SARDEGNA RICERCHE

Progetto Cluster Energie Rinnovabili

Piano di lavoro

Progetto Cluster Energie Rinnovabili

- Indice –

Sommario

1. Obiettivi del progetto 3

2. Articolazione del piano di attività 3

2.1 AREA 1 - SISTEMI ENERGETICI INTEGRATI E INNOVATIVI 4

2.1.1 Progetto 1.1. Analisi delle potenzialità tecnico economiche di implementazioni di micro reti energetiche integrate 5

2.1.2 Progetto 1.2. Materiali per lo stoccaggio e la generazione elettrochimica. 9

Progetto 1.2.1 Sviluppo di nuovi materiali catalitici per la realizzazione di celle a combustibile di tipo PEMFC. 10

Progetto 1.2.2 Studio delle prestazioni dei materiali di cui è composto un CHP SOFC commerciale in funzione della composizione del gas combustibile e delle condizioni operative di lavoro. 14

Progetto 1.2.3 Caratterizzazione dei materiali per l'accumulo di energia termica. 16

Progetto 1.2.4. Caratterizzazione dei materiali per l'accumulo di idrogeno. 18

2.2 AREA 2 - SISTEMI INNOVATIVI DI CONVERSIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE 21

2.2.1 Progetto 2.1. Microalghe 21

2.2.2 Progetto 2.2. Digestione anaerobica 24

2.2.3 Progetto 2.3. Pirolisi 28

1. Obiettivi del progetto

Il Progetto Cluster Energie Rinnovabili nasce con l'intento di individuare, tra le tematiche connesse al tema della sostenibilità energetica, l'elemento aggregante di iniziative di interesse comune per la Regione Sardegna, attorno a cui sviluppare, coerentemente con la programmazione europea e regionale, progettualità e reti di imprese secondo la logica dei progetti cluster. Tale attività è propedeutica al successivo proseguimento delle iniziative avviate nell'ambito del progetto attraverso il ricorso agli strumenti di supporto previsti dalla programmazione comunitaria e regionale (H2020, POR, ecc). In tale contesto, il Progetto Cluster Energie Rinnovabili si configura come strumento di avvio e preparazione di iniziative che consentano agli aderenti al Cluster (imprese, amministrazioni pubbliche e centri di ricerca pubblici e privati) di partecipare con una adeguata massa critica di risorse umane e finanziarie, competenze, strutture e progettualità, ai programmi comunitari e regionali previsti per il raggiungimento degli obiettivi Horizon 2020. Pertanto, **gli obiettivi del progetto sono**:

- **Individuare tematiche prioritarie nel settore della sostenibilità energetica** che consentano la **creazione in Sardegna di uno o più cluster** di aziende, amministrazioni pubbliche e centri di ricerca pubblica e privata nei temi propri **della sostenibilità energetica**.
- **Formare e informare** i soggetti aderenti al Cluster.
- **Individuare criticità**, proporre possibili **soluzioni** e **valutarne** sia i potenziali **benefici economici, sociali e ambientali**, sia le **dimensioni potenziali del mercato** a cui esse sono destinate.
- **Sviluppare idee progettuali** a livello preliminare in un'ottica di sistema.
- **Sviluppare progettualità** specifiche a livello di dettaglio sulle tematiche individuate dal Cluster.
- **Sviluppare attività di prototipazione** e **verifica sperimentale** su aspetti specifici.
- **Avviare**, sulla base delle attività e delle progettualità sviluppate, un processo per **la costituzione di un partenariato** per la partecipazione a **progetti Horizon 2020**.

2. Articolazione del piano di attività

Il progetto individua nella Piattaforma Energie Rinnovabili di Sardegna Ricerche la sede fisica in cui sviluppare le attività; ciò, anche in considerazione del fatto che in tale struttura sono presenti sia le dotazioni che le competenze per la realizzazione delle attività stesse. Inoltre, in virtù della sua natura giuridica, la Piattaforma presenta le caratteristiche per poter svolgere la funzione di catalizzatore degli interessi sia pubblici che privati, grazie alle attività già svolte in qualità di struttura pubblica di supporto tecnico e amministrativo per il trasferimento tecnologico nelle PMI e nei comuni della Sardegna.
Sulla base delle esperienze maturate nell'ambito delle attività di supporto tecnico alla Regione Autonoma della Sardegna e alle Amministrazioni Comunali per lo sviluppo di attività di pianificazione energetica, e delle osservazioni emerse durante gli incontri con i principali portatori di interesse del settore energetico per lo sviluppo della Smart Specialisation Strategy, il progetto è stato strutturato con una visione inclusiva, orientata ad ampliare ed includere nel Cluster il maggior numero di soggetti interessati. Si ritiene infatti, che la trasversalità e la strategicità delle tematiche trattate nel presente Progetto Cluster possano divenire un volano di sviluppo e trasformazione dell'economia regionale, anche grazie alla presenza in Sardegna di competenze mature per lo sviluppo di iniziative originali e con potenzialità internazionali nel settore della sostenibilità energetica.
Perciò il progetto ha un approccio partecipativo, con un forte coinvolgimento dei partecipanti al Cluster: è proprio grazie all'apporto collettivo di esperienze e competenze che sono state individuate le tematiche strategiche su cui concentrare le attività del progetto.

Dalle attività preliminari ed in particolare, dall'incontro di partenariato degli aderenti al Cluster svoltosi il 3 luglio 2014, sono emersi i seguenti temi, all'interno delle due macrotematiche precedentemente individuate:

Sistemi energetici integrati e innovativi

1. Micro grid per il turismo e per le amministrazioni locali in aree sensibili
2. Materiali per lo stoccaggio e la generazione elettrochimica
3. Smart Mobility – in termini fisici e virtuali

Sistemi innovativi di conversione energetica delle biomasse

1. Pirolisi (per le micro grid)
2. Re-impiego dei residui di processo della combustione e della digestione anaerobica
3. Impiego delle biomasse residuali nella produzione di energia
4. Microalghe

Sulla base di quanto emerso durante gli incontri di partenariato, si propone di confermare l'articolazione del piano di attività nelle due aree tematiche **"Sistemi energetici integrati e innovativi"** e **"Sistemi innovativi di conversione energetica delle biomasse"**, razionalizzando le iniziative di innovazione alla luce dei vincoli economici, infrastrutturali e temporali cui il Progetto Cluster Energie rinnovabili deve sottostare.
Si propone pertanto la seguente articolazione per aree tematiche e progetti:

Area 1 - Sistemi energetici integrati e innovativi

Progetto 1.1. Analisi delle potenzialità tecnico economiche relative all'implementazione di micro reti energetiche integrate

Progetto 1.2. Materiali per lo stoccaggio e la generazione elettrochimica

Area 2 - Sistemi innovativi di conversione energetica delle biomasse

Progetto 2.1. Microalghe

Progetto 2.2. Digestione anaerobica

Progetto 2.3. Pirolisi

A seguito dell'individuazione delle tematiche principali è stata sviluppata, all'interno del gruppo di lavoro, un'attenta analisi di contesto finalizzata ad individuare il corretto equilibrio tra la necessità di garantire il proseguimento delle attività avviate e l'esigenza di soddisfare le aspettative di risoluzione di problemi specifici emerse durante gli incontri. Il lavoro di seguito presentato garantisce l'equilibrio tra una corretta informazione e formazione sulle tematiche proposte, allo scopo di creare una base comune di conoscenza e di omogeneità su cui coinvolgere il maggior numero di potenziali soggetti, e la possibilità di ottenere la risoluzione comune di problematiche tecniche emerse nel Cluster.

2.1 AREA 1 - SISTEMI ENERGETICI INTEGRATI E INNOVATIVI

2.1.1 Progetto 1.1. Analisi delle potenzialità tecnico economiche di implementazioni di micro reti energetiche integrate

Premessa
L'integrazione dei consumi di energia elettrica, termica e di combustibili per scopi associati alla mobilità nel settore turistico e nella pubblica amministrazione rappresenta per le piccole e medie imprese, allo stato attuale, uno dei temi di maggiore interesse con una potenziale applicabilità di breve respiro. In particolare, la tematica delle micro reti intelligenti e la loro configurazione per una applicazione rivolta alla gestione integrata dell'energia è stata considerata, dalle PMI aderenti al progetto, uno degli argomenti su cui focalizzare le attività del Cluster. Tale affermazione è supportata da alcune considerazioni di natura tecnica ed amministrativa legate al superamento di alcuni vincoli tecnologici, economici e normativi, connessi sia all'ubicazione degli edifici nei quali si svolgono tali attività, sia alla funzione e all'utilizzo per cui queste vengono adibite. Infatti, molto spesso, gli edifici destinati alle pubbliche amministrazioni sono situati in zone di alto pregio ambientale e/o storico, che vincolano l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili o l'installazione di impianti da fonti energetiche rinnovabili; in situazioni di questo tipo, i processi di integrazione energetica e gestione energetica risultano fondamentali. Inoltre, le linee di indirizzo che emergono dagli strumenti pianificatori europei, nazionali e regionali raccomandano un maggiore utilizzo di energia di origine non fossile e una maggiore attenzione alle tematiche della sostenibilità. Le attività previste nel progetto sono state articolate con l'obiettivo di creare un corretto bilanciamento tra attività di formazione, progettazione, partecipazione, condivisione dei risultati ed informazione relativamente allo stato del progetto.

Obiettivi

- Costruire una base comune di conoscenza nel settore.
- Definire un processo di progettazione partecipata basato sul concetto "Learning by doing".
- Sviluppare una metodologia che partendo dalla definizione di un obiettivo generale giunga alla definizione di un progetto.
- Valutare i potenziali benefici economici e le dimensioni del potenziale mercato.
- Sviluppare le fasi di progettazione preliminare di una micro rete energetica per una sua applicazione nella pubblica amministrazione.
- Individuare dei casi studio sui quali:
    - sviluppare l'audit energetico;
    - sviluppare la progettazione preliminare di una micro rete energetica;
    - definire delle possibili soluzioni tecniche per la realizzazione di una micro rete;
    - valutare la fattibilità, i costi ed i benefici diretti ed indiretti secondo indicatori economici;
    - definire le criticità e le potenzialità in termini di replicabilità;
- Individuare la presenza di eventuali criticità tecniche, economiche ed amministrative.
- Analizzare le criticità tecniche e proporre soluzioni.
- Sviluppare attività sperimentali preliminari che consentano di valutare le soluzioni proposte alle criticità tecniche rilevate.

<u>Descrizione delle attività</u>

WP 1. Attività di formazione e informazione relativamente alle tematiche sulle micro reti.
In questo WorkPackage (WP) si intende fornire agli aderenti al Cluster gli elementi fondamentali e le informazioni di base relativamente alle micro reti energetiche e consentire una partecipazione attiva alle

successive fasi e, in particolare, alla progettazione partecipata. A tale scopo si intende organizzare dei workshop in cui le attività seminariali siano intercalate da visite ai laboratori della Piattaforma Energie Rinnovabili e da prove e test di laboratorio. Nello specifico, si prevede di programmare, dei workshop divulgativi sui seguenti aspetti, inerenti le micro reti energetiche:

1. Struttura di una micro rete energetica, componenti costituenti una micro rete energetica, stato dell'arte sulle micro reti elettriche, integrazione nelle micro reti (elettricità, gas, biomasse, mobilità elettrica), sistemi di accumulo nelle micro reti energetiche, ruolo della mobilità elettrica nelle micro reti energetiche.
2. Scenari europei, nazionali e regionali di sviluppo delle micro reti, vincoli allo sviluppo delle micro reti, valutazione del mercato delle micro reti a livello nazionale e regionale.
3. Processo per lo sviluppo di una micro rete elettrica, audit, progettazione preliminare, valutazione economica, progettazione esecutiva.

Successivamente a tale attività di formazione ed informazione, potranno essere sviluppati dei seminari più tecnici in cui prevedere interventi di esperti del settore; tutto ciò allo scopo di consentire ai partecipanti al Cluster di utilizzare questi momenti per chiarire aspetti specifici o stimolare la discussione sulle tematiche trattate nelle attività seminariali precedenti o durante lo svolgimento dell'intero progetto.

Risultati attesi:

- N. 2 workshop sviluppati dal personale interno di Sardegna Ricerche.
- N.1 workshop specialistico organizzato dal Sardegna Ricerche con esperti del settore.
- Redazione e pubblicazione in rete della documentazione relativa allo stato dell'arte sulle micro reti energetiche.

WP 2. Analisi del potenziale mercato delle micro reti in Sardegna.

In questo WP si intende sviluppare uno studio di fattibilità, finalizzato a verificare se l'attività proposta nell'ambito del Cluster presenti dimensioni economiche tali da giustificare una concentrazione delle attività di progetto, ovvero se occorra modificare il target su cui focalizzare l'attenzione. Lo studio verrà realizzato sulla base delle informazioni disponibili, competenze maturate, dati di letteratura e studi specifici di settore commissionati a soggetti esterni esperti specializzati. In particolare, lo studio dovrà presentare in maniera oggettiva le potenzialità, le opportunità ma soprattutto le criticità, da un punto di vista operativo sia di natura tecnica che amministrativa e legislativa.

Risultati attesi:

- Redazione e pubblicazione in rete della documentazione relativa all'analisi di mercato potenziale del settore delle micro reti energetiche in Italia e in Sardegna, con un focus particolare sul settore delle amministrazioni pubbliche.
- Valutazione dei benefici di filiera diretti e indiretti.

WP 3. Definizione dei Casi Studio.

Il lavoro compiuto nelle due fasi precedenti permetterà al Cluster di verificare, sulla base di una rigorosa ed oggettiva analisi tecnica, economica e amministrativo-legislativa, se l'obiettivo individuato sia attuabile e commisurato alle aspettative del Cluster. A conclusione del processo di progettazione partecipata si dovranno individuare almeno due casi studio, preferibilmente tra i soggetti aderenti al Cluster, su cui sviluppare un'analisi ed una successiva progettazione per la trasformazione del proprio sistema energetico in una micro rete intelligente. I soggetti che si renderanno disponibili per la realizzazione dei casi studio, dovranno mettere a disposizione i dati relativi ai propri consumi energetici elettrici e dovranno consentire al personale di Sardegna Ricerche di effettuare le misure necessarie per la verifica delle condizioni di realizzabilità di una micro rete elettrica.

A seguito del completamento dell'audit, il personale di Sardegna Ricerche svilupperà delle proposte di trasformazione del sistema in una micro rete energetica corredandole da una analisi tecnica, economica e di impatto in termini di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni clima-alteranti. Tale strumento verrà utilizzato come elemento di base per un confronto interno al Cluster da svolgersi secondo le modalità di progettazione partecipata già sperimentate e finalizzato a discutere eventuali alternative, evidenziare le criticità e definire gli aspetti specifici dal punto di vista tecnico, economico e legislativo su cui approfondire il lavoro.

Risultati attesi:

- Individuazione di casi studio rappresentativi del mercato potenziale a cui l'attività si riferisce (- Sviluppo di un audit energetico e strumentale sui casi studio.
- Sviluppo di una progettazione preliminare sui casi studio con analisi economica, energetica ed ambientale dei vantaggi della proposta.
- Individuazione delle criticità tecniche e focus delle attività sperimentali volte alla loro risoluzione.

WP 4. Sviluppo di una applicazione sperimentale di micro rete presso Sardegna Ricerche.

Parallelamente all'attività di progettazione partecipata sviluppata nell'ambito del Cluster sui due casi studio, verrà condotta l'attività di progettazione esecutiva per la realizzazione della micro rete dell'edificio di Sardegna Ricerche sito in Macchiareddu. Lo sviluppo dell'attività di progettazione, le attività di realizzazione dei lavori ed i risultati delle analisi prima e dopo la realizzazione della micro rete, avranno l'obiettivo di quantificare su un caso reale il beneficio ottenibile in termini di autoconsumo istantaneo, miglioramento della qualità della fornitura di energia e di abbattimento delle emissioni di gas clima alteranti. Inoltre, tale attività consentirà di predisporre una piattaforma operativa sulla quale sviluppare le attività specifiche previste nel WP3. La fase di progettazione esecutiva consentirà, infine, di sviluppare modelli rappresentativi di una micro rete i cui risultati saranno resi disponibili e saranno utilizzabili per le successive fasi del progetto.
In conclusione, l'attività di modellizzazione e realizzazione della micro rete nel sito di Macchiareddu ha la duplice funzione di presentare al Cluster un esempio applicativo di progettazione di una micro rete energetica e di realizzare una piattaforma per l'analisi delle criticità proprie delle micro reti nonchè sperimentare le soluzioni proposte nell'ambito della progettazione partecipata.

Risultati attesi:

- Progetto esecutivo di una micro rete energetica.
- Modelli di una micro rete energetica.
- Analisi energetiche di un sistema energetico pubblico prima e dopo la realizzazione di una micro rete.
- Realizzazione di una piattaforma di verifica e analisi di proposte progettuali specifiche avente un interesse generale nel Cluster relative ad una micro rete energetica.

WP 5. Analisi delle criticità emerse sulla struttura sperimentale di micro rete di Sardegna Ricerche.

I risultati delle analisi sperimentali condotte sulla micro rete di Sardegna Ricerche ed i risultati della progettazione partecipata sui casi studio permetteranno di individuare delle criticità comuni di valenza generale sulle quali concentrare attività specifiche e proporre delle soluzioni che saranno, compatibilmente con i tempi di sviluppo del progetto, valutate, modellizzate, sviluppate ed implementate allo scopo di verificare la fattibilità delle proposte e quantificarne gli effetti ed eventualmente individuare delle soluzioni alternative.

Risultati attesi:
- Individuare le criticità tecniche di carattere generale.
- Proporre soluzioni tecniche.
- Modellizzare fenomeni critici delle micro reti.
- Validare sperimentalmente i modelli proposti.
- Modellizzare le soluzioni proposte.
- Avviare la sperimentazione delle soluzioni proposte.

WP 6. Predisposizione di una proposta progettuale sulle micro reti energetiche per Horizon 2020.

A seguito dei risultati relativi al WP3, WP4 e WP5 e sulla base della composizione del Cluster, verrà avviata la ricerca di partner con l'ausilio dello Sportello Ricerca Europea di Sardegna Ricerche. Il fine perseguito è quello di costituire un partenariato con il quale sviluppare una proposta progettuale nell'ambito di Horizon 2020.

Risultati attesi:
- Formazione e informazione relativamente allo strumento H2020.
- Predisposizione di una o più idee progettuali per la partecipazione ad H2020.
- Costituzione di un cluster regionale per partecipare al progetto H2020 sulle micro-reti energetiche.
- Costituzione di un consorzio e avvio del processo di predisposizione del progetto.

Cronoprogramma

	2014				**2015**											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																
WP 3																
WP 4																
WP 5																
WP 6																

2.1.2 Progetto 1.2. Materiali per lo stoccaggio e la generazione elettrochimica.

Premessa

Il presente progetto mira ad approfondire e sviluppare le criticità espresse dalle aziende coinvolte nel Progetto Cluster Energie Rinnovabili nel settore dei materiali per la produzione e lo stoccaggio di energia. Nel contesto più ampio del Progetto Cluster Energie Rinnovabili, il tema dello stoccaggio energetico si inserisce trasversalmente nelle due macro-aree di interesse individuate: Sistemi energetici integrati e innovativi e Sistemi innovativi di conversione energetica delle biomasse.

I materiali per la produzione e lo stoccaggio di energia, così come il tema dello stoccaggio energetico in generale, rivestono un ruolo strategico in tutti quegli ambiti in cui si vuole realizzare una gestione eco-compatibile, efficiente e versatile dell'energia, in particolare quando questa è correlata allo sfruttamento delle fonti rinnovabili.

Si fa riferimento, a seconda del contesto, ad un'ampia selezione di materiali, come catalizzatori, materiali di supporto, materiali fotosensibili, conduttivi o isolanti che rendono possibile lo stoccaggio e la conversione dell'energia nelle sue differenti forme. Il controllo della composizione, della struttura chimica e morfologica, delle proprietà superficiali e di bulk permettono di progettare il materiale secondo le specifiche esigenze, a dimostrazione dell'affermazione in un settore aperto alla ricerca e allo sviluppo industriale.

Considerate l'ampiezza del tema e le problematiche specifiche emerse, si è scelto di focalizzare l'attenzione su due argomenti specifici:

- Studio di materiali per celle a combustibile (sottoprogetto 1.2.1 e 1.2.2);
- Studio di sistemi per l'accumulo di energia termica e idrogeno (sottoprogetto 1.2.3 e 1.2.4).

Tutte le attività saranno svolte in parallelo e saranno gestite secondo piani di lavoro e cronoprogrammi indipendenti.

Il progetto consiste quindi nell'attuazione di specifiche linee di ricerca sperimentale, con le inerenti implicazioni di carattere teorico e concettuale, finalizzate allo sviluppo dei temi di maggiore criticità e interesse nei settori dei materiali per celle a combustibile e dei sistemi per l'accumulo di energia termica e idrogeno, alla sperimentazione di micro-reti basate su sistemi integrati di poligenerazione di energia elettrica, termica e idrogeno da fonti rinnovabili, alla definizione dei criteri di gestione ottimale e, non ultimo, alla divulgazione dei risultati ottenuti e alla promozione dell'utilizzo delle tecnologie prese in esame presso le aziende locali.

Queste attività afferiscono al Laboratorio Tecnologie Solari a Concentrazione e Idrogeno da FER di Sardegna Ricerche e saranno realizzate grazie alla disponibilità delle attrezzature e delle competenze del Laboratorio. Le sperimentazioni saranno condotte nelle strutture di Sardegna Ricerche, con le apparecchiature e gli impianti a disposizione, dal personale del Laboratorio che curerà il coordinamento e la gestione di tutte le

prove previste. Saranno inoltre svolte avvalendosi della collaborazione delle aziende e delle amministrazioni pubbliche che hanno aderito al Progetto Cluster Energie Rinnovabili, mostrando interesse verso il tema dello stoccaggio energetico, oltre che in collaborazione con i Dipartimenti di Ingegneria Meccanica Chimica e dei Materiali e di Ingegneria Elettrica ed Elettronica dell'Università di Cagliari nell'ambito delle convenzioni in atto. I risultati saranno divulgati alle imprese per fasi di avanzamento e saranno raccolti in un report tecnico finale che sarà messo a disposizione delle imprese.

Obiettivi

- Analisi delle criticità dei sistemi di accumulo di energia e proposta di soluzioni migliorative.
- Studio di materiali innovativi per la produzione e lo stoccaggio di energia.
- Realizzazione di prove sperimentali per lo studio dei nuovi sistemi.
- Realizzazione di modelli matematici e comparazione con risultati sperimentali.
- Analisi delle potenziali ricadute sul tessuto imprenditoriale locale.
- Organizzazione di workshop per la divulgazione dei risultati ottenuti alle imprese.
- Divulgazione dei risultati attraverso la pubblicazione su riviste scientifiche.
- Predisposizione di proposte progettuali per H2020.

Studio di materiali per celle a combustibile

Sulla base delle manifestazioni di interesse presentate e dei fabbisogni emersi nel corso dei confronti con le aziende presenti nel territorio le attività di ricerca interesseranno le tecnologie e le risorse strumentali in dotazione al Laboratorio. Per ciascun sistema, di tipo PEMFC e SOFC, si lavorerà allo sviluppo di alcune delle criticità che limitano le tecnologie e i cui risultati possono essere di interesse comune alle aziende partecipanti. L'interesse sarà infatti focalizzato sullo:

- sviluppo di nuovi materiali catalitici per la realizzazione di celle a combustibile di tipo PEMFC;
- studio delle prestazioni dei materiali di cui è composto un CHP SOFC commerciale in funzione della composizione del gas combustibile con cui è alimentato, con particolare riferimento a syngas e biogas derivanti da processi di gassificazione, pirolisi e digestione anaerobica di biomasse e materia organica in generale, oltre che delle condizioni operative.

Le due attività sono di seguito descritte in dettaglio.

Progetto 1.2.1 Sviluppo di nuovi materiali catalitici per la realizzazione di celle a combustibile di tipo PEMFC.

Le celle a combustibile con membrana polimerica a scambio protonico, comunemente note con l'acronimo di PEMFC, sono dei generatori elettrochimici di elevata efficienza, in grado di generare energia elettrica e calore senza l'emissione di sostanze inquinanti per l'ambiente. L'unico prodotto di reazione, infatti, è l'acqua pura. Questa tipologia di dispositivi presenta ampie potenzialità di applicazione sia nel settore

stazionario, per la generazione di energia distribuita e calore, sia per la trazione di veicoli elettrici di nuova concezione.

La tecnologia delle celle a combustibile dal 1960 ad oggi ha ricevuto notevoli riconoscimenti in campo internazionale, tuttavia è ancora necessaria la riduzione dei costi per intensificarne la diffusione su larga scala. Per questa ragione, l'attenzione della ricerca industriale e accademica è ancora fortemente rivolta allo sviluppo di nuovi materiali e tecnologie connesse al mondo delle PEMFC.

L'ottenimento di un prodotto che presenti elevate prestazioni e costi accessibili è influenzato dalla manifattura di ogni singola cella che compone lo stack. Il cuore della cella PEMFC è l'assemblato membrana elettrodo (MEA) costituito da due elettrodi depositati a secco su entrambe le facce di una membrana polimerica. Lo stack, che deriva dal collegamento in serie di più celle singole, e quindi dalla sovrapposizione di più MEA, è realizzato per raggiungere la potenza desiderata. Ciò permette di comprendere come sia fondamentale sviluppare prima di tutto i componenti di una singola cella per poter arrivare a produrre stack di qualità. L'intento è di utilizzare materiali efficienti, ottimizzarne l'assemblaggio, riducendo il quantitativo di tutto ciò che può incidere sui costi.

Il catalizzatore è il componente che incide maggiormente sul costo complessivo e che allo stesso tempo influenza in modo determinante le prestazioni della cella. L'attività di ricerca sarà quindi orientata verso la sperimentazione di nuovi materiali catalitici e sullo smaltimento e recupero degli assemblati membrana elettrodo. L'obiettivo è individuare dei processi innovativi di preparazione e di riciclo dei componenti principali della cella che dovrebbero indurre la riduzione dei costi del prodotto finito e la creazione di una filiera legata alle celle a combustibile a livello locale.

Si lavorerà alla preparazione e successiva caratterizzazione elettrochimica di celle singole di tipo PEMFC assemblate con catalizzatori a base di Pt e Pt-*free*. Gli assemblati membrana elettrodo più efficienti saranno sottoposti a processi per il recupero dei metalli nobili.

Nel perseguimento degli obiettivi sarà valutata l'influenza delle variabili di assemblaggio di tutti i componenti della cella sulle prestazioni del sistema, modificando quindi la tipologia di materiali, il contenuto, i metodi di deposizione e di assemblaggio. Attraverso misure elettrochimiche compiute su celle singole di bassa potenza, saranno analizzate e comparate le prestazioni dei prodotti ottenuti.

L'approfondimento di queste tematiche permetterà di ottimizzare il design di cella per migliorare le prestazioni, ridurre il quantitativo di catalizzatore e di ionomero impiegato, e di conseguenza contribuirà alla riduzione dei costi. Contemporaneamente, si valuterà l'influenza sia dei parametri di assemblaggio, ovvero delle variabili che entrano in gioco durante la preparazione di un MEA e del montaggio di una cella, sia dei parametri di gestione sulle prestazioni complessive.

Le valutazioni comparative saranno effettuate con tecniche di indagine elettrochimica (curve di polarizzazione, voltammetrie cicliche) compiute direttamente sulla cella. Questa attività si baserà su procedure riproducibili ed efficaci per l'assemblaggio e l'indagine elettrochimica di materiali differenti. Ciò consentirà quindi di effettuare la valutazione sistematica del comportamento di nuovi materiali e di studiare aspetti importanti come i fenomeni di degradazione, l'influenza della purezza dei gas di alimentazione, il tempo di vita medio.

Descrizione delle attività

L'attività di studio delle celle PEMFC sarà svolta secondo la seguente suddivisione delle fasi di lavoro:

WP 1. Attività di informazione sullo stato dell'arte dei materiali innovativi per celle a combustibile PEMFC.

Nell'ambito di questo work package si presenterà uno studio sui materiali innovativi, di potenziale applicazione nel settore delle celle a combustibile di tipo PEMFC con lo scopo di ampliare le conoscenze dei partecipanti al Progetto Cluster. Obiettivo di questo studio è anche l'individuazione di nuovi materiali elettrocatalitici a base di Pt e Pt-*free* che dovranno essere preparati nel corso del progetto e caratterizzati nelle celle PEMFC di cui dispone il Laboratorio. I partecipanti al Cluster saranno coinvolti nella selezione e potranno eventualmente collaborare fornendo materiali di loro interesse.

Risultati attesi:

- Individuazione di materiali innovativi per l'assemblaggio di celle PEMFC.

WP2: Sintesi e caratterizzazione di nuovi catalizzatori per celle PEMFC.

I materiali selezionati nel precedente work package saranno sintetizzati e successivamente utilizzati per l'assemblaggio di una cella a combustibile di tipo PEMFC in dotazione al Laboratorio. L'attività di sintesi sarà svolta in collaborazione con le aziende e gli organismi di ricerca più direttamente interessati e sarà aperta a tutti i partecipanti al Cluster disponibili a fornire e sperimentare materiali di possibile interesse.

Risultati attesi:

- Reperimento dei campioni di materiali elettrocatalitici e individuazione delle criticità legate ai processi di preparazione.

WP 3: Assemblaggio di una cella singola PEMFC con i materiali preparati e successiva caratterizzazione elettrochimica.

I materiali elettrocatalitici realizzati durante lo studio precedente saranno adoperati per preparare assemblati membrana-elettrodo con area geometrica pari a 6.72 cm^2. Gli assemblati saranno montati in cella e sottoposti alla caratterizzazione delle prestazioni. L'applicazione dei metodi di diagnostica elettrochimica permetteranno di analizzare e di comparare le prestazioni dei prodotti realizzati in funzione delle condizioni operative di lavoro (portate, temperature, pressioni, umidità relativa, etc.). Si considererà l'influenza delle variabili di assemblaggio di tutti i componenti della cella sulle prestazioni del sistema, modificando quindi la tipologia di materiali, il contenuto, i metodi di deposizione e di assemblaggio.

Risultati attesi:

- Comparazione dei materiali in esame e la valutazione di eventuali modifiche ai metodi di preparazione degli assemblati, di assemblaggio della cella e di diagnostica elettrochimica.

WP 4: Sviluppo di un processo per il riciclo del catalizzatore dall'assemblato membrana elettrodo e ulteriore preparazione di nuovi assemblati con i catalizzatori recuperati.

In questa fase del progetto alcuni campioni di assemblati membrana-elettrodo saranno sottoposti a trattamenti mirati al riciclo del componente più costoso della cella: il catalizzatore. Questa attività sarà aperta all'intervento dei partecipanti al Cluster che potranno fornire il loro contributo nell'ottimizzazione dei processi sperimentali: come per tutti le attività del progetto Cluster, la partecipazione attiva dei soggetti aderenti è una componente fondamentale per il buon esito del progetto. Nel caso in cui il processo dovesse andare a buon fine, nuovi assemblati membrana-elettrodo saranno realizzati utilizzando i catalizzatori riciclati.

Risultati attesi:

- Comparazione delle prestazioni degli assemblati membrana elettrodo preparati con i materiali riciclati e i materiali sviluppati nel WP2.

WP 5: Analisi comparativa dei risultati ottenuti, delle criticità emerse e divulgazione dei risultati sperimentali.

Risultati attesi:

- Redazione report finale sui risultati delle attività svolte nei Work Package WP1, WP2 e WP3 e organizzazione di un workshop per la divulgazione dei risultati ottenuti.
- Eventuale pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche.
- Eventuale predisposizione di proposte progettuali per H2020.

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																

WP 3																
WP 4																
WP 5																

Progetto 1.2.2 Studio delle prestazioni dei materiali di cui è composto un CHP SOFC commerciale in funzione della composizione del gas combustibile e delle condizioni operative di lavoro.
Le celle a combustibile SOFC sono caratterizzate dall'impiego di un elettrolita solido di tipo ceramico che permette di lavorare ad alte temperature (600-1000 °C). Offrono il vantaggio di poter essere alimentate all'anodo con un gas combustibile contenente idrogeno e monossido di carbonio ricavato, ad esempio, da un processo di reforming interno di idrocarburi, ovvero da processi di gassificazione e pirolisi di biomasse, oltre che di combustibili fossili di minor pregio. Le SOFC si prestano ad essere utilizzate nella generazione distribuita di energia su larga scala, e grazie alla possibilità di recuperare il calore sviluppato durante il processo di conversione elettrochimica, sono idonee per impieghi cogenerativi e in contesti industriali ad essere abbinate a motori endotermici come le micro turbine a gas.

Questa attività riguarda l'utilizzo del biogas/syngas prodotto da un impianto di pirolisi, di digestione anaerobica, di gassificazione delle biomasse o di termo-conversione di rifiuti non convenzionale, come ad esempio un reattore al plasma, operativo presso una o più aziende locali, con lo scopo di generare energia elettrica nell'ambito di una Microgrid aziendale.

Il syngas sarà campionato presso l'impianto di produzione, successivamente purificato e analizzato mediante il micro-gascromatografo in dotazione al Laboratorio.. Le prestazioni dei materiali che costituiscono la SOFC saranno studiate in funzione della composizione del syngas e, nello specifico, del contenuto di idrogeno, nell'ipotesi che quest'ultimo siadesorbito da un sistema di stoccaggio in fase solida.

Il progetto ha anche l'obiettivo di costituire una rete di imprese ed enti di ricerca attivi nel settore dell'utilizzo di vettori energetici alternativi come l'idrogeno e il biogas per la produzione di energia attraverso l'utilizzo in celle a combustibile.

Descrizione delle attività

L'attività nel campo dell'utilizzo del biogas/syngas per la cogenerazione da celle SOFC si suddivide nel seguente modo:

WP 1: Attività di informazione sullo stato dell'arte della tecnologia SOFC.

Durante la parte iniziale del progetto si studierà lo stato dell'arte dei materiali innovativi per celle a combustibile SOFC, sui processi e i materiai usati per la purificazione del biogas/syngas destinato alle celle SOFC e sulle prestazioni dei materiali che costituiscono le SOFC in funzione della composizione del gas di

alimentazione. Lo studio sarà condiviso con i partecipanti al Progetto Cluster affinché emergano le possibilità di applicazione del biogas/syngas prodotto localmente in sistemi cogenerativi alternativi a quelli abitualmente impiegati.

Risultati attesi:

- Redazione di un report di sintesi e di analisi critica sulle informazioni acquisite.

WP 2: Progettazione del set-up sperimentale.

Lo scopo di questa fase è di progettare un set-up sperimentale che permetta di studiare le prestazioni di un sistema SOFC commerciale, e quindi anche la compatibilità dei materiali che lo costituiscono, con miscele di biogas/syngas di varia composizione prodotte dalle aziende locali. Nella progettazione si dovrà valutare l'applicazione del set-up a casi reali di aziende che producono syngas o biogas con le specifiche richieste dalla cella ed inoltre considerare la possibilità di estendere la scala del sistema realizzato.

Risultati attesi:

- Progetto della catena di misura dal sistema di miscelazione del gas all'utenza della cella SOFC.

WP 3: Valutazione delle prestazioni dei materiali e dei componenti della cella SOFC in funzione della composizione del biogas/syngas che la alimenta.

Durante il WP3 saranno raccolte le manifestazioni di interesse delle aziende coinvolte nel Progetto Cluster e interessate all'impiego del proprio gas di processo. Campioni di biogas/syngas saranno prelevati direttamente presso gli impianti e successivamente trattati e analizzati per valutare l'idoneità all'impiego in cella SOFC. Le prestazioni saranno studiate in funzione della composizione delle miscele di alimentazione e delle condizioni operative di gestione del sistema SOFC.

- Risultati attesi:
- Valutazione dei risultati sperimentali ottenuti e individuazione della composizione della miscela gassosa più indicata per la cella SOFC oggetto dello studio.

WP 4: Analisi comparativa dei risultati ottenuti, delle criticità emerse e divulgazione dei risultati sperimentali.

Risultati attesi:

- Redazione di un report finale e organizzazione di un workshop per la divulgazione dei risultati ottenuti.
- Eventuale pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche.
- Eventuale predisposizione di proposte progettuali per H2020.

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																
WP 3																
WP 4																

Studio di materiali per l'accumulo di energia termica e di idrogeno

L'accumulo di energia ben si presta ad essere integrato in tutti quei processi nei quali alla disponibilità di energia non corrisponde una necessità immediata della stessa. In questo contesto, la problematica che può essere affrontata nell'ambito del Progetto Cluster è legata all'accumulo di energia termica e sotto forma di idrogeno.

Considerata la peculiarità dei temi, lo studio verrà sviluppato lungo due progetti differenti, di seguito dettagliati:

Progetto 1.2.3 Caratterizzazione dei materiali per l'accumulo di energia termica.
Tra le differenti possibilità di impiego dell'energia termica, due appaiono di sicuro interesse per le PMI presenti nel tessuto industriale regionale. La prima è relativa all'abbinamento del sistema di accumulo con motori termici di piccola media taglia, che ben si integrano in microreti di generazione dell'energia. La seconda è legata alla possibilità di disporre di fluidi caldi e freddi per processi produttivi, per climatizzare gli ambienti di lavoro o interi complessi residenziali; Sarà pertanto impostato uno studio teorico-sperimentale in modo da valutare l'efficacia di diversi materiali con i problemi proposti, a partire dai sistemi di accumulo più semplici fino a quelli più innovativi, con la prospettiva di fornire precise e specifiche indicazioni per la realizzazione di sistemi facilmente integrabili nelle realtà locali.

Descrizione delle attività

WP 1: Studio dello stato dell'arte sull'accumulo di energia termica.

In questa fase si intende fornire ai partecipanti al Cluster le informazioni che deriveranno da un approfondito studio dello stato dell'arte relativo all'accumulo di energia termica nei settori di interesse come riportati nella prefazione, con particolare attenzione all'impiego dei materiali solidi e a cambiamento di fase. In sintonia con le tematiche che potranno essere sviluppate all'interno del laboratorio di riferimento, verranno quindi definiti i Casi Studio di maggiore interesse.

Risultati attesi:

- Individuazione dei Casi Studio di maggiore interesse.
- Redazione di un report di sintesi sullo stato dell'arte dei materiali per l'accumulo di energia termica.

WP 2: Sviluppo di modelli matematici.

La seconda fase sarà legata allo sviluppo di modelli matematici in grado di prevedere il comportamento dei Casi Studio selezionati. Sarà quindi possibile effettuare delle analisi preliminari sulle prestazioni accompagnate da valutazioni tecnico economiche.

Risultati attesi:

- Modellizzazione delle soluzioni proposte.
- Valutazioni teoriche sui sistemi in studio di tipo energetico ed economico.

WP 3: Analisi sperimentale.

Questa fase sarà fortemente vincolata dalla tipologia di prove sperimentali che potranno essere svolte all'interno del laboratorio ed avrà lo scopo di verificare i risultati, o parte di essi, ottenuti con la modellizzazione dei Casi Studio selezionati. L'intera attività verrà coordinata dal personale di Sardegna Ricerche. Le aziende coinvolte nel Cluster potranno partecipare attivamente in modo da acquisire familiarità con le problematiche in studio.

Risultati attesi:

- Comparazione dei risultati sperimentali e numerici.
- Ottimizzazione dei modelli matematici.

WP 4: Analisi dei risultati ottenuti, delle criticità emerse e divulgazione dei risultati sperimentali.

Quest'ultima fase sarà caratterizzata dall'analisi delle criticità emerse per i Casi Studio presi in considerazione. Seguirà quindi la valutazione di soluzioni migliorative e nuove proposte progettuali.

Risultati attesi:

- Redazione del report finale.
- Organizzazione di un workshop per la divulgazione dei risultati ottenuti.
- Eventuale pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche.
- Eventuale predisposizione di proposte progettuali per H2020.

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	Feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																
WP 3																
WP 4																

Progetto 1.2.4. Caratterizzazione dei materiali per l'accumulo di idrogeno.

Lo stoccaggio di idrogeno, vettore energetico che può essere presente nelle realtà produttive come sottoprodotto di processo o legato ad un eccesso di produzione elettrica solitamente da fonte rinnovabile, può avvenire con differenti metodologie non esenti da problematiche. In questo contesto il Laboratorio si propone di analizzare le tecnologie presenti sul mercato, effettuarne un confronto e proporre soluzioni migliorative con l'intenzione di ridurre i volumi ed i costi, con particolare attenzione all'ottimizzazione dell'impiego di bombole con idruri metallici. A tale scopo si prevede di mettere a punto un procedimento per la caratterizzazione di bombole ad idruri metallici commerciali, che permetta di confrontare sistemi con caratteristiche differenti. Parallelamente si studierà la termostatazione delle bombole che costituisce uno degli aspetti più problematici.

Descrizione delle attività

WP 1: Studio dello stato dell'arte sui materiali e sui sistemi di accumulo dell'idrogeno.

In questa fase si intende fornire ai partecipanti al Cluster le informazioni che deriveranno da un approfondito studio dello stato dell'arte sulle modalità di stoccaggio dell'idrogeno. Particolare attenzione verrà dedicata all'accumulo mediante bombole ad idruri metallici e alla loro termostatazione.

Risultati attesi:

- Redazione di un report di sintesi sull'attività svolta.

WP 2: Analisi sperimentali preliminari.

Durante questa seconda fase verranno utilizzate le dotazioni del laboratorio per analizzare le peculiarità dell'accumulo di idrogeno mediante idruri metallici. Oltre alla caratterizzazione del processo verranno analizzati i benefici della termostatazione delle bombole. La fase sperimentale sarà alternata da valutazioni teoriche legate alla scelta dei materiali per la termostatazione o all'eventuale recupero di energia. L'intera attività verrà coordinata dal personale di SR. Le aziende coinvolte nel Cluster potranno partecipare attivamente in modo da acquisire familiarità con le problematiche in studio.

Risultati attesi:

- Caratterizzazione del processo.
- Valutazione degli effetti della termostatazione sulle bombole.

WP 3: Analisi delle criticità emerse e studio di proposte progettuali.

In funzione delle indicazioni ottenute nelle fasi precedenti verranno formulate delle proposte progettuali su sistemi efficienti per l'accumulo di idrogeno.

Risultati attesi:

- Redazione del report finale sulle attività svolte nei tre Work Package.
- Organizzazione di un workshop per la divulgazione dei risultati ottenuti.
- Eventuale pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche.
- Eventuale predisposizione di proposte progettuali per H2020.

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																
WP 3																

2.2 AREA 2 - SISTEMI INNOVATIVI DI CONVERSIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE

2.2.1 Progetto 2.1. Microalghe

Premessa

Le microalghe si trovano in questi anni al centro di un notevole interesse da parte della comunità scientifica e del mondo industriale, soprattutto per le loro potenzialità come fonti sostenibili di prodotti per l'alimentazione umana e animale, di prodotti ad elevato valore di mercato (prodotti farmaceutici, cosmetici, chimici, alimentari) e di biocombustibili. Nonostante il numero degli studi svolti e di quelli ancora in corso, non si può ancora affermare che i meccanismi di produzione, raccolta e trattamento delle microalghe siano già consolidati ed economicamente e ambientalmente sostenibili. Inoltre non esistono ancora impianti di larga scala in esercizio da molto tempo, per il reperimento di dati attendibili. Uno dei principali punti di partenza per lo studio delle microalghe è proprio la consapevolezza dei limiti fisici che influenzano le loro potenzialità produttive. Comunque tenendo conto delle reali rese, le microalghe continuano ad essere una tra le più promettenti fonti per la produzione di prodotti per l'alimentazione umana e animale, per la produzione di biocombustibili di nuova generazione e di prodotti ad alto valore aggiunto. Infatti, le microalghe possono essere coltivate in acque ad elevata salinità o acqua di mare su terreni non fertili, non competono con i prodotti alimentari nell'uso del suolo, hanno eccellenti proprietà nutrizionali, possono usare i fertilizzanti al 100% di efficienza, sono in grado di offrire delle rese in oli e proteine molto maggiori rispetto alle colture tradizionali etc. I margini di miglioramento delle prestazioni degli impianti di coltura algale sono ancora molto ampi, sia da un punto di vista tecnico che da un punto di vista economico, ed è per questo che ovunque nel mondo continuano ad essere attivati progetti di sperimentazione e di dimostrazione.

Il presente progetto, predisposto sulla base delle indicazioni emerse dal confronto con le imprese specificamente interessate a tale settore, tenendo conto dei vincoli strutturali e delle risorse umane e materiali disponibili, è mirato alla ricerca delle condizioni ottimali di crescita delle microalghe ed allo sfruttamento di tale biomassa, in campo energetico, ambientale ed economico generale.

Nel corso della sperimentazione sarà presa in esame una specie algale con elevato contenuto di lipidi e testata su scala pilota per verificarne la capacità di assorbimento della CO_2, le rese produttive in termini di biomassa e le caratteristiche qualitative generali.

Tutte le sperimentazioni saranno condotte nelle strutture di Sardegna Ricerche, con le apparecchiature e gli impianti a disposizione, dal personale di Sardegna Ricerche che curerà il coordinamento e la gestione di tutte le prove previste. I risultati saranno divulgati alle imprese per *step* di avanzamento. Tutti i risultati delle sperimentazioni saranno raccolti in un report tecnico finale che sarà messo a disposizione delle imprese.

Obiettivi

- Valutazione della crescita algale su diverse scale di reattore (anulare 6 l, anulare 120 l) di una specie algale;
- Determinazione delle condizioni ottimali di crescita (concentrazione dei nutrienti, concentrazione della CO2, illuminazione, aspetti fluidodinamici, temperatura);
- Valutazione dell'efficienza di impiego della CO2;
- Valutazione delle rese produttive;
- Valutazione della composizione della biomassa algale (contenuto energetico, analisi prossima, analisi ultima, altre sostanze di interesse commerciale);

- Valutazione dei costi dell'intero processo;
- Trasferimento dei risultati delle sperimentazioni alle imprese

Descrizione delle attività

WP 1. Analisi e studi preliminari

Il WP è finalizzato:

- all'individuazione e reperimento di due specie algali idonee al recupero dell'olio ed all'estrazione di sostanze di interesse commerciale;
- all'esecuzione di prove per la valutazione delle condizioni fluidodinamiche dei fotobioreattori.

Sulla base dei dati disponibili sulle banche di microalghe si procederà alla scelta di una specie con alta produttività in olio e di un'altra con elevato contenuto in sostanze di interesse farmaceutico e nutraceutico.

Risultati attesi:

- Disponibilità di due specie microalgali con le caratteristiche previste
- Disponibilità delle condizioni di mescolamento all'interno dei reattori

WP 2. Crescita microalgale

Il WP è finalizzato:

- all'esecuzione di prove di crescita con fotobioreattori anulari con un volume utile di 6 l e 120 l rispettivamente, per una specie algale, variando le condizioni di processo;
- all'individuazione dei parametri ottimali di crescita;

Risultati attesi:

- Disponibilità delle curve di crescita e dei parametri cinetici.
- Disponibilità dei valori di temperatura, concentrazione dei nutrienti, portata della CO_2, portata dell'aria, concentrazione dell'O_2,

WP 3. Caratteristiche della biomassa algale

Il WP è finalizzato:

- alla determinazione della resa produttiva;
- alla determinazione delle caratteristiche della biomassa algale ottenuta;
- all'esecuzione di analisi chimiche necessarie alla determinazione del contenuto e delle caratteristiche dell'olio e della concentrazione di altre sostanze di interesse industriale eventualmente presenti.

Risultati attesi:

- Report contenenti i valori di resa nelle differenti condizioni di processo
- Modello di calcolo della capacità di assorbimento della CO_2
- Caratteristiche compositive della biomassa algale
- Caratteristiche compositive delle sostanze di interesse industriali presenti

WP 4. Valutazione e divulgazione dei risultati

Il WP è finalizzato:

- alla valutazione economica del processo nel suo complesso
- alla divulgazione dei risultati

Risultati attesi:

- Report contenente la valutazione economica dettagliata dell'intero processo
- Verbali degli incontri con le imprese
- Report tecnico

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																
WP 3																
WP 4																

2.2.2 Progetto 2.2. Digestione anaerobica

Premessa

La digestione anaerobica è un processo biochimico per mezzo del quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica è trasformata in una miscela di gas, il biogas, costituita principalmente da metano e anidride carbonica. Si tratta di un processo diffuso e consolidato se applicato ad alcuni settori tecnologici, quali la riduzione di volume e stabilizzazione dei fanghi di depurazione e dei reflui zootecnici, e il trattamento delle acque di scarico industriali. Negli ultimi decenni la sua applicazione si è estesa al campo dei rifiuti organici biodegradabili, sia civili che industriali, e alle biomasse per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Le biomasse idonee ad alimentare il processo della digestione anaerobica sono:

- le colture energetiche erbacee ed arboree dedicate e non, tra cui i residui colturali provenienti dall'attività agricola e dalle colture dedicate quali le potature, le paglie dei cereali, gli steli, le foglie e i residui in genere;
- i reflui zootecnici;
- gli scarti di origine animale (S.O.A.) che includono pelle, ossa, intestini di animali da allevamento non destinati al consumo umano;
- i residui provenienti dall'industria agroalimentare.

Rappresentando una fonte energetica rinnovabile programmabile e presente, seppure in forme diverse, in ogni regione, le biomasse danno vita ad un settore industriale in crescita, sia su scala europea che nazionale. Il Piano d'Azione Nazionale (PAN) per le energie rinnovabili prevede che nel 2020 la potenza elettrica installata in impianti di digestione anaerobica in Italia sia 1200 MW, il riscaldamento o raffrescamento prodotto da impianti di digestione anaerobica raggiunga 141 ktep, e che il biogas faccia parte dei biocarburanti impiegati nei trasporti.

I digestori anaerobici presenti o autorizzati in Sardegna sono alimentati da reflui zootecnici, da colture dedicate, residui agroindustriali ed in un caso dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU). I prodotti della digestione anaerobica sono una miscela gassosa, denominata *biogas*, e un refluo stabilizzato, denominato *digestato*. In funzione dell'utilizzo che si progetta di fare del biogas, può essere richiesto, o comunque opportuno, eseguire delle operazioni di trattamenti di depurazione, quali la rimozione dell' H_2S, dell'umidità e delle polveri, oppure la raffinazione del biogas, ossia la rimozione della CO_2.

Attualmente, vi è una grande attenzione all'impiego dell'energia termica generata dall'utilizzo del biogas, perché la sua produzione è superiore ai consumi termici dell'impianto. La soluzione più efficiente è costituita dalla formazione di distretti energetici, in cui siano principalmente identificate utenze termiche nelle immediate vicinanze dell'impianto di produzione di biogas che possano utilizzare l'energia termica prodotta.

Oltre al biogas, la digestione anaerobica produce anche un refluo con un contenuto residuo di sostanza secca intorno al 2-5%. Attualmente la destinazione più sostenibile del digestato è ritenuta essere lo spandimento sul suolo. Si tratta di una tecnica normata, in quanto in questa pratica risiedono delle fonti di rischio per l'ambiente:

- perdite di nitrati nelle acque qualora si applichi in periodi non opportuni e si ecceda nelle dosi;
- emissioni di ammoniaca in atmosfera qualora non venga distribuito con le Migliori Tecniche Disponibili.

Il presente progetto è stato predisposto sulla base delle indicazioni emerse dal confronto con le imprese specificamente interessate a tale settore, tenendo conto dei vincoli strutturali, delle risorse umane e materiali e delle competenze disponibili. Nel corso della sperimentazione saranno preparati e trattati diversi tipi di biomasse come singolo substrato o in co-digestione tra loro, sarà monitorato il processo e valutate le rese energetiche nelle diverse condizioni di alimentazione.

Obiettivi

- Caratterizzazione delle biomasse ai fini della conversione energetica mediante digestione anaerobica
- Valutazione della produttività in biogas e metano di singoli substrati o miscele di essi
- Valutazione delle proprietà corrosive generali del biogas prodotto
- Valutazione tecnico-economica delle tecnologie impiegate

Descrizione delle attività

WP 1. Determinazione delle proprietà chimico-fisiche delle biomasse

La caratterizzazione della biomassa in ingresso riveste un ruolo fondamentale per la buona resa del processo. Inoltre alcuni substrati possono richiedere un pretrattamento per essere più efficacemente biodegradati anaerobicamente. Ad esempio, negli impianti che trattano scarti agricoli e colturali i tempi di ritenzione richiesti sono lunghi per via del tipo di substrato presente nelle biomasse, di solito ricco in cellulosa, che impone un lungo tempo di permanenza nel reattore per consentire all'azione microbica la conversione in biogas.

Risultati attesi:

- Report contenente le caratteristiche chimico-fisiche delle biomasse

WP 2. Caratterizzazione di miscele di substrati

Miscele di diverse biomasse di origine agricola e agro-industriale saranno formulate e testate, con l'obiettivo di valutare gli effetti della co-digestione sulle rese energetici. Le miscele saranno formulate in funzione delle informazioni ottenute dalla caratterizzazione delle biomasse.

Risultati attesi:

- Studio contenente lo stato dell'arte del settore e un report delle prove eseguite

WP 3. Valutazione dei processi di pre-trattamento più idonei

In funzione dei risultati ottenuti nei Work Package WP 1 e WP 2, saranno valutati i processi di pre-trattamenti più idonei per impiegare le biomasse come substrato di alimentazione per la digestione anaerobica.

Risultati attesi:

- Report contenente le valutazioni sui pre-trattamenti delle biomasse idonei e lo stato dell'arte

WP 4. Sperimentazione nell'impianto pilota e ottimizzazione del processo

La sperimentazione sarà svolta con l'impianto pilota di digestione anaerobica del Laboratorio Biocombustibili e Biomasse in regime mesofilo. Il processo sarà gestito e controllato mediante i principali parametri operativi e di controllo, e le rese energetiche valutate in termini di produzione di biogas e di metano. L'ottimizzazione del processo biochimico è fondamentale per l'ottenimento di rese accettabili di biogas e metano in funzione del substrato alimentato. I due prodotti della digestione anaerobica, il biogas e

il digestato, rappresentano entrambi delle risorse, ma possono costituire anche delle criticità a in relazione alle loro proprietà chimico-fisiche.

Risultati attesi:

- Report contenente gli andamenti dei principali parametri di processo

WP 5. Analisi del biogas

Il biogas è una miscela gassosa costituita prevalentemente da biossido di carbonio (CO2), metano (CH4) con tracce di idrogeno solforato (H_2S) e ammoniaca (NH_3). Nell'atto della sua produzione è satura di umidità che, nell'impianto pilota in cui saranno effettuate le sperimentazioni, sarà separata prima del punto di campionamento del biogas. Le quantità di H_2S e di NH_3 nel biogas devono essere determinate e valutate alla luce del potenziale corrosivo che questi gas rappresentano. La quantificazione della produzione del biogas e del metano, oltre a costituire dei fondamentali parametri di controllo, è basilare per la valutazione energetica del processo.

Risultati attesi:

- Report contenente i risultati della composizione del biogas e delle prove eseguite

WP 6. Valutazione efficienza di rimozione del substrato e proprietà chimico-fisiche del digestato

Il digestato è il refluo prodotto dalla digestione anaerobica. È caratterizzato dalla presenza di sostanza secca residua intorno al 2-5% e può essere valorizzato in campo agronomico in virtù dell'elevata quantità di azoto che, in funzione della biomassa alimentata, può contenere. Il suo utilizzo agronomico, però, è subordinato alla caratterizzazione chimico-fisica, alla separazione di una frazione solida dalla frazione liquida, e all'esecuzione di prove agronomiche.

Risultati attesi:

- Report contenente i risultati della caratterizzazione del digestato ed efficienze di separazione

WP 7. Valutazioni tecnico-economiche e divulgazione dei risultati

Sulla base dei risultati ottenuti, saranno effettuate delle valutazioni tecnico-economiche sul processo con una stima dei costi di trattamento. Alla conclusione delle attività, saranno resi noti tutti i risultati conseguiti durante le fasi del progetto mediante la diffusione di un report finale.

Risultati attesi:

- Report contenente la valutazione economica dettagliata dell'intero processo
- Verbali degli incontri con le imprese
- Report Tecnico

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic

WP 1																
WP 2																
WP 3																
WP 4																
WP 5																
WP 6																
WP 7																

2.2.3 Progetto 2.3. Pirolisi

Premessa

La pirolisi è un processo termochimico di ossidazione parziale, che si svolge in assenza di ossigeno e in atmosfera inerte (con l'aggiunta al pirolizzatore di N_2). Le temperature di processo sono comprese tra 400°C e 800°C e vengono raggiunte con apporto di calore esterno (reazioni endotermiche). Durante il processo di pirolisi avviene una degradazione termica del materiale organico che può essere supportata anche da catalizzatori (pirolisi catalitica).

I prodotti della pirolisi sono: un gas combustibile chiamato gas di pirolisi, un liquido chiamato bio olio e un residuo carbonioso detto *char*.

Le biomasse che possono essere inviate a pirolisi, devono avere una granulometria fine e un contenuto di umidità inferiore al 10%. In genere si possono impiegare:

- Residui colturali e agroindustriali quali paglie, noccioli delle olive, gusci delle noci, lolla di riso;
- Colture dedicate quali pioppo, sorgo, ecc.;
- Residui forestali;
- Rifiuti solidi come fanghi di depurazione, rifiuti del cuoio, ecc..

A causa dell'impatto ambientale dei sistemi tradizionali di conversione termochimica, la pirolisi si sta proponendo all'attenzione dell'opinione pubblica e scientifica come processo alternativo e con minori emissioni rispetto alla combustione e alla gassificazione.

I primi impianti di trattamento mediante forni pirolitici delle biomasse risalgono ai primi anni '70. I fattori limitanti per lo sviluppo di questa tecnologia sono diversi e tra i principali si sottolinea l'immiscibilità del bio olio con i carburanti tradizionali, la necessità di biomassa con umidità inferiore al 10% e di una riduzione delle dimensioni molto spinta. Inoltre il mercato dei prodotti generati dalla pirolisi non è ancora ben definito anche se si sta delineando la possibilità di impiego del bio-char come sostituto del carbone prodotto dai combustibili fossili tradizionali. Per quanto riguarda il bio olio, il fattore maggiormente limitante al suo utilizzo nei motori è il contenuto di particelle di char, infatti l'impiego di tali combustibili in motori a combustione interna crea forti fenomeni di usura e abrasione. L'impiego diretto del bio olio nei motori non è in genere praticato, ma si preferisce l'uso alternativo quale combustibile in caldaie o forni. L'efficienza di conversione energetica del bio olio dipende principalmente dal tipo di biomassa, dalla temperatura, dal tempo di residenza nel reattore dei vapori, dalla separazione del char, dal contenuto in ceneri nelle biomasse.

Il presente progetto è mirato alla caratterizzazione chimico-fisica delle biomasse da trattare e alla valutazione della loro diretta influenza sulle caratteristiche dei prodotti finali, nonché alla ricerca delle condizioni ottimali del processo.

Nel corso della sperimentazione saranno trattati diversi tipi di biomasse ligno-cellulosiche sia residuali che forestali, al fine di valutarne le rese in termini di qualità e tipologia di prodotti della pirolisi.

Obiettivi

- Individuazione delle caratteristiche chimico-fisiche di diverse biomasse
- Verifica della conversione delle biomasse prescelte in gas di pirolisi, bio-olio e char
- Valutazione tecnico-economica delle diverse sperimentazioni effettuate e delle rese ottenute
- Valutazione dei costi dell'intero processo
- Trasferimento dei risultati delle sperimentazioni alle imprese

Descrizione delle attività

WP1. Individuazione delle biomasse residuali e forestali più idonee al trattamento di pirolisi

L'attività ha l'obbiettivo di caratterizzare energeticamente e chimicamente le biomasse residuali e agro forestali da impiegare nel processo di pirolisi. Saranno effettuate analisi chimico-fisiche, e sarà valutato il potenziale energetico di tali biomasse. Verrà effettuato uno studio approfondito sullo stato dell'arte di tale processo e verranno scelte biomasse o miscele di biomasse locali che maggiormente si prestano al trattamento termochimico di pirolisi.

Verranno effettuate misure di analisi immediata (Umidità, Ceneri, Sostanze Volatili e Carbonio Fisso), Analisi Elementare (Carbonio, Azoto, Idrogeno, Zolfo e Ossigeno per differenza), inoltre saranno eseguite misure di potere calorifico superiore e, mediante formule ricavate dalle norme UNI, sarà determinato il potere calorifico inferiore.

Saranno valutati i contenuti di umidità, il contenuto di sostanze volatili, di ceneri e il rapporto C/N al fine di studiare il processo di trattamento più idoneo per quel tipo di biomassa. Sarà eseguita una ricerca bibliografica dettagliata sullo stato dell'arte delle biomasse residuali.

Risultati attesi:

- Report contenente le caratteristiche chimico fisiche ed energetiche delle biomasse analizzate
- Report contenente lo stato dell'arte sui processi di pirolisi delle biomasse residuali

WP 2. Determinazione delle condizioni ottimali di processo

In questa fase verranno effettuate le prove di pirolisi con l'impianto pilota di Sardegna Ricerche e verranno studiate le condizioni ottimali di processo e la stima delle rese in termini di efficienze di conversione in bio olio e char.

Sulla base dei risultati ottenuti dalla caratterizzazione chimico-fisica ed energetica delle biomasse si effettueranno delle prove di trattamento di miscele di biomasse per valutarne il comportamento. Saranno studiate le efficienze di conversione della biomassa ottimizzando i diversi parametri di processo ed in particolare i tempi di residenza all'interno del reattore, i mix di biomassa, le temperature e l'efficienza di conversione della biomassa in char ed bio olio.

Sulla base delle sperimentazioni effettuate verranno determinate le rese in termini quantitativi di char e di bio-olio e saranno effettuate delle stime sulla effettiva applicabilità del processo a quelle determinate biomasse e una stima delle richieste di calore ed energia dell'impianto.

Risultati attesi:

- Report sulle sperimentazioni effettuate e sull'ottimizzazione dei parametri di processo
- Report tecnico.

WP 3. Caratterizzazione chimico-fisica ed energetica dei prodotti della pirolisi

In questa fase del progetto verranno effettuate le analisi sul residuo carbonioso e sul bio olio generati dai trattamenti delle diverse biomasse.

Saranno effettuate misure di analisi immediata (Umidità, Ceneri, Sostanze Volatili e Carbonio Fisso) e di analisi elementare (Carbonio, Azoto, Idrogeno, Zolfo e Ossigeno per differenza). Inoltre verranno effettuate misure di potere calorifico superiore e, mediante formule ricavate dalle norme UNI, sarà determinato il

potere calorifico inferiore. Saranno inoltre stimati il contenuto di acqua e il contenuto di particolato nel bio-olio.

Risultati attesi:

- Report contenente i parametri chimico-fisici ed energetici

WP 4. Valutazione economica del processo e divulgazione dei risultati

Saranno effettuate delle valutazioni tecnico-economiche sul processo con una stima dei costi di trattamento.

Saranno resi noti tutti i risultati conseguiti durante le fasi del progetto, sottolineando le criticità emerse e la reale applicabilità del processo di pirolisi alle biomasse locali.

Risultati attesi:

- Report tecnico
- Verbali degli incontri con le imprese

Cronoprogramma

	2014				2015											
	set	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
WP 1																
WP 2																
WP 3																
WP 4																