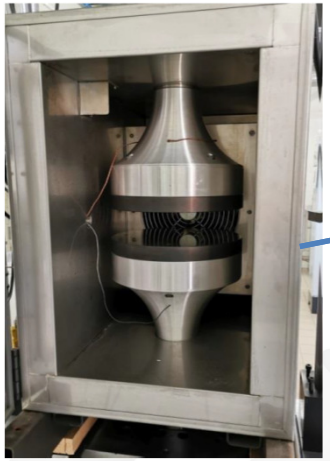
F. Drago	P. Fedeli	A. Cavaliere	A. Cammi	Personale tecnico
Test di permeazione ad alta T, a breve e lungo termine	Realizzazione e caratterizzazione di membrane	Progettazione e modellazione del modulo	Caratterizzazione meccanica dei materiali	Supporto per attività di laboratorio

Collaborazioni con università e centri di ricerca per modellazione fluidodinamica del modulo, giunzioni metallo-ceramiche, studi di integrazione in processi industriali.

MEMBRANE CERAMICHE PER PRODUZIONE DI OSSIGENO

Principali attrezzature di laboratorio

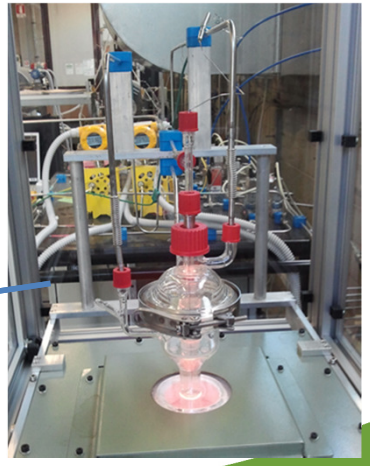
Banco da tape casting per realizzazione membrane



Sistema di laminazione per realizzazione strutture multistrato

Forno per trattamento termico di debinding e sinterizzazione membrane

Impianto di prova per test di permeazione ad alta temperatura



MEMBRANE CERAMICHE PER PRODUZIONE DI OSSIGENO

Contenuti della tesi

OBIETTIVO DEL LAVORO: preparazione e caratterizzazione di membrane per separazione di ossigeno

SEDE: Piacenza (Milano)

ATTIVITA'

- Realizzazione di membrane asimmetriche multistrato LSCF ($La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O_{3-\delta}$) di dimensioni 10 x 10 cm^2.
- Sviluppo e ottimizzazione di paste ceramiche necessarie per la sigillatura degli elementi di membrana
- Studio di deposizione di strati catalitici
- Test di permeazione ad elevata temperatura
- Caratterizzazione pre e post-esercizio (SEM, EDS, XRD)

COMPETENZE RICHIESTE: conoscenze di base di chimica, di caratterizzazione materiali e di strumentazione di laboratorio. Predisposizione al lavoro di gruppo e capacità di analizzare criticamente i risultati.

Tesi:
Realizzazione di dispositivi ad eterostruttura SiGeSn/Ge e SiGeSn/III-V per applicazioni fotovoltaiche

All'interno del programma di ricerca RdS
CELLE FOTOVOLTAICHE AD ALTISSIMA EFFICIENZA

CELLE FOTOVOLTAICHE AD ALTISSIMA EFFICIENZA

Motivazioni della ricerca

Potenza installata e Produzione FV oggi in Italia

Obiettivi al 2030 (52 GW, 73 TWh pari al 22 % del consumo italiano)

FV al silicio maturo, poco costoso ma:

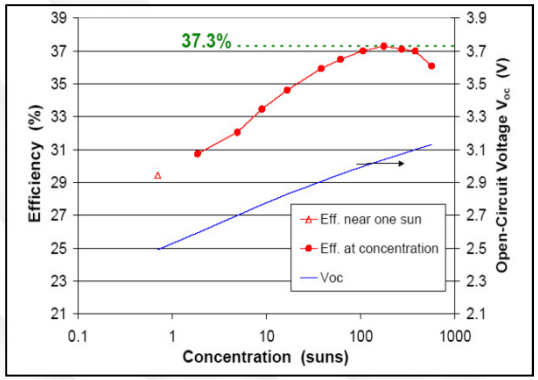
- Bassa producibilità per ettaro
- Impiego di elevate quantità di materiali pregiati
- Importanti consumi di energia nella produzione delle celle

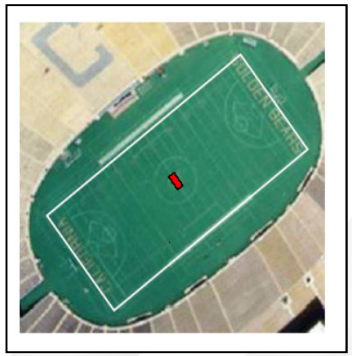
The advantages of concentrating the light

Solar cells are more efficient

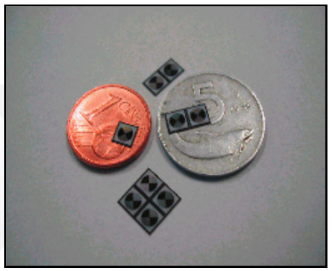
The PV expensive material is replaced by less expensive material used for the optic

We find an effective answer to the problem of the scarcity and limited amount of material in the nature



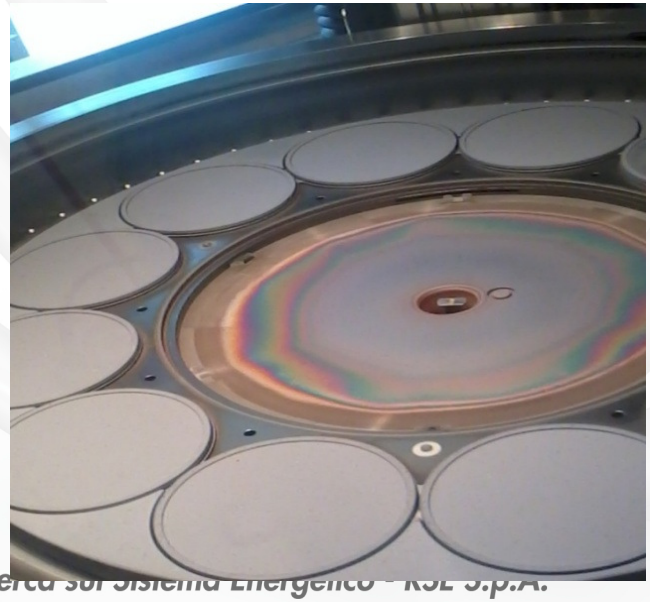


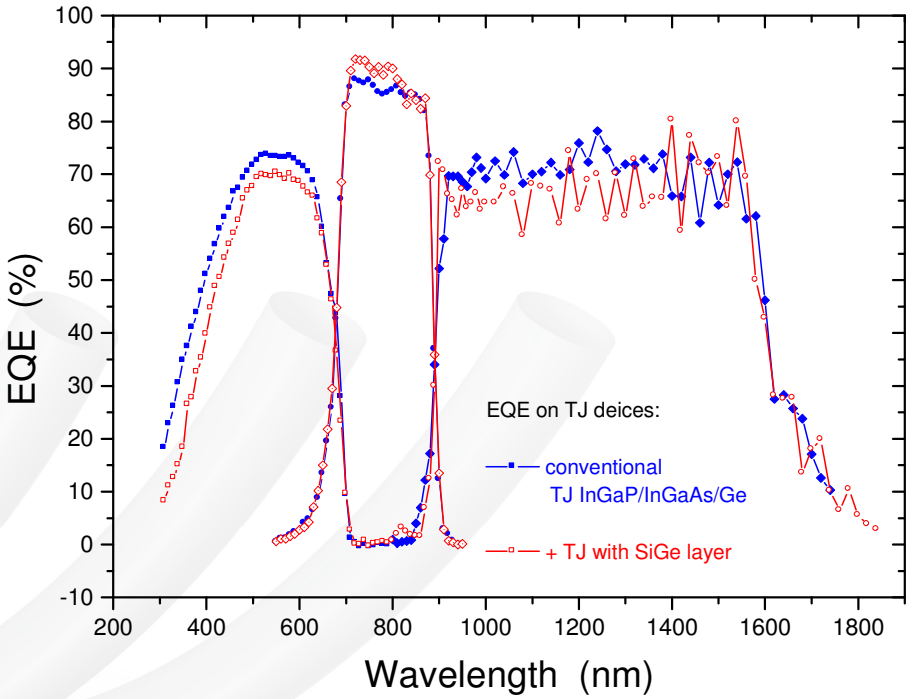
The area of concentrating GaAs cells (red) supplies the same power of the whole field when covered with conventional flat-plate PV module (white rectangle)



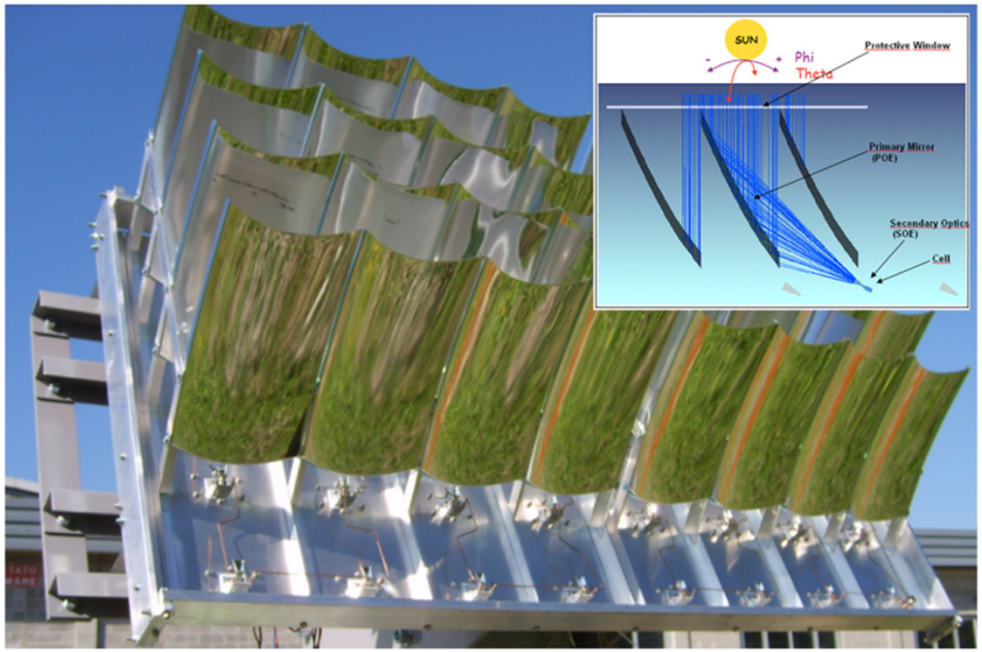
Il fotovoltaico a concentrazione: una tecnologia fotovoltaica ad altissima efficienza

«Crescita» di sofisticati dispositivi a semiconduttore: le celle multigiunzione (efficienza raggiunta 36 %, obiettivo del progetto in corso 47 %)





Il fotovoltaico a concentrazione: una tecnologia fotovoltaica ad altissima efficienza

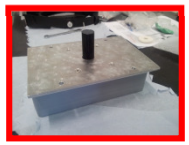


Sviluppo di nuove ottiche di concentrazione (depositato brevetto europeo)

Prova in laboratorio e in ambiente reale di moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione completi

The CPV system

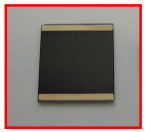
Photonics



CDD integrated
In the module

CPV System

Advanced materials



Solar cells

Advanced mirrors

Microelectronics

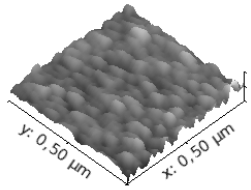
PSD control and inverter logic

Advanced manufacturing

Advanced module manufacturing

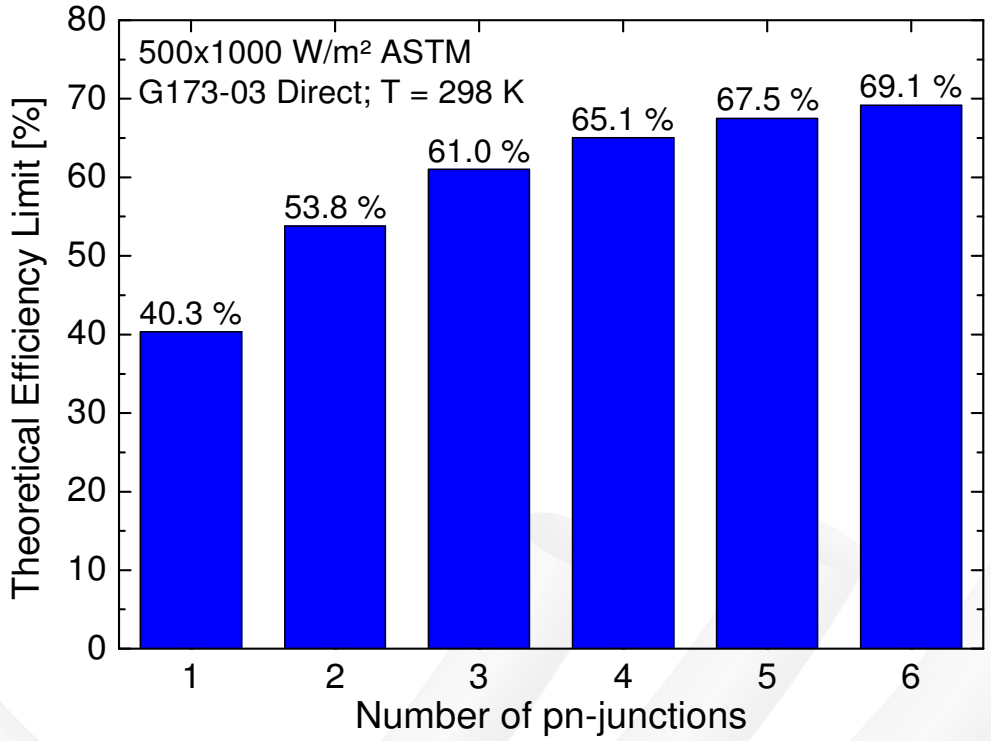
Advanced MOCVD reactor

Nanotechnologies
Nanostructured coating



Perspectives

High efficiency: increasing the number of junctions



Dependence of the theoretical efficiency limits on the number of pn-junctions for the reference spectrum AM1.5d (500x1000 W/m²). The calculation was carried out by according to Shockley and Queissers' detailed balance approach. Source: Based on European Photovoltaic Technology Platform, "A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology", Edition 2, 2011. Recent efficiency values (solid symbols) were updated and show a good agreement with the projection given in 2011

CELLE FOTOVOLTAICHE AD ALTISSIMA EFFICIENZA

Attività di RSE

Obiettivi triennali

1. realizzazione di celle solari a multi-giunzione (MJ) con processi produttivi a costo più contenuto, su substrati sottili o riciclati, con coating nanostrutturati antiriflesso,
2. perfezionamento di celle solari per il termofotovoltaico utilizzabile nella microcogenerazione domestica.

L'approccio innovativo di RSE consiste nell'affrontare la sfida di realizzare le celle a 4J, cercando di risolvere la difficoltà di depositare gli elementi III-V e IV nella stessa camera di deposizione MOCVD

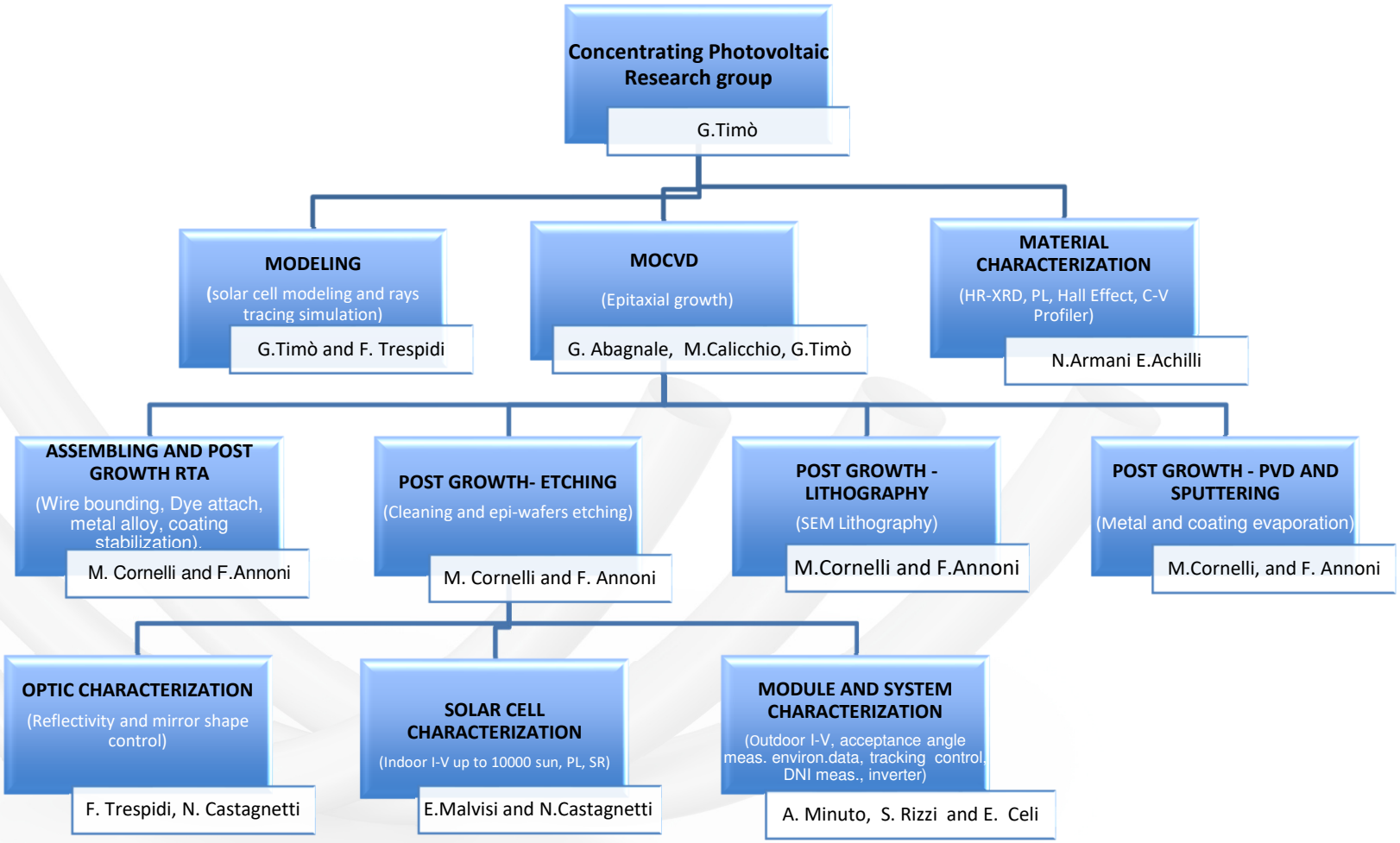
Risultati attesi

Nuovi prototipi di

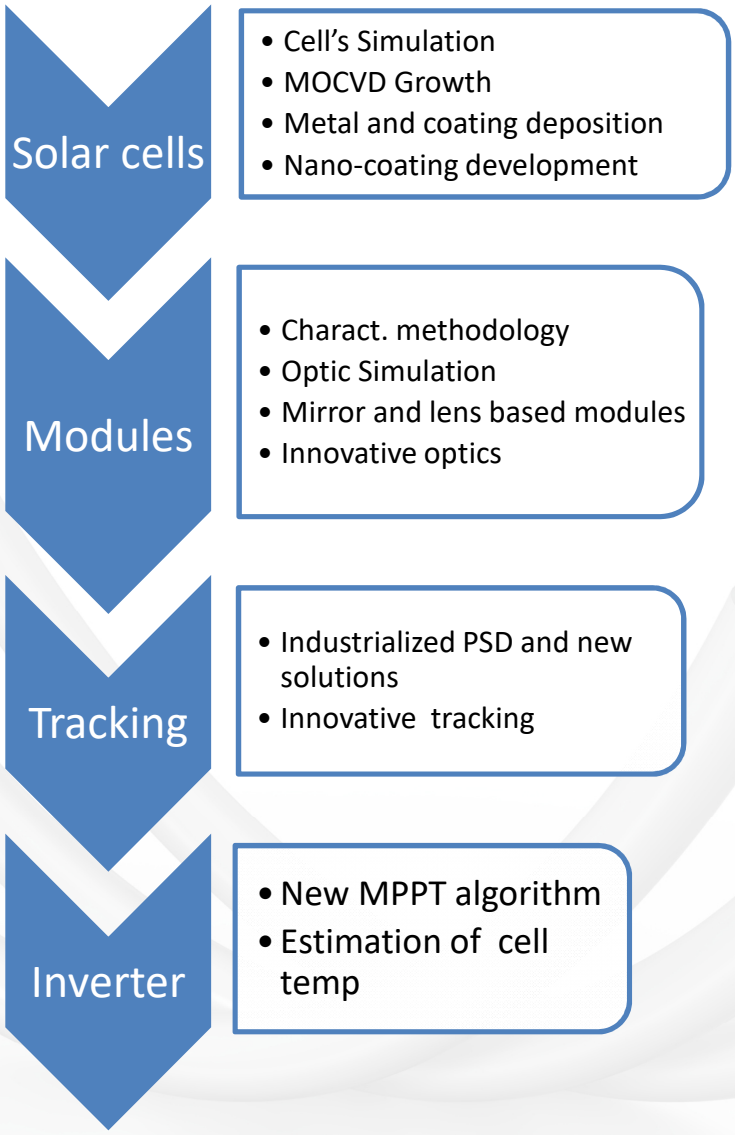
1. celle a quadrupla giunzione InGaP/InGaAs/SiGeSn/Ge con valori di efficienza superiori al 40% per sistemi ad alta concentrazione,
2. celle InGaP ad alta efficienza per moduli luminescenti,
3. Celle SiGeSn/Ge per l'applicazione termofotovoltaica.

RSE Concentrating PV laboratory organization

Personale stabile: 12 (10 Laureati, 2 tecnici)
Ricercatori con contratto di ricerca:1



RSE -CPV lab activities



Characterization tools

- Optical morphology
- XRD HR
- Hall
- SEM
- Profilometer
- ECV-dopant profile
- Photoluminescence
- Quantum efficiency
- Reflectance
- Dark I-V
- IV under solar simulator (till 5000 X)
- Module acceptance angle

Contenuti della tesi

Realizzazione di dispositivi ad eterostruttura SiGeSn/Ge e SiGeSn/III-V per applicazioni fotovoltaiche

Obiettivi:

- Realizzazione di eterostrutture SiGeSn(N)/III-V(P) e SiGeSn(N)/Ge(P) adattate reticolarmente
- Ottenere materiali a base di SiGeSn con soglia di assorbimento tra 0.6 eV e 0.8 eV
- Interfacce SiGeSn/III-V e SiGeSn/Ge a bassa velocità di ricombinazione superficiale ($\leq 10^3$ cm/sec)

Attività da svolgere

- Crescita delle eterostrutture SiGeSn(N)/III-V(P) e SiGeSn(N)/Ge(P) tramite la tecnica MOCVD
- Caratterizzazione strutturale ed ottica dei materiali
- Caratterizzazione elettrica dei dispositivi

Competenze richieste

- Conoscenze di fisica dello stato solido e di fisica dei semiconduttori

Sede per lo svolgimento sperimentale della tesi

- Crescita MOCVD, caratterizzazione tramite HRXRD e caratterizzazione elettrica presso la sede di Piacenza di RSE
- Caratterizzazione ottica dei materiali presso l'Università di Pavia, Dip di Fisica

Durata

12 mesi