



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Avviso per la presentazione di progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale nelle 12 Aree di specializzazione individuate dal PNR 2015-2020

Capitolato Tecnico, ai sensi dell'art. 4 co. 10

(da compilare in italiano e in inglese per un numero massimo di 100.000 caratteri e un numero massimo n. 60 pagine)

1. ELEMENTI DESCRITTIVI DEL PROGETTO

1.1 TITOLO E DURATA

Titolo del progetto: GASSIFICAZIONE RIFIUTI ORGANICI UMIDI CON ACQUA SUPERCRITICA PER PRODUZIONE DI BIOMETANO E GNL

Acronimo del progetto: WWGF

Soggetto Capofila: Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl

Durata del progetto: 30 mesi

1.2 AREA DI SPECIALIZZAZIONE

Energia

1.3 SINTESI DEL PROGETTO (ABSTRACT)

Il progetto ha come obiettivo lo sviluppo di un processo integrato di valorizzazione energetica di matrici organiche umide (biomasse, rifiuti/reflui organici, fanghi) in biometano (CH₄) liquido, al fine di incentivarne l'uso nel settore dei trasporti, nelle industrie e nelle reti isolate. A partire dalla consolidata tecnologia di digestione anaerobica per la produzione biometano, ottimizzata in base alle varie tipologie di substrato in alimentazione, saranno sviluppati moderni e integrati processi di purificazione e di compressione, ai fini della sua successiva liquefazione. In parallelo, nell'ottica di una massimizzazione delle prestazioni complessive di processo, saranno studiate tecniche di piro-gassificazione utili a valorizzare ulteriori matrici quali digestato e fanghi, allo scopo di generare un syngas da impiegare per ulteriore produzione di biometano, da sintesi catalitica. Oltre alla valorizzazione per via termochimica delle biomasse, il progetto prevede come attività altamente innovativa la gassificazione in acqua supercritica delle matrici umide, e successivo upgrading catalitico del syngas. Lo sviluppo e la verifica sperimentale degli step di processo saranno svolti su prototipi in scala pilota o di laboratorio, opportunamente realizzati per gli scopi del progetto e integrati tra loro mediante interfacce di simulazione. Il processo si completerà con una fase di sviluppo e realizzazione dei processi di rettifica e liquefazione a



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

GNL del biometano.

Nella fase di Sviluppo Sperimentale (SS) si elaboreranno i dati ed i risultati ottenuti nella fase di RI, per il potenziale scale-up di impianti previsti in zone rurali o di transizione, con particolare visione alla modularità. La fase di SS comprenderà lo studio di fattibilità tecnico-economica e di sostenibilità sulle potenziali aree di applicazione del progetto, sia dal punto di vista dell'approvvigionamento delle materie organiche, che per l'impiego del biometano nei trasporti ed in campo energetico.

La valorizzazione integrata dei rifiuti urbani organici con fanghi ed altre matrici umide di tipo agroindustriale favorirà l'innovazione di processo attraverso l'uso ottimale delle tecnologie già disponibili, accoppiate ad altre più innovative, rinnovabili e basso-emissive. Tale integrazione, raggiunta con lo sviluppo di tecniche ad alto livello tecnologico e di ricerca, produrrà numerosi e sostanziali impatti in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

The WW GREEN FUEL project, referable to TRL 4-5 aims to set up an integrated process for energy valorization of wet organic matrices towards liquefied methane, with increased valorization and its use in the fields of transport, factory and stand alone applications. Using mature technology of anaerobic digestion for biomethane production with different biomass substrates, innovative and integrated processes will be studied and developed, in order to achieve high purity level of the gas and its compression availability and subsequent liquefaction. In addition of having maximum yields of biomethane production, pyro-gasification processes will be envisaged and implemented further for the treatment of organic materials. To obtain gaseous products with appropriate CO/H₂ ratio but yet to be converted in syn biomethane. It is in this context that in addition to the traditional thermo-chemical methods for organic solids conversion (pyrolysis and gasification), the project also includes more innovative activity of gasification in supercritical water (SCWG) for wet biomasses, and subsequent catalytic syngas upgrading and conversion into CH₄.

Depending on the characteristics of the selected matrices, the optimum conditions of the SCWG process will be evaluated to maximize the biomethane yields in the produced gas, as well as those for the subsequent process of methane production from CO, CO₂ and H₂, to maximize the overall yield of CH₄. The process will be completed by investigation, development and realization activities concerning with methane liquefaction and rectification processes towards GNL.

In the project stage of Experimental Development (ED), data and results obtained from the R&D activities at Industrial Research stage will be assessed to scale-up of the plant with particular attention on the most predictable applications in the Regions of Southern Italy. The ED phase will also include a technical-economic and feasibility study with focus on the potential areas of application of the IR project, in terms of both plant-supply feedstocks, from qualitative and quantitative point of view, and potential biomethane use in transport and energy sectors.

Integration of processes for energy valorization of the organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) and other wet organic matrices, resulting from the agro-industrial sector. Several positive impacts will be achieved, in terms of economic, environmental and social sustainability.

1.4 FINALITÀ

La presente proposta, in linea con lo scenario di riferimento dell'area di specializzazione ENERGIA e con le direttrici di sviluppo individuate dai vari gruppi di lavoro, comunitari e nazionali, sulle strategie energetiche e sulle priorità per il settore, verte su un'attività di R&D per il waste treatment, .

Trasformare i rifiuti in risorsa è in effetti uno degli elementi chiave delle strategie europee (vedi Piano d'Azione UE per l'economia circolare, approvato il 14 Marzo 2017), recepite anche a livello nazionale, e inquadrare in un'ottica più ampia riconducibile al moderno concetto dell'economia circolare. Elementi



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

chiave delle azioni EU e nazionali in materia di energia e ambiente sono la competitività, la decarbonizzazione e la sicurezza degli approvvigionamenti energetici. Essi costituiscono i presupposti base di un sistema energetico sostenibile ed efficiente. Una migliore gestione dei rifiuti produce in tal senso notevoli impatti positivi economici, ambientali e sociali. A livello ambientale, in particolare, una gestione efficiente degli scarti organici comporta importanti riduzioni delle emissioni di gas serra sia in maniera diretta (gas da discarica e/o termovalorizzazione) che indiretta (land use change ed emissioni relative a cicli produttivi da risorse primarie), migliora la qualità dell'aria e le condizioni di salubrità dei territori, con positive ricadute anche sulla salute dei cittadini (impatto socio-economico). Gli aspetti economici sono chiaramente correlati alla produzione di un biocarburante a partire da materiali di scarto e/o rifiuti, altrimenti destinati a tecniche di smaltimento che per lo più costituiscono un costo o una fonte di introito nulla per gli operatori del settore. A questo si aggiunge il verosimile incremento delle possibilità di occupazione ad alto livello professionale, dato il contributo allo sviluppo in ambito industriale di nuove e performanti tecnologie.

Lo sviluppo e la diffusione sul mercato di tecnologie rinnovabili innovative e basso-emissive costituisce quindi una priorità da perseguire a livello comunitario e nazionale sia in ambito della produzione energetica che in quello dei trasporti, nel quale si registrano alcuni ritardi nel raggiungimento degli obiettivi previsti nel pacchetto clima ed energia 20-20-20.

L'evoluzione del mercato dei biocombustibili è infatti ancora frenata da lacune tecnologiche, commerciali e dalla mancanza di infrastrutture adeguate. A livello UE e nazionale sono state adottate iniziative a sostegno dei biocombustibili ma è tuttavia necessario adottare una strategia globale coerente e stabile che preveda un quadro normativo propizio agli investimenti. In tale logica, la direttiva EU 1513/2015 spinge sull'uso dei biocombustibili avanzati che - derivando da rifiuti urbani biologici, scarti agricoli, scarti animali, etc - a differenza dei biocombustibili tradizionali, non risultano in competizione con l'uso food dei terreni agricoli. Nel caso specifico dei trasporti, sono previste quote di utilizzo di biocombustibili avanzati tra cui assume un ruolo importante il biometano, combustibile su cui l'Italia sta già intervenendo per il suo sviluppo e diffusione. Con il DM biometano, di prossima emanazione, verrà infatti introdotta l'incentivazione all'uso del biometano nei trasporti, riconoscendo una maggiore premialità a quello avanzato.

Il progetto WW GREEN FUEL propone di sviluppare un processo integrato a basso impatto ambientale, capace di creare una filiera virtuosa dal 'WET WASTE' al 'GREEN FUEL' (biometano/GNL) alternativa ai tradizionali processi di smaltimento/recupero dei rifiuti umidi (scarti vegetali, deiezioni animali, fanghi da impianti di trattamento acque, FORSU, etc.) ed indirizzata alla produzione di biometano avanzato allo stato liquido, combustibile sostenibile ed a basso impatto di CO₂.

Nell'approccio proposto, inquadrabile nella fase di Ricerca Industriale, le tecnologie di riferimento sono in particolare quelle della digestione anaerobica, della piro-gassificazione "Dry" e della gassificazione con acqua supercritica (SCWG), accoppiate ad upgrading catalitico delle correnti gassose prodotte (biogas e syngas) a biometano. In un'ottica di massima resa di conversione, efficienza energetica e bassa impronta specifica di CO₂ (carbon-footprint), in WW GREEN FUEL viene inoltre proposta l'idrogenazione della CO₂ contenuta nella corrente di off-gas dall'upgrading del biogas, con idrogeno elettrolitico prodotto utilizzando le eccedenze di rete di energia elettrica. Nell'insieme dunque il progetto propone un approccio ad alto livello tecnologico sul tema della valorizzazione dei rifiuti e, rispetto all'area di specializzazione ENERGIA, affronta in particolare i temi dello sviluppo di sistemi e di tecnologie per il waste treatment con metodi e tecniche innovative per la produzione e lo stoccaggio di energia in vettori sostenibili e a basso contenuto di CO₂. Da ultimo, per conseguire le specifiche tecniche sulla produzione di metano liquefatto, equivalente al GNL, all'interno del progetto viene proposto lo sviluppo e la realizzazione di un prototipo di rettifica e liquefazione del biometano, affrontando problematiche connesse all'impurità ammissibili e ai processi di liquefazione ideali. Dagli sviluppi del progetto sono pertanto attesi anche importanti risultati sul tema della criogenia, che in accordo con il documento "Supporto alla definizione ed attuazione delle



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

politiche regionali di ricerca e innovazione (Smart Specialisation Strategy regionali)” è stato indicato come tema di priorità nazionale, legata alla sicurezza degli approvvigionamenti e con notevoli risvolti anche nell’ambito dei trasporti navali e terrestri.

http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

<http://ec.europa.eu/environment/waste/>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32015L1513>

The present project is focused on R&D activities for waste treatment, specifically, the energy valorisation of wastes for energy purposes. This target is clearly in the line with the reference scenario of the ENERGY specialization area and the development guidelines identified by the various EU and national working groups, on energy strategies and priorities about the sector.

Transforming waste into a resource is indeed one of the key elements of the latest European strategies for improving waste management, implemented already at the national level, and addressing the subject in a wider perspective linked to the concept of Circular Economy (UE Action Plan for Circula Economy, approved on 14th March 2017) , Key element of this approach in energy and environmental prospectives are, competitiveness, de-carbonisation and sureness of energy supply. These are therefore the fundamental milestones for an effective and sustainable energy chain. Needless to say that a better waste management produces several favourable impacts in terms of economic, social and environmental sustainability. From the environmental perspective, efficient organic wastes management helps reduce the GHG emissions (by directly reducing emissions from landfilling and thermovalorisation, and indirectly recycling materials which would otherwise be extracted and processed), improve air quality level and healthy conditions of territories, and subsequently, improve health of local people.

Economic impacts can easily be connected with the new approach of wastes treatment, by which, materials previously discharged in a landfill or thermovalorisation (with no significant incomes for the operators), are now intended as renewable resources of high economic value and promising market. This also foresee increase in terms of new occupational opportunities, with high level of specialisation.

The development and dissemination of innovative and low-emission renewable energy technologies, is a priority pursued at EU and national level both in energy and transport sectors, although in the latter, there are some delays in achieving the targets set out in the 20-20-20 climate and energy package.

At present, the evolution of the biofuels market is still hampered by technological and commercial gaps, and lack of adequate infrastructure. The current high cost of innovative applications is largely due to such shortcomings. At EU and national level, initiatives to support biofuels, have been taken, however, a stable and coherent global strategy, providing a regulatory framework favorable to investment, is required. In this context, the EU 1513/2015 directive on the change in the use of land for pasture or agricultural production, in fact, foster on the use of advanced biofuels which – being derived from organic urban waste, agricultural residues, animal waste, etc. - unlike traditional biofuels, do not compete with the use of agricultural land for food production. For this purpose, in the specific case of transport, there are plans for the use of advanced biofuels, including biomethane, a biofuel, Italy is already involved in its production and diffusion. With Ministerial Decree on biomethane, to be published soon, incentives to use biomethane in the transport sector, will be introduced thus recognizing larger subsidies to the so called advanced biomethane.

The WW GREEN FUEL project proposes to develop an integrated low environmental impact process, capable of creating a virtuous supply chain from 'WET WASTE' to 'GREEN FUEL' (biomethane/LNG), as alternative to traditional waste disposal/recovery processes (organic waste, animal muds, sludge from water treatment plants, OFMSW, etc) and addressed to the production of advanced biomethane in liquid state, as sustainable and low CO2 biofuel.

In the proposed approach, referable to a stage of Industrial Research, technologies of reference are in



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

particular those of anaerobic digestion, "Dry" pyro-gasification and supercritical water gasification, (SCWG), coupled with upgrading of the produced gases, biogas and syngas, to biomethane. In a perspective of maximum conversion, energy efficiency and low carbon footprint, in WW GREEN FUEL the hydrogenation of the CO₂ in the off-gas from biogas upgrading, using electrolytic H₂ produced by surplus electricity, is also proposed.

Overall, the project proposes the development of a technological approach on the subject of energy valorization of wastes. In particular, with respect to the ENERGY specialization area, the project addresses the items of systems and technologies development for waste treatment, and technologies and innovative systems for the production and storage of energy in sustainable, low-CO₂ carriers, in a perspective of decarbonisation and circular use of resources.

Lastly, in order to achieve the technical specifications on liquefied methane, equivalent to LNG, the project proposes the development and implementation of a biomethane liquefaction prototype by addressing issues related to the acceptable impurity levels and gas liquefaction processes. Therefore, significant results on the subject of cryogenic technology, are expected, as well. According to the document "Supporting the definition and implementation of regional policies on research and innovation (Regional Smart Specialization Strategy)", this topic was indeed identified as of national priority theme, linked to security of energy supply and with considerable outcomes also in the field of naval and land transports.

1.5 COERENZA CON LE AGENDE STRATEGICHE EUROPEE E NAZIONALI

La decarbonizzazione del sistema energetico e dei trasporti costituisce una delle priorità del pacchetto clima ed energia 2020 promosso dall'UE. In tale ambito sono previsti importanti investimenti sia nel campo della ricerca che in quello delle infrastrutture e dei servizi, atteso che la transizione verso un sistema low carbon è tuttora frenata da lacune tecnologiche e commerciali e dalla mancanza di infrastrutture adeguate.

Per favorire la decarbonizzazione del sistema energetico in modo sostenibile, per assicurare l'approvvigionamento energetico e per completare il mercato interno dell'energia, è importante quindi sviluppare e mettere in commercio soluzioni tecnologiche convenienti, economiche ed efficienti. Le attività di ricerca e sviluppo in tale ambito, secondo l'UE, devono riguardare, tra l'altro, il waste treatment ed i biocarburanti avanzati.

Il progetto WW GREEN FUEL, in linea con la strategie europee in materia di ambiente ed energia, prevede lo sviluppo di tecnologie e sistemi innovativi per il waste treatment finalizzato alla produzione di biometano avanzato allo stato liquido, biocarburante sostenibile ed a basso contenuto di CO₂. Il biometano liquido, per le sue caratteristiche e potenzialità di sviluppo e diffusione, sarà infatti sempre più utilizzato nel settore dei trasporti, soprattutto nell'ambito dei trasporti pesanti e marittimi poiché esso deriva da una tecnologia economica ed efficiente, utile per consentire ai veicoli pesanti di rispettare i rigorosi limiti in materia di emissioni inquinanti previsti dalle norme Euro VI di cui al regolamento (CE) n. 595/2009.

La produzione di biometano da rifiuti organici umidi attraverso tecnologie innovative, complementari ai tradizionali processi biologici, costituisce quindi una importante opportunità di sviluppo del sistema energetico nazionale sulle direttrici dell'Economia Circolare e della Bioeconomia. L'integrazione del trattamento dei rifiuti urbani organici con fanghi ed altre matrici organiche umide risultanti dal settore agroindustriale può, infatti, da un lato favorire l'uso ottimale delle risorse e delle tecnologie disponibili - in linea con le disposizioni dettate dalle direttive europee in materia di gestione sostenibile dei rifiuti - e dall'altro accelerare lo sviluppo di tecnologie innovative. Inoltre, atteso che a livello nazionale sono stati raggiunti gli obiettivi minimi richiesti dall'Unione Europea al 2020, in materia di fonti rinnovabili complessive e di quelle elettriche, mentre si è in ritardo per il target di fonti rinnovabili nel settore dei trasporti, il biometano avanzato, per le sue peculiarità, costituisce, a livello nazionale ed europeo, una delle priorità da perseguire per il soddisfacimento dei requisiti di sostenibilità previsti dalle agende europee



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

in materia di trasporti e di stoccaggio dell'energia.

Nonostante l'Italia sia uno dei paesi a maggior efficienza energetica, presenta ancora importanti criticità essenzialmente riferibili alla forte dipendenza dagli approvvigionamenti di combustibili fossili, in particolare gas e petrolio, ed ai prezzi dell'energia mediamente superiori agli altri paesi europei. In tale logica lo sviluppo di sistemi innovativi di waste treatment per la produzione di biocarburanti avanzati, consentendo di ridurre l'uso di combustibili fossili potrebbe generare impatti positivi sulla salute, sull'ambiente e sull'economia del sistema energetico e dei trasporti nazionale.

Per quanto indicato, il progetto WW GREEN FUEL - concentrando la propria attività di ricerca su sistemi innovativi per la produzione di biometano liquido, biocarburante avanzato, sostenibile ed a basso contenuto di CO₂ - presenta importanti profili di coerenza con le priorità fissate dai documenti programmatici europei e nazionali in materia di energia, nonché nelle correlate materie della chimica verde e dei trasporti sostenibili, in quanto focalizzato sulle tematiche:

- tecnologie e sistemi per la de-carbonizzazione
- tecnologie e sistemi per il waste treatment
- tecnologie per prodotti biobased
- tecnologie e sistemi per lo sviluppo di modelli di economia circolare, nei settori della mobilità terrestre e marina

Più specificatamente, il progetto rientra perfettamente nella nuova Strategia Energetica Nazionale che affida un ruolo fondamentale all'utilizzo del biometano sia per applicazioni stazionarie che per la mobilità, risponde anche agli obiettivi strategici a livello Europeo definiti da: Energy Union, Energy Innovation e SET (Strategic Energy Technology)-Plan..

In riferimento al SET-Plan, che come è noto definisce la politica industriale di sviluppo del settore e costituisce il punto di riferimento per gli investimenti pubblici di ricerca in ambito europeo, nazionale e regionale, e per gli investimenti privati a favore della ricerca e dell'innovazione nel settore energetico, il progetto risponde perfettamente a una delle 13 traiettorie (Biofuels and alternative fuels), e ad una delle quattro priorità di Energy Union. Per quanto riguarda invece le strategie regionali, esso rientra perfettamente nelle priorità tecnologiche regionale definiti dai relativi dai piani strategici S3 (Smart Specialization Strategy) Regionali. Come è noto gli obiettivi della S3 e le priorità tecnologiche sono perseguite facendo leva sui bacini di competenze scientifico-tecnologiche presenti in ciascuna regione, nonché il tessuto produttivo in grado di attivare investimenti strategici con ampie ricadute territoriali, e sulle quali insistono importanti roadmap di Ricerca e Sviluppo, Innovazione e Interventi di sistema-

Tra le traiettorie strategiche delle "Regioni di convergenza e di transizione", cui i partner coinvolti nel progetto afferiscono, rientrano: l'utilizzo di fonti rinnovabili; le Tecnologie e...impianti per l'uso del GNL e per la criogenia; le Tecnologie e impianti per lo sviluppo dei biocarburanti; tematiche prioritarie del progetto proposto

Decarbonizing the energy and transport sectors is one of the priorities of the "2020 climate and energy package" promoted by the European Union. With respect to this objective, important investments in both research and infrastructure as well as services are expected, although the transition to a low carbon system is still hampered by technological and commercial gaps and lack of adequate infrastructure. In order to promote the decarbonisation of the energy system in a sustainable manner, ensure energy supply and complete the internal energy market, the development and commercialization of efficient and cost-effective technologies are important issues to be addressed. According to the EU, R & D activities in this field, among other aspects, must also concern the advanced biofuels.

The WW GREEN FUEL project, in line with European environmental and energy strategies, envisages the development of innovative technologies and systems for waste treatment aimed at the production of advanced biomethane in liquid state, a sustainable and low-carbon biofuel. Liquefied biomethane, owing to



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

its characteristics and potential for development and diffusion, will in fact be increasingly used in the transport sector, especially in heavy and maritime transport as it is an efficient and economic technology to allow heavy vehicles to meet the strict specifications on pollutant emissions under the Euro VI standards set out in Regulation (EC) No. 595/2009.

Biomethane production from humid organic waste through innovative technologies, to be complemented and integrated with traditional biological processes, is therefore an important opportunity for the national energy system development on the pathways outlined by the roadmaps on the Circular Economy and Bioeconomy. The integration of the treatment of organic fraction of MSW (OFMSW) with sludges and other wet organic matrices resulting from the agro-industrial sector can, on the one hand, favor the optimal use of available resources and technologies - in line with the provisions of the EU directives on the subject of sustainable waste management - and on the other hand, can accelerate the development of innovative technologies. Moreover, given that at national level, the minimum targets required by the EU by 2020 about renewable energy sources as a whole, and on electricity in particular, have been already achieved, while gaps on the target in the transport sector can still be noticed, advanced biomethane can be one of the priorities to be pursued in order to meet the sustainability requirements of the European Transport Agenda.

Although Italy is one of the most energy-efficient countries, it still presents significant critical issues, mainly due to the strong dependence on fossil fuel supplies (i.e. gas and oil) and energy prices which on average are higher than in other EU countries. Under this perspective, the development of innovative waste treatment systems for the production of advanced biofuels, making possible reductions in the use of fossil fuels, could also give place to positive impacts on health, the environment and the economy of the national energy and transport systems.

According to what above mentioned, the WW GREEN FUEL project, focusing its research on innovative systems for the production of liquefied biomethane- an advanced, sustainable and low-carbon biofuel- presents a significant consistence with the priorities set by the EU and national work programmes on energy topics, as well as the on those topics relevant to green chemistry and sustainable transport. More in detail, the project is focused on the following themes:

- *Technologies and systems for de-carbonization;*
- *technologies and systems for waste treatment;*
- *Technologies for biobased products;*
- *Technologies and systems for the development of circular economy models in the fields of land and maritime mobility.*

More specifically, the project match very well the new national energy strategy, which assigns a key role to the use of biomethane for both stationary and mobile applications, and also meets the strategic goals at European level defined by: Energy Union; Energy Innovation and Set (Strategic Energy Technology) -Plan. Concerning to the SET-Plan, which as known is the landmark for public investments in research and innovation at European, national and regional level, and for private initiatives in research and innovation in the energy sector, thus also defining an industrial development policy for the sector, the project responds perfectly to one of the thirteen trajectories (Biofuels and Alternative Fuels), and one of the four Energy Union priorities. As far as the regional strategies are concerned, the project also perfectly falls into the regional technological priorities defined by the related Strategic S3 (Strategic Specialization Strategic) Plans.

As well known, the objectives of the S3-Strategy and technological priorities are pursued by leveraging the scientific and technology expertise and know-how present in each region, as well as the on the productive network able of activating strategic investments with extensive local impacts, on which lean important roadmaps for Research and Development, Innovation and System Interventions. Among the strategic trajectories relevant for the Regions of southern Italy, to which the partners belong to, aspects relevant to the use of renewable sources, LNG and cryogenic technologies and facilities, technologies and plants for



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

the development of biofuels; priority themes of the proposed project, are also included.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

2 OBIETTIVI E ATTIVITÀ PREVISTE

OR1	<ul style="list-style-type: none"> - TECHFEM S.p.A. - CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
OR2	<ul style="list-style-type: none"> - CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - Politecnico di TORINO - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
OR3	<ul style="list-style-type: none"> - TECHFEM S.p.A. - Università della CALABRIA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
OR4	<ul style="list-style-type: none"> - Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Politecnico di TORINO - Università della CALABRIA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
OR5	<ul style="list-style-type: none"> - Università degli Studi di BARI ALDO MORO - Università della CALABRIA - Politecnico di TORINO - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
OR6	<ul style="list-style-type: none"> - Sol S.p.A. - CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - TECHFEM S.p.A.
OR7	<ul style="list-style-type: none"> - CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - TECHFEM S.p.A. - Sol S.p.A. - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

OR8	<ul style="list-style-type: none"> - Università degli Studi di BARI ALDO MORO - Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Sol S.p.A. - TECHFEM S.p.A. - CALABRIA MACERI SPA - Politecnico di TORINO - Università della CALABRIA - Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
------------	---

2.1 OBIETTIVO FINALE DEL PROGETTO

Il progetto WW GREEN FUEL si propone come obiettivo finale di sviluppare e validare su scala pilota un processo integrato di valorizzazione delle matrici organiche (biomasse, rifiuti/reflui organici, fanghi ecc.) in biometano (CH₄) liquido, biocombustibile qualificabile avanzato ai sensi del DM 10/10/14.

Sono previste azioni di RI e di SS finalizzate alla qualificazione/implementazione di tecnologie innovative, quali: purificazione del biogas (eliminazione delle componenti indesiderate dal biogas: tar, H₂S, etc.), separazione del CH₄ dalle componenti di biogas e syngas da valorizzare cataliticamente (CO₂, CO ed H₂) in metano, catalisi eterogenea finalizzata alla produzione di CH₄ di sintesi, rettifica e liquefazione del CH₄. Ulteriori attività di ricerca saranno indirizzate allo studio di processi innovativi per la produzione di biocombustibili avanzati in forma liquida quali il biometanolo ed il DME.

Saranno altresì effettuati studi di caratterizzazione e pretrattamento delle matrici nonché ricerche finalizzate alla ottimizzazione del processo di digestione anaerobica e di valorizzazione termochimica di fanghi e digestato, sempre indirizzate alla massimizzazione delle rese di produzione in metano da sottoporre a liquefazione.

La parte di RI dovrà determinare il range ottimale dei principali parametri operativi (pressione, temperatura, tempo di residenza, etc.) per tutte le reazioni o trattamenti caratterizzanti i processi su descritti, attraverso sperimentazioni su scala pilota effettuate secondo una matrice di prove pre-determinata, e per durate idonee alla stabilizzazione delle reazioni/trattamenti ai fini della raccolta di dati significativi. La RI riguarderà quindi anche l'analisi dei dati raccolti e la modellazione delle reazioni/parametri di processo, per la messa a punto delle costanti fisiche e chimiche caratterizzanti tali processi innovativi e per la loro riproducibilità con simulazioni su altra scala dimensionale.

Il progetto prevede preliminari sperimentazioni sull'innovativo concetto di gassificazione in acqua supercritica (SCWG – Super Critical Water Gasification, punto critico dell'acqua: P_c = 221 barg, T_c = 374 °C) particolarmente promettente per la valorizzazione di biomasse umide in prodotti gassosi ricchi in CH₄, CO ed H₂ e meno in CO₂. Tali studi troveranno successiva applicazione nella realizzazione e sperimentazione di un impianto pilota di taglia significativa (100 l/h) finalizzato ad essere un prototipo base per l'industrializzazione del processo.

La parte di SS prevede la realizzazione delle varie unità di reazione/trattamento in impianti pilota con funzionamento continuo, con i quali si valuterà la stabilità nel tempo dei processi e dei materiali selezionati, anche in condizioni di funzionamento critiche, e si definiranno i parametri operativi necessari per il dimensionamento di impianti industriali. La taglia di questi ultimi sarà stimata in funzione della presenza o variabilità dei reflui organici disponibili sul territorio, con particolare riferimento ad applicazioni nella



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Regione Calabria e con unità produttive di dimensioni modulari ed economicamente sostenibili in uno scenario di distribuzione diffusa tra comuni limitrofi e in applicazioni consortili. Saranno infine effettuate le necessarie analisi tecnico economiche e di sostenibilità finalizzate allo scale-up ed alla potenziale industrializzazione dei prototipi.

Development and validation of pilot-scale integrated process for energy valorization of organic matrices (biomass, waste/sludge, leachate etc.) by production of liquefied biometane, a biofuel, indicated as "advanced" fuel, according to the 10/10/2014 Ministerial Decree, will be the ultimate goal of the WW GREEN FUEL project.

The project objectives will be achieved through RI and SS (Industrial Research and Experimental Development) actions aimed at qualification/implementation of innovative technologies for different stages, such as: biogas purification to remove undesirable components from biogas (e.g. tar, H₂S etc.), CH₄ separation from the other biogas components (i.e. CO₂, CO and H₂) to be later valorized by catalytic conversion in methane, heterogeneous catalysis for CH₄ production, compression/liquefaction of CH₄. Further research activities will be focused to study innovative processes for production of advanced liquid biofuels, such as biomethanol and DME.

Characterization and pretreatment studies of the organic matrices of relevance for the project, as well as experimental activities aimed at the optimization of the anaerobic digestion process and thermochemical valorization of sludge, will be carried out with the aim of maximizing the yield of methane to be later liquefied.

The RI stage of the project will be oriented toward the determination of the optimal range of values for the main operating parameters (P, T, residence time, etc.) for all the reactions or treatments of relevance for the project by experimental campaigns carried out at pilot-scale, according to a predetermined test matrix and limited duration to stabilize reactions/treatments for significant data collection. The RI stage will also cover the analysis of collected data and the modeling of reactions/treatments to tune the physical and chemical constants characterizing these innovative processes and their reproducibility by simulations approach at different scale.

Preliminarily, the project envisages experimental tests on the innovative concept of SCWG (Super Critical Water Gasification, Critical Water Point: P_c = 221 barg, T_c = 374 ° C), which is particularly promising for the conversion of wet biomass into a gaseous products rich in CH₄, CO and H₂, in mix with amounts of CO₂, as well. Results obtained will be used for realization and testing of a significant size pilot plant (100 l/h) that will surely be considered as reference point for future R&D work for process industrialization.

The SS part involves the use of reaction/treatment units assembled in an on-line pilot plant operating in continuous mode to evaluate the stability of processes and selected materials over time. The aim will be to define the operational parameters required for the sizing of plants at industrial scale, depending on the nature of the organic waste available. Particular attention will be devoted to applications in the regions of Southern Italy, through economically accessible modular production units, easy to be dislocated on the territory through consortia networks among neighboring municipalities. Finally, the necessary sustainability and techno-economic assessments will be carried out in order to evaluate the further stages of prototype scale-up and potential industrialization.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

2.2 OBIETTIVI REALIZZATIVI (OR) E ATTIVITÀ

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR1

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- TECHFEM S.p.A.
- CALABRIA MACERI SPA
- Università della CALABRIA
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- TECHFEM S.p.A. - Unità locale Sede Operativa, Lamezia Terme (Catanzaro)
- CALABRIA MACERI SPA - CALABRIA MACERI, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Centro Enea della Casaccia, Roma (Roma)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - CENTRO Enea della Trisaia, Rotondella (Matera)

Durata in mesi:

18

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR1: CARATTERIZZAZIONE E PRETRATTAMENTO MATRICI

Questo OR raggruppa tutte le attività che riguardano la stabilizzazione, il pre-trattamento e la caratterizzazione delle matrici che verranno utilizzate nei processi di digestione anaerobica (OR2), trattamento termochimico, , termovalorizzazione del digestato (OR4) e gassificazione in acqua supercritica (OR.3). Il tratto comune delle attività consiste nell'obiettivo di valutare i pre-trattamenti delle matrici, basati su metodi chimici e fisici, che consentano di aumentare la produttività e la stabilità dei successivi processi di valorizzazione.

A.R.1.1: Caratterizzazione chimico-fisica delle matrici (RI)

Nel corso di questa attività si procederà alla caratterizzazione chimico-fisica delle matrici (FORSU, scarti agro-industriali, reflui zootecnici, etc.) che si intendono trattare. Sulla base dei risultati di caratterizzazione si procederà alla classificazione dei substrati ed alla valutazione preliminare dei pre-trattamenti necessari. Nel corso dell'attività, saranno condotte analisi chimiche, valutazioni di stabilità ed effetto della stagionalità sulla composizione e sulla qualità delle frazioni di interesse. Le caratterizzazioni chimico-fisiche condotte secondo standard internazionali di riferimento saranno differenziate in funzione dell'utilizzo previsto: DA (Digestione Anaerobica); SCWG (Supercritical Water Gasification); termovalorizzazione. I differenti processi di conversione a cui i substrati saranno sottoposti richiedono la



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

determinazione dei parametri caratteristici e critici per una corretta gestione delle prove e dei risultati sperimentali.

A.R1.2:Pretrattamento delle correnti di alimentazione da avviare alla SCWG (RI)

Questa attività è focalizzata sull'analisi sperimentale di pre-trattamenti che consentano di migliorare l'efficienza e la stabilità del processo di SCWG. In questo senso è nota la difficoltà che nasce dalla presenza di sali inorganici che in presenza del fluido supercritico possono precipitare causando il plugging del reattore o, comunque una alterazione significativa delle condizioni fluidodinamiche. Per affrontare questo problema, in dipendenza delle matrici considerate saranno investigate soluzioni tecnologiche differenti: trattamenti a membrana nel caso di substrati liquidi e trattamenti meccanici e di riscaldamento per materie prime solide. Nel caso delle membrane, saranno investigate soluzioni a base di membrane artificiali (polimeriche organiche o di altra natura) in grado di massimizzare l'efficienza della separazione dei sali inorganici, con particolare attenzione agli aspetti operativi dei parametri di processo sull'efficienza della separazione, sulla minimizzazione dei problemi di sporco delle membrane e sulla stabilità del sistema di separazione. I pretrattamenti previsti per le matrici solide saranno invece relativi alla combinazione di triturazioni meccaniche e preriscaldamenti per il raggiungimento di condizioni prossime a condizioni sub-critiche in ingresso al reattore che consentano la massima efficienza energetica e di pompaggio, oltre che la precipitazione controllata di sali inorganici.

A.R.1.3:Pretrattamento digestato per termovalorizzazione (RI)

Questa attività ha come principale obiettivo la preparazione del substrato per l'utilizzo in impianti di termovalorizzazione: pirolisi-gassificazione. Viste le caratteristiche dei fanghi di digestione anaerobica sono necessarie operazioni sul materiale per migliorare la stabilità e l'efficienza dei sistemi di conversione. Si prevedono processi di addensamento del materiale e correzione delle temperature di rammollimento/fusione delle ceneri anche attraverso l'additivazione di altofondenti, uno studio per la formulazione di miscugli con biomasse lignocellulosiche residuali sarà condotto con l'obiettivo di contribuire ad innalzare il potere calorifico e favorire l'autotermia dei processi e migliorare il comportamento termico delle ceneri.

WP 1. Physio- chemical characterization and pretreatments of feedstocks

In this WP, the work on the stabilization, pre-treatment and physico-chemical analyses of the feedstocks for anaerobic digestion (WP 2), thermochemical process (WP 4) and supercritical water gasification (WP 3), will be carried out. Physical and chemical methods will be used to pretreat the feedstocks with the goal of increasing the productivity and reliability of the processes. WP 1 will be developed according to the following Industrial Research tasks.

Task 1.1. In this task physico-chemical characterization of the feedstocks (organic fraction of MSW, agro-industrial waste, sludges, etc.), will be carried out. Results will be used to qualify the feedstocks and evaluate the mandatory pretreatments. The seasonality effect on the feedstock will be investigated, too. Chemical and physical analyses will be executed as per international standard procedures and process (Anaerobic Digestion, Super Critical Water Gasification, thermal valorization). This means that each process will provide knowledge on the properties of the feedstock that in turn will help to assess a correct working of the technology.

Task 1.2. Feedstock pretreatment for the SCWG (RI). This task is focused on pretreatments to increase efficiency and reliability of SCWG. It is well known that inorganic salts could precipitate plugging the reactor and pipes, or they could modify the fluid dynamic of the process. Different solution will be adopted as function of the feedstock: membranes for liquids; mechanical treatment and heating for solid. Polymeric membranes will be exploited for liquid to increase the efficiency in inorganic salts removal. The reliability of the membrane and related fouling problem will be investigated. The Mechanical treatment and heating for solids will be addressed to the approach sub-critical state condition at the inlet of the reactor. In this



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

way efficiency will be maximized and the salt precipitation will be controlled.

Task 1.3. Digestate Pretreatment for thermochemical process (RI). The main objective of this task is the "conditioning" of the digestate in waste-to-energy plants based on pyrolysis-gasification process. Assessed the characteristics of digestate, operations are required to improve the stability and efficiency of thermochemical plants. Tricks to avoid undesired phenomena such as material ramming and ash softening/melting will be undertaken: e.g. feedstock mixtures of digestate with lignocellulosic biomass will be considered for the process

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

Per quanto riguarda il raggiungimento degli obiettivi previsti nelle singole attività del presente OR, per finalizzare correttamente le azioni, è necessario tenere in conto le problematiche legate ai processi ai quali sono destinati le matrici da caratterizzare e pretrattare. L'esperienza e le competenze dei partner partecipanti a questa attività è tale da consentire la corretta focalizzazione. Questa conoscenza consente di individuare tutti i parametri chimico fisici e i pretrattamenti necessari per risolvere o intervenire sulle problematiche note. I pretrattamenti per le matrici solide in ingresso richiedono:

- La presenza di eventuali frazioni indesiderate (metalli, inerti, etc.) possono creare problemi sia al processo di digestione anaerobica che di gassificazione in condizioni di acqua supercritica;
- La granulometria del materiale da inviare al processo anaerobico richiede l'ottimizzazione delle operazioni di triturazione;
- Il pompaggio e preriscaldamento matrice in ingresso al processo di SCWG;
- La risoluzione delle problematiche legate all'alto contenuto di sali inorganici nelle matrici inviate al processo di SCWG.

Per i materiali destinati ai processi di valorizzazione termochimica è necessario invece tener conto di altri fattori:

- L'elevato contenuto di umidità dei fanghi infatti richiede un primo trattamento di tipo meccanico per la riduzione del contenuto di acqua e successivamente, attraverso l'utilizzo di energia termica di recupero, l'essiccamento fino a valori accettabili di umidità 10-20%.
- La ridotta granulometria, bassa densità e l'alto contenuto di ceneri sono parametri che ne condizionano l'utilizzo.
- La granulometria ridotta favorisce il suo uso in sistemi a letto fluido ma l'alto contenuto di ceneri potrebbe causare l'impaccamento del letto a causa delle basse temperature di rammollimento e fusione delle stesse.
- La ridotta granulometria ne limita il suo uso in impianti di gassificazione a letto fisso.
- Della bassa densità e qualità delle ceneri, si prevedono processi di addensamento del materiale e correzione delle temperature di rammollimento/fusione delle ceneri anche attraverso l'additivazione di altofondenti.

I partecipanti al presente OR, ognuno per la sua parte, hanno competenze e strutture adeguate per poter rispondere alle esigenze delle singole attività. La caratterizzazione chimico-fisica delle matrici in ingresso ai processi, che riveste un ruolo molto importante nello sviluppo delle attività anche per altri OR, sarà in carico principalmente ad ENEA ed Unical. L'ENEA ha un'esperienza più che ventennale nella caratterizzazione analitica di biomasse e matrici organiche di varia natura. Il personale impiegato nel progetto ha preso parte attivamente ai gruppi di lavoro istituiti in ambito CEN per lo sviluppo di standard analitici. Le competenze specialistiche, le strutture di ricerca e i laboratori analitici da impiegare per l'esecuzione del progetto coprono in pieno le esigenze operative e di ricerca previste dal progetto e dall'OR1. I laboratori chimico-fisici, dotati di strumentazione analitica complessa afferenti a diverse tecniche (GC-TCD, GCMS, HPIC, ICP-OES, ICP-MS, TGA, DTA, FTIR, CHNS/O, calorimetria, BET; determinazione del comportamento termico delle ceneri) possono caratterizzare in maniera completa le



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

matrici. Una notevole esperienza analitica è presente anche nella caratterizzazione delle correnti di processo e in particolare dei processi termochimici. Ad integrazione di dati e conoscenze già acquisite sono previste, preliminarmente, attività di approfondimento sulla caratterizzazione e pretrattamento dei miscugli da alimentare al processo di gassificazione in acqua supercritica

To achieve the objectives of this WP, it is necessary to take into account the issues related to the processes and feedstocks under investigation. Partners involved in this activity have knowledge, experience and expertise in these fields to identify all the physical chemical parameters and the pretreatments useful to reduce and solve the issues. Pre-treatment of solid feedstocks are devoted to:

- minimize undesirable fractions (metals, inerts, etc.) that can create problems both in the anaerobic digestion process and in supercritical steam gasification;*
- optimize the shredding operations to have useful granulometry of the material for the anaerobic process;*
- pumping and preheating matrix entering the SCWG process.*

However, other factors must be taken into account in feedstocks for thermochemical valorization:

- the high sludge moisture content requires a first mechanical treatment for the reduction of water content and then, through the use of thermal recovery energy, drying up to acceptable humidity values of 10-20% .*
- reduced granulometry, low density and high ash content are parameters that affect its use.*
- reduced granulometry favors its use in fluid bed, but the high ash content can cause the bed packing because of the low softening and melting temperatures.*
- the reduced granulometry restricts its use in fixed bed gasification systems*
- to cover the low density and poor quality of the ashes, material thickening processes and correction of softening/melting temperatures are also forecasted through the addition of high-melting salts.*

The participants of this WP have the necessary skills and facilities to meet the needs of each task. The physico-physical characterization of feedstocks, which plays a very important role in the development of WPs, will be primarily related to ENEA and Unical. ENEA has more than twenty years of experience in the analytical characterization of biomass and organic matrices. The staff involved in the project have actively participated in the CEN working groups established for the development of analytical standards. The specialized expertise, research facilities and analytical laboratories to be used for project execution fully cover the operational and research needs of the project and WP1. Physico-chemical laboratories, equipped with complex analytical instruments (GC-TCD, GCMS, HPIC, ICP-OES, ICP-MS, TGA, DTA, FTIR, CHNS / O, calorimetry, BET, of the ashes) can fully characterize the matrices. A considerable analytical experience is also present in the characterization of output process streams, in particular of thermochemical processes. In order to integrate data and knowledge already acquired, preliminary activities are planned for the characterization and pretreatment of mixtures to be supplied to the supercritical gasification process.

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR2

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- CALABRIA MACERI SPA
- Università della CALABRIA
- Politecnico di TORINO



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- CALABRIA MACERI SPA - CALABRIA MACERI, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)
- Politecnico di TORINO - Politecnico di TORINO, Torino (Torino)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Centro Enea della Casaccia, Roma (Roma)

Durata in mesi:

24

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR2: Ottimizzazione del processo di digestione anaerobica

L'OR raggruppa tutte le attività sperimentali per l'ottimizzazione della produzione del biogas da DA e la sua purificazione.

A.R.2.1: Ottimizzazione crescita e funzionalità consorzio microbico (RI)

L'AR prevede l'ottimizzazione di miscele di biomasse e rifiuti più efficaci per la produzione di biogas e delle condizioni di reazioni ottimali per assicurare la crescita e la funzionalità del consorzio microbico nel reattore. Verranno caratterizzati i microrganismi presenti, in modo da poter variare le condizioni di processo (temperatura, pH, eventuale aggiunta di nutrienti specifici), a seconda della composizione della materia prima in ingresso per ottenere elevate rese e velocità di conversione in biogas, in considerazione del contenuto elevato di cellulosa e altri polimeri difficilmente degradabili che caratterizzano la frazione organica dei rifiuti urbani. Saranno valutati da parte dell'ENEA, su fermentatori di laboratorio e su un impianto pilota di piccola taglia, sia gli effetti di diverse condizioni di processo che quelli prodotti dall'uso di specifici inoculi microbici con elevata capacità di degradazione di substrati recalcitranti ad alto contenuto di cellulosa, anche in abbinamento con l'impiego di sistemi innovativi di pretrattamento fisico basati sull'impiego di campi elettrici pulsati.

A.R.2.2: Analisi sperimentale effetto parametri di processo su composizione biogas (RI)

Sarà svolto lo studio dell'effetto di due parametri di processo: la temperatura ed il tempo di residenza, sulla quantità e la composizione del biogas prodotto. Saranno valutate le rese di processo (massa di carbonio recuperato nel biogas per massa di carbonio nel substrato alimentato) e la produttività del processo (massa di biogas prodotto per massa di substrato alimentato), oltre alle concentrazioni di metano nel biogas. La temperatura sarà variata nell'intervallo che garantisce la sopravvivenza delle specie microbiche e l'instaurarsi delle appropriate condizioni per la loro proliferazione. Il tempo di residenza sarà variato tra i 15 e i 30 giorni investigando la produttività complessiva del sistema

A.R.2.3: Analisi sperimentale effetto alimentazione su composizione biogas (RI)

Sarà investigato l'effetto della tipologia di FORSU conferita e di altri materiali da alimentare alla DA sulla quantità e la composizione del biogas prodotto. Saranno valutate le rese di processo (massa di carbonio recuperato nel biogas per massa di carbonio nel substrato alimentato) e la produttività del processo (massa di biogas prodotto per massa di substrato alimentato), oltre alle concentrazioni di metano nel biogas

A.R.2.4: Analisi della purificazione del gas: rimozione dei composti solforati (RI)

Sarà sviluppata una tecnica di purificazione del biogas con sistemi innovativi per ottenere, a costi contenuti e con facilità di gestione del processo, un prodotto con alti standard qualitativi.

Sarà messo a punto un impianto pilota per la purificazione del biogas da H₂S sfruttando tecnologie classiche accoppiate a tecniche innovative di tipo elettrochimico per il recupero del solfato di ferro



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

utilizzato nel processo di abbattimento dell'H₂S. L'attività prevede: - Corretta determinazione, alle diverse condizioni di alimentazione, della composizione del biogas, in termini di concentrazione di H₂S per il corretto dimensionamento del sistema di lavaggio; - Individuazione del sistema gas-liquido più efficace per le operazioni di lavaggio. Infatti, la rimozione dello zolfo da questa soluzione, a causa della sua natura colloidale, costituisce una problematica importante da risolvere; - Recupero dello zolfo dalla soluzione di lavaggio. Infatti, la rimozione dello zolfo costituisce uno stadio critico nei processi a umido

A.R.2.5: Sperimentazione ed analisi dei risultati su impianto taglia industriale (SS)

Calabra Maceri sperimenterà, ove possibile, i migliori parametri rilevati sull'impianto taglia industriale

OR2: Optimization of the anaerobic digestion process

This OR concerns all the experimental activities for the optimization of biogas production by anaerobic digestion and its purification.

Task.2.1: Growth optimization and functionality microbial consortium (RI)

This AR envisages the optimization of biomass and waste blends to be more effective toward the biogas production, and optimization of the reaction conditions to ensure the growth and functionality of the microbial consortium. The microorganisms will be characterized under different process conditions (T, pH and specific nutrients) and taking into account the composition of the input raw material, in which the cellulose content and other not easily degradable polymers can be significant high, to achieve high yields and conversion rates in biogas. ENEA will evaluate the effects of different process conditions and those produced by the use of specific microbial inoculums with high degradation capacity of recalcitrant high cellulosic substrates, also in combination with the use of innovative physical pretreatment systems based on pulsed electrical fields. For this purpose, lab-scale fermenters and a small pilot plant will be used.

Task.2.2: Effect of process parameters on biogas composition (RI)

Effect of two process parameters: the temperature and residence time, on the quantity and composition of the biogas produced will be studied. Process yields (carbon mass recovered in biogas per carbon mass in the substrate feedstock) and process productivity (biogas mass produced per mass of substrate feedstock) will be evaluated, in addition to methane concentrations in biogas. Temperature will be varied in the range to ensure the survival of the microbial species and the establishment of appropriate conditions for their proliferation. The residence time will be between 15 and 30 days investigating the overall productivity of the system.

Task 2.3: Effect of the feedstock characteristics on biogas composition (RI)

The effect of type the OFMSW and other materials to be fed to the AD will be investigated with respect to the quantity and composition of produced biogas. Process yields (carbon mass recovered in biogas per carbon mass in the substrate feedstock) and process productivity (biogas mass produced per mass of substrate feedstock) will be evaluated, in addition to methane concentrations in biogas.

Task.2.4: Gas purification: removal of sulfur compounds (RI)

A biogas purification technique will be developed with innovative systems enabling to produce a gaseous stream with quality standards to improve conversion efficiency, and the same time ensure cost-effectiveness and easiness in the process management. A pilot plant for the purification of biogas from H₂S will be developed by using classic technologies coupled with innovative electrochemical techniques for the recovery of the iron sulphate used in the H₂S abatement process. The activity involves: - proper determination of the of H₂S concentration in the biogas at different feeding conditions to properly size the washing system; - Finding the most efficient gas-liquid system for washing operations, being the removal of colloidal sulfur from this solution one of the major problem to be solved; - Sulfur recovery from the washing solution, being the sulfur removal a critical stage in wet processes.

Task.2.5: Experimental campaign and analysis of results on industrial size plant (SS)

Calabra Maceri will test, where possible, the best parameters found on the industrial size plant.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

Per quel che riguarda in modo più specifico la possibile innovazione dei processi di digestione anaerobica, presso l'ENEA sono stati studiati e sviluppati nel corso degli ultimi anni processi basati sull'impiego di specifici inoculi microbici (funghi anaerobici ruminanti + batteri idrogeno produttori) per accelerare la degradazione di substrati ad elevato contenuto di cellulosa. Le conoscenze ottenute saranno utilizzate nell'ambito del progetto come base di partenza per avviare sperimentazioni mirate sui substrati oggetto della ricerca, avvalendosi della disponibilità di una piattaforma sperimentale di recente realizzazione presso il Centro ENEA della Casaccia (Roma), costituita da un digestore pilota da 1 m³ e relativo sistema di alimentazione, da un dispositivo a campi elettrici pulsati per il pretrattamento della biomassa e dalla strumentazione analitica per il controllo di processo e la determinazione in continuo della produzione e composizione del biogas.

I laboratori ENEA interessati dalla sperimentazione sono dotati di tutte le apparecchiature per la caratterizzazione dei substrati e di tecniche di biologia molecolare (DGGE, ARDRA, FISH, ecc.) dei microrganismi presenti all'interno dei fermentatori, con la successiva correlazione alle diverse tipologie di alimentazione e condizioni di reazione. L'attività di caratterizzazione riguarderà l'effetto sulla comunità microbica di pretrattamenti biologici (inoculi di funghi ruminanti e/o batteri idrogeno produttori).

Il Laboratorio di Fermentazione Anaerobica del POLITO (FERMAN) è in grado di disporre di due bioreattori da due litri (volume di lavoro), uno in vetro, capace di operare ad una pressione massima di 4.8 bar e l'altro in acciaio, progettato per operare ad una pressione massima di 10 bar.

Inoltre, sarà utilizzato durante le fasi della sperimentazione un digestore pilota, già in dotazione alla azienda Calabria Maceri, per il quale si prevede il completamento della strumentazione di controllo e monitoraggio in remoto. Calabria maceri per la sperimentazione dei migliori risultati in scala industriale utilizzerà le facility dell'impianto industriale. Le competenze di Università di Calabria e di Techfem e le strutture di ricerca e laboratori dell'Università di Calabria, attinenti le tematiche specifiche, saranno utilizzate per il raggiungimento degli obiettivi del presente OR.

Concerning the possible innovation of anaerobic digestion processes, in recent years, ENEA has studied and developed processes based on the use of specific microbial inoculums (anaerobic ruminal fungi and hydrogen-producing bacteria) for accelerating the degradation of substrates with high cellulose content. The already obtained knowledge will be used as part of the project, as a starting point to initiate targeted tests on the substrates under investigation, using the availability of a recent experimental platform available at the ENEA Center of Casaccia (Rome), consisting of a pilot digester from 1 m³, the related feeding system (i.e. a pulsed electric field device for pre-treatment of biomass) and analytical instrumentation for process control and continuous determination of biogas production and composition. The ENEA's labs involved in the investigation are equipped with all required analytical instruments for substrates characterization and with molecular biology techniques (DGGE, ARDRA, FISH, etc.) for characterization of the microorganisms present inside the fermenters and subsequent correlation with the different typologies of feedstocks and reaction conditions. The Anaerobic Fermentation Laboratory of POLITO (FERMAN) is able to have a couple of two-liter (work-volume) bioreactors: one in glass, capable of operating at a maximum pressure of 4.8 bar and the other in steel, designed for operate at a maximum pressure of 10 bar.

The characterization activity will concern the effect on the microbial community of the biological pre-processing (inoculum of ruminal fungi and/or hydrogen-producing bacteria). Moreover, for the



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

experimental campaign a pilot digester, already available at CALABRIA MACERI, will be used. At this plant an implementation of remote control and monitoring instruments will be completed first. To assess the scalability of the experimental results at larger scale, the industrial plant already available at CALABRIA MACERI will be use. To the achievement of the objectives of the present OR, the expertise and skill, along with the research and laboratory facilities by CALABRIA UNIVERSITY and TECHFEM will be also considered.

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR3

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- TECHFEM S.p.A.
- Università della CALABRIA
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- TECHFEM S.p.A. - Unità locale Sede Operativa, Lamezia Terme (Catanzaro)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Fisica, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - ENEA Centro Ricerche Brndisi, Mesagne (Brindisi)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - CENTRO Enea della Trisaia, Rotondella (Matera)

Durata in mesi:

30

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

O.R.3: Tecniche innovative di valorizzazione dei fanghi, reflui e percolati mediante gassificazione in acqua supercritica (SCWG)

Si prevede di svolgere le attività teoriche e sperimentali su impianti laboratorio e pilota che porteranno alla realizzazione di SCWG per la produzione di metano da rifiuti con lo scopo di ottimizzarne la funzionalità per portate di alimentazione di circa 100 l/h (al 10-20% di sostanza organica in acqua) che consentono di superare la fase bench-scale caratterizzata da portate inferiori ai 5 l/h. La fase di scale-up è importante per definire come la variazione della taglia del reattore deve essere gestita a livello di soluzioni tecnologiche per il controllo delle condizioni di reazione, al fine di garantire gli opportuni tempi di residenza ed il mantenimento delle condizioni supercritiche. Quindi si adatteranno le soluzioni tecnologiche per la purificazione della fase gassosa in uscita dall'impianto. Si procederà alla analisi sperimentale del processo di metanazione del (bio)syngas, prevedendo la idrogenazione catalitica di CO e CO₂ contenuta nella corrente

L'OR sarà sviluppato attraverso le seguenti attività:

A.R.3.1: Stato dell'arte e modellazione dei processi (RI)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Nel corso di questa attività, con l'ausilio di adeguati software/modelli numerici saranno analizzati i principali parametri operativi del processo di SCWG, con particolare attenzione all'effetto della scala dimensionale delle apparecchiature

A.R.3.2: Prove preliminari reattore SCWG (RI)

L'obiettivo è quello di determinare il range ottimale dei principali parametri operativi (temperatura, pressione, tempo di residenza, concentrazione di solidi nell'alimentazione, velocità di riscaldamento) per massimizzare la conversione della frazione organica e la resa in metano e per individuare eventuali criticità del processo e le soluzioni per il loro superamento. Come feedstock, saranno utilizzate diverse tipologie di biomasse umide (FORSU, scarti agro-industriali, reflui zootecnici, digestato e percolati etc.), fornite dal partner Calabria Maceri

A.R.3.3: Realizzazione e prove preliminari unità di purificazione (RI)

L'attività è focalizzata alla ottimizzazione della unità di separazione a supporto del reattore sviluppato nel corso dell'attività 3.2, valutando la soluzione migliore tra i sistemi a membrana ed i PSA. Saranno eseguite prove sperimentali sull'unità pilota di separazione e purificazione del syngas in batch e in continuo, con l'obiettivo di determinare il range ottimale di condizioni operative (temperatura, pressione) per garantire un'adeguata purificazione del syngas e per individuare eventuali criticità del processo e le strategie impiantistiche e di processo per il loro superamento

A.R.3.4: Realizzazione e prove preliminari unità di metanazione del (bio)syngas (RI)

Saranno ottimizzate le proprietà di catalizzatori supportati per la conduzione della reazione di metanazione di (bio)syngas, conducendo uno studio cinetico del processo in condizioni di eccesso di CO_x ed elevata pressione. I catalizzatori saranno sintetizzati, caratterizzati (XRD, SEM/TEM, Porosimetria, XPS, TPx) e successivamente testati in bench-scale al fine di valutarne le prestazioni in termini di conversione, resa e stabilità

A.R.3.5: Realizzazione e prove preliminari unità di separazione del (bio)metano (RI)

Saranno svolte prove su impianto pilota di separazione del biometano con l'obiettivo di determinare l'intervallo operativo dei principali parametri di processo (temperatura e pressione) per massimizzare la resa in metano della corrente da avviare al processo di purificazione e liquefazione

A.R.3.6: Assemblaggio dell'unità dimostrativa (SS)

Verranno assemblate le singole unità pilota (SCWG, separazione e purificazione syngas, metanazione e separazione CH₄) in un impianto in linea da esercire in continuo. Sarà valutata la stabilità del processo e dei materiali selezionati per definire i parametri operativi utili alla progettazione di impianti di taglia industriale.

WP3- innovative techniques for the valorization of sluges, wast and leachates via supercritical water gasification (SCWG)

A SCWG pilot plant for the production of methane from waste will be built to the aim of optimizing the operability of the plant at 100 l/h size (10-20 % S/L ratio) and thus ultimately overcome the stage of bench scale process, where feeding rate < 5 l/h are of reference. Such stage will allow to study how the reactor size affect the selection of technologies process operation control required to monitor the residence time and keep the water supercritical conditions. Afterward, technology solutions to produced biosyngas cleaning will be adopted and experimental campaign for producing CH₂ by CO and CO₂ hydrogenation will carried out. This WP will be subdivided in IR research and ED activities.

Task 3.1: State-of-art and process modelling (IR)

By using software and numerical models the mains SCWG process parameters will be assessed. Particular attention will be given to the dependence on the size of the equipment. Starting from the experimental lab scale (450 ml reactor, available at Trisaia RC) and to the aim of evaluating the scaled-up configuration, each process unit will be assessed and designed at pilot scale. Based on the ORI outputs, ad-hoc options



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

for feedstocks pretreatment and feeding, for the reactor configuration and the cleaning gas system will be considered.

Task 3.2: Building of a SCWG and preliminary experimental campaign (IR)

A SCWG facility will be built and experimental tests will be carried out in batch and continuous mode. A program of tests will be set to evaluate the effect of process parameters. Aim of the experimental campaigns will be: determining the process parameters allowing optimal reactor operation (T and P, resident time, solid concentration in the feeding, heating rate), maximize the feedstock conversion and CH₄ yield; identify possible critical issues and solutions to their overcoming. Different types of wet biomass feedstocks (OFMSW, agroindustrial residues, sludge, digestate, leachate) provided by Calabria Maceri will be used.

Task 3.3: Building of a unit for gas cleaning and preliminary test campaign (IR)

A separation unit to support the reactor from Task 3.2 will be selected between membrane and PSA systems and optimized. Experimental tests will be carried out in batch and continuous mode on a pilot unit for syngas separation and cleaning to determine: the optimal T and P values; ensure the adequate syngas cleaning; identify possible critical issues and solutions to their overcoming.

Task 3.4: Building of a unit for biosyngas methanation and preliminary test campaign (IR)

Preparation of supported catalysts for methanation will be optimized. Best condition for CO₂ activation will be identified to maximize the CH₄ yield through conducting a kinetic study of the process in condition of excess of CO_x and high pressure. Catalysts will be synthesized, characterized and tested at bench scale to evaluate their performance of: conversion, yield and stability, versus to the operating conditions changes.

Task 3.5: Building of a unit for biomethane and preliminary test campaign (IR)

Experimental tests on the pilot facility for CH₄ separation from model gas mixtures will be carried out to determine the operating range of the T and P parameters to maximize the CH₄ yield in the stream to be sent for purification and liquefaction. Critical issue and possible solutions for their overcoming will be evaluated.

Task 3.6: Assembling of the demonstration unit (SS)

The single pilot units (i.e. SCWG, syngas separation and cleaning, CH₄ separation) will be assembled to an on-line plant to operate in continuous. Stability over time of processes and selected materials will be evaluated, to define the operational parameters required for designing plants at sizes for industrial applications.

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

Tutti i partecipanti alle attività del presente OR detengono comprovate conoscenze e strutture per la realizzazione delle unità del sistema e il raggiungimento degli obiettivi previsti. Le attività 3.1 e 3.2 saranno svolte prevalentemente dalla Techfem che oltre a detenere elevate capacità di ingegneria impiantistica è dotata ed esperta nella gestione dei migliori software di simulazione nel campo del processo e delle analisi di sicurezza, software che saranno utilizzati per la modellazione del processo SCWG con le differenti matrici. Per lo sviluppo del modello matematico si farà riferimento a informazioni di letteratura ma soprattutto a dati sperimentali già acquisiti in ENEA e ai dati sperimentali che scaturiranno dalle attività, appositamente predisposte, su scala laboratorio del sistema SCWG ENEA. Il sistema sarà altresì utilizzato per la verifica stessa del modello previsionale. ENEA, presso i laboratori del CR Trisaia dispone di reattore batch da 0,5 litri circa e di un sistema in continuo, da 0.450 l per gassificazione in condizioni di acqua supercritica. Le competenze e le strutture di Calabria Maceri saranno di supporto alla preparazione delle matrici sperimentali. I dati raccolti, le problematiche emerse e le soluzioni individuate saranno alla base della progettazione e realizzazione dell'unità di SCWG.

Le conoscenze, competenze e infrastrutture di UNICAL sono allineate con le necessità del progetto, e in



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

particolare con lo sviluppo dell'unità di purificazione prevista nell'attività 3.3. Si ritiene che le conoscenze già acquisite nella realizzazione dei supporti, separazione e purificazione di gas saranno sufficienti allo sviluppo e ottimizzazione dell'unità di purificazione.

L'attività 3.4 vedrà impegnati congiuntamente e sinergicamente in modo prevalente UNICAL e DITNE ENEA CR Trisaia. La capacità di sviluppo e caratterizzazione di catalizzatori di metanazione di UNICAL e i test in bench-scale condotti su un sistema disponibile nel CR ENEA di Trisaia, con miscele simulate o gas reale, compresso consentiranno di valutarne le prestazioni.

Esperienze e dati già disponibili su altri catalizzatori, sperimentali e commerciali, saranno la base per l'ottimizzazione delle condizioni sperimentali e lo sviluppo dell'unità pilota.

Le competenze di SOL esperta nella produzione e ricerca applicata nel settore di attività dei gas tecnici e medicali consentiranno lo sviluppo dell'unità di separazione del metano.

A conclusione delle attività di ricerca industriale del presente OR si ritiene che saranno acquisite importanti conoscenze utili all'ulteriore sviluppo delle unità realizzate e utilizzate con syngas reale provenienti dai processi in studio.

All participants in the activities of this OR have proven knowledge, skills and facilities for the realization of the system and for achieving the expected goals. Tasks 3.1 and 3.2 will be carried out mainly by Techfem, which has high engineering expertise, know-how and skills in the use of softwares for process simulation and risk assessment. Such software will be used for modeling the SCWG process with different feedstocks. For the numerical model development, data of literature and experimental already acquired by ENEA will be considered, along with those collected during the specific experimental campaigns carried out at the ENEA SCWG lab-scale system. The system will then be of reference in the further stage of validation of the developed predictive mode. At the ENEA Trisaia's laboratories a 0.5-l batch reactor and a 0.45-l continuous system for gasification under supercritical water conditions are available. Know-how and infrastructures by Calabria Maceri will be of support in the preparation of the feedstocks for the experimental campaigns. The collected data, the emerging issues and the solutions identified will provide the background for the stage of designing and implementation of the SCWG unit.

Knowledge, skills and infrastructures by UNICAL are consistent with the needs of the project, and in particular with the development of the purification unit envisaged in AR3.3. It is believed that the knowledge already gained in the realization of membrane supports, separation and purification of gas will be sufficient to develop and optimize the purification unit. AR3.4 will jointly and synergistically engage POLITO, UNICAL and DITNE ENEA CR Trisaia. The UNICAL capacity in development and characterization of methanation catalysts, along with the bench-scale tests carried out on two experimental systems, available at POLITO and at CR ENEA of Trisaia, with simulated gas mixtures or compressed real gas will allow to evaluate their performance. Knowledge and data already available on other catalysts, experimental and commercial, will be the basis for optimizing experimental conditions and developing the pilot unit.

SOL expertise in production and applied research in the field of technical and medical gases will enable the development of the methane separation unit.

At the end of the industrial research (RI) activities of this OR, important know-how will be gained in the development of the units to be realized and used with real syngas from the processes under evaluation.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR4

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
- Politecnico di TORINO
- Università della CALABRIA
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - ITAE - Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia, Messina (Messina)
- Politecnico di TORINO - Politecnico di TORINO, Torino (Torino)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Fisica, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - ENEA CENTRO RICERCA PORTICI, Portici (Napoli)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - CENTRO Enea della Trisaia, Rotondella (Matera)

Durata in mesi:

30

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR4: VALORIZZAZIONE TERMOCHIMICA DEI FANGHI (RI)

Nel presente OR saranno svolte tutte le attività per la valorizzazione energetica attraverso processi termochimici del substrato proveniente dal processo di digestione anaerobica oltre alla purificazione del syngas prodotto e alla separazione e sintesi del metano e alla produzione di biocombustibili. Le attività previste sono:

A.R.4.1: Sviluppo di modelli numerici per la valutazione e l'ottimizzazione dei processi finalizzati alla produzione di biocombustibili.

Obiettivo dell'attività sarà sviluppare dei modelli numerici che consentano di analizzare, la specifica tecnologia oggetto di studio. Le informazioni così ottenibili consentiranno di ottimizzare i differenti processi in funzione dell'obiettivo prefissato. Le diverse tecnologie di conversione termochimica oggetto di analisi, saranno dedite al recupero dei fanghi con l'obiettivo di massimizzare sia il grado di conversione di questi che la produttività in termini di metano dell'intero processo.

A.R.4.2: Analisi comparativa dei processi termochimici di valorizzazione del digestato (RI)

Ad oggi non vi è una tecnologia consolidata per la valorizzazione energetica attraverso processi termici dei fanghi di digestione anaerobica. In quest'attività saranno valutate le potenzialità e i limiti di diverse tecnologie per individuare quella più adatta al trattamento dei fanghi.

A.R.4.3: Studio e realizzazione del sistema di cleaning del gas di processo (RI)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Sperimentata la tecnologia che massimizza la produzione del metano, saranno condotti degli studi inerenti alla pulizia del gas. E' noto che nei processi di pirolisi e gassificazione i contaminanti organici ed inorganici sono la barriera alla diffusione commerciale della tecnologia. Saranno studiati, realizzati e sperimentati metodi diversi per la pulizia del gas dal particolato dagli inquinanti organici e inorganici.

A.R.4: Analisi sperimentale delle migliori tecnologie individuate (SS)

Realizzate le necessarie modifiche/implementazioni, le attività sperimentali saranno svolte adottando misure di gestione degli impianti idonei al digestato. Sarà verificata la possibilità di essiccamento e pellettizzazione del digestato come anche la co-piro/gassificazione del digestato con altre biomasse.

A.R.4.5: Separazione del gas metano (RI)

Una corrente di gas prodotto dal processo termochimico dopo essere stato pulito dai contaminanti sarà inviato ad un modulo per la separazione del metano. Saranno eseguiti test parametrici su gas reale e/o simulato in funzione della composizione del gas ottenibile dal processo di termoconversione al fine di individuare le migliori condizioni di esercizio per la separazione del metano.

A.R.4.6: Sintesi di metano da off-gas (RI)

L'off-gas proveniente dal modulo a membrana sarà rettificato nella sua composizione al fine di ottenere un gas con rapporto molare H₂/CO e H₂/CO₂ idoneo alla sintesi catalitica di metano. Il gas rettificato sarà alimentato ad un reattore catalitico dove avverrà un'ulteriore produzione di metano.

A.R.4.7: Conversione catalitica di bio-syngas (H₂/CO/CO₂) in metanolo (MeOH) e dimetiletere (DME) tramite catalizzatori innovativi (RI)

L'attività è finalizzata alla valorizzazione di stream gassosi ricchi in CO₂ per la produzione di metanolo/DME. Da un punto di vista operativo l'obiettivo è quello di sviluppare un sistema catalitico efficiente e stabile in grado di produrre selettivamente metanolo e/o DME, in presenza di un syngas contenente quantità variabili di CO₂. Sulla base dell'esperienza posseduta nella preparazione dei catalizzatori eterogenei per la produzione di biocombustibili, la ricerca sarà indirizzata verso lo sviluppo di catalizzatori metallici o bimetallici supportati e strutturati, utilizzando diversi metodi di preparazione e di attivazione. I catalizzatori saranno caratterizzati dal punto di vista strutturale e morfologico.

WP 4: DIGESTATE AND SLUDGE THERMOCHEMICAL VALORIZATION (IR)

In WP 4 energy valorization of digestate and sludge by thermochemical process will be investigated together with syngas cleaning, separation of methane from syngas and methane/biofuels synthesis. In the following the tasks are listed:

Task 4.1: mathematical model to evaluate and optimize the process targeted to biofuels production.

In this task mathematical models will be developed to analyse the technologies under investigation. Information from models allows to optimize the process as function of the goal. The thermochemical conversion technologies, object of this study, are addressed to increase both the conversion degree of the digestate and of the sludge both the methane production of the whole process.

Task 4.2: Comparative analysis of thermo-chemical processes for digestate and sludge valorization (IR)

To date there is no established technology for energy valorization through thermal processes of digestate and sludge from biogas plant. In this activity, the potentialities and drawbacks of different technologies will be evaluated to identify the most suitable for digestate and sludge treatment.

Task 4.3: Study and realization of the process gas cleaning system (IR)

Once established the technology that maximizes methane production, gas purification studies will be conducted. It is well known that in pyrolysis and gasification organic and inorganic contaminants are the barrier to the commercial diffusion of technology. Different methods for cleaning gas from particulate matter, organic and inorganic pollutants will be studied, realized and tested.

Task 4.4: Experimental analysis of the suitable technologies (ED)

After having modified and upgraded the plants, the experimental activities will be carried out by adopting



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

measures for the management of the plants. The digestate and sludge drying and pelletisation as well as digesting co-pyro / gasification with other biomasses will be kept in account as tricks to improve the process reliability.

Task 4.5: Separation of methane gas (IR)

A gas stream fraction, produced by the thermochemical process and after being cleaned, will be sent to a methane separation module. Parametric tests on real and / or simulated gas will be performed as function of gas composition obtainable by the process in order to identify the best operating conditions for the separation of methane.

Task 4.6: Methane synthesis from off-gas (IR)

The off-gas from the membrane module will be rectified in its composition to obtain a H₂ / CO and H₂ / CO₂ molar ratio gas suitable for methane catalytic synthesis. The rectified gas will be fed to a reactor catalyst where a further methane production will occur.

Task 4.7: Catalytic conversion of bio-syngas (H₂ / CO / CO₂) to methanol (MeOH) and dimethylether (DME) by means of innovative catalysts (IR)

The activity is aimed to the exploitation of rich gaseous streams in CO₂ for the production of methanol / DME. From an operational point of view, the goal is to develop an efficient and stable catalytic system capable of selectively producing methanol and / or DME from a syngas having variable amounts of CO₂. Based on the gained experience in the preparation of heterogeneous catalysts for the production of biofuels, the research will be directed towards the development of supported and structured metal or bimetallic catalysts using various methods of preparation and activation. The catalysts will be characterized as concerns the structure and morphology.

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

I partecipanti alle attività del presente detengono comprovate competenze e strutture per il raggiungimento degli obiettivi previsti. Per quanto concerne le attività di valorizzazione termica dei fanghi e per la realizzazione dei modelli numerici dell'Attività 4.1 si può evidenziare che ENEA dispone di adeguati codici di calcolo (es. ChemCad, Aspen Plus, MatLab, ModeFrontier, ecc.) in grado di essere interfacciati direttamente con i modelli dei sotto-processi. Nel corso degli anni sono stati sviluppati in ENEA modelli numerici di processi termochimici come pirolisi e gassificazione secondo diversi approcci. In ENEA- sono presenti varie tecnologie di piro-gassificazione per la valorizzazione termochimica della biomasse e materiali di scarto. I sistemi sono stati realizzati per lo sviluppo e messa a punto dei processi in dipendenza della matrice da trattare e della finalità. I sistemi sperimentali hanno una potenzialità che varia da 30 a 1000 kWt e afferiscono a differenti tecnologie: letti fissi; letti fluidi e tamburi rotanti. Sono operativi anche sistemi scala laboratorio fino a 10 kWt. L'esperienza, le conoscenze e competenze acquisite durante la progettazione, realizzazione e l'esercizio di tali impianti sono propedeutiche allo svolgimento dell'Attività 4.2 e 4.3. Nello specifico alcuni di questi impianti in scala laboratorio sono già stati eserciti utilizzando digestato proveniente da un impianto a biogas. I risultati dell'esercizio di tali impianti sono stati disseminati in brevetti, pubblicazioni scientifiche ed atti di congressi. Le conoscenze, competenze e infrastrutture di UNICAL sono perfettamente in linea con le necessità del progetto, e in particolare con lo sviluppo dell'unità di purificazione prevista, da interfacciare al sistema di pirogassificazione e con lo sviluppo di catalizzatori da utilizzare per la sintesi di metano da off-gas.

La capacità di sviluppo e caratterizzazione di catalizzatori di metanazione e i test in bench-scale condotti su un sistema disponibile nel CR ENEA di Trisaia, con miscele simulate o gas reale, comporranno di valutarne le prestazioni. Esperienze e dati già disponibili su altri catalizzatori, sperimentali e commerciali, saranno la base per l'ottimizzazione delle condizioni sperimentali e lo sviluppo dell'unità pilota.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Per quanto riguarda il CNR-ITAE è da anni impegnato nello sviluppo di sistemi catalitici efficienti nella sintesi di MeOH/DME mediante idrogenazione catalitica della CO₂. Tali studi hanno documentato un'attività superiore dei sistemi ternari sviluppati Cu/ZnO/ZrO₂ rispetto ai sistemi industriali Cu/ZnO/Al₂O₃, che hanno favorito l'ottenimento di rese elevate a metanolo in condizioni di reazione più blande. Inoltre, è stato evidenziato come la formazione di metanolo avvenga in regime "cinetico" e la funzionalità catalitica sia controllata dal metodo di preparazione.

Risultati e competenze che saranno utilizzate e applicate nella presente proposta per la definizione di nuove formulazioni catalitiche che portino alla realizzazione di sistemi catalitici attivi, selettivi e stabili nella conversione del bio-syngas a metanolo/DME.

Participants of WP 4 have expertise and facilities for achieving the goals. As regards the set-up of numerical models of thermal valorization processes (Task 4.1), it has to highlight that ENEA has adequate computing codes (eg ChemCad, Aspen Plus, MatLab, ModeFrontier, etc.) able to be directly interfaced with sub-process models. Over the years, ENEA has developed numerical models of thermochemical processes such as pyrolysis and gasification according to different approaches. In ENEA- there are several pyro-gasification technologies for the thermo-chemical valorization of biomass and waste materials. Systems have been developed for developing and fine-tuning processes depending on the matrix to be treated and purpose. Experimental systems have input thermal power ranging from 10 to 1000 kW and relate to different technologies: fixed beds; fluid beds and rotating drums. The experience, knowledge and skills gained during the design, construction, installation and operation of these plants are prerequisites for the works of task 4.2 and 4.3. Specifically, some of these plants have already been tested using digestate from a biogas plant. The results of the running of these plants have been disseminated in patents, scientific publications and proceeding of scientific conferences. UNICAL's knowledge, skills and infrastructures are perfectly in line with the project's targets, and in particular with the development of the expected purification unit, interfacing with the pyro-gasification system and the development of catalysts for the methane synthesis from off-gas.

The skill to develop and to characterize methanation catalysts together with skill to run a bench catalytic plant available in Trisaia's CR ENEA with simulated or real gas will allow evaluating the performance of the system. Experiences and data already available on other experimental and commercial catalysts, will be used for optimizing experimental conditions and developing the pilot unit.

CNR-ITAE has been involved for years in the development of efficient catalytic systems in the synthesis of MeOH / DME by catalytic hydrogenation of CO₂. These studies showed a good activity of Cu / ZnO / ZrO₂ developed ternary systems compared to Cu / ZnO / Al₂O₃ industrial systems, which promote high methanol yields under softer reaction conditions. In addition, it has been shown that the formation of methanol takes place under kinetic control and the catalytic functionality is controlled by the preparation method.

Results and skills will be used in this proposal for the definition of new catalytic formulations that lead to the production of active, selective and stable catalytic systems in converting bio-syngas to methanol / DME

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR5

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- Università degli Studi di BARI ALDO MORO



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Università della CALABRIA
- Politecnico di TORINO
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- Università degli Studi di BARI ALDO MORO - Dipartimento di Chimica, Bari (Bari)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Fisica, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)
- Politecnico di TORINO - Politecnico di TORINO, Torino (Torino)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Centro Enea della Casaccia, Roma (Roma)

Durata in mesi:

24

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR5: Metanazione da H₂ e CO₂ e produzione di biofuel (RI)

L'OR ha come obiettivo sia la conversione della CO₂ da upgrading del biogas, in CH₄. metanolo (MeOH) e dimetiletere (DME).

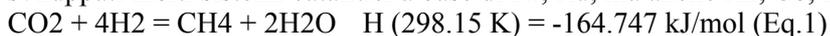
Saranno sintetizzati catalizzatori di nuova formulazione attivi, stabili e selettivi a base di Ni o altri con metalli idonei alla catalisi della reazione voluta. Questi saranno sottoposti a processi di caratterizzazione (analisi morfologica, diffrazione ai raggi X, riduzione e/o ossidazione e/o in programmata di temperatura, analisi SEM/EDS) e quindi saranno testati per valutarne la reattività.

La conversione della CO₂ è una tecnologia di notevole interesse che richiede l'uso di H₂. Se tuttavia quest'energia deriva da una fonte rinnovabile, il processo di conversione può davvero rappresentare un utile metodo per immagazzinare energia rinnovabile sotto forma di energia chimica disponibile on demand. La finalità dell'OR, quindi, è il sequestro e la conversione della CO₂ per la produzione di metano e biocombustibili.

Le attività previste sono:

A.R. 5. 1: Conversione per via termica di CO₂ a metano (RI)

Il processo di metanazione di CO₂ è un processo fortemente esotermico (Eq. 1) e allo scopo sono stati sviluppati molti sistemi catalitici a base di Ni, Ru, ma anche Rh, Co, Fe:



Utilizzando catalizzatori a base di rutenio si hanno sistemi catalitici molto attivi, che consentono di lavorare a conversioni per passaggio e selettività a metano pressoché complete. Recentemente, però, sono comparsi in letteratura diversi catalizzatori a base di nickel che paiono avere prestazioni molto promettenti e che potrebbero costare significativamente meno.

L'obiettivo di questa attività è sintetizzare catalizzatori di quest'ultimo tipo per valutarne la reattività. Uno degli aspetti non chiarissimi nella letteratura è la resistenza di questi sistemi catalitici all'avvelenamento, che potrebbe essere un problema nel caso di CO₂ derivato da biogas.

Saranno svolte valutazioni di tipo cinetico, interessanti in condizioni di composizione di gas sub-stechiometriche. Infine potranno essere considerati aspetti relativi al design del reattore (tramite modeling). La reazione è fortemente esotermica e non è detto che soluzioni a strati adiabatici interrefrigerati siano soddisfacenti.

Il partenariato ha accesso a tre impianti sperimentali di diversa dimensione, tra cui un impianto prepilota, per fare misure di attività catalitica per la reazione di interesse.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

A.R.5.2: Conversione per via fotocatalitica di CO₂ a metano (RI)

Saranno sviluppati sistemi fotocatalitici che operano nel visibile a basso carico di metalli preziosi, metalli non preziosi. Sarà studiata la conversione e la selettività in funzione di temperatura e pressione. Sarà anche verificata per via fotocatalitica di stream di CO₂+CH₄ che possano essere direttamente arricchite in metano senza separazione preventiva del CH₄ dal CO₂.

A.R.5.3: Studio e sviluppo di catalizzatori innovativi per la conversione di bio-syngas (H₂/CO/CO₂) e miscele CO₂/H₂ in metanolo (MeOH) e dimetiletere (DME) (RI)

Obiettivo dell'attività è la definizione di nuove formulazioni catalitiche per la realizzazione di sistemi catalitici attivi, selettivi e stabili nella conversione del bio-syngas a metanolo ed a DME. I nuovi materiali saranno investigate su micro-impianto di laboratorio, configurato con reattori di tipo PFR (Plug Flow Reactor) a pressione: 10-50 atm, e temperatura: 100-400°C.

A.R.5.4: Sperimentazione sugli impianti ENEA per la conversione di CO₂ (RI).

I catalizzatori sintetizzati saranno testati utilizzando le infrastrutture pilota di ENEA, che garantiscono grande flessibilità operativa in termini di pressione, temperatura, gas hourly space velocity (GHSV), composizione dell'alimentazione, ecc.. Il contributo ENEA, in stretta integrazione con l'Università di Bari e CNR-ITAE, permetterà lo sviluppo dei catalizzatori e la loro utilizzazione nell'impianto pilota.

OR5: CO₂ Methanation and production of di biofuels (RI)

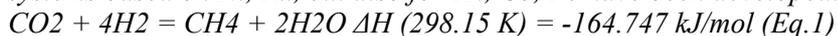
The goal of the OR is to convert the CO₂ from the stage of biogas updrading into CH₄ and other biofuels such as methanol (MeOH) and dimethylether (DME). Newly active, stable and selective Ni- catalysts, or based on other active elements, will be synthesized to promote the desired reaction. These materials will be properly characterized by morphological analysis, X-ray diffraction, TPR/TPO and SEM/EDS analysis and will then be tested to evaluate their reactivity.

The conversion of CO₂ is a technology of considerable interest that requires the use of H₂. The latter needs energy to be produced. However, if this energy comes from a renewable source, the process of conversion can indeed be a useful method for storing renewable energy in chemical form to be available on demand. The ultimate purpose of this OR is therefore the sequestration, and subsequent conversion, of CO₂ for the production of methane and biofuels.

The envisaged activities are:

Task 5. 1: thermal conversion of CO₂ into methane (RI)

The process of CO₂ methanation is a highly exothermic process (Eq. 1) and for this purpose many catalytic systems based on Ni, Ru, but also for Rh, Co, Fe have been developed:



Using ruthenium, very active catalytic systems are made available, which allow to work on almost complete methane conversion and selectivity. However, several nickel-based catalysts appeared recently in literature, which seem to have very promising performance and at the same time also considerably less expensive. In this AR, catalysts of this latter type will be synthesized to evaluate the reactivity. Based on literature, one of the aspects that still need to be explored is the resistance of these catalytic systems to poisoning, an aspect which could indeed be a problem in the case of CO₂ derived from biogas.

Kinetic evaluation under sub-stoichiometric gas composition conditions will be carried out. Finally, aspects of reactor design (by modeling) will be considered owing to the fact that, being the reaction strongly exothermic, staged adiabatic solutions with inter-refrigeration steps could not be satisfactory.

To acquire data on catalytic activity toward the reaction of interest of the developed materials, experimental campaigns by using two test rigs will be carried out.

Task5.2: Photocatalytic conversion of CO₂ to methane (RI).

Photocatalytic systems based on precious metals, operating in the Vis-spectral range, will be developed.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Conversion and selectivity will be studied in terms of temperature and pressure. Photocatalytic conversion and selectivity will also be considered on "CO₂ + CH₄" streams in order to verify the possibility for direct CH₄ enrichment, without prior separation of the two components.

Task 5.3: Study and development of innovative catalysts for the conversion of bio-syngas (H₂/CO/CO₂) and CO₂/H₂ mixtures into methanol (MeOH) and dimethylether (DME) (RI).

The objective of the activity is to define new catalytic formulations for the production of active, selective and stable systems to be used in the conversion of bio-syngas into methanol and DME. The performances of the new materials will be investigated on a micro-laboratory facility based on PFR (Plug Flow Reactor) type reactors by exploring 10-50 atm and 100-400 °C operating parameter ranges.

Task 5.4: Experimental test campaign of CO₂ conversion at the ENEA facility (RI).

The synthesized catalysts will be tested using the ENEA pilot plant, a facility ensuring great operational flexibility in terms of P, T, gas hourly space velocity (GHSV), inlet gas composition, etc. The ENEA contribution, in close connection with University of Bari and CNR-ITAE, will allow the development of catalysts and their use in the pilot plant.

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

Il gruppo di ricerca della Prof Dibenedetto - UNIBA da tempo si occupa di processi di conversione di CO₂ come molecola building block per la sintesi di chemicals e di prodotti per l'energia. Pertanto, saranno messe a disposizione del progetto le conoscenze e le competenze maturate negli anni per quanto riguarda la sintesi di catalizzatori e fotocatalizzatori, la loro caratterizzazione ed utilizzo per la conversione di CO₂ in metano.

Il Gruppo del prof. Frusteri - CNR-ITAE è impegnato da diversi anni nello sviluppo di sistemi catalitici efficienti nella sintesi di MeOH/DME mediante idrogenazione catalitica del CO₂ [F. Frusteri et al, Stud. Surf. Sci. Catal. 147 (2004) 385-390; Appl. Catal., B 162 (2015) 57-65; Appl. Catal., A 544C (2017) 21-29]. Tali studi hanno documentato un'attività superiore dei sistemi ternari Cu/ZnO/ZrO₂ rispetto ai sistemi industriali Cu/ZnO/Al₂O₃, che hanno favorito l'ottenimento di rese elevate a metanolo in condizioni di reazione più blande. Utilizzando un sistema "ibrido" bifunzionale, costituito da un catalizzatore Cu/ZnO/ZrO₂ ed una zeolite, è stata dimostrata la fattibilità della sintesi diretta del DME in fase gas da miscele CO₂-H₂.

Il Gruppo di lavoro ENEA, metterà a disposizione le competenze tecnico-scientifiche del personale afferente al Dipartimento TERIN, oltre ai laboratori altamente sofisticati e agli impianti, scala banco, per i test catalitici.

Ove necessario saranno attivati contratti di ricerca da affidare a giovani esperti nel settore di riferimento.

The Research Group led by Prof. Dibenedetto (UNIBA) has long been involved in CO₂ conversion processes as a building block molecule for the synthesis of chemicals and energy products. Therefore, the knowledge and skills acquired over the years will be made available to the project to the synthesis of catalysts and photocatalysts, their characterization and use for the conversion of CO₂ into methane.

The Research Group led by Prof. Frusteri (CNR-ITAE) has been engaged for several years in the development of efficient catalytic systems for the MeOH/DME synthesis by catalytic hydrogenation of CO₂ [F. Frusteri et al., Stud. Surf. Sci. Catal. 147 (2004) 385-390; Appl. Catal., B 162 (2015) 57-65; Appl. Catal., A 544C (2017) 21-29]. These studies have documented a superior activity of Cu/ZnO/ZrO₂ ternary



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

systems compared to Cu/ZnO/Al₂O₃ industrial systems. The new systems favor high methanol yields under mild reaction conditions. Using a bifunctional "hybrid" system, consisting of a Cu/ZnO/ZrO₂ catalyst and a zeolite, the feasibility of direct synthesis of DME in gas phase from CO₂-H₂ mixtures was proved. The ENEA's research group will provide the technical and scientific expertise of the staff at the involved Research Department TERIN, along with the highly sophisticated laboratories and bench scale plant for catalytic tests. If necessary, research contracts will be launched to be entrusted to young experts in the field of reference.

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR6

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- Sol S.p.A.
- CALABRIA MACERI SPA
- Università della CALABRIA
- TECHFEM S.p.A.

Localizzazione:

- Sol S.p.A. - SEDE PRINCIPALE MONZA, Monza (Monza e della Brianza)
- Sol S.p.A. - CENTRO COLLAUDI CASERTA, Pignataro Maggiore (Caserta)
- Sol S.p.A. - R&D LAB -SALERNO, Salerno (Salerno)
- CALABRIA MACERI SPA - CALABRIA MACERI, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)
- TECHFEM S.p.A. - Unità locale Sede Operativa, Lamezia Terme (Catanzaro)
- Sol S.p.A. - FILIALE BARI, Modugno (Bari)
- Sol S.p.A. - FILIALE MARCIANISE (Caserta), Marcianise (Caserta)
- Sol S.p.A. - Filiale Catania, Catania (Catania)

Durata in mesi:

24

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR6: LIQUEFAZIONE DEL BIOMETANO

L'OR raggruppa le attività che riguardano la trasformazione del metano prodotto attraverso i processi sviluppati nei precedenti obiettivi realizzativi, in un combustibile con caratteristiche di qualità conformi al suo utilizzo commerciale. Le Attività si suddividono in attività legate allo studio e allo sviluppo di un processo di rettifica della purezza del biometano e in attività legate allo studio del processo industriale necessario alla sua liquefazione. Verranno realizzati due impianti pilota, il primo in grado di rettificare la purezza del Biometano, il secondo in grado di effettuare la liquefazione del biometano purificato ottenendo come output di processo il Biometano liquido.

A.R.6.1: Rettifica della purezza del biometano (SS) (IT)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Sulla base degli output provenienti dagli altri obiettivi realizzativi verrà identificata la composizione tipica di Biometano in ingresso al prototipo di purificazione. Infatti, sulla base dei dati risultanti dagli OR 2, OR 3 ed OR 4 sarà possibile ipotizzare il tenore medio di idrocarburi sia a catena lunga che a catena corta, il tenore medio di CO₂, il dew point e l'eventuale presenza di ulteriori inquinanti nel flusso di Biometano da trattare. Successivamente si procederà allo studio del migliore processo di purificazione, verranno considerati l'assorbimento, l'adsorbimento e la separazione criogenica. Verrà inoltre svolta una analisi relativa al fabbisogno energetico di ciascun processo.

Una volta identificato il miglior processo di purificazione, si procederà con l'identificazione dei materiali in grado di svolgere efficacemente la rettifica del Biometano, nello specifico verranno identificati e testati i migliori materiali al fine di ottenere i parametri principali di processo necessario per il funzionamento ottimale degli stessi. Si procederà quindi alla prototipazione dell'impianto di purificazione del Biometano in tutte le sue parti, nello specifico verranno definite pressione e temperatura ottimale di lavoro. Si procederà quindi con la progettazione delle linee di movimentazione del biometano, successivamente sarà necessario definire le logiche di processo tenendo in considerazione tutte le normative attualmente in vigore relativamente alle caratteristiche di sicurezza attiva e passiva che il prototipo dovrà necessariamente mostrare. Verranno quindi identificate i principali componenti d'impianto definendone successivamente la progettazione esecutiva.

Il target per tale prototipo è la rimozione di tutti gli inquinanti presenti nel biometano fino ad arrivare ad una concentrazione di inquinanti inferiore ai 50 – 70 ppmv.

AR.6.2: Liquefazione biometano (SS) (IT)

A seguito dell'ottimizzazione del processo di purificazione del Biometano, sarà possibile identificare la migliore tecnologia di liquefazione. Come è noto per poter ottenere stabilmente il passaggio dallo stato gassoso e quello liquido è necessario abbattere la temperatura del biometano fino al raggiungimento dell'equilibrio liquido-vapore che, come è noto risulta essere funzione della pressione a cui esso si trova.

Il processo di raffreddamento del Biometano potrà essere svolto attraverso la sottrazione di calore utilizzando frigoriferi provenienti da liquidi criogenici a temperature inferiori rispetto alla temperatura di liquefazione del Biometano, oppure attraverso cicli frigoriferi che utilizzino fluidi mantenuti a temperature inferiori rispetto alla temperatura di liquefazione del Biometano. La scelta tra le tecnologie di liquefazione verrà effettuata sulla base dei consumi specifici di ciascuna tecnologia.

Si procederà quindi alla progettazione e realizzazione del prototipo di impianto per la liquefazione del biometano rettificato.

La progettazione e realizzazione dovrà essere svolta in conformità con le attuali normative di sicurezza attiva e passiva previste.

Il target di produzione per il prototipo di liquefazione è fissato in 15 lt/h di Biometano liquido prodotto.

OR6: Biomethane liquefaction (EN) (max 4000 caratteri)

The OR involves activities related to the transformation of methane produced through the processes developed in the previous achievement targets in a fuel with quality characteristics that conform to its commercial use. The OR 6's activities are divided into sub activities related to the study and development of a biomethane purification process and in sub activities related to the industrial process required for its liquefaction. Two pilot plants will be produced, the first capable to correct the purity of Biomethane, the second one being able to make liquid the purified biomethane by obtaining the Biomethane liquid process output.

Task 6.1: Correction on Biomethane purification (SS) (EN)

Based on the outputs from the other achievement targets, the typical biomethane composition fed to the purification prototype will be identified. In fact, based on the data from OR 2, OR 3 and OR 4, it will be



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

possible to hypothesize the medium content of both long chain and short chain hydrocarbons, the average content of CO₂, the dew point and the presence of further pollutants in the flow of Biomethane to be treated. Subsequently, the best purification process will be studied: absorption, adsorption and cryogenic separation will be considered. An analysis of the energy needs for each process will also be carried out.

Once the best purification process has been identified, the identification of the best materials capable of effecting the biomethane correction will be carried out. Specifically, the best materials will be identified and tested in order to obtain the main process parameters necessary for the optimal operation of the plant. The prototype of the biomethane purification plant will then be studied in all its parts, in particular the optimum pressure and temperature will be defined. Then all the biomethane piping will be designed and then it will be necessary to define the process logics taking into account all the current regulations regarding the active and passive safety features that the prototype will have necessarily to show. The main system components will then be identified, but the executive design will be carried out successively.

The target for this prototype is removing all of pollutants present in the biomethane until it reaches a concentration of pollutants below 50-70 ppmv.

Task 6.2: Biomethane Liquefaction (SS) (EN)

Following optimization of the Biomethane purification process, it will be possible to identify the best liquefaction technology. As is known, to be able to obtain stable passage from the gaseous and liquid state, it is necessary to break down the biomethane temperature until the liquid-vapor balance is reached which, as is known, is a function of its pressure.

The biomethane cooling process can be accomplished by subtracting heat using cryogenic liquid at lower temperatures than the Biomethane liquefaction temperature or by refrigeration cycles using fluids maintained at temperatures lower than the Biomethane liquefaction temperature. The choice among the liquefaction technologies will be based on the specific consumption of each technology.

Then will be proceed to the design and construction of the prototype for the liquefaction of the rectified biomethane.

The design and implementation must be carried out in accordance with the current regulations regarding the active and passive safety features envisaged.

The production target for the liquefaction prototype is set to 15 l / h of Liquid Biomethane production.

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

I partecipanti alle attività previste per questo obiettivo realizzativo detengono comprovata esperienza e conoscenze per il raggiungimento degli obiettivi.

All'interno delle attività previste dall'OR6 la SOL metterà a disposizione le competenze tecniche ed economiche sviluppate dai suoi tecnici per la valutazione delle migliori soluzioni tecnologiche da impiegare per il raggiungimento degli obiettivi di progetto. Per quanto concerne lo studio e lo sviluppo del processo oggetto dell'OR 6 inoltre verrà inoltre impiegata la struttura denominata R&D lab Salerno Unit, cioè una struttura attrezzata per la realizzazione di prototipi, l'esecuzione di test funzionali di lunga durata e la completa caratterizzazione dei gas in ingresso ed uscita dai prototipi. Tale struttura è inoltre dotata di apparecchiature atte alla simulazione di una ampia gamma di miscele gassose necessarie per l'esecuzione dei tests.

Nello specifico, verranno messe in campo conoscenze sviluppate da SOL in oltre 90 anni di attività industriale relativa al trattamento e alla purificazione di molecole gassose. SOL, infatti, già realizza impianti per la purificazione di una ampia gamma di gas quali ad esempio Idrogeno, Anidride Carbonica ed Azoto. Le tecnologie attualmente impiegate da SOL per la purificazione dei sopraccitati gas coprono l'intera gamma di tecnologie per la purificazione quali l'adsorbimento, l'assorbimento fisico o chimico e la



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

separazione selettiva. SOL inoltre ha sviluppato nell'ambito di progetti industriali e altri progetti di ricerca capacità e competenze nel trattamento di gas esplosivi e infiammabili.

Inoltre, verranno messe a frutto conoscenze e competenze relative ai principali processi di liquefazione di molecole gassose sviluppate da SOL nell'ambito della sua primaria attività industriale, cioè la produzione, gestione e distribuzione allo stato liquido dei "gas dell'Aria". SOL infatti dispone di 34 impianti di produzione di Azoto liquido, Ossigeno liquido ed Argon liquido ottenuti per purificazione, liquefazione e distillazione di Aria

Participants in the activities envisaged for this achievement target have proven experience and knowledge to achieve the goals.

Within the activities foreseen by OR6, SOL will provide the technical and economic expertise developed by its technicians for the evaluation of the best technological solutions to be used to achieve the project targets. As regards the study and the development of the process of the OR 6, the structure called R & D Lab Salerno Unit will be used, ie a facility equipped for prototypes, long-term functional tests and for the full characterization of the input and output gas of the prototypes. This structure is also provided with equipment suitable for simulation of a wide range of gas mixtures, necessary for carrying out the tests.

Specifically, SOL will put in place expertise developed during over 90 years of industrial activity related to the treatment and purification of gaseous molecules. SOL, in fact, already has plants for the purification of a wide range of gases such as Hydrogen, Carbon Dioxide and Nitrogen. The technologies currently employed by SOL for purifying the above mentioned gases cover the entire range of purification technologies such as adsorption, physical or chemical absorption, and selective separation. SOL has also developed, within industrial projects and other research projects, capabilities and expertise in the treatment of explosive and flammable gases.

In addition, will be used the knowledge and expertise gained by SOL in the main processes of liquefaction of gaseous molecules in the context of its primary industrial activity, ie liquid production, management and distribution of "Air Gases". SOL has 34 production plants of Liquid Nitrogen, Liquid Oxygen and Liquid Argon obtained via Purification, Liquefaction and Air Distillation.

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR7

Tipo di attività:

- Ricerca Industriale
- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- CALABRIA MACERI SPA
- Università della CALABRIA
- TECHFEM S.p.A.
- Sol S.p.A.
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- CALABRIA MACERI SPA - CALABRIA MACERI, Rende (Cosenza)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali, Rende (Cosenza)
- TECHFEM S.p.A. - Unità locale Sede Operativa, Lamezia Terme (Catanzaro)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Sol S.p.A. - SEDE PRINCIPALE MONZA, Monza (Monza e della Brianza)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - CENTRO Enea della Trisaia, Rotondella (Matera)

Durata in mesi:

30

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR7: ANALISI DI FATTIBILITÀ E SOSTENIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Il presente OR ha come principale obiettivo la realizzazione delle valutazioni tecnico economiche e degli studi di fattibilità finalizzati allo scale-up e potenziale industrializzazione del prototipo e delle validazione energetico-ambientale del processo. Sarà diviso in tre macro attività.

OR7.1- sulla scorta delle esperienze acquisite e delle eventuali problematiche emerse durante l'esercizio dell'impianto sperimentale, verranno individuate le dovute azioni correttive e/o le soluzioni migliorative da porre in atto per consentire in maniera più immediata il futuro sviluppo e l'industrializzazione del prototipo.

Si procederà alla preliminare analisi di mercato individuando il settore di potenziale riferimento, ovvero gli utilizzatori target, la posizione e la quota di mercato di eventuali competitors, le opportunità di mercato e le barriere di ingresso. Raccolte le dovute informazioni si procederà ad una preliminare analisi dei flussi finanziari (flussi di cassa, indici di redditività economica, VAN, PBP) per valutare il posizionamento economico della proposta progettuale nel potenziale scenario competitivo industriale. In una seconda fase

OR7.2), Analisi LCA (LIFE CYCLE ASSESSMENT) del sistema con l'obiettivo di evidenziare i punti di forza della soluzione progettuale proposta rispetto ad altre tecnologie di conversione/trattamento delle matrici organiche umide derivanti da processi finalizzati alla produzione di metano (nello specifico digestione). L'analisi LCA consentirà di valutare i carichi ambientali associati al processo identificando e quantificando i consumi di materia ed energia e le emissioni nell'ambiente. Sostanzialmente la metodologia che sarà impiegata si basa su un approccio sistematico secondo cui il sistema in oggetto è analizzato in ogni fase della sua vita, dall'estrazione e trasformazione delle materie prime, attraverso la produzione, il trasporto e l'utilizzo, fino al riciclo o allo smaltimento. Identificati i dimostratori del progetto, lo studio LCA si focalizzerà innanzitutto sull'analisi delle performance energetico-ambientali di soluzioni alternative che prevedono il recupero e la trasformazione dei fanghi. Sarà quindi valutata la soluzione innovativa sviluppata nel corso del progetto, quantificandone i benefici ambientali e nel contempo, individuando le fasi in cui si concentrano le maggiori criticità (di carattere ambientale). Le informazioni raccolte consentiranno di pianificare e indirizzare gli interventi di miglioramento. L'ultima fase (

OR7.3, Analisi degli impatti sociali derivanti dalla realizzazione progettuale. L'adozione su scala industriale di processi innovativi rischia di generare un "allarme sociale", spesso dovuto a cattiva informazione e sfiducia verso le istituzioni pubbliche. Sempre più spesso, infatti, nascono comitati e movimenti cittadini che protestano e si muovono per la chiusura di questo e quell'impianto. La percezione del rischio, l'emergenza e il rifiuto categorico di "pagare il prezzo" della presenza dell'impianto nel territorio, sono diventati fonte di "tensioni" sociali e di forti dinamiche conflittuali. Difficilmente, infatti, si guarda alla presenza di impianti di questo tipo in termini di "sostenibilità socio-ambientale". L'obiettivo di questa attività, è quello di analizzare tali fenomeni attraverso l'utilizzo di metodi di ricerca sia quantitativi (indagini statistiche portate avanti attraverso Survey fatte con metodo CATI) finalizzate alla definizione della Percezione del rischio ambientale nei territori e nelle aree di riferimento. Questo potrebbe portare anche alla definizione del grado di accettazione sociale del processo di utilizzo delle nuove forme di energia, attraverso indicatori qualitativi (interviste semi strutturate a testimoni privilegiati), finalizzate alla definizione anche del potenziale di diffusione del Bio-LNG



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

WP 7: FEASIBILITY ANALYSIS AND ECONOMIC TECHNICAL SUSTAINABILITY

The main goal of this WP is technical and economic evaluation, feasibility analysis, energy-environmental validation of the process aimed to the scale-up and to potential industrialization of the prototype. It will be divided into three tasks.

Task 7.1. Economic technical evaluations and feasibility studies aimed at the scale-up and potential industrialization of the prototype.

On the basis of the experiences and of the arisen problems during the operation of the experimental plant, the appropriate corrective actions and/or the improvement solutions will be identified in order to enable the future development and industrialization of the prototype. Preliminary market analysis will be carried out by identifying the potential reference sector, i.e. target users, market position and market share of potential competitors, market opportunities and entry barriers. Collected information will be used to establish a preliminary analysis of the cash flows and economic profitability indices (VAN, PBP) to evaluate the cost-effectiveness of the proposal in the potential competitive industrial scenario.

Task 7.2. Energy-environmental validation of the project.

Life Cycle Assessment (LCA) analysis of the system with the aim of highlighting the strengths of the proposal compared to other conversion technologies of wet organic matrices resulting from processes aimed at the production of methane (in this case anaerobic digestion). The LCA analysis will assess the environmental load of the process by evaluating material and energy consumption and emissions in the environment. Basically, the methodology is based on a systematic approach that analyzes the system at every stage of its life, from the extraction and processing of raw materials through production, transport and utilization to recycling or disposal. Identified project demonstrators, the LCA study will first focus on the analysis of energy-environmental performance of alternative solutions involving the recovery and transformation of sludge and digestate. The innovative solution developed during the project will be evaluated by quantifying its environmental benefits and at the same time by identifying the stages in which the most critical (environmental) issues are concentrated. The information will allow to plan and address the improvement actions.

Task 7.3. Social Sustainability Analysis.

Analysis of the social impacts of the proposal. Industrial-scale innovative processes is likely to generate a "social alarm", often due to bad information and distrust in public institutions. More and more often, in fact, committees of citizens protest and move for the closure of this and that plant. The perception of the risk, the emergency and the categorical refusal to "pay the price" of the plant in the territory, create social "tensions" and strong conflicting dynamics. In fact, it is difficult to see such plants in terms of "socio-environmental sustainability". The aim of this activity is to analyze these phenomena through the use of quantitative research methods (statistical surveys carried out through CATI method) targeted to the definition of the perceived environmental risk in the territories and reference areas. This could also lead to define the degree of social acceptance of the process, through qualitative indicators (semi-structured interviews), aimed at the definition of the bio-LNG diffusion potential.

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

L'obiettivo finale sarà quello di ridurre il più possibile i costi di realizzazione dell'impianto in previsione del suo futuro sviluppo su scala industriale e di esercizio/manutenzione durante la sua operatività. I target di riferimento, ovvero il costo specifico (kEuro/kWe) di realizzazione e di probabile successiva commercializzazione, così come i costi massimi ammissibili per le operazioni di esercizio/manutenzione, che garantiscono il successo economico del progetto, saranno il risultato di un'accurata analisi tecnico-economica.

Risultati attesi Le valutazioni tecnico-economiche corredate da analisi di sensibilità consentono di ottenere



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

valutazioni di immediata utilità per il potenziale investitore, potendo lo stesso disporre di indicazioni circa la scelta delle variabili tecniche/economiche che possono portare maggiori o più rapidi ritorni economici dell'investimento. Definiscono inoltre i range di fattibilità economica della proposta progettuale.

Output

Proiezioni economico-finanziarie della proposta progettuale e analisi comparativa di mercato per la definizione relativa dei diversi competitors. Limiti di costo ammissibili in fase realizzativa e taglia di riferimento per garantire il successo economico dell'attività.

Si procederà alla preliminare analisi di mercato individuando il settore di potenziale riferimento, ovvero gli utilizzatori target, la posizione e la quota di mercato di eventuali competitors (soluzioni impiantistiche che consentono il raggiungimento di obiettivi analoghi), le opportunità di mercato e le barriere di ingresso. Raccolte le dovute informazioni si procederà ad una preliminare analisi dei flussi finanziari (flussi di cassa, indici di redditività economica, VAN, PBP) per valutare il posizionamento economico della proposta progettuale nel potenziale scenario competitivo industriale (parametri di offerta competitiva, ovvero costo specifico di installazione finale dell'impianto). Parametrizzando le valutazioni (es. analisi di sensibilità al variare della taglia di impianto e/o dei costi/benefici di approvvigionamento dei flussi in ingresso), sarà possibile individuare la soluzione impiantistica (taglia di impianto e limiti di spesa per ciascun componente) che consente un potenziale posizionamento favorevole nel mercato di riferimento. Procedendo secondo una logica di ottimizzazione 'retroazionata', le informazioni economiche raccolte definiranno i limiti di spesa di ciascun componente e/o azione operativa. Le specifiche realizzative verranno pertanto riaggornate (es. utilizzando materiali meno nobili in alcune sezioni meno sollecitate e/o introducendo semplificazioni impiantistiche a parità di livello di affidabilità) per rispondere a tali limiti.

Gli impatti ambientali saranno quindi quantificati mediante fattori di equivalenza riconosciuti a livello internazionale. A valle del processo di classificazione dei diversi impatti causati dal processo, l'impiego di metodi di caratterizzazione consentirà di determinare in modo omogeneo e quantitativo il contributo delle singole emissioni. Sarà in tal modo possibile esprimere quantitativamente, in un'opportuna unità di misura, il contributo che a ogni categoria fornisce l'operazione in esame. L'output della fase sarà l'insieme dei valori degli indicatori di categoria, definiti per ogni singolo effetto considerato.

L'ultima fase prevedrà l'elaborazione dei risultati dell'inventario e/o della analisi degli impatti in modo tale da consentire conclusioni e raccomandazioni. Lo scopo della fase sarà quello di valutare le differenze tra l'insieme dei processi qui indicati come alternativi e quello in esame, al fine di identificare le criticità ambientali e di proporre tutti i cambiamenti necessari a ridurre gli impatti.

The goal will be to reduce as much as possible the costs of plant realization for its future development on industrial scale and during operation/maintenance. The targets, i.e. the specific cost (kEuro /kWe) of implementation and subsequent marketing, as well as the admissible costs for operation/maintenance, which ensure the economic success of the project, will be the result of an accurate technical-economic analysis.

Expected results. Technical-economic evaluations and sensitivity analysis give evaluation for the potential investor about the choice of technical/economic variables that can lead to more or more rapid economic return on investment. They also define the economic feasibility of the project proposal.

Output. Economic and financial evaluation of the project proposal and comparative market analysis for the relative definition of the different competitors. Eligible cost limits and benchmark to ensure the economic success of the business.

Preliminary market analysis will be carried out by identifying the reference sector, i.e. target users, market position and market share of any competitors (plant solutions that will enable them to achieve similar



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

goals), market opportunities and entry barriers . The information will provide a preliminary analysis of the cash flows and economic profitability indices (VAN, PBP) to assess the economic positioning of the project proposal in the potential competitive industrial scenario (competitive bid parameters, i.e. specific cost of plant installation). By parameterizing the assessments (e.g. sensitivity analysis as function of plant size, and/or the cost/benefits of incoming, flow supply), it will be possible to identify the plant solution (plant size and spending limits for each component) that allows a favorable position in the reference market. By proceeding according to a 'backward' optimization logic, the collected economic information will define the spending limits of each component and/or operational action. The specifications will therefore be upgraded (e.g. using less expensive materials in some less stressed sections and/or introducing plant simplifications for the same level of reliability) to meet these limits. Environmental impacts will then be quantified by internationally recognized equivalence factors. After having classified the various impacts caused by the process, the use of characterization methods will allow to quantify the contribution of each emission. It will thus be possible to express quantitatively, in a suitable unit of measure, the contribution that each category provides for the operation under consideration. The output of the phase will be the set of the category indicators, defined for each single effect considered. The final stage will include the inventory and/or impact analysis elaboration in such a way as to have conclusions and recommendations. The purpose will be to evaluate the differences between the set of considered processes as alternatives and the one in object, in order to identify environmental issues and to propose all the necessary changes to reduce their impacts.

OBIETTIVO REALIZZATIVO: OR8

Tipo di attività:

- Sviluppo Sperimentale

Soggetti coinvolti:

- Università degli Studi di BARI ALDO MORO
- Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)
- Sol S.p.A.
- TECHFEM S.p.A.
- CALABRIA MACERI SPA
- Politecnico di TORINO
- Università della CALABRIA
- Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Localizzazione:

- Università degli Studi di BARI ALDO MORO - Dipartimento di Chimica, Bari (Bari)
- Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - ITAE - Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia, Messina (Messina)
- Sol S.p.A. - SEDE PRINCIPALE MONZA, Monza (Monza e della Brianza)
- TECHFEM S.p.A. - Unità locale Sede Operativa, Lamezia Terme (Catanzaro)
- CALABRIA MACERI SPA - CALABRIA MACERI, Rende (Cosenza)
- Politecnico di TORINO - Politecnico di TORINO, Torino (Torino)
- Università della CALABRIA - Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica, Rende (Cosenza)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl - Sede di Brindisi, Brindisi (Brindisi)
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - CENTRO Enea della Trisaia, Rotondella (Matera)

Durata in mesi:

30

Attività necessarie per la realizzazione dell'obiettivo

OR8: Coordinamento

Lo scopo dell'OR8 è assicurare che il progetto raggiunga gli obiettivi previsti, mantenendo le spese all'interno del budget disponibile e rispettando la tempistica pianificata.

A.R.8.1: Gestione del progetto e pianificazione delle attività (SS)

Il coordinatore assumerà la responsabilità della gestione del progetto in tutti i suoi aspetti. Seguirà la supervisione di tutte le problematiche del progetto dalla sua fase di start-up al suo completamento, nonché il coordinamento delle attività scientifiche e tecnico delle attività di RST del progetto.

Il coordinatore elaborerà un piano che sarà alla base della attività di monitoraggio e di controllo dell'avanzamento. Per tutto il periodo del progetto l'attività di gestione e pianificazione terrà sotto controllo le seguenti tematiche:

- controllare il raggiungimento degli obiettivi intermedi e finali in relazione dei tempi di realizzazione, dei costi e delle caratteristiche tecniche dei risultati raggiunti;
- definire le procedure di controllo e processi;
- controllare il progredire delle attività e le deviazioni dalle attività come programmate;
- individuare le possibili future fonti di problemi;
- informare con una costante azione di comunicazione i partner di progetto di tutte le attività principali di interesse.

A.R.8.2: Monitoraggio del progetto e definizione delle azioni correttive (SS)

L'obiettivo di questa fase è quello di gestire il progetto e monitorare i suoi progressi riguardo alla pianificazione complessiva, e intraprendere azioni correttive a seguito dei cambiamenti. Sarà sviluppato il piano di monitoraggio e valutazione. Il monitoraggio sarà effettuato attraverso l'uso combinato di indicatori di processo e di indicatori di risultato. Grazie al monitoraggio delle attività fatte, i risultati ottenuti saranno allineati a quelli attesi. Il coordinatore fornirà ai partner un report, dove ogni responsabile di Obiettivo segnalerà formalmente l'avanzamento del lavoro sulla base del documento di pianificazione aggiornato. Il report include informazioni relative al processo tecnico, i risultati ottenuti (milestones e rapporti di attività) e il rispetto del programma di lavoro.

A.R.8.3: Emissione della documentazione di progetto (SS)

Il coordinatore del progetto provvederà all'invio dei rapporti periodici al tutor di progetto e al MIUR e della relazione finale del progetto a valle delle informazioni che il partner fornirà.

OR8: Project Management

Aim of this OR is to ensure the project reaches the envisaged goals, keeping costs within the available budget and respecting the planned timing.

A.R.8.1: Project Management and activity Planning (SS)

The project coordinator will assume responsibility for all aspects of project management. All of project issues will be overseen, from its start-up phase to its completion, as well as the management of the scientific and technical activities of the project.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

The coordinator will elaborate a plan for monitoring and controlling the work progress. Along the project life, through management and planning activities, the following topics will be checked:

- *achievement of intermediate and final objectives against the implementation timetable, costs and technical characteristics of the achieved results;*
- *defining control procedures and processes;*
- *monitoring the progress of activities and deviations from activities as programmed;*
- *identify possible future sources of problems;*
- *informing project partners of all major interest activities with a constant communication action.*

A.R.8.2: Project monitoring and definition of corrective actions (SS).

The goal of this action is managing the project and monitoring its progress towards overall planning and take corrective action as a result of changes. The monitoring and evaluation plan will be developed. Monitoring will be carried out through the combined use of process and result indicators. The coordinator will provide the partners with a periodic report, collecting the work progress by each task leader on the program based on the updated scheduling. The report will include information about the technical process, the obtained results (milestones and activity reports) and compliance with the work program.

A.R.8.3: delivery of project documentation (SS)

The project coordinator will take care of communication with the project tutor and of relations with MIUR (Ministry of Education, University and Research), for fulfilling all contractual obligations.

Conoscenze, moduli, elementi componenti, risultati già disponibili o acquisibili

DITNE ha un'ampia esperienza nel coordinamento e nella gestione di progetti di grandi dimensioni oltre che nell'impiego delle diverse tecniche di project management. Lo stato di avanzamento temporale delle attività (consuntivazione temporale delle ore di impegno lavorativo) sarà affiancato dall'analisi dei principali parametri di performance del progetto mediante l'ausilio di tecniche di valutazione dei costi previsti (planned value), di monitoraggio continuo circa l'avanzamento delle attività in termini di sotto obiettivi raggiunti e, del piano dei risultati realizzativi. In dettaglio il monitoraggio e controllo delle attività avrà lo scopo di evidenziare eventuali deviazioni rispetto al piano di project management e individuare le dovute azioni correttive prima che la situazione diventi irrecuperabile. L'applicazione di dette tecniche permetterà di ripianificare ed eventualmente riprogettare le attività in modo da raggiungere nel modo più efficace possibile gli obiettivi prefissati e analizzare in maniera approfondita le cause che hanno generato gli scostamenti. D'ausilio all'attività di monitoraggio e controllo sarà inoltre l'applicazione delle usuali tecniche di issue management e problem solving volte ad individuare le situazioni non pianificate preventivamente o inattese. Il loro corretto monitoraggio (registro delle issues), oltre che consentirne la corretta documentazione, ne garantisce la pronta individuazione e attuazione delle giuste azioni correttive.

DITNE has extensive experience in coordinating and managing large projects as well as in the use of various project management techniques. The advancement of the activities (work commitment and timesheets) will be accompanied by an analysis of the main project performance parameters using planned value estimation techniques, advancement of activities in terms of sub-objectives achieved and the results of the activities. In detail, the monitoring and control of the activities will aim to highlight possible deviations from the project management plan and identify the necessary corrective actions before the situation becomes irreversible. The application of these techniques will allow the coordinator to reschedule and possibly redesign the activities in order to reach the targets as efficiently as possible and deeply



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

analyze the causes that caused the deviations. Monitoring and control activities will also be used to apply the usual issue management and problem-solving techniques to identify unforeseen or unplanned situations. Their proper tracking (issue register), as well as allowing them to be properly documented, ensures the right corrective actions are correctly identified and implemented.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

3. I SOGGETTI PROPONENTI E IL MODELLO ORGANIZZATIVO

Modello organizzativo previsto per la gestione delle attività progettuali

Il team di progetto è strutturato in modo da ricoprire al meglio l'intera filiera a partire dai rifiuti organici urbani e di natura agro-industriale, fino alla produzione del biocombustibile liquido con le specifiche necessarie per essere assimilato a GNL. Inoltre, dato l'elevato profilo professionale, il team sarà in grado di esplorare tecnologie innovative per l'adeguato sfruttamento di ulteriori matrici organiche verso il biometano con processi di nuova concezione che saranno validati fino a scala industriale.

L'aspetto logistico di reperimento delle matrici, del loro stoccaggio, movimentazione e pretrattamento sarà attenzionato dalla Calabria Maceri che si avvarrà della sua pluriennale esperienza nella gestione di impianti di digestione anaerobica, oltre a poter mettere a disposizione le strutture già in suo possesso per l'esistente ciclo produttivo. Calabria Maceri e Servizi S.p.A sarà affiancata in questa fase da ENEA per la selezione, la caratterizzazione e il corretto pretrattamento delle matrici organiche da inviare alla digestione anaerobica e ai processi termochimici paralleli (OR1). L'ENEA rappresenta un punto di riferimento nazionale ed internazionale per quanto riguarda l'utilizzo delle biomasse a fini energetici, e vanta una vasta e avanzata rete di laboratori e hall tecnologiche per la caratterizzazione dei materiali e dei processi, potendo inoltre contare sull'esperienza e sulle elevate competenze dei propri tecnici e ricercatori. Il progetto sarà quindi caratterizzato da indagini scientifiche di elevato profilo già dalle prime fasi di attività.

Anche la già matura tecnologia di digestione anaerobica sarà ottimizzata rendendola specificatamente efficiente per le matrici selezionate, per massimizzare la resa in biometano. La stessa Calabria Maceri e Servizi S.p.A e l'UNICAL opereranno per mettere a punto la migliore configurazione operativa della fase di digestione e per produrre e sviluppare processi avanzati ed altamente efficienti per la successiva purificazione e separazione del metano dal biogas prodotto (OR2). A tal scopo UNICAL metterà a disposizione tutta la strumentazione necessaria e disponibile presso i Dipartimenti coinvolti esfrutterà le elevate competenze ed esperienze già maturate nel settore della trattamenti avanzati di purificazione/separazione con metodi integrati di Micro – Ultra – Nanofiltrazione, Osmosi Inversa, Distillazione a Membrana, nella sintesi di materiali innovativi nanostrutturati (zeoliti, materiali mesoporosi, MOF, etc.) e nell'adozione di materiali ad azione catalitica di sintesi, a base di film sottili di metalli ed ossidi di transizione fino agli idruri metallici e sistemi nanoporosi funzionalizzati.

La successiva fase di rettifica e liquefazione del biometano (OR 6) verrà messa a punto da Techfem e da Sol Spa. La Techfem potrà contare sulle proprie esperienze maturate nel campo del trattamento spinto delle acque reflue e di recupero di idrocarburi e si avvarrà dei suoi metodi ingegneristici, di monitoraggio e simulazione avanzati. La Sol riveste un ruolo da leader europeo nella produzione e commercializzazione di gas industriali, medicali, puri e speciali. SOL ha una struttura tale da far fronte a sfide scientifiche e tecnologiche di alto livello, come dimostrano i numerosi progetti a cui ha partecipato (anche da capofila) nei settori di separazione, reforming e produzione di gas, anche in condizioni critiche di alta temperatura e pressione.

La proposta progettuale verte anche sulla messa a punto di tecnologie di trattamento delle matrici organiche, derivanti dalla stessa fase di digestione anaerobica al fine di incrementare in un unico sistema integrato la produzione di biometano. Tali tecnologie faranno essenzialmente riferimento a sistemi di trasformazione termochimica (OR 4) a secco delle biomasse ($U < 30\%$) e alla gassificazione di biomasse umide con acqua in condizioni supercritiche (OR 3).

ENEA e UNICAL rivestiranno un ruolo di primo piano per lo sviluppo di tali processi. ENEA è leader riconosciuto nel settore del trattamento delle biomasse e nel C.R. Trisaia detiene un ampio parco di unità di pirolisi e gassificazione con le quali è possibile sperimentare varie tipologie di biomasse in differenti



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

condizioni operative. L'esperienza maturata nel tempo consentirà risultati importanti nell'ottimizzazione degli impianti di conversione delle biomasse pur in presenza di materie non convenzionali e difficili da trattare per via della loro specifica composizione.

Attraverso le proprie competenze ingegneristiche e capacità impiantistiche, Techfem avrà il compito di riportare su scala pilota e di validare in ambito pre-industriale le tecnologie messe a punto da ENEA.

L'UNICAL farà affidamento sulle sue competenze nell'ambito e a valle di tale attività saranno previste fasi di separazione e/o sintesi del metano. Quest'ultima sarà oggetto di studio da parte di ENEA testando e utilizzando i catalizzatori sviluppati dall'Università di Bari.

Il processo di metanazione catalitica da CO₂ e H₂, a partire però dalla corrente gassosa derivante dalla separazione del biometano da digestione anaerobica (OR 5), verrà investigato e sviluppato dall'Università di Bari.

il Gruppo di Chimica Inorganica dell'Università di Bari ha sviluppato competenze di eccellente livello su diverse linee tutte convergenti sul tema "Processi puliti" o "Sustainable Chemistry". In particolare risulta punto di riferimento (membro fondatore del Gruppo Italiano CO₂) per i processi di estrazione e utilizzazione di CO₂ nella sintesi di prodotti chimici attraverso sviluppo di catalizzatori eterogenei modulabili per le proprietà acide e basiche, sintesi di alchil-carbonati da urea e diossido di carbonio, sintesi di carbonati ciclici mediante carbossilazione ossidativa di olefine. Per le correnti di gas da separazione del metano di digestione anaerobica e per il syngas da processi termochimici a secco sono previste attività di sintesi catalitica per la produzione di metanolo e DME (OR 4 e OR 5).

Queste attività saranno portate avanti principalmente da CNR ITAE "Nicola Giordano" che produrrà gli appropriati catalizzatori e ne testerà il funzionamento su gas simulati e reali. L'esperienza maturata negli anni su questi specifici aspetti è più che adeguata in quanto lo stesso Istituto, oltre a poter contare su tutte le risorse umane e strumentali afferenti al CNR, è altamente qualificato nello sviluppo di sistemi per la produzione di combustibili e nell'individuazione di sistemi e processi catalitici eterogenei per l'ottenimento di combustibili alternativi a partire da sorgenti fossili alternative al petrolio (carbone e metano) e rinnovabili (biomasse), con particolare riferimento alla produzione di idrogeno e di miscele di MeOH/DME mediante idrogenazione di CO₂.

L'attività del CNR ITAE sarà propedeutica alla messa a punto di banchi prova e impianti pilota per l'effettiva verifica sperimentale dei catalizzatori e dell'intero processo di produzione dei biocombustibili. In tali operazioni sarà principalmente impegnata ENEA, che ha già in dotazione numerosi impianti e infrastrutture, composte da laboratori specializzati, impianti da banco e impianti su scala pilota. Le competenze tecnico-scientifiche del personale di ENEA sono di elevato livello grazie all'esperienza pluriennale inerente la conversione dell'energia a basse emissioni di anidride carbonica, quali:

- a) gassificazione di carbone e biomasse e trattamento del syngas;
- b) separazione della CO₂ con solventi liquidi (ammine) e membrane;
- c) utilizzo della CO₂ mediante processi di idrogenazione catalitica e riduzione fotoelettrochimica;
- d) confinamento geologico della CO₂;
- e) efficienza energetica.

Da questa breve sintesi risulta quindi chiaro che, seppure il progetto sia particolarmente strutturato, tutti gli aspetti tecnologici e innovativi e le fasi di studio e modellazione risultano adeguatamente sviluppati da parte dei soggetti proponenti, i quali presentano tutti un elevato e più che adeguato profilo professionale e di ricerca, essendo in molti casi addirittura leader riconosciuti nel rispettivo settore di appartenenza. Inoltre, a parte le dotazioni impiantistiche e strumentali che si riterranno necessarie per le specifiche attività del progetto, tutti i soggetti proponenti possono far affidamento su vaste e pertinenti dotazioni di apparecchiature e mezzi, con strumentazioni all'avanguardia e di notevole utilità.

L'intera filiera di produzione di biometano liquido (e di biocombustibili) a partire dai rifiuti organici urbani e da scarti agro-industriali risulta quindi ricoperta dalle attività del progetto con un elevato grado di analisi,



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

sviluppo e sperimentazione. Non si riscontrano altresì sovrapposizioni di ruolo, bensì una forte complementarietà delle azioni e di sostenibilità delle azioni perseguite, nell'ottica dell'industrializzazione delle tecnologie messe a punto.

The project team is structured to cover the whole production chain starting from urban organic and agro-industrial waste to the production of the liquid biofuels with the specifications needed to be assimilated to LNG. In addition, given the high level of professional profile, the team will be able to develop innovative technologies for the proper utilization of additional organic matrices for biomethane, through newly conceived processes that will be validated up to the industrial level.

The logistic aspect of matrix retrieval, storage, handling and pretreatment will be attended by Calabria Maceri which can rely on its many years of experience in the management of anaerobic digestive systems, as well as being able to make available the facilities and equipment already in its possession. Calabria Maceri will be assisted during this step by ENEA for the selection, characterization and the correct pretreatment of organic matrices to be sent to anaerobic digestion and the parallel thermochemical processes (OR1). ENEA represents a national and international reference point for the biomass utilization in energy purposes, and boasts a vast and advanced network of laboratories and technology halls for characterization of materials and processes, so the project will be characterized by highly-trained scientific surveys since the early stages of activity.

Even the already mature anaerobic digestion technology will be optimized making it specifically efficient for the selected matrices, in order to maximize the conversion to biomethane. Calabria Maceri and UNICAL will work for developing the best operational configuration of the digestion phase and for developing advanced and highly efficient processes for the subsequent purification and separation of methane from the produced biogas (OR2). To this end UNICAL will provide all the necessary instrumentation, available in the departments involved and will exploit its high skill gained in the field of advanced purification / separation treatments with integrated methods of Micro - Ultra - Nano filtration, Reverse Osmosis, Membrane Distillation, in the synthesis of novel nanostructured materials (zeolites, mesoporous materials, MOF etc.) and in adopting catalytic synthesis materials based on thin metal films and transition oxides up to metal hydrides and functionalized nonporous systems.

The next step of biomethane correction and liquefaction (OR 6) will be developed by Techfem Spa and by Sol Spa. Techfem can rely on its own skill in the field of wastewater treatment and recovery of hydrocarbons and can use its highly advanced techniques in engineering, monitoring and simulation. Sol Spa, on the other hand, plays a leading European role in the production and marketing of industrial, medical, pure and special gases. SOL Spa has an organizational profile that faces high-level scientific and technological challenges, as evidenced by the many projects it has participated (also as project leader) in the sectors of separation, treatment, reforming and gas production, even under critical conditions in terms of high temperature and pressure. It is therefore a reference point within the project for the final steps of biomethane correction and liquefaction.

The design proposal also concerns the development of processing technologies for organic matrices, resulting from the anaerobic digestion in order to achieve the biomethane production in a single integrated system. These technologies will essentially refer to thermochemical transformation (OR 4) of dry biomass (U < 30%) and the gasification of wet biomass with supercritical water (OR 3).

ENEA and UNICAL will play a leading role in the development and implementation of the aforementioned processes. ENEA is a recognized leader in the field of biomass treatment and in the R.C. Trisaia has a large park of pyrolysis and gasification units with which it is possible to experiment various types of biomass under different operating conditions. The experience gained over time, the past participation in countless research projects in the same field will bring significant results in the optimization of biomass conversion plants, even with unconventional materials difficult to manage because of their specific



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

composition.

Through its engineering skills and its capabilities in developing plants, Techfem Spa have the task of bringing back on a pilot scale and validating the technologies developed by ENEA in the pre-industrial field.

At this stage UNICAL can rely on its high expertise in the purification of the currents of gas produced, after which there are foreseen phases of separation and / or synthesis of methane. The latter will be studied by ENEA by testing and using catalysts developed by the University of Bari.

The same process of catalytic methanation of CO₂ and H₂, but starting from the gaseous stream resulting from the separation of biomethane from anaerobic digestion (OR 5), will be investigated and developed by the University of Bari.

The Inorganic Chemistry Group at the University of Bari has developed top-level competencies across several converging lines on "Clean Processes" or "Sustainable Chemistry". In particular it is a reference point (founding member of the Italian CO₂ Group) for the extraction and use of CO₂ in the synthesis of chemical products through the development of heterogeneous catalysts adaptable for acid and basic properties, synthesis of urea alkyl carbonates and carbon dioxide, synthesis of cyclic carbonates by oxidative carboxylation of olefins. For the streams coming from anaerobic digestion gas separation and from dry thermo-chemical processes (syngas), are also foreseen catalytic synthesis activities for methanol and DME (OR4 and OR5).

These activities will be carried out mainly by CNR ITAE "Nicola Giordano", that will produce proper catalysts and will check them with simulated and real gases. Even in this case, the experience gained over the years on these specific aspects is more than adequate, as well as being able to rely on all the human and instrumental resources of the CNR, is highly qualified in the development of systems for the production of environmentally friendly fuels and has acquired specific competences in the identification of heterogeneous catalytic systems and processes for obtaining Alternative fuels from fossil sources different from petroleum (coal and methane) and renewable fuels (biomass), with particular reference to the production of hydrogen and blends of MeOH / DME by hydrogenation of CO₂.

CNR ITAE's activities will be the basis for the development of test benches and pilot plants for the effective experimental testing of catalysts and the entire biofuel production process. In these operations, will be mainly engaged ENEA, which has already provided many facilities and infrastructures, consisting of highly sophisticated laboratories, bench systems and experimental plants. The technical and scientific expertise of ENEA's technical staff is of a high level thanks to the multi-year experience on research topics related to the conversion of low-carbon energy, such as:

- a) coal and biomass gasification and syngas treatment;*
- b) CO₂ separation with liquid (amine) and membrane solvents;*
- c) use of CO₂ by catalytic hydrogenation and photo electrochemical reduction;*
- d) geological confinement of CO₂;*
- e) energy efficiency.*

From this brief summary it is clear that, although the project is particularly structured, all technological and innovative aspects, as well as the study and modeling stages, can be adequately developed by the proposing subjects. They all have an high professional profile, being in many cases even recognized as leaders in their respective field of action. In addition, apart from the plant and instrumental equipment that will be considered necessary for the specific project activities, all proposing subjects can rely on extensive and relevant equipment with state-of-the-art instruments .

The whole production chain of biomethane liquid (and biofuels) from urban organic waste and agro-industrial waste is therefore covered by the project's activities with a high degree of analysis, development and experimentation. There are also no overlapping roles, but a strong complementarity between the actions and the same operators, each with a specific task within the project that best exalts



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

their respective skills.

Collaboration and communication between the various partners, as well as the integration of activities, even during the course of the project itself, will be ensured by the project coordination system, defined and described in OR 8 and managed by ENEA.

Finally, all project partners will collaborate in the drafting of the project's final considerations and technical-economic evaluations and the sustainability of the actions pursued, with a view to the industrialization of the developed technologies

Soggetto proponente: Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl

Struttura organizzativa

Attualmente il DiTNE ha 2 dipendenti assunti a tempo indeterminato con profilo rispettivamente di Segreteria gestionale e di Ricercatore Senior con funzione di project manager. Inoltre, in base a quanto stabilito in Statuto ogni socio pubblico deve conferire il proprio contributo associativo "in kind" impegnando ore del proprio personale di ricerca quantificabili in poco più di un anno uomo. A queste risorse si aggiungono quelle assunte a contratto per consentire il corretto svolgimento delle proprie attività. Il DiTNE non dispone di proprie strutture di ricerca e sviluppo ma si avvale, in base a quanto stabilito dallo Statuto, dei laboratori e delle competenze dei propri Soci e di questi è in grado di utilizzare al meglio le loro capacità e specificità valorizzandole e integrandole con una propria capacità di project management e amministrativo-gestionale.

A testimonianza delle competenze di project management e amministrativo-gestionali il DiTNE ha ottenuto la certificazione del Sistema di Gestione per la Qualità secondo la norma UNI EN ISO 9001:2008 per la categoria: "Trasferimento tecnologico tramite la realizzazione di progetti/commesse di ricerca; gestione di progetti/commesse di ricerca ed eventuali progetti di formazione anche non correlati ai progetti di ricerca; consulenze tecniche in ambito energetico ed ambientale" (IAF 34, 35), inoltre è iscritto alla European Cluster Collaboration Platform (ECCP), finanziata dal programma COSME dell'UE per la competitività delle imprese e delle PMI (Competitiveness of Enterprises and SMEs). L'ECCP fornisce ai Cluster aderenti strumenti di vario tipo per utilizzare al meglio la rete dei rapporti tra i Cluster stessi, per sviluppare la cooperazione transnazionale, per migliorare le performance e la competitività del Cluster e dei propri membri.

Currently, DiTNE has 2 permanent employees the first is a Management Secretariat and the second is a Senior Researcher as Project Manager. In addition, according to its memorandum and articles of association, every public partner has to make their membership contribution "in kind" by engaging hours of his own research staff quantifiable in just over a year. These resources are added to those hired to carry out projects activities.

DiTNE does not have its own research and development facilities, but uses, according to its Statutes, the laboratories and the skills of its members, and is able to make the best use of their competences and specificities by enhancing and integrating them with its own project management and administrative-management capability.

To certify DiTNE project management and administrative-managerial skills, there is a Quality-Control System certified according to the UNI EN ISO 9001: 2008 standard for the category: "Technology transfer through the realization of projects / research commissions; project management / research



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

commissions and any training projects not related to research projects; technical consultancy in the field of energy and the environment ""(IAF 34, 35), and the membership in the European Cluster Collaboration Platform (ECCP), funded by the EU programme for the Competitiveness of Enterprises and SMEs (COSME). ECCP is a service facility aiming to provide Cluster organisations with modern tools that allow to make efficient use of networking instruments, develop collaboration trans-nationally, support the emergence of new value chains through cross-sectorial cooperation, improve Cluster performance and increase their – as well as their members' – competitiveness.

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

Le attività di ricerca e sviluppo svolte negli ultimi anni, grazie al fondamentale contributo dei propri Soci, sono le seguenti:

- Soluzioni innovative per l'EFFicienza Energetica in eDILizia – EFFEDIL. Il progetto ha portato allo sviluppo di soluzioni innovative e sostenibili per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'edilizia dei paesi a clima temperato e caldo, ai fini del superamento dei requisiti per la certificazione volontaria LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, Green Building Rating System). Il Progetto si è articolato su due linee di ricerca complementari e interagenti, l'una finalizzata allo sviluppo di materiali e sistemi energeticamente efficienti per l'involucro opaco dell'edificio (ad esempio lo sviluppo di laterizi innovativi utilizzando materiali innovativi quali i PCM (Phase Changing Materials), l'altra relativa a sistemi per la gestione e ottimizzazione del bilancio energetico dell'edificio stesso con lo sviluppo di un innovativo sistema ICT per l'ottimizzazione attiva dei consumi energetici negli edifici in presenza di FER (Fonti Energetiche Rinnovabili). In collegamento al progetto di ricerca è stato realizzato un progetto di formazione con l'erogazione di 7 borse di addestramento per il profilo di "Ricercatore con elevato livello di qualificazione nell'ambito dei sistemi ICT per la gestione e l'ottimizzazione del bilancio energetico dell'edificio".

- Sviluppo di tecnologie innovative nel campo del solare a concentrazione – INNOVASOL. Scopo del progetto è stato quello di sviluppare tecnologie avanzate nel campo del solare a concentrazione per la generazione di potenza elettrica, basate su impianti solari termodinamici ad alta temperatura, su sistemi fotovoltaici e su impianti di recupero calore da sistemi solari a concentrazione.

Principali risultati: * sviluppo di nuove tecnologie, nuovi sistemi di produzione e nuove logiche di controllo, nel settore del solare termodinamico ad alta temperatura, del fotovoltaico a concentrazione, nell'ottica della generazione distribuita e dell'integrazione architettonica, per il soddisfacimento della domanda energetica di complessi di piccole e medie dimensioni; * sviluppo di un processo cogenerativo che sfrutti la risorsa solare termica a bassa e media temperatura (cascami di calore dall'impianto solare a concentrazione) per la risoluzione del problema ambientale legato allo smaltimento dei fanghi di depurazione; * sviluppo di un processo di preriscaldamento solare dei reagenti in impianti di produzione di energia al fine di garantire sistemi ad alto rendimento di conversione; * sviluppo di nuove tecnologie per lo smaltimento di pannelli fotovoltaici mediante processi di ossicombustione, anche integrati a processi di valorizzazione della CO₂ prodotta. In collegamento al progetto di ricerca è stato realizzato un progetto di formazione con l'erogazione di 25 borse di addestramento per il profilo di "Progettista energetico in campo solare".

- Ricerca e sviluppo di sistemi per la produzione efficiente, la gestione e l'accumulo di energia elettrica e termica, integrati e interconnessi in un virtual power plant - SMART ENERGY BOXES. Lo scopo del progetto è stato quello di acquisire conoscenze innovative in sistemi avanzati finalizzati a migliorare



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

l'efficienza e l'impatto ambientale di processi industriali e di produzione dell'energia.

Principali risultati: * realizzazione di unità, denominate Smart Energy Boxes, equipaggiate con tecnologie ad alta efficienza, in grado di gestire in maniera integrata ed ottimizzata vettori energetici diversi per il soddisfacimento della domanda energetica di complessi civili e industriali di medie dimensioni; * realizzazione di tecnologie innovative per la generazione diffusa di energia, che possano integrarsi con la gestione di una Smart Energy Boxes, al pari di altre tecnologie (fotovoltaico, mini/micro eolico, ecc.) anche mediante la realizzazione di un turboespansore per il recupero di energia da un impianto di ossicombustione a reattore verticale ottimizzato per l'impiego di combustibili a basso potere calorifico; * sviluppo di un sistema elettrochimico innovativo basato su celle a combustibile per la generazione e l'accumulo di energia elettrica; * sviluppo delle logiche di supervisione, gestione e controllo di aggregati di fonti di energia diffusa con le reti di distribuzione dei vettori energetici. In collegamento al progetto di ricerca è stato realizzato un progetto di formazione con l'erogazione di 5 borse di addestramento per il profilo di "Ricercatore esperto in sistemi intelligenti di produzione energetica ad alta efficienza".

- Building Refurbishment with Increased Competence, Knowledge and Skills – BRICKS. All'interno di BUILD UP Skills nell'ambito dell'Intelligent Energy Europe, il progetto BRICKS (Building Refurbishment with Increased Competences, Knowledge and Skills) è gestito da un team di progetto ben affiatato che, insieme a tutti gli stakeholder, tra cui Regioni e Province Autonome, ha contribuito alla definizione di norme tecniche nazionali per le diverse figure impegnate nell'efficientamento delle strutture edili.

Nella realizzazione del progetto di ricerca oggetto della proposta, saranno coinvolte le competenze dei Soci così come specificamente indicato nel Capitolato Tecnico, parte integrante della proposta stessa, e nel relativo modulo compilato dal Soggetto associato e attuatore delle attività progetto.

The research and development activities carried out in recent years, thanks to the fundamental contribution of its shareholders, are the following:

- *EFFicient Energy buildIng Innovative soLutions – EFFEDIL. The project aims at the development of innovative and sustainable solutions, for improving energy efficiency in buildings of countries with temperate and warm climate, in order to satisfy the requirements for the voluntary LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, Green Building Rating System) certification. The project has been developed on two complementary and interacting research lines, one aimed at developing energy-efficient materials and systems for the opaque envelope of the building (for example, creating innovative bricks using innovative materials such as PCM – Phase Change of Materials) and the other relating to energy balance management and optimization systems of the building itself with the development of an innovative ICT system for active optimization of energy consumption in buildings in the presence of RES (Renewable Energy Sources). Connected to the research project, a training project was realized with 7 scholarships for "High qualified researcher in ICT systems for managing and optimizing energy balance of the buildings";*

- *Development of innovative solar concentration technologies – INNOVASOL. The aim of the project was to develop advanced solar power-generating technologies based on high-temperature thermodynamic solar systems, photovoltaic systems and heat recovery systems from concentrating solar systems.*

*Main results: * New technologies within the CSP both in terms of production systems and in terms of control logic. In the thermodynamic high temperature solar industry. In addition, photovoltaic cells based on nano-wire technology are more suitable for the construction of solar-powered systems; * Development of a process that exploits the low and medium temperature thermal solar resource (heat losses from the solar concentration plant) for the disposal of sewage sludge in a cogeneration plant; * Development of a solar reactor heating reactor process in coal-fired power plants to reduce emissions and increase both the yield and the ability to extend the use of hard coal; * Development of new technologies for the disposal of*



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

photovoltaic panels by oxidation processes, combined with the development of CO2 reduction processes for the synthesis of a combustible gas streams. Connected to the research project, a training project was realized with 25 scholarships for “Energetic designer in solar sector”;

- Systems research and development of electrical and thermal energy efficient generation, management and storage, integrated and interconnected in a Virtual Power Plant - SMART ENERGY BOXES. The goal of the project was to deep the knowledge in advanced systems to improve the efficiency and the environmental impact of industrial processes and energy production.

*Main results: * the development of units, called Smart Energy Boxes (SEB), equipped with high-efficiency technologies, able to manage different energy carriers in an integrated and optimized way in order to satisfy the energy demand of residential and industrial complex of medium size; * the implementation of innovative technologies for the production of energy generation, which can be integrated with the management of a SEB, like other technologies currently more developed (photovoltaic, mini/micro wind, etc.) and with: - the development of a turboexpander for the recovery of energy from a plant to oxy-combustion vertical reactor optimized for use of fuels with low calorific value; - the development of an innovative system based on advanced membranes for oxygen production; * the development of an electrochemical system based on innovative fuel cell for power generation and energy storage; * the development of the logic for supervision, management and control of aggregate energy sources with the widespread distribution of energy carriers. Connected to the research project, a training project was realized with 5 scholarships for “Expert researcher in intelligent systems energetic production with high efficiency”;*

- Building Refurbishment with Increased Competence, Knowledge and Skills – BRICKS. The BUILD UP Skills BRICKS (Building Refurbishment with Increased Competences, Knowledge and Skills) project aims at developing tools and methodologies to set up training systems to increase the knowledge, skills and competences of workers in the field of buildings refurbishment in order to intensify the introduction of Renewable Energy Sources (RES) and improve Energy Efficiency (EE) in the old as well as in the new buildings to reach Almost Nearly Zero Building (ANZB) stocks by 2020.

The competences of the shareholders will be involved in carrying out the research project that is the subject of this proposal as specifically specified in the Technical Specifications, an integral part of the proposal itself, and in the relevant form filled in by the associated subject, actuator of project activities.

Soggetto proponente: Università della CALABRIA

Struttura organizzativa

L'Università della Calabria (UNICAL) è un'istituzione pubblica che serve più di 28.000 studenti ubicata nella città di Rende (CS). Le attività di ricerca sono attualmente svolte in 14 dipartimenti da più di 800 ricercatori e professori. L'Università della Calabria ha una grande esperienza nel definire e gestire progetti di formazione e di ricerca a livello internazionale, come conferma la sua partecipazione (in qualità di partner o coordinatore) in progetti finanziati nell'ambito del FP7 UE e di progetti finanziati nell'UE2020 (ad esempio, i progetti POR finanziati dalla Regione Calabria) ed a livello nazionale (ad esempio, PON e PRIN finanziati Liason Office - LiO - che gestisce l'Incubatorio universitario TechNest, che dispone di personale con competenze specifiche che riguardano sia la promozione che la valorizzazione della ricerca e del trasferimento tecnologico (brevetti e DPI in generale, spin off, start-up). In questo progetto di ricerca sono direttamente coinvolti tre dipartimenti dell' UNICAL: il Dipartimento di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Chimica (DIATIC), il Dipartimento di Fisica ed il Dipartimento di Scienze Politiche



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

e Sociali (DISPES). Il DIATIC svolge attività di Ricerca e di alta formazione in tematiche relative all'ambiente ed all'ingegneria di processo. Le attività di ricerca di questo progetto saranno svolte in maniera prevalente presso il laboratorio MAPSET che raggruppa in sezioni di "Fondamenti Chimici delle Tecnologie a Membrana" e di "Catalisi e Chimica Industriale". Queste sezioni del Laboratorio MAPSET dispongono di oltre 800m² quadrati di laboratori con una strumentazione d'avanguardia: diversi analizzatori a Raggi X, Microscopi elettronici a scansione (SEM + EDX), diversi analizzatori termogravimetrici (TG-DTG-DTA-DSC), diversi analizzatori FT_IT, UV-Vis, Raman, analizzatori chimici (assorbimento atomico, TOC, ecc.), analizzatori con tecnologia GC-MS, GCxGC, apparecchiature per misure di adsorbimento-desorbimento, misura di area specifica superficiale, sistemi di valutazione dell'attività catalitica (multireattori per fase liquida e gas). Un ulteriore aliquota di attività del progetto saranno svolte presso il Dipartimento di Fisica nel gruppo di Spettroscopia delle Superfici (SPES). Il gruppo dispone di avanzati strumenti di caratterizzazione tramite diverse tecniche: spettroscopia elettronica (EELS/AES/UPS/XPS) e microscopia elettronica (TEM/SEM), Diffrazione, microscopia a forza atomica (AFM) e ad effetto tunnel (STM). A questo si affiancano colleghi del Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali (DISPES), per la valutazione della sostenibilità e dell'impatto sul tessuto socio economico dell'innovazione tecnologica perseguita dal progetto.

University of Calabria (UNICAL) is a public institution located in the city of Rende (CS), serving more than 28,000 students. Research activities are currently carried out by more than 800 researchers and professors in 14 departments. The University of Calabria has a great deal of experience in defining and managing international training and research projects, as confirmed by its participation (as a partner or coordinator) in projects funded under the EU's FP7 and projects funded in 'UE2020 (such as POR projects funded by the Calabrian Region) and at national level (for example, PON and PRIN financed by MIUR). In addition, the University of Calabria has a technology transfer office called Liason Office - LiO - managing the TechNest University Incubator, including staff with specific skills that relate both to the promotion and enhancement of research and technology transfer (patents and DPIs in general, spin off, start-ups). Three UNICAL departments are directly involved in this research project: Department of Environmental and Chemical Engineering Engineering (DIATIC), the Department of Physics and the Department of Political and Social Sciences (DISPES). DIATIC conducts research and high-level training in environmental and process engineering issues. The research activities of this project will be carried out mainly at the MAPSET laboratory, which is part of the "Membrane Technologies Fundamentals" and "Catalysis and Industrial Chemistry" sections. These sections of the MAPSET Laboratory have over 800 square meters of laboratories with state-of-the-art instrumentation: several X-ray analyzers, scanning electron microscopes (SEM + EDX), various thermogravimetric analyzers (TG-DTG-DTA-DSC), various analyzers FT_IT, UV-Vis, Raman, chemical analyzers (atomic absorption, TOC, etc.), GC-MS, GCxGC analyzers, adsorption-desorption measurements, surface area measurements, catalytic activity evaluation systems (multi-winders for liquid phase and gas). A further share of project activity will be carried out at the Physics Department in the Surface Spectroscopy Group (SPES). The group has advanced characterization tools through various techniques: electronic spectroscopy (EELS / AES / UPS / XPS) and electronic microscopy (TEM / SEM), diffraction, atomic force microscopy (AFM) and tunnel effect (STM). This is accompanied by colleagues from the Department of Political and Social Sciences (DISPES), for assessing sustainability and impact on the socio-economic environment of technological innovation pursued by the project.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

"Il personale a tempo indeterminato del DIATIC a vario titolo coinvolto nel progetto e sulla base delle strutture di ricerca impegnate sarà pari a: due professori ordinari, un professore associato, tre ricercatori universitari a Tempo Indeterminato e due unità di personale tecnico, oltre al personale a tempo determinato che si recluterà per le specifiche attività del progetto. Inoltre il progetto prevede il coinvolgimento di 4 ricercatori universitari a tempo indeterminato del Dipartimento DISPES ed un professore associato al Dipartimento di Fisica. In merito alle competenze necessarie, il gruppo di ricerca UNICAL è perfettamente allineato con le necessità del progetto, comprendendo tutti i profili professionali richiesti. Le competenze di ingegneria presso il DIATIC riguardano due aspetti principali: i processi di purificazione e separazione di fasi gas e liquide e la sintesi/caratterizzazione di materiali nanostrutturati per applicazioni di interesse nell'industria di processo. In particolare saranno utilizzate le competenze relative a trattamenti avanzati di purificazione/separazione con metodi integrati di Microfiltrazione – Ultrafiltrazione - Nanofiltrazione - Osmosi Inversa – Distillazione a Membrana e competenze relative a Membrane Liquide Supportate e Complessazione-Ultrafiltrazione per applicazioni avanzate. Nell'ambito della sintesi di materiali innovativi nanostrutturati, il gruppo di ricerca possiede competenze avanzate in merito alla sintesi di zeoliti, materiali mesoporosi, MOF, materiali ibridi organico-inorganico e nanotubi di carbonio mono e multi parete ed alla loro caratterizzazione strutturale (XRD), fisica (Porosimetria) e chimica (Assorbimento Atomico, TPx). A questo si accoppia la possibilità di eseguire i test catalitici dei materiali sintetizzati (ma non solo) attraverso una serie completa di strumentazione per condurre reazioni, in fase liquida ed in fase gas, anche in condizioni severe di temperatura e di pressione. Gli ambiti attualmente attivi presso il DIATIC, da considerare come indicativi delle potenziali applicazioni di interesse per il progetto, sono: la valorizzazione dei sottoprodotti di processi energetici ecosostenibili, basati sulle alghe, per la produzione di chemicals; la produzione di biocombustibili alternativi con processi sostenibili e di valorizzazione di scarti. Il gruppo SPES, impegnato con un professore associato si dedica allo studio sperimentale delle proprietà chimico-fisiche di superfici ed interfacce in sistemi e materiali innovativi, che riscuotano interesse sia nella fisica fondamentale che in ambiti applicativi. I sistemi studiati spaziano dai film sottili di metalli ed ossidi di transizione ai materiali nanostrutturati (nanotubi, nanocristalli) ai quantum dots fino agli idruri metallici e sistemi nanoporosi funzionalizzati.

b) Progetti finanziati su bandi competitive negli ultimi 3 anni

Programma Horizon 2020, Future and Emerging Technologies actions (FET-OPEN)

- Progetto AMECRYS, valore progetto € 3.533.813,75

POR CALABRIA 2014-2020 Azione 1.2.2 "Supporto alla realizzazione di progetti complessi di attività di ricerca e sviluppo su poche aree tematiche di rilievo e all'applicazione di soluzioni tecnologiche funzionali alla realizzazione delle strategie di S3"

- Progetto PFU – PREDECORE Utilizzo di PFU (Pneumatici a Fine Utilizzo) per la realizzazione di Premiscelati per l'Edilizia ECOcompatibili e a Risparmio Energetico", valore progetto € 435.500,00

- Progetto MATCH: Progetto PYTHAGORAS, valore progetto € 692.574,00

- Progetto ORIGAMI-PLATFORM, valore progetto € 726.899,04

- Progetto VC UpCycling - Economia Circolare e Rifiuti Zero con "l'upcycling" degli scarti provenienti dai processi di gestione degli impianti elettrici, valore progetto € 679.204,00

- Progetto TEMAR: Tecniche e dispositivi per l'analisi e la valutazione del rischio di inquinamento delle acque di balneazione, valore progetto € 510.708,00

- Progetto NANOCAL, valore progetto € 543.512,80

c) Le strutture coinvolte dell'Università della Calabria vantano collaborazioni scientifiche consolidate nel panorama Nazionale ed Internazionale come testimoniato dal grado di coinvolgimento di autori stranieri e di altri enti di ricerca nazionali (ENEA, CNR ed istituti universitari) nelle pubblicazioni scientifiche. Tra le



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

principali istituzioni estere che hanno consolidati rapporti di collaborazione scientifica con i proponenti ricordiamo: CNRS EnsiCaen (Francia), ITQ-Università Politecnica di Valencia (Spagna), Istituto "Ruder Bošković" di Zagabria (Croazia), The University of Tokio (Giappone), Hanyang University (South Korea).

d) I proponenti sono titolari di oltre 10 brevetti nazionali ed internazionali sviluppati su tematiche attinenti al progetto WW-Green-Fuel."

"a) Based on the research units involved, permanent staff DIATIC involved in the project will be: two ordinary professors, one associate professor, three University Researchers and four technical units, in addition temporary staff will be recruited for specific project activities. In addition, the project 4 university researchers at the DISPES Department and one associate professor at Department of Physic (SPES group). Referring to the skills needed, the UNICAL research team is perfectly aligned with the project's needs, including all the required professional profiles. Engineering expertise at DIATIC involves two main aspects: the processes of purification and separation of gas and liquid phases and the synthesis / characterization of nanostructured materials for applications of interest in the process industry. In particular, the skills related to advanced purification / separation treatments will be used with integrated methods of Microfiltration - Ultrafiltration - Nanofiltration - Inverse Osmosis - Membrane Distillation and expertise in Membrane Liquid Supported and Complexion-Ultrafiltration for advanced applications. Within the framework of the nano-structured innovative materials, the DIATIC group has advanced expertise in the synthesis of zeolites, mesoporous materials, MOF, organic and inorganic hybrid materials and mono and multi wall carbon nanotubes and their structural characterization (XRD) Physics (Porosimetry) and Chemistry (Atomic Absorption, TPx). This is coupled with the possibility of performing the catalytic tests of the synthesized materials (but not only) through a complete set of instrumentation to conduct reactions, both in liquid and gas phase, even under severe temperature and pressure conditions. The areas currently active at DIATIC, to be considered as indicative of potential applications of interest to the project, are: the exploitation of the by-products of energy-based, energy-based, algae-based processes for the production of chemicals; the production of alternative biofuels with sustainable processes and the exploitation of waste. The SPES group, with an associate professor, is dedicated to the experimental study of physico-chemical properties of surfaces and interfaces in innovative systems and materials, which attract interest both in fundamental physics and in application areas. The systems studied range from thin films of transition metals and oxides to nanostructured materials (nanotubes, nanocrystals) to quantum dots to metallic hydrides and functionalized nanoporous systems.

b) Projects financed on competitive tenders over the last 3 years

Program Horizon 2020, Future and Emerging Technologies actions (FET-OPEN)

• Project AMECRYS, project value € 3.533.813,75

POR CALABRIA 2014-2020 Action 1.2.2 ""Support for the implementation of complex research and development projects on few key thematic areas and the application of functional technological solutions to the implementation of S3 strategies""

• - PFU Project - PREDECORE Use of PFU (End Use Tires) for the implementation of PRefficiencies for ECOcompatible Construction and Energy Savings ""project value € 435,500.00

• - Project MATCH "": Project PYTHAGORAS, project value € 692.574,00

• - ORIGAMI-PLATFORM project, project value € 726.899,04

• - VC UpCycling Project - Circular and Zero Waste Economy with upcycling of waste from electrical management processes, project value € 679,204.00

• - TEMAR Project: Techniques and Devices for Analyzing and Assessing the Risk of Pollution of Bathing Water, Project Value € 510,708.00

• - NANOCAL project, project value € 543.512,80

c) The structures involved in the University of Calabria have established scientific collaborations in the



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

national and international landscape as evidenced by the degree of involvement of foreign authors and other national research bodies (ENEA, CNR and university institutes) in scientific publications. Among the main foreign institutions that have scientific collaboration with the proponents: CNRS EnsiCaen (France), ITQ-Polytechnic University of Valencia (Spain), Ruđer Bošković Institute of Zagreb (Croatia), The University of Tokyo (Japan), Hanyang University (South Korea).

d) The proponents are holders of more than 10 national and international patents developed on scientific topics related to the WW-Green-Fuel project."

Soggetto proponente: TECHFEM S.p.A.

Struttura organizzativa

La Techfem è fondamentalmente una società di ingegneria impiantistica operante nel campo dell'energia e dell'impiantistica di processo degli impianti ausiliari ed in particolare nei processi di trattamento e valorizzazione delle acque reflue. Secondo la definizione UE del 01.01.2005 è classificata come PMI (personale impiegato <250 unità, fatturato < 50M€). La sua costituzione risale al 1984, dapprima come associazione professionale, dal 1987 come S.r.l. e dal 2013 come S.p.A.

La Techfem ha una sede principale in Fano (PU), una sede operativa a Lamezia Terme (CZ) ed una unità locale-ufficio a Milano.

. Fano (PU) è la sede principale. A lungo suddivisa in due uffici in città per motivi di crescita, attualmente si è insediata nella nuova sede di via Toniolo n.1/D di ca 1800 m2 in zona industriale. La Techfem di Fano conta no.75 tecnici: no.44 (55,8%) laureati in ingegneria di diversi indirizzi, di cui no.1 con master degree e no.3 con certificazioni specifiche nel campo dell'HSE conseguiti presso Istituti qualificati stranieri (no.3 IChemE – UK, no.2 TUV Rheinland - Germania), no.7 (9,3%) laureati in chimica, fisica, matematica, agraria, scienze ambientali ed infine no.24 (32%) tecnici con diploma di scuola superiore.

. Lamezia Terme (CZ) è la sede operativa operante già dal 2005 come società autonoma TechfemSud S.r.l. partecipata al 100% da Techfem S.r.l., e dal 2013 incorporata per fusione nella Techfem S.p.A., e conta no.41 tecnici: no.20 (48,8%) laureati in ingegneria di diversi indirizzi, di cui no.2 con master degree e no.1 con certificazioni specifiche nel campo dell'HSE conseguiti presso Istituti qualificati stranieri (IChemE – UK, TUV Rheinland - Germania), ed infine, no.4 (9%) laureati in Geologia e no.17 (42%) tecnici con diploma di scuola superiore. Attualmente la sede ospita un distaccamento sperimentale dell'Università della Calabria per una attività di ricerca su prototipi per il recupero di idrocarburi dispersi in acqua mediante assorbimento con NANOTUBI dove operano ricercatori dell'università e ricercatori/tecnici Techfem; Milano, ufficio con no.2 ingegneri dedicati ai progetti della rete dei gasdotti di Snam Rete Gas

La governance della Techfem è costituita da:

. ing. Francesco Ferrini, laureato in ingegneria meccanica, specializzato in dinamica dei fluidi, per 3 anni ricercatore presso il CNR, per ulteriori 10 anni responsabile della R&S della Snamprogetti di Fano (società di ingegneria dell'Eni, successivamente acquisita da Saipem) e dal 1984 fondatore della Techfem; attualmente ricopre la carica di C.E.O., rappresentante legale, direttore tecnico e direttore del settore R&S;

. ing. Federico Ferrini, laureato in ingegneria gestionale, ricopre la carica di amministratore delegato per la gestione dei progetti e per la commercializzazione;

. sig. Maria Vittoria Ventura, amministratore delegato per il personale, la finanza e l'amministrazione;

. dr. Marco Ferrini, laureato in Agraria, Consigliere di amministrazione.

La Techfem è certificata con DNV-GL per:

- Sistema di Qualità: UNI EN ISO 9001:2008



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Sistema di Gestione Ambientale: UNI EN ISO 14001:2004
- Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul Lavoro: OHSAS 18001-2007

È organizzata in dipartimenti produttivi: processo, civile, impianti elettrici-strumentazione ed automazione, meccanica (piping ed impianti di linea) e macchine rotanti (pompe, compressori, generatori), condotte onshore (a terra), condotte offshore (a mare), ingegneria naturalistica (ripristini vegetazionali, stabilità dei pendii) ed in una unità operativa per il pre-commissioning (collaudi) delle condotte onshore e soprattutto offshore. Ha inoltre sviluppato un dipartimento di QHSE con il quale svolge servizi di seconda parte per le analisi della sicurezza degli impianti, anche progettati da terzi.

Techfem is basically an engineering company operating in the field of energy and process plant engineering, auxiliary plants and in particular in waste water treatment and valorization processes. According to the EU definition of 01.01.2005 it is classified as PMI(SME - staff <250 units, turnover <50M €). Its constitution dates back to 1984, first as a professional association, since 1987 as S.r.l. and since 2013 as S.p.A.

Techfem has a head office in Fano (PU), an operational headquarter in Lamezia Terme (CZ) and a local office in Milan.

. Fano (PU) is the head office. For a long time split into two locations in the city for growth reasons, it has now been established in the new site of via Toniolo n.1 / D of ca 1800 m2 in industrial area. Techfem in Fano counts no .75 technicians: no.44 (55.8%) graduates in engineering of different specializations, no.1 with master degree and no.3 with HSE specific certifications obtained from qualified institutes, No.7 (9.3%) graduated in chemistry, physics, mathematics, agriculture, environmental sciences and finally no.24 (32%) technicians with high school diploma.

. Lamezia Terme (CZ) is an operating branch, operating since 2005 as an independent company TechfemSud S.r.l. 100% owned by Techfem Srl, and since 2013 incorporated by merging into Techfem SpA, and counts no.41 technicians: no.20 (48.8%) graduates in engineering of different specializations, no.2 with master degree and no.1 with HSE-specific certifications obtained from foreign qualifications institutes (ICHEM - UK, TUV Rheinland - Germany), and finally no.4 (9%) graduated in Geology and no.17 (42%) technicians with high school diploma.

At present, the site hosts an experimental detachment from the University of Calabria for research on prototypes for recovering hydrocarbons dispersed in water by absorption with NANOTUBI where activities are run by University researchers and Techfem engineers and technicians;

. Milan office is another operating branch with no.2 engineers dedicated to the projects of the pipeline network of Snam Rete Gas.

Techfem's governance consists of:

. ing. Francesco Ferrini, a mechanical engineer specialized in Fluid Dynamics, 3 years researcher at CNR, another 10 years in charge of R & D at Snamprogetti in Fano (Eni Engineering Company, later acquired by Saipem) and since 1984 founder Techfem; currently holds the position of C.E.O., legal representative, technical director and director of R & D;

. ing. Federico Ferrini, graduate in engineering management, holds the position of managing director for project management and marketing;

. Mr.s Maria Vittoria Ventura, is Managing Director for Staff, Finance and Administration;

. dr. Marco Ferrini, graduate in Agraria, is member of the administration board.

Techfem is certified with DNV-GL for:

- Quality System: ISO 9001:2008
- Environmental Management System: UNI EN ISO 14001:2004
- Health and Safety Management System : OHSAS 18001-2007

It is organized in production departments: process, civil, electrical installations-instrumentation and



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

automation, mechanical (piping and line plants) and rotary machines (pumps, compressors, generators), onshore (ground), offshore (sea) naturalistic engineering (vegetation restoration, slope stability) and an operating unit for pre-commissioning of onshore and mainly offshore pipelines. It has also developed a QHSE department with which it provides second-party services for plant security analyses, even designed by third parties.

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

La Techfem è fortemente innovativa su tutti gli aspetti che tendono a rafforzare la sua posizione sul mercato. Infatti si è dotata dei migliori software di simulazione nel campo del processo e delle analisi di sicurezza, del disegno 3D, dei rilievi di campo con droni aerei (ad ala planante per ricognizioni di aree vaste ed a quadricottero per aree di impianti concentrati) per scannerizzazioni digitali del territorio e relativa ricostruzione/mosaicatura georeferenziata in 3D. Nel campo dei lavori di prossimità di condotte o impianti in esercizio ha sviluppato un procedimento di escavazione 'chirurgica ed in sicurezza' con aspirazione del terreno per eliminare ogni possibile danneggiamento da parte di mezzi meccanici (presentato come brevetto è stato poi registrato come Modello di Utilità). Ha acquisito in passato un brevetto per l'estrazione di MTBE dalle acque di scarico dei serbatoi di stoccaggio nei depositi di benzine verdi.

Nel periodo 2009-2013 ha sviluppato, con una azienda agricola olivicola un processo per il recupero di polifenoli (antiossidanti) dalle acque reflue olearie. Attività che sta proseguendo con test di valutazione funzionale di alcune applicazioni dei polifenoli nel campo della nutraceutica e della cosmetica.

Anche nel campo del pre-commissioning offshore ha sviluppato nuove soluzioni ed allestimenti per la minimizzazione degli spazi su navi appoggio introducendo pompe elettriche al posto di motopompe diesel e generatori elettrici multifunzione marinizzati, in accordo con la regolamentazione DNV-GL in campo marino.

Negli ultimi anni la Techfem impegna ca il 3% del proprio fatturato per attività di sviluppo. Nel corso del 2016 ha impiegato, per attività di innovazione/formazione/aggiornamento e qualificazione del personale, risorse per ca 2,8% del fatturato di cui 1,8% documentate su commesse di R&S dichiarate come Credito d'Imposta.

Due ingegneri, ing. Francesco Chiappetta e ing. Emanuel Muraca della sede operativa di Lamezia, un ingegnere con master, ing. Christian Giulioni, ed un tecnico, p.mecc. Luigi Eusebi, della sede di Fano sono dedicati prevalentemente alle attività di R&S. Per i vari progetti di R&S vengono costituiti dei team di scopo con altri ingegneri e tecnici interni, utilizzando anche contratti di consulenza/collaborazione con Università ed Istituti di ricerca esterni o, in qualche caso, con aziende terze.

Gli impianti pilota o le attrezzature prototipali che si rendono necessarie per lo sviluppo dei progetti di R&S sono progettati internamente e fatti realizzare da ditte esterne sotto la supervisione dei tecnici Techfem. Le attività di sperimentazione sia di laboratorio che di campo sono condotte da tecnici interni con l'ausilio ricercatori esterni soprattutto per le analisi di laboratorio.

La Techfem dispone sia nella sede principale di Fano (ca 3.000 m2) che nella sede operativa di Lamezia Terme (ca 500 m2) di capannoni/magazzini per poter svolgere le attività di sperimentazione e di laboratorio. Entrambi sono attrezzati con servizi di base.

L'Ing. Francesco Ferrini ha svolto la funzione di Direttore di Progetto per tutte le attività di R&S, assegnando la responsabilità esecutiva ai propri collaboratori competenti per i diversi argomenti.

Ing Francesco Ferrini (coautore) :

- U.S. Patent No. 4,191,047 "Device for detecting the initial settling of the solid phase in solid-liquid suspensions". Mar. 4,1980.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Italian Patent No. 21885A/81 "Coal suspension in water" May 21, 1981.
- Italian Patens No. 20261A/82 "Coal suspension in water" Mar 19, 1982.
- Brevetto Italiano No. AN 2003 A 000009 "processo per la separazione ed il recupero del contaminante disciolto in acque inquinate di MTBE e/o di idrocarburi leggeri e/o aromatici" 31 Gennaio 2003 (Proprietà Techfem)
- Deposito Modello di Utilità per "Procedimento e modalità di posa in sicurezza di nuove condotte in prossimità di condotte esistenti in esercizio soggette ad essere sostituite (de-commissioning)" a seguito di presentazione di domanda di brevetto UA2016A002189 individuata nel nuovo sistema come 102016000027468 del 16.03.2016 (Proprietà Techfem)

Techfem is strongly innovative in all aspects that tend to strengthen its market position. In fact, it is well equipped with the best simulation software in the field of process and safety analysis, 3D drawing, field survey with aerial drones (planing wings for large areas reconnaissance and quadricopter for concentrated areas) for territorial digital scanning and its georeferenced 3D reconstruction / mosaic. In the field of proximity works of pipes or installations in operation has developed a "surgical and safety" excavation procedure by using of soil suction system to eliminate any possible damage by mechanical tools (presented as a patent was then registered as a Model of Utility). It has acquired in the past a patent for extracting and recovery MTBE from the drainage waters of storage tanks in green gas storage tanks.

During the period 2009-2013, Techfem has developed a process for the recovery of polyphenols (antioxidants) from Olive Oil Waste Waters (OOWW). Activities that are continuing with functional evaluation tests of some polyphenols in the application field of nutraceuticals and cosmetics.

Also in the field of pre-commissioning of offshore pipelines has developed new solutions and facilities for minimizing the space on ships (support vessels) by introducing electric pumps instead of diesel engine motors and marine multifunctional generators, in accordance with marine DNV-GL regulation.

Over the last few years, Techfem has dedicated approximately 3% of its turnover for R&D activities. During 2016 the company employed about 2.8% of turnover for innovation / training / upgrading and staff qualification; 1.8% of which 1.8% were documented as Credit of Income taxes for innovation.

Two engineers, ing. Francesco Chiappetta and ing. Emanuel Muraca of Lamezia's operational headquarters, an engineer with master, ing. Christian Giulioni, and a technician, mechanical expert Luigi Eusebi of Fano's headquarters is mainly dedicated to R & D activities. Various R & D projects are involving also other internal engineers and technicians to form target teams according to the required discipline, as well as consulting personnel / collaboration contracts with universities and external research institutes or, in some cases, with third-party companies.

The pilot plants or prototype equipment required for the development of R & D projects are designed internally and manufactured by external firms under the supervision of Techfem technicians. Laboratory and field experimentation activities are conducted by internal technicians with the aid of external researchers especially for laboratory analyses.

Techfem has both in its headquarter in Fano (approximately 3,000 m²) and in the Operating Unit in Lamezia Terme (ca 500 m²) warehouse and laboratories in order to carry out experimentation and laboratory activities. Both are equipped with basic facilities and utilities.

Ing. Francesco Ferrini has served as Project Manager for all R & D activities, assigning executive responsibility to their competent staff for the various topics.

Ing. Francesco Ferrini is co-author of patents:

- U.S. Patent No. 4,191,047 "Device for detecting the initial settling of solid phase in solid-liquid suspensions". Mar 4, 1980.
- Italian Patent No. 21885A / 81 "Coal suspension in water" May 21, 1981.
- Italian Patens No. 20261A / 82 "Coal suspension in water" March 19, 1982.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Italian Patent No. AN 2003 A 000009 "Process for the separation and recovery of contaminants dissolved in polluted waters of MTBE and / or light and / or aromatic hydrocarbons" 31 January 2003 (Techfem Properties)

- Utility Model Deposit for "Procedure and Procedure for Safe Installation of New Pipelines Near Existing Operating Exercises Substitute (de-commissioning)" Following Submission of UA2016A002189 Patent Application Identified in the New System as 102016000027468 of 16.03.2016 (Techfem Property)

Soggetto proponente: Università degli Studi di BARI ALDO MORO

Struttura organizzativa

L'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro" presenta una struttura organizzativa costituita da una parte amministrativa e da strutture di ricerca e didattica. In particolare, il Dipartimento di Chimica è dotato di diverse Unità Operative tra cui la UO "Ricerca e terza missione" che ha una qualificata esperienza nella gestione di progetti R&S. Il personale del Dipartimento di Chimica di UNIBA annovera numerosi ricercatori di riconosciuto profilo internazionale, molti dei quali rivestono o hanno rivestito ruoli importanti in organizzazioni scientifiche nazionali ed internazionali.

Le strategie di ricerca del Dipartimento si sono negli anni orientate verso lo sviluppo di tematiche che mirano allo sviluppo di sistemi innovativi per la produzione ed utilizzazione di fonti energetiche che permettono uno sviluppo sostenibile, sviluppo di nuovi catalizzatori e processi innovativi per l'utilizzo di CO₂ o di biomassa residua come materie prime per la sintesi di prodotti per l'industria energetica e chimica.

Il Dipartimento ospita:

-Una Unità operativa secondaria (UOS) dell'Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici (ICCOM) del CNR

-Una Unità di ricerca presso terzi (URT) dell'Istituto di Nanotecnologia (Nanotec) del CNR

-Una UOS dell'Istituto per i Processi Chimico Fisici (IPCF) del CNR

-Le Unità Operative dei seguenti consorzi interuniversitari: CSGI, INSTM, CIRCMSB, CIRCC.

Il Dipartimento, nel suo complesso, è ampiamente riconosciuto come centro di riferimento a livello nazionale ed internazionale per le ricerche nel campo della bioelettronica, della chimica dei plasmi, dei materiali innovativi nanostrutturati per sensoristica, per le ricerche nell'ambito della catalisi e conversione di biomassa in prodotti di elevato valore aggiunto, sviluppo di nuovi catalizzatori e processi innovativi per l'utilizzo di CO₂ per la sintesi di prodotti per l'industria energetica e chimica, riciclo del carbonio, fotocatalisi, della sintesi di materiali organici per fotonica ed elettronica.

Inoltre il Dipartimento di Chimica è nodo di diverse Reti di Laboratori pubblici di ricerca tra i quali

1. Laboratorio di tecnologie di modificazione superficiale di fibre naturali per il rilancio del settore tessile in Puglia (responsabile scientifico prof. N. Cioffi);

2. Laboratorio Regionale di sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali organici e nanostrutturati per elettronica, fotonica e tecnologie avanzate (responsabile scientifico prof F. Babudri);

3. Laboratorio Pubblico di Ricerca Industriale Pugliese dei Plasmi (LIPP) (responsabile scientifico prof F. Fracassi);

4. Laboratorio Pubblico di ricerca RELA-VALBIOR "Rete di Laboratori a Sostegno della Ricerca per lo Sviluppo di "Nuove Tecnologie per la Valorizzazione di Biomasse Residue del Sistema Produttivo della Regione Puglia"-

Quest'ultimo ha visto come proponente il Centro Interdipartimentale Metodologie e Tecnologie Ambientali



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

dell'Università degli studi di Bari che attualmente, dal punto di vista amministrativo, viene gestito dal dipartimento di Chimica.

Il Dipartimento è coinvolto in attività progettuali dei seguenti distretti produttivi regionali: MEDIS - Distretto Meccatronico Regionale della Puglia, DHITECH - Distretto Tecnologico High -Tech, H-BIO - Distretto Tecnologico Pugliese Salute dell'Uomo e Biotecnologie, DTA - Distretto Tecnologico Aerospaziale, DIPAR - Distretto Produttivo dell'Ambiente e del Riutilizzo, DiTNE - Distretto Tecnologico Nazionale per l'Energia.

Il personale del Dipartimento di Chimica di UNIBA annovera numerosi ricercatori di riconosciuto profilo internazionale, molti dei quali rivestono o hanno rivestito ruoli importanti in organizzazioni scientifiche nazionali ed internazionali.

Il dipartimento di Chimica è dotato di numerose apparecchiature utili allo svolgimento delle attività di ricerca che saranno messe a disposizione del progetto, in particolare:

Gas cromatografo accoppiato a rivelatore di massa,

Cromatografo liquido ad alta risoluzione,

NMR 500 MHZ

Strumentazione per la caratterizzazione di materiali,

Autoclavi 6X per reazioni in parallelo,

spettrometro FTIR,

spettrofotometro,

gascromatografo-FID,

HPLC,

Strumenti per la caratterizzazione superficiale (XPS, strumenti ottici),

Microscopi elettronici (SEM, TEM),

Strumenti per la caratterizzazione di polveri,

Spettrometro NMR Bruker 600 con probe per reazioni ad alta pressione e probe stato solido

Autoclavi in acciaio per reazioni ad alta pressione

Sintetizzatore automatico di catalizzatori

University of Bari "Aldo Moro" presents an organizational structure consisting of an administrative part and research and teaching structures. In particular, the Department of Chemistry is equipped with several Operating Units including the UO "Research and Third Mission" which has a qualified experience in the management of R & D projects. The staff of the Department of Chemistry of UNIBA includes many researchers of international relevance, many of whom have or have played important roles in national and international scientific organizations.

The Department's research strategies have long been oriented towards the development of innovative systems for the production and use of energy sources for a sustainable development, synthesis of new catalysts and innovative processes for the use of CO₂ or biomass as raw materials for the synthesis of products for the energy and chemical industry.

The Department host:

-A Secondary Operative Unit (UOS) of the CNR Institute on Organometallic Chemistry (ICCOM)

- A Research Unit of the CNR Institute on Nanotechnology (Nanotec)

- A Secondary Operative Unit (UOS) of the CNR Institute on Chemical-physical Processes (IPCF)

- the Operative Units of different Interuniversity Consortia: CSGI, INSTM, CIRCMSB, CIRCC.

The Department is widely recognized as a national and international reference center for research in the



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

fields of bioelectronics, plasma chemistry, nanostructured nanoscale materials for sensors, catalysis and conversion of biomass in high added value products, carbon recycling, photocatalysis, synthesis of organic materials for photonics and electronics.

Moreover the Department of Chemistry is the reference of different research public networks such as:

- 1. Laboratory of surface modification technologies of natural fibers for the revival of the textile sector in Apulia Region (scientific reference prof. N. Cioffi);*
- 2. Regional laboratory on synthesis and characterization of new organic and nanostructured materials for electronics, photonics and advanced technologies (scientific reference prof F. Babudri);*
- 3. Public laboratory of Industrial research on Plasma in Apulia region (LIPP) (scientific reference prof F. Fracassi);*
- 4. Public research laboratory RELA-VALBIOR "Network of Research Support Laboratories for the Development of "New Technologies for the Valorization of Residual Biomass of the Production System of the Apulia Region"- The reference of this latter network has been the Inter-departmental Center on Environmental Methodologies and Technologies which is under the administrative management of the Department of chemistry.*

The Department is involved in research activities within the regional productive districts: MEDIS - Regional Mechatronic District of Apulia, DHITECH - High Tech Technical District, H-BIO - Apulian Technology District, Human Health and Biotechnology, DTA - Aerospace Technology District, DIPAR - Productive Environment and Reuse District, DiTNE - National Energy Technology District.

The Department of Chemistry is equipped with a number of useful equipment to carry out the research activities that will be made available to the project, in particular:

Gas chromatograph coupled to mass detector,

High Resolution Liquid Chromatograph,

NMR 500 MHZ

Instrumentation for characterization of materials,

6X Autoclaves for Parallel reactions,

FTIR spectrometer,

spectrophotometer,

GC-FID,

HPLC,

Surface Characterization Tools (XPS, Optical Instruments),

Electronic Microscopes (SEM, TEM),

Powder characterization tools,

NMR Bruker 600 Spectrometer with High Pressure Reaction Probes and Solid State Probe

High-pressure steel autoclaves

Automatic catalyst synthesiser

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

Il Gruppo di Chimica Inorganica della prof A. Dibenedetto ha sviluppato competenze di eccellente livello su diverse linee tutte convergenti sul tema "Processi puliti" o "Sustainable Chemistry". Ella ha sviluppato tematiche sulla utilizzazione di CO₂ nella sintesi di prodotti chimici; uso di solventi supercritici come mezzo di reazione eco-compatibili; uso di scCO₂ come solvente e reagente; sviluppo di catalizzatori eterogenei modulabili per le proprietà acide e basiche; sintesi di alchil-carbonati da urea e diossido di carbonio; sintesi di carbonati ciclici mediante carbossilazione ossidativa di olefine. A livello nazionale ha istituito il Gruppo Italiano CO₂.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Il Gruppo di Chimica Analitica della Prof. E. de Giglio vanta competenze specifiche nel settore di metodiche di modifica superficiale e tecniche di analisi di superficie, in particolare la Spettroscopia fotoelettronica a raggi X (XPS), per prevedere le proprietà di un materiale mediante la conoscenza della sua struttura e composizione superficiale.

Il Gruppo di Chimica Fisica della prof. A. Agostiano ha elevate competenze nel campo della caratterizzazione di materiali nano-strutturati tramite tecniche spettroscopiche (assorbimento UV-VIS, fotoluminescenza, FT-IR, DLS), strutturali (XRD, TEM), morfologiche (AFM, SEM).

Sarà necessario acquisire competenza dall'esterno attraverso l'attivazione di contratti di ricerca da affidare a giovani esperti nel settore di riferimento.

UniBa sia attraverso il Dip. di Chimica che attraverso il Consorzio Interuniversitario Reattività Chimica e la Catalisi – CIRCC ha partecipato come proponente a numerosi progetti Internazionali, Nazionali e Regionali. A livello europeo sono stati finanziati progetti su bandi FP7 - People, FP7 - Space, H2020-SFS-2016, COST, LIFE.

Inoltre il dipartimento di chimica ha coordinato numerosi Progetti PRIN, FIRB e PON, e a livello Regionale ha partecipato ai bandi a sostegno dei partenariati per l'innovazione e dei Cluster Regionali per l'innovazione.

Numerosi sono i brevetti pubblicati negli ultimi anni: 66 brevetti per UNIBA di cui 12 per il dipartimento di Chimica e numerose sono le pubblicazioni su riviste internazionali di elevato impatto.

1) M. Aresta, A. Dibenedetto, A. Angelini. From CO₂ to Chemicals and Fuels. *Chem Rev*, 2014, 114(3), 1709-1742

2) T. Baran, A. Dibenedetto, M. Aresta et al. Photocatalytic Carboxylation of Organic Substrates with CO₂ at Zinc Sulfide with Deposited Ruthenium Nanoparticles *ChemPlusChem*, 2014, 79(5), 708-715

3) A. Dibenedetto, A. Angelini Synthesis of organic carbonates *Adv. Inorg. Chem.: CO₂ Chemistry* 66 Eds M. Aresta, R. Van Eldik, 2014, 25-81

4) M. Aresta, A. Dibenedetto, A. Angelini Converting “Exhaust Carbon into “Working” Carbon *Adv. Inorg. Chem.: CO₂ Chemistry* volume 66 Eds M. Aresta, R. Van Eldik, 2014, 259-288

5) A. Dibenedetto, A. Angelini, L. di Bitonto et al. Cerium-Based Binary and Ternary Oxides in the Transesterification of Dimethylcarbonate with Phenol *Chemsuschem*, 2014, 7(4), 1155-1161

6) A. Dibenedetto, A. Angelini, P. Stufano Use of CO₂ as feedstock for chemicals and fuels: homogeneous and heterogeneous catalysis. *J. Chem. Technol.&Biotechnol.*, 2014, 89(3), 334-353 7) M. Aresta, A. Dibenedetto, T. Baran et al.

An Integrated Photocatalytic-Enzymatic System for the Reduction of CO₂ to Methanol in Bio-Glycerol-Water *Beilstein J. Org. Chem.* 2014, 10, 2556-2565

7) T. Baran, S. Wojtyła, A. Dibenedetto et al. Zinc sulfide functionalized with ruthenium nanoparticles for photocatalytic reduction of CO₂ *App. Catal. B. Env.*, 2015, 178, 170-176

8) M. Aresta, A. Dibenedetto, T. Baran et al. Solar energy utilization in the direct photocarboxylation of 2,3-dihydrofuran using CO₂ *Faraday Discuss.*, 2015, 183, 413-427

9) M. Aresta, A. Dibenedetto, E. Quaranta *Reaction Mechanisms in CO₂ Conversion* (2015) ISBN 978-3-662-46831-9

10) M. Aresta, A. Dibenedetto, E. Quaranta State of the art and perspectives in catalytic processes for CO₂ conversion into chemicals and fuels: the distinctive contribution of chemical catalysis and biotechnology. *J. Catal.* 343 (2016) 2-45

11) M. Aresta, A. Dibenedetto, W. Macyk et al. Photocatalytic CO₂ reduction at p-type copper(I) iodide *ChemSusChem*, 9(20), 2016, 2933-2938

12) A. Dibenedetto Artificial Photosynthesis and Solar Chemistry *ChemSusChem* 2016, 9, 3124-3127

17) A. Angelini, A. Dibenedetto, S. Fasciano et al. Synthesis of di-n-butyl carbonate from n-butanol: comparison of the direct carboxylation with butanolysis of urea by using recyclable heterogeneous catalysts *Catal. Today* 281 (2017) 371-378



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- 13) M. Aresta, A. Dibenedetto, A. Dutta Energy issues in the utilization of CO₂ in the synthesis of chemicals: The case of the direct carboxylation of alcohols to dialkyl-carbonates *Catal. Today* 281 (2017) 345–351
- 14) S. Schlager, A. Dibenedetto, et al. Biocatalytic and Bio-electrocatalytic Approaches for the Reduction of CO₂ Using Enzymes - *Energy Technol.* 2017, 5, 1 – 11
- 15) A. Dibenedetto, J. Zhang, A. Angelini et al. Photocatalytic carboxylation of C-H bonds promoted by popped graphene oxide (PGO) either bare or loaded with CuO . *CO₂ Util.* 20 (2017) 97–104
- 16) C. Ingrosso, G.V. Bianco, V. Pifferi, et al. Enhanced photoactivity and conductivity in transparent TiO₂ nanocrystals/graphene hybrid anodes *J. Mat. Chem. A* 5(19), 9307-9315, 2017
17. F. Petronella, A. Truppi, C. Ingrosso, et al. Nanocomposite materials for photocatalytic degradation of pollutants *Catal Tod* 281, 85-100, 2017
18. L. Triggiani, A.B. Munoz-Garcia, A. Agostiano et al. Promoting oxygen vacancy formation and p-type conductivity in SrTiO₃ via alkali metal doping: a first principles study *Phys Chem.* 18(41), 28951-28959, 2016

The Prof. A. Dibenedetto's Inorganic Chemistry Group has developed excellent skills across several converging lines on "Clean Processes" or "Sustainable Chemistry".

Her work is devoted to the utilization of CO₂ to produce chemicals and fuels; se of supercritical solvents as reaction media for eco-compatible reactions; use of scCO₂ as solvent and reagent; development of heterogeneous catalysts with tunable acid-base properties; synthesis of alkyl-carbonate from urea and carbon dioxide; synthesis of cyclic carbonates through oxidative carboxylation of olefin. At national level she is the founder of the Italia CO₂ Group.

The Prof. E. Giglio's Analytical Chemistry Group has specific expertise in surface modification and surface analysis techniques, especially X-ray photoelectric spectroscopy (XPS), to predict the properties of a material through knowledge of its structure and surface composition.

The Prof. A. Agostiano's Physical Chemistry Group has high expertise in the nano-structured material characterization by means of spectroscopic techniques (UV-VIS absorption, photoluminescence, FT-IR, DLS), structural (XRD, TEM), morphological (AFM, SEM).

It will be necessary to acquire high level expertise from outside. Young researchers will be hired through the activation of research contracts for carrying out some specific activities.

UniBa both through the Department of Chemistry and through the Interuniversity Consortium for Chemical Reactivity and Catalysis - CIRCC has participated as proponent of numerous international, national and regional projects. At European level several projects have been funded through FP7 - People, FP7 - Space, H2020 - SFS - 2016, COST, LIFE calls.

In addition, the Department of Chemistry has coordinated several projects as PRIN, FIRB and PON, and at regional level has participated in calls for support for Innovation Partnerships and Regional Clusters for Innovation.

In recent years, 66 patents have been filed by UNIBA, including 12 by the Department of Chemistry. Numerous papers have been published in high-impact international journals.

1) M. Aresta, A. Dibenedetto, A. Angelini. From CO₂ to Chemicals and Fuels. *Chem Rev*, 2014, 114(3), 1709-1742

2) T. Baran, A. Dibenedetto, M. Aresta et al. Photocatalytic Carboxylation of Organic Substrates with CO₂ at Zinc Sulfide with Deposited Ruthenium Nanoparticles *ChemPlusChem*, 2014, 79(5), 708–715

3) A. Dibenedetto, A. Angelini Synthesis of organic carbonates *Adv. Inorg. Chem.: CO₂ Chemistry* 66 Eds



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

M. Aresta, R. Van Eldik, 2014, 25-81

4) M. Aresta, A. Dibenedetto, A. Angelini Converting "Exhaust Carbon into "Working" Carbon *Adv. Inorg. Chem.: CO2 Chemistry* volume 66 Eds M. Aresta, R. Van Eldik, 2014, 259-288

5) A. Dibenedetto, A. Angelini, L. di Bitonto et al. Cerium-Based Binary and Ternary Oxides in the Transesterification of Dimethylcarbonate with Phenol *Chemsuschem*, 2014, 7(4), 1155-1161

6) A. Dibenedetto, A. Angelini, P. Stufano Use of CO₂ as feedstock for chemicals and fuels: homogeneous and heterogeneous catalysis. *J. Chem. Technol.&Biotechnol.*, 2014, 89(3), 334-353 7) M. Aresta, A. Dibenedetto, T. Baran et al.

An Integrated Photocatalytic-Enzymatic System for the Reduction of CO₂ to Methanol in Bio-Glycerol-Water *Beilstein J. Org. Chem.* 2014, 10, 2556-2565

7) T. Baran, S. Wojtyła, A. Dibenedetto et al. Zinc sulfide functionalized with ruthenium nanoparticles for photocatalytic reduction of CO₂ *App. Catal. B. Env.*, 2015, 178, 170-176

8) M. Aresta, A. Dibenedetto, T. Baran et al. Solar energy utilization in the direct photocarboxylation of 2,3-dihydrofuran using CO₂ *Faraday Discuss.*, 2015, 183, 413-427

9) M. Aresta, A. Dibenedetto, E. Quaranta *Reaction Mechanisms in CO₂ Conversion (2015)* ISBN 978-3-662-46831-9

10) M. Aresta, A. Dibenedetto, E. Quaranta *State of the art and perspectives in catalytic processes for CO₂ conversion into chemicals and fuels: the distinctive contribution of chemical catalysis and biotechnology.* *J. Catal.* 343 (2016) 2-45

11) M. Aresta, A. Dibenedetto, W. Macyk et al. Photocatalytic CO₂ reduction at p-type copper(I) iodide *ChemSusChem*, 9(20), 2016, 2933-2938

12) A. Dibenedetto *Artificial Photosynthesis and Solar Chemistry* *ChemSusChem* 2016, 9, 3124-3127

17) A. Angelini, A. Dibenedetto, S. Fasciano et al. Synthesis of di-n-butyl carbonate from n-butanol: comparison of the direct carboxylation with butanolysis of urea by using recyclable heterogeneous catalysts

Catal. Today 281 (2017) 371-378

13) M. Aresta, A. Dibenedetto, A. Dutta *Energy issues in the utilization of CO₂ in the synthesis of chemicals: The case of the direct carboxylation of alcohols to dialkyl-carbonates* *Catal. Today* 281 (2017) 345-351

14) S. Schlager, A. Dibenedetto, et al.

Biocatalytic and Bio-electrocatalytic Approaches for the Reduction of CO₂ Using Enzymes - Energy Technol. 2017, 5, 1-11

15) A. Dibenedetto, J. Zhang, A. Angelini et al. Photocatalytic carboxylation of C-H bonds promoted by popped graphene oxide (PGO) either bare or loaded with CuO. *CO₂ Util.* 20 (2017) 97-104

16) C. Ingrosso, G.V. Bianco, V. Pifferi, et al. Enhanced photoactivity and conductivity in transparent TiO₂ nanocrystals/graphene hybrid anodes *J. Mat. Chem. A* 5(19), 9307-9315, 2017

17. F. Petronella, A. Truppi, C. Ingrosso, et al. *Nanocomposite materials for photocatalytic degradation of pollutants*

Catal Tod 281, 85-100, 2017

18. L. Triggiani, A.B. Munoz-Garcia, A. Agostiano et al. Promoting oxygen vacancy formation and p-type conductivity in SrTiO₃ via alkali metal doping: a first principles study *Phys Chem.* 18(41), 28951-28959, 2016

Soggetto proponente: Politecnico di TORINO



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Struttura organizzativa

"Il Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia (DISAT) promuove, coordina e gestisce ricerca, trasferimento tecnologico e servizi al territorio negli ambiti della fisica della materia e delle interazioni fondamentali, delle nanotecnologie, della chimica, della scienza dei materiali, dell'ingegneria chimica e dell'elettrochimica. Il DISAT è la struttura di riferimento del Politecnico di Torino per lo studio dei fondamenti della materia, dell'energia e dei processi eco-sostenibili, della loro trasformazione e delle relative applicazioni ingegneristiche.

In particolare, in relazione alla tematica del progetto, nel DISAT opera il gruppo di ricerca su "Catalytic Reaction Engineering for Sustainable Technologies" (CREST) che persegue l'obiettivo generale di studiare processi chimici innovativi finalizzati allo sviluppo di un modello di società più sostenibile. Lo strumento si estrinseca in tre tipologie di approccio (sezioni del gruppo): la bioraffineria, ovvero lo sfruttamento di biomasse al fine di produrre combustibili o chemicals di derivazione rinnovabile, il re-impiego e la valorizzazione dei rifiuti o il contenimento dell'impatto ambientale dei processi convenzionali, e infine il monitoraggio della qualità e della sicurezza dei prodotti dell'industria agroalimentare

Il gruppo CREST include 9 membri accademici (tre Professori Ordinari, un professore associato, due ricercatori a Tempo Determinato di tipo B e tre ricercatori a Tempo Determinato di tipo A) più 20 ricercatori a contratto (inclusi 12 studenti di dottorato), e due unità di personale amministrativo a contratto. Il personale di ricerca ha generalmente competenze differenti e complementari tra i singoli (nel campo dell'ingegneria chimica e biochimica, della chimica industriale, della scienza della catalisi e dei materiali). Il gruppo è attivo nei campi dell'ingegneria delle reazioni chimiche, della separazione in reattori a membrane, dell'ingegneria biochimica e della catalisi ambientale, in collaborazione con molteplici aziende e università italiane e straniere.

Il DISAT dispone di una serie di banchi-prova per effettuare test di metanazione, realizzati a seguito dello sviluppo di precedenti progetti di ricerca finanziati (Helmeth, Store&Go), principalmente allocati nel suo Laboratorio di Catalisi Ambientale (Blu NOx). In particolare, il set-up sperimentale di taglia più grossa (fino a 5 litri al minuto di metano prodotto) è invece allocato presso la Sala Impianti del Dipartimento DENERG (Dipartimento di Energia) sebbene sia di proprietà e gestione esclusiva del gruppo CREST del DISAT; tale set-up consente di effettuare test ad alta pressione e temperatura controllata con monitoraggio continuo delle specie gassose effluenti, configurandosi come un sistema particolarmente adatto per le misure accurate di cinetica. Il gruppo possiede inoltre una consolidata competenza nella caratterizzazione di materiali catalitici e sorbenti che saranno utilizzati nel progetto anche allo scopo di analizzare eventuali fenomeni di degradazione/disattivazione nel tempo. In particolare, si citano qui le attrezzature specifiche per le caratterizzazioni morfologiche, strutturali e chimiche (XRD, spettrofotometro UV-Vis, XPS, FESEM, HRTEM, STEM, ICP, XRF, TPD/TPR/TPO, e altre), tutte disponibili presso i Laboratori del DISAT gestiti dal gruppo CREST (prevalentemente allocati nel Laboratorio di Caratterizzazione Catalisi Ambientale).

Il Laboratorio di Fermentazione Anaerobica (FERMAN) è invece finalizzato allo studio di processi innovativi e sostenibili in ambito energetico ed ambientale, sfruttando tecniche e competenze di matrice biotecnologica. Attualmente, i progetti di ricerca in corso sviluppati nel Laboratorio FERMAN sono incentrati principalmente sullo studio di metodi e strategie di riduzione/valorizzazione della CO₂ mediante l'impiego di catalizzatori biologici. Il laboratorio ospita le seguenti strumentazioni in parte già acquistate e in parte sotto procedura di acquisizione:

- Un bioreattore da 2 L come volume di lavoro in vetro, capace di operare ad una pressione massima di 4.8 bar
- Un bioreattore da 2 L come volume di lavoro in acciaio, progettato per operare ad una pressione massima di 10 bar



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Una cappa chimica walk-in, capace di ospitare i reattori al suo interno

Infine, POLITO detiene le licenze di una serie software di modellazione di sistema (ad esempio Aspen, Hysis, Matlab Simulink, Powerworld, Neplan, Opal-RT, ecc.) nonché per l'analisi energetica di sistema per gli studi di scenario di interesse del progetto.

Il DISAT è un Dipartimento abituato a gestire una grossa mole di Progetti di ricerca (a bando su finanziamenti comunitari, ministeriali o regionali oppure a carattere industriale) e in particolare il gruppo CREST dispone di due unità di personale amministrativo a contratto per il supporto nei Progetti finanziati"

The Department of Applied Science and Technology (DISAT) promotes, coordinates and manages research, technology transfer and services to the region in the field of matter physics and fundamental interactions, nanotechnologies, chemistry, materials science, chemical engineering and electrochemistry. DISAT is the reference structure of the Politecnico di Torino for the study of the fundamentals of matter, energy and eco-sustainable processes, their transformation and their engineering applications.

In particular, in relation to the project's theme, DISAT operates through the research group of "Catalytic Reaction Engineering for Sustainable Technologies" (CREST), which pursues the general objective of studying innovative chemical processes aimed at developing a more sustainable society. The instrument extrudes into three types of approach (group sections): the "biorefinery", i.e. biomass exploitation in order to produce renewable fuels or chemicals, the "reuse and waste valorization" or the containment of environmental impacts of conventional processes, and finally the "quality and safety monitoring" of the products of the agri-food industry.

The CREST group includes 9 academic members (three Full Professors, one associate professor, two Type B Determined-Time Researchers and three Type A Determined-Time Researchers) plus 20 contract researchers (including 12 PhD students) and two contract administrative collaborators. Research staff generally have different and complementary skills between individuals (in the field of chemical engineering and biochemistry, industrial chemistry, catalysis science and materials). The group is active in engineering fields of chemical reactions, membrane reactor separation, biochemical engineering and environmental catalysis, in collaboration with many Italian and foreign companies and universities.

DISAT has a number of test benches to conduct methanation testing, established as a consequence of the development of previously funded research projects (Helmeth, Store & Go), mainly allocated to its Environmental Catalyst Laboratory (Blue NOx). In particular, the largest size experimental set up (up to 5 liters per minute of methane produced) is allocated to the Plant Spaces at the DENERG Department (Energy Department), although it is of exclusive property and management of the DISAT CREST group; such a set-up allows high-pressure and temperature-controlled testing with continuous monitoring of effluent gases, making it a particularly suitable system for accurate kinetic measurements. The group also has a solid competence in the characterization of catalytic and sorbent materials that will be used in the project in order to analyze any degradation / deactivation phenomena over time. Specifically, there are specific equipment for the morphological, structural and chemical characterization (XRD, UV-Vis spectrophotometer, XPS, FESEM, HRTEM, STEM, ICP, XRF, TPD / TPR / TPO and others) DISAT Laboratories managed by the CREST group (mainly allocated to the Environmental Catalysis Characterization Laboratory).

The Anaerobic Fermentation Laboratory (FERMAN) is aimed at studying innovative and sustainable processes in the energy and environmental field, exploiting techniques and biotechnology matrix skills. At present, ongoing research projects in the FERMAN Laboratory focus mainly on the study of CO2 reduction / valorisation methods and strategies through the use of biological catalysts. The laboratory houses the following parts already purchased and partly under acquisition procedure:

- A 2L bioreactor as a glass working volume, capable of operating at a maximum pressure of 4.8 bar
- A 2L bioreactor as a steel working volume, designed to operate at a maximum pressure of 10 bar



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- A walk-in chemical hood, capable of accommodating the reactors inside

Lastly, POLITO holds licenses for a series of system modeling softwares (eg Aspen, Hysis, Matlab Simulink, Powerworld, Neplan, Opal-RT, etc.) as well as for system energy analysis for scenarios of interest of the project.

DISAT is a Department used to handle a large number of Research Projects (through UE, ministerial or regional funding or industrial contracts), and in particular the CREST group has two contract staff members for support in the Projects funded

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

progetti di ricerca a bando, sia di servizio offerto alle aziende in contratti di ricerca industriali. In particolare, vanno citate le competenze maturate nel campo della scienza della catalisi (dallo sviluppo dei catalizzatori, al testing in reazioni di interesse ambientale e/o energetico, passando attraverso la caratterizzazione chimico/fisica dei materiali), dell'ingegneria dei reattori chimici, della fermentazione anaerobica e dei processi biotecnologici per lo sviluppo di tecnologie innovative sostenibili.

Relativamente al personale, parteciperanno attivamente:

-) il Prof. Raffaele Pirone, responsabile scientifico per l'unità di ricerca del DISAT – Politecnico di Torino. Raffaele Pirone si è laureato nel 1992 presso l'Università di Napoli "Federico II" in ingegneria chimica e ha conseguito il Dottorato di Ricerca presso la stessa Università nel 1996 (Decomposizione catalitica degli ossidi di azoto sulle zeoliti scambiate con il rame). Nel 1996 diventa Ricercatore presso l'Istituto di Ricerche sulla Combustione del CNR di Napoli e successivamente Primo Ricercatore nel 2002 nello stesso Istituto. Nel 2011 si trasferisce al Politecnico di Torino (POLITO) come Professore Ordinario di "Chimica industriale e tecnologica". Precedenti esperienze di insegnamento sono state effettuate presso l'Università di Messina come professore di contratto di "Impianti chimici e Operazioni Unitarie" (2005-2010). I suoi principali interessi di ricerca sono legati a processi catalitici innovativi per la produzione di energia pulita, processi chimici sostenibili e abbattimento di inquinanti atmosferici. Raffaele Pirone è autore di circa 80 pubblicazioni ISI e più di 100 partecipazioni a congressi nazionali ed internazionali. È responsabile scientifico per POLITO del progetto HELMETH attualmente in corso.

-) la Prof. Debora Fino, ha conseguito il dottorato di ricerca in ingegneria chimica al Politecnico di Torino nel 2003 con una Dissertazione sul "Abbattimento del particolato prodotto da motori diesel mediante trappole catalitiche", che le è valsa il premio 2004 Italgas - Debutto nella Ricerca. Attualmente è Professore Ordinario di impianti chimici presso il DISAT, Politecnico di Torino. Autore di circa 200 articoli sull'ingegneria di reazione chimica, sui processi di separazione e sui reattori multifunzionali, è stata coordinatrice del progetto EU BIOROBUR nell'ambito dell'iniziativa FCH-JU e responsabile scientifico di diversi progetti dell'UE (TOP-EXPERT, ADDNANO, FlameSOFC). È già stata coordinatore di un progetto industriale (BioH2Power - Da rifiuti a combustibili gassosi rinnovabili) e del progetto di piattaforma (Ecofood-Ambiente e sostenibilità energetica, riduzione dei rifiuti, riutilizzo dei sottoprodotti della catena alimentare) finanziato dalla Regione Piemonte. Inoltre è stata responsabile scientifico del progetto finanziato da Eni per l'analisi critica della situazione attuale e delle prospettive future della produzione di energia da HTL in Piemonte dalla frazione organica di MSW, rifiuti agricoli, acque reflue industriali, fanghi di depurazione, effluenti di bestiame e colture energetiche

-) Prof. Samir Bensaid laureato in Ingegneria Chimica nel 2006 presso il Politecnico di Torino, dopo aver completato gli studi presso la Strathclyde University di Glasgow (UK) e Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) a Saclay –Parigi (Francia). Ha conseguito il dottorato di ricerca in Ingegneria Chimica nel 2010 presso il Politecnico di Torino, dove è attualmente Professore Associato di Chimica Industriale. È stato ricercatore presso l'Università di Houston (USA) nel 2015. La sua attività di ricerca riguarda il campo



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

della catalisi e dell'ingegneria di reazione, e in particolare la modellazione matematica dei reattori chimici applicati a sistemi eterogenei, testimoniato da più di 70 pubblicazioni ISI internazionali riviste dal 2009 ad oggi

Si elencano nel seguito alcuni dei principali progetti connessi alla tematica da condurre nel Progetto “WW-GREEN-FUEL”:

- SP1-JTI-FCH.2012 HELMETH (POLITO partner, Prof. R. Pirone) “Integrated High-Temperature Electrolysis and METHanation for Effective Power to Gas Conversion” (2013-2017)
- H2020-LCE-2015 STOREandGO (POLITO partner, Prof. S. Bensaid) “Innovative large-scale energy STOragE technologies AND Power-to-Gas concepts after Optimisation” (2016-2020)
- SP1-JTI-FCH.2012 BioROBUR (POLITO coordinated, prof. D. Fino) “Biogas robust processing with combined catalytic reformer and trap” (2013-2016)
- H2020-JTI-FCH-2016 BIOROBUR PLUS (POLITO coordinated, prof. D. Fino), “Advanced direct biogas fuel processor for robust and cost-effective decentralised hydrogen production” (2017-2020)
- H2020-ISIB-2015 CELBICON (POLITO coordinated, prof. D. Fino), “Cost-effective CO₂ conversion into chemicals via combination of Capture, ELeCtrochemical and BI-ochemical CONVersion technologies” (2016-2019)
- H2020-SPIRE-2017 RECODE (POLITO partner, Prof. S. Bensaid) “Recycling carbon dioxide in the cement industry to produce added-value additives: a step towards a CO₂ circular economy” (2017-2021)
- H2020-LCE-2017-RES-CCS-RIA HEAT-TO-FUEL (POLITO partner, Prof. S. Bensaid), “Biorefinery combining HTL and FT to convert wet and solid organic, industrial wastes into 2nd generation biofuels with highest efficiency” (2017-2021)
- FP7-FCH-JU-2011-1 ARTIPHYCTION (POLITO coordinator) - “Fully artificial photo-electrochemical device for low temperature hydrogen production” (2012-2015)
- FP7-NMP-2012 Eco2CO₂ (POLITO coordinator) - “Eco-friendly biorefinery fine chemicals from CO₂ photocatalytic reduction (2012-2016)”
- ERA-NET CAPITA CARDIOSOL (POLITO partner) - “Valorisation of carbon dioxide containing industrial streams via non-conventional catalytic systems and solarized processes” (2013-2015).

Prof. Samir Bensaid achieved his Master of Science in Chemical Engineering in 2006 at Politecnico di Torino (Italy), after having completed his studies at Strathclyde University of Glasgow (UK) and Commissariat à l’Energie Atomique (CEA) at Saclay-Paris (France). He got his PhD in Chemical Engineering in 2010 at Politecnico di Torino, where he is now Associate Professor of Industrial Chemistry. He has been Visiting Researcher at University of Houston (USA) in 2015. His research activity concerns the field of catalysis and reaction engineering, and specifically the mathematical modeling of chemical reactors applied to heterogeneous systems, as testified by more than 70 publications in international ISI journals from 2009 up to now (h-index 16). He is coordinator of a 3.5-year project (2013-2016) for Young Researchers (FIRB2012), funded by the Italian Ministry of University, Research and Education (MIUR), with 4 research units and a total budget of 918.000€. He is scientific responsible for POLITO in the STORE&GO EU project (2016-2020), and he is also WP leader in two currently running EU projects, funded by the EC through the FCH-JU initiative (HELMETH and BIOROBUR).

Some of the main and recent projects of the DISAT CREST research group on the topics related to the development of sustainable chemical processes or more generally of interest to the topic to be conducted in the WW-GREEN-FUEL Project are listed below:

- SP1-JTI-FCH.2012 HELMETH (POLITO partner, Prof. R. Pirone) “Integrated High-Temperature Electrolysis and METHanation for Effective Power to Gas Conversion” (2013-2017)
- H2020-LCE-2015 STOREandGO (POLITO partner, Prof. S. Bensaid) “Innovative large-scale energy STOragE technologies AND Power-to-Gas concepts after Optimisation” (2016-2020)



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- *SPI-JTI-FCH.2012 BioROBUR (POLITO coordinated, prof. D. Fino) “Biogas robust processing with combined catalytic reformer and trap” (2013-2016)*
- *H2020-JTI-FCH-2016 BIOROBUR PLUS (POLITO coordinated, prof. D. Fino), “Advanced direct biogas fuel processor for robust and cost-effective decentralised hydrogen production” (2017-2020)*
- *H2020-ISIB-2015 CELBICON (POLITO coordinated, prof. D. Fino), “Cost-effective CO2 conversion into chemicals via combination of Capture, ELeCtrochemical and BI-ochemical CONversion technologies” (2016-2019)*
- *H2020-SPIRE-2017 RECODE (POLITO partner, Prof. S. Bensaid) “Recycling carbon dioxide in the cement industry to produce added-value additives: a step towards a CO2 circular economy” (2017-2021)*
- *H2020-LCE-2017-RES-CCS-RIA HEAT-TO-FUEL (POLITO partner, Prof. S. Bensaid), “Biorefinery combining HTL and FT to convert wet and solid organic, industrial wastes into 2nd generation biofuels with highest efficiency” (2017-2021)*
- *FP7-REGIONS-2012-2013 WASTECOSMART (POLITO partner, prof. D. Fino), “Optimisation of Integrated Solid Waste Management Strategies for the Maximisation of Resource Efficiency” (2013-2016)*
- *FP7-FCH-JU-2011-1 ARTIPHYCTION (POLITO coordinator) - “Fully artificial photo-electrochemical device for low temperature hydrogen production” (2012-2015)*
- *FP7-NMP-2012 Eco2CO2 (POLITO coordinator) - “Eco-friendly biorefinery fine chemicals from CO2 photocatalytic reduction (2012-2016)”*
- *ERA-NET CAPITA CARDIOSOL (POLITO partner) - “Valorisation of carbon dioxide containing industrial streams via non-conventional catalytic systems and solarized processes” (2013-2015).*

By limiting the analysis for the last three years, the CREST group has entered into consultancy / industrial research contracts with the following companies: Hysytech (Prof. D. Fino, 2014), Cornaglia (Prof. D. Fino, 2017), Fenice (Prof. D. Fin, 2015), Petronas (Prof. D. Fino, 2015), Treelium SA (Prof. D. Fino, 2016), and Lavazza (Prof. D. Fino, 2014). With this latter company, the activity has led to the filing of a European patent application, being in the process of final definition.

Soggetto proponente: Sol S.p.A.

Struttura organizzativa

"SOL S.p.A. è la società per azioni quotata in borsa, al vertice del gruppo SOL, uno dei principali produttori di gas industriali sul mercato europeo. Il gruppo produce e commercializza gas industriali, medicali, gas puri e speciali, tecnologie e servizi correlati ai gas prodotti e fornisce anche servizi di assistenza medica domiciliare per alcune terapie speciali come, ad esempio, l'ossigenoterapia.

Gli organi che costituiscono la struttura di governance di SOL Spa sono:

- l'assemblea dei soci;
- il Consiglio di Amministrazione;
- il Collegio sindacale;
- la Società di revisione.

I prodotti sviluppati, fabbricati e/o commercializzati dalle aziende del Gruppo SOL si possono suddividere nelle seguenti tipologie:

- gas tecnici;
- gas medicali;
- gas medicinali;
- gas alimentari;



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- gas puri e speciali;
- apparecchiature ed impianti per la produzione, la gestione e l'utilizzo dei gas.

I principali prodotti del gruppo SOL sono pertanto:

- i gas da frazionamento aria (ossigeno, azoto ed argon), l'anidride carbonica, l'idrogeno, l'acetilene ed il protossido di azoto, l'elio, i gas frigoriferi, l'ammoniaca e le loro miscele;
- gli impianti di produzione, stoccaggio e gestione dei gas ed i servizi integrati di fornitura.

I gas medicinali devono essere conformi a quanto previsto dalla Farmacopea Europea, mentre i gas alimentari devono essere conformi a quanto previsto dalle Direttive comunitarie (Direttiva 95/2 CE, Direttiva 96/77 CE, Regolamento N° 178/2002 CE). Inoltre, la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione di questi gas prevede l'applicazione di un sistema di "Good Manufacturing Practice" in conformità alla direttiva CEE 91/356 per quanto riguarda i gas medicinali.

I gas di produzione SOL forniscono quindi i più elevati standard di purezza e qualità. Nell'ambito del Sistema Qualità aziendale vengono infatti riportate le specifiche dei gas forniti e le procedure adottate per mantenere il livello di tali purezze sino allo stoccaggio posizionato presso il Cliente.

Le aziende del gruppo SOL attuano le seguenti soluzioni per il trasporto, lo stoccaggio e l'erogazione dei gas, in funzione dei quantitativi richiesti dai clienti:

- per gasdotto;
- allo stato liquido in idonei erogatori;
- allo stato compresso in idonei recipienti (bombole, bidoni, pacchi bombole, carri bombola);
- mediante produzioni on-site.

Queste soluzioni risultano tecnicamente ed economicamente valide in relazione alle quantità richieste, alla continuità oraria della fornitura, alla purezza necessaria all'utente, ecc. SOL è pertanto in grado di svolgere un'attenta analisi dei consumi e dei fabbisogni dei clienti mirata alla definizione della metodologia ottimale di fornitura del gas.

SOL s.p.a. ha sviluppato know-how, tecnologie applicative ed impianti con tecnologia proprietaria sia nel settore medicale e scientifico, che in comparti quali industria siderurgica e metallurgica, industria alimentare, industria dell'ambiente, industria chimica, petrolchimica ed estrattiva.

L'attività di ricerca e sviluppo è da sempre privilegiata dal Gruppo SOL come fattore critico di successo. Le principali direttrici sulle quali vengono focalizzate attenzione e risorse nel contesto dell'attività di ricerca e sviluppo sono:

- ricerca e sviluppo di nuovi prodotti e relative tecnologie di produzione;
- ricerca e sviluppo di nuove tecnologie applicative dei prodotti esistenti.

Alle suddette attività partecipano numerosi servizi della Direzione Tecnica e Collaudi della Direzione Marketing, della Direzione Commerciale e della Direzione Qualità e Sicurezza composta da circa 70 addetti, dedicati allo studio, alla ricerca applicata, alla progettazione, alla realizzazione di prototipi ed all'introduzione delle nuove tecnologie applicative dei gas prodotti, che operano presso la sede del Gruppo sita a Monza ed in alcune delle maggiori unità produttive del Gruppo.

Presso la Sede centrale di Monza è operativa una struttura tecnica di ingegneria nell'ambito della quale vengono sviluppate le seguenti attività:

- studio, prototipazione e sviluppo di nuovi prodotti, impianti ed applicazioni relativamente alla produzione ed agli utilizzi dei gas tecnici, puri, alimentari e medicinali nei processi dei clienti industriali e nelle strutture ospedaliere;
- studio e ricerca di apparecchiature dedicate all'utilizzo in sicurezza dei gas (ad esempio valvole riduttrici, flussimetri, regolatori di vuoto, etc.);
- studio e sviluppo di nuovi impianti e servizi dedicati all'utenza industriale ed ospedaliera, relativi sia all'ottimizzazione della gestione dei gas sia al servizio denominato "Total Gas Management".

Oltre alla sede di Monza, le sedi di svolgimento del progetto comprenderanno:

- Marcianise;



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- Modugno (BA)

- Catania

- Pignataro (Capua);

- Il Centro ricerche SOL di Salerno, di area pari a 1.100,00 mq, nel quale sono presenti i due banchi test da 0,5-1 mc/h per la sperimentazione delle membrane planari e delle membrane tubolari e capillari e dotato inoltre di tutti i più avanzati strumenti di rilievo e controllo per lo studio dei processi di reazione e produzione dei gas come analizzatori, reattori controllati etc.

Il gruppo di lavoro coinvolto nel presente programma è in possesso di rilevanti esperienze in progetti strutturati di ricerca e sviluppo, e della capacità tecnico-organizzativa necessaria al conseguimento degli obiettivi previsti.

Le sedi sopracitate sono caratterizzate da know-how in ambiti specifici che concorrono a completare le competenze necessarie al raggiungimento degli obiettivi del presente progetto. In particolare le sedi di Monza, Salerno e Modugno dispongono delle competenze relative al processo di produzione ossigeno innovativo mentre le sedi di Marcianise, Catania e Pignataro integrano dette competenze relativamente ai sistemi di stoccaggio e controllo del gas.

Si ritiene pertanto che SOL sia in possesso delle competenze e delle strutture necessarie per ricoprire il ruolo di capofila e coordinatore delle attività di progetto."

"SOL S.p.A. is a public limited company listed on stock exchanges. It is leader of the SOL group, which is one of the main producers of industrial gases in Europe. The group produces and sells technical, industrial, pure, special and medicinal gases as well as services and technologies related to these gases. It also provides for medical home care services in case of special therapies such as for example oxygen therapy.

The governance structure of SOL consists of following bodies:

the general shareholders' meeting;

the Governing Board;

the Board of Statutory Auditors;

the audit board.

The products developed, produced and/or commercialized by the companies belonging to SOL Group can be divided into following categories:

technical gases;

medicinal gases (medical device);

medicinal gases (pharmaceutical);

food gases;

pure and special gases;

equipment and plants for the production, the management and the exploitation of gases.

The main products of SOL group are:

Gases from air (oxygen, nitrogen and argon), carbon dioxide, hydrogen, acetylen and nitrous oxide, helium, refrigerants gases, ammonia and their mixtures;

Plants for the production, storage and management of gases and integrated supply systems.

Medicinal gases must comply with the European Pharmacopoeia, whereas food gases must comply with the European Directives (Directive 95/2 EC, Directive 96/77 EC, Regulation N° 178/2002 EC). Moreover, the production and storage of these gases is characterized by a "Good Manufacturing Practice" system in compliance with Directive EEC 91/356 as far as medicinal gases are concerned.

The gases produced by SOL are therefore characterized by the highest quality and purity standards. Our



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Company Quality System registers the specifications of the gases and the procedures carried out to preserve the purity levels until the gases are stored by the Client.

The companies belonging to SOL group use following solutions to transport, store and supply gases, depending on the quantity needed by the clients:

via gas pipeline;

suitable dispensers for liquid gases;

suitable containers for compressed gases (gas cylinders, cans, cylinder batteries, cylinder wagons);

onsite production.

These solutions have proved technically and economically good, considering the quantities needed, the supply continuity, the purity required by the client etc. Therefore, SOL is able to carry out a scrupulous analysis of the consumption and of the needs of the clients in order to choose the best gas supply method.

SOL s.p.a. has developed know-how, technologies and plants in the medical and scientific sector as well as in iron and steel industry, food industry, environmental industry, chemical industry, petrochemical and extractive industry.

SOL Group has always considered research and development activities as crucial to success. In particular, SOL Group focuses on:

- research and development of new products and related production technologies;*
- research and development of new applications of existing processes.*

The above mentioned activities are carried out by our Technical and Test Office, by our Marketing Office, by our Commercial Office and by our Office for Quality and Security with over 70 employees involved in study, applied research, design and realization of prototypes, introduction of new application technologies of the gases produced. These Offices are located at the headquarters of SOL in Monza, and in some of the major units of SOL group in Italy and in Europe.

At Monza headquarters there is also a technical and engineering laboratory which carries out following activities:

- study, prototyping and development of new products, plants and applications as regards the production and use of technical, pure, food and medicinal gases in the processes of industrial clients and in hospitals;*
- study and research of the equipment necessary to safely use the gases supplied (for example reducing valves, flow meters etc);*
- study and development of new plants and services for industries and hospitals related both to the optimization of gas management and to the service called "Total Gas Management".*

Besides, the present project will be carried out in following offices and centers:

Marcianise;

Modugno (BA)

Catania

Pignataro (Capua);

SOL Research Center in Salerno, which has an area of 1.100,00 mq with 0,5-1 mc/h test benches for the experimentation of planar and tubular membranes. The research center has the most advanced equipment to study gas reaction and production processes such as analysers, controlled reactors etc.

The working group involved in this project has relevant experience in research and development projects and it has the technical and organizational requirements to carry out the activities of this project and achieve the expected results.

The above mentioned offices are characterized by know-how in specific fields and have all the competences needed to achieve the goals of the present project. In particular, Monza, Salerno and Modugno offices have the necessary competences in the field of innovative oxygen production, whereas the offices in Marcianise, Catania and Pignataro are characterized by relevant expertise in the field of gas storage and control systems.

Therefore, we believe that SOL has the necessary competences and structures to lead this project and



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

coordinate its activities."

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

"SOL S.p.A. ha preso parte negli ultimi tre anni, (anche in veste di capofila) a numerosi progetti di ricerca e sviluppo, finalizzati all'acquisizione di un know-how innovativo e/o allo sviluppo a livello di prototipo industriale di processi non disponibili allo stato dell'arte sul mercato.

A detti progetti ha preso parte sia lo staff tecnico della sede centrale di Monza, comprendente ingegneri, chimici e altre figure professionali con esperienza in progetti di ricerca e sviluppo, sia tecnici specializzati afferenti a sedi SOL sia nelle Regioni di convergenza (Salerno, Marcianise, Bari, ecc.) sia al di fuori di tali regioni (Ravenna, Mantova, ecc.).

Fra i principali progetti di ricerca e sviluppo (relativi all'Area di Specializzazione di riferimento) a cui SOL ha preso parte negli ultimi anni si possono citare:

- Progetto "Dense membranes for efficient oxygen and hydrogen separation" (DEMOYS), finanziato con i fondi a valere sul SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME – THEME 5 – Energy e concluso con successo, nell'ambito del quale è stato sviluppato un sistema pilota per testare membrane piane e circolari per la permeazione di H₂ e O₂ in un sistema modulare che permettesse di raggiungere qualsiasi condizione di lavoro desiderata in termini di temperatura (fino a 1000°C), pressione (fino a 11 bar), controllo delle miscele di gas, ecc.

- Progetto "Sviluppo di sistemi per la produzione distribuita di idrogeno e syngas basati su reforming autotermico catalitico multifuel", finanziato con i fondi a valere sul Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013 – PON01 e concluso con successo. Il progetto, di cui SOL S.p.A. era capofila, era finalizzato ad acquisire le conoscenze innovative necessarie a sviluppare una tecnologia innovativa per la produzione di idrogeno attraverso un processo di reforming auto termico di metano e di combustibili liquidi e successive fasi di purificazione del gas prodotto. Tale attività si è concretizzata nella realizzazione di un prototipo da laboratorio da 5/10 Nmc/h integrato con stadi di water gas shift, ossidazione preferenziale, moduli a membrana per la purificazione dell'H₂ prodotto e di un pilota a carattere preindustriale da 50 Nmc/h presso la sede della SOL S.p.A. di Salerno;

- Progetto "Ricerca e sviluppo di sistemi per la produzione efficiente, la gestione e l'accumulo di energia elettrica e termica, integrati e interconnessi in un virtual power plant" (SMART ENERGY BOXES), finanziato con i fondi a valere sul Programma Operativo Nazionale Ricerca e Competitività 2007-2013 – PON02 e concluso con successo. Nell'ambito di detto progetto SOL ha svolto attività di studio di un sistema innovativo basato su membrane avanzate per la produzione di ossigeno dall'aria ad un costo tale da renderne possibile l'impiego per incrementare l'efficienza di sistemi a combustione e processi affini su taglie medie e piccole, realizzando due sistemi da laboratorio per ottenere 0,5-1 mc/h di ossigeno puro mediante un sistema di filtrazione dell'aria a membrane;

- Progetto "HYDROSTORE", finanziato con i fondi a valere sul bando "Industria 2015-Efficienza Energetica" e concluso con successo. Tale programma, di cui SOL S.p.A. era capofila, aveva l'obiettivo di sviluppare sistemi innovativi d'accumulo dell'idrogeno, organizzando sinergicamente un insieme qualificato di aziende e di organismi di ricerca da anni impegnati nel settore. Tali sistemi innovativi, basati sull'utilizzo di speciali materiali assorbitori, miravano a conseguire vantaggi sostanziali in termini di costi e/o di pesi e ingombri rispetto ai sistemi convenzionali di accumulo in serbatoi ad altissima pressione;

- Progetto "BIOMETHANE EMILIA-ROMAGNA REGIONAL SYSTEM "(BioMethER LIFE+), finanziato con i fondi a valere sul LIFE+ 2012 Programme e tuttora in svolgimento. Nell'ambito di detto programma, SOL S.p.A. studierà e realizzerà due impianti prototipali di sistemi di trattamento biogas, uno proveniente da trattamento fanghi e l'altro da discarica.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

SOL S.p.A ha collaborato, nell'ambito dei progetti precedentemente elencati, con Organismi di Ricerca quali Università di Salerno (partner nel progetto "Sviluppo di sistemi per la produzione distribuita di idrogeno e syngas basati su reforming autotermico catalitico multifuel"), ENEA, Politecnico di Bari, Università del Salento e CNR-ITAE Messina (partners nell'ambito del progetto SMART ENERGY BOXES), ENEA, Centro "Hydro-Eco- La Sapienza", Università degli Studi di Genova, Università degli Studi di Padova, Università degli Studi di Roma e Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei sistemi a Grande Interfase, Università del Piemonte Orientale (partners nell'ambito del progetto Hydrostore). Inoltre, nell'ambito degli stessi o di altri progetti, SOL ha anche collaborato con centri di ricerca quali Fraunhofer, IKTS Lipsia, ecc. e con soggetti industriali di interesse assolutamente rilevante quali Processi Innovativi (gruppo K.T.I), ENEL, ecc.

Nell'ambito delle proprie attività di ricerca e sviluppo SOL ha sviluppato molteplici brevetti tra i quali di seguito si riportano solo quelli correlati con le tematiche di progetto:

- Brevetto europeo "Autothermic catalytic reactor with flat temperature profile" concesso in data 25 giugno 2014;
- Brevetto europeo "System and method for gas separation through membranes", (n. PCT/EP2013/075172); Inoltre in data 18/03/2016 SOL S.p.A. ha depositato una domanda di brevetto nazionale dal titolo "Dispositivo e metodo per la separazione di gas tramite membrane a forma tubolare" (domanda n. 102016000028827).

"In the last three years SOL S.p.A. has taken part (also as leader) in numerous research and development projects aiming at developing innovative know-how and/or at the development of industrial prototypes of processes which aren't available on the market at the current state of the art.

Both the technical staff of Monza headquarters (including engineers, chemists and other personnel with experience in research and development projects) and specialized technicians working in other SOL offices such as Salerno, Marcianise, Bari, Ravenna, Mantova etc. have been involved in the above mentioned projects.

Among the main research and development projects related to the Area of specialization of the present project, in which SOL has taken part in the last years, see for example:

Project "Dense membranes for efficient oxygen and hydrogen separation" (DEMOYS), financed within the SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME – THEME 5 – Energy. The project was successful and lead to the development of a pilot system to test planar and circular membranes for the permeation of H₂ and O₂ in a modular system which allowed to reach every working condition needed in terms of temperature (up to 1000°C), pressure (up to 11 bar), gas control etc.

Project "Development of systems for the distributed production of hydrogen and syngas based on multifuel autothermal catalytical reforming", financed through PON Research and Competitiveness 2007-2013 – PON01. The project, of which SOL was leader, was successful. It aimed at developing the necessary know-how to develop an innovative technology for the production of hydrogen by means of an auto-thermal reforming process of methane and of liquid fuels and for the successive stages of purification of the produced gas. This activity lead to the realization, at SOL Spa Salerno office, of a 5/10 Nmc/h prototype integrated with water gas shift, preferential oxidation and membrane modules for H₂ purification and of a preindustrial 50 Nmc/h pilot;

Project "Research and development of systems for the efficient production, the management and the storage of electric and thermal energy integrated in a virtual power plant" (SMART ENERGY BOXES), financed within PON Research and Competitiveness 2007-2013 – PON02. The project was successful. Within this project SOL has studied an innovative system based on advanced membranes for the production of oxygen from air. The cost of this system makes it possible to use it in order to improve the efficiency of combustion systems and similar processes by small and medium sizes. Within this project SOL realized two



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

laboratory systems to get 0,5-1 mc/h pure oxygen by means of an air filtering system based on membranes; Project "HYDROSTORE", financed within the Call "Industria 2015-Energy Efficiency". The project, which was lead by SOL, was successful and aimed at the development of innovative systems for the storage of hydrogen. Such systems used special absorbers and aimed at achieving relevant advantages in terms of costs, weights, room etc, as compared to the traditional storage systems in containers with very high pressure;

Project "BIOMETHANE EMILIA-ROMAGNA REGIONAL SYSTEM "(BioMethER LIFE+), financed within LIFE+ 2012 Programme and still open. Within this project SOL Spa will study and realize two prototypical biogas treatment systems, one coming from the processing of sludge and from landfill.

Within the above mentioned projects, SOL S.p.A has cooperated with research institutes such as Università di Salerno (partner in the project Project "Development of systems for the distributed production of hydrogen and syngas based on multifuel autothermal catalytical reforming"), ENEA, Politecnico di Bari, Università del Salento and CNR-ITAE Messina (all partners in the project SMART ENERGY BOXES), ENEA, Centro "Hydro-Eco- La Sapienza", Università degli Studi di Genova, Università degli Studi di Padova, Università degli Studi di Roma and "Consorzio Interuniversitario per lo Sviluppo dei sistemi a Grande Interfase" and Università del Piemonte Orientale (all partners in project Hydrostore). Moreover, within those and other projects, SOL has cooperated with research centres such as Fraunhofer, IKTS Lipsia, ecc. and with relevant industries such as KTI group, ENEL etc.

Within its research and development activities SOL has developed numerous patents. We will mention only those relevant to the present project:

- *European Patent "Autothermic catalytic reactor with flat temperature profile" (25th June 2014);*
- *European Patent "System and method for gas separation through membranes", (n. PCT/EP2013/075172);*

Moreover, on 18th March 2016 SOL S.p.A. has filed a national patent called "Method and device for the separation of gases by means of tubular membranes" (submission n. 102016000028827).

As the participation (and coordination) in the above mentioned projects and the patents show, the technical staff of SOL has a multiannual experience in research and development projects related to similar topics as those involved in the present project and is therefore able to be leader of this project and to coordinate the activities of each partner."

Soggetto proponente: CALABRIA MACERI SPA

Struttura organizzativa

" La Calabria Maceri Spa è una società che si occupa di raccolta e trasporto di rifiuti pericolosi e non. Raccolte ecologiche differenziate. Stoccaggio rifiuti e Lavorazione finalizzata al loro recupero (carta, plastica, legno, ferro, acciaio, alluminio, ecc.) con produzione in serie di semilavorati per industrie di trasformazione. Bonifiche ambientali di siti contaminati da rifiuti compreso l'amianto. Interventi di autospurgo. Nolo a caldo di Piattaforme aeree. Nolo a caldo Vaglio per separazione di qualsiasi materiale. Nolo a caldo Trituratore mobili. Secondo la definizione UE del 01.01.2005 è classificata come PMI (personale impiegato <250 unità, fatturato < 50M€). L'Azienda, fondata nel 1990 a Rende, ha sempre operato nel settore del recupero, del riciclaggio e dello smaltimento dei Rifiuti Solidi Urbani e dei Rifiuti provenienti dalle attività commerciali, artigianali, industriali e di servizio. Infatti, la finalità principale di Calabria Maceri e Servizi è quella di raccogliere recuperare e rendere riciclabili tutte quelle materie prime che finiscono indiscriminatamente nei rifiuti. Grazie alla propria rete organizzativa, la Calabria Maceri e



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Servizi è in grado di operare in tutta l'Italia ponendosi al servizio di tutti quei soggetti pubblici (Comuni, Consorzi, ecc.) e privati (aziende di produzione e di servizio, centri commerciali, ecc.) che hanno necessità di recuperare/smaltire i propri rifiuti. Come riconoscimento degli sforzi profusi, nel gennaio 2000, la Calabria Maceri e Servizi ha ottenuto la certificazione di qualità in conformità allo standard UNI EN ISO 9002 e successivamente l'aggiornamento ISO 9001. Nel 2004 ha ottenuto la Certificazione Ambientale secondo la norma ISO 14001 ed, infine, nel 2016 ha conseguito la certificazione per la sicurezza BS 18001 e per l'Etica sociale SA 8000. Dal 2000 la Società si occupa a pieno titolo di bonifiche ambientali di siti contaminati da qualsiasi tipologia di rifiuti quali amianto, inerti, rifiuti speciali ed urbani, rifiuti pericolosi. Vero fiore all'occhiello della Calabria Maceri e Servizi è la produzione e commercializzazione in tutto il mondo di materie prime secondarie prodotte da lavorazione di rifiuti in osservanza ai principi generali che animano le leggi di settore. Questo suo costante impegno la porta nel 1999 a essere premiata, nel comune di Rende come migliore azienda locale per incremento occupazionale e qualità dei servizi prestati.

Da giugno 2010 inoltre è stato avviato il nuovo centro operativo in c.da Lecco nel Comune di Rende ove sono state impiantate le migliori tecnologie disponibili sul mercato in materia di stoccaggio, trattamento e recupero rifiuti.

Attualmente l'azienda è strutturata attraverso una efficiente catena di governance volta ad assicurare che l'azienda raggiunga tutti gli obiettivi previsti, mantenendo le spese all'interno del budget disponibile e rispettando la tempistica pianificata. L'organigramma aziendale si compone essenzialmente delle seguenti figure:

- Amministratore Unico: Sig. Attilio Pellegrino
- Responsabile rapporti con gli Enti Pubblici: Sig. Crescenzo Pellegrino
- Direttore Tecnico Sito c.da Lecco Ing. Egidio Bencivenni
- Direttore Tecnico Sito c.da Cutura Sig. Roberto Pellegrino
- Responsabile Gestione Qualità/Ambientale: Ing. Bencivenni Egidio
- Responsabile Tecnico Piazzale: Sig. Roberto Lo Bianco
- Responsabile Amministrativo: Sig. Lucio Nudo
- Responsabile Compostaggio e biostabilizzazione: Ing. Alessandro Lista
- Responsabile Produzione: Sig. Sergio Urso
- Responsabile Sicurezza dei Lavoratori: Sig. Andrea Pellicori.

"Calabria Maceri Spa is a company that manages the collection and transport of hazardous and non-hazardous waste. Different ecological crops. Waste Storage and Processing for their recovery (paper, plastic, wood, iron, steel, aluminum, etc.) with serial production of semi-finished products for processing industries. Environmental remediation of contaminated sites including asbestos. Autospurgo interventions. Hot Air Platform Hire. Hot-rolled seam separator for any material. Hot Shredder Mobile shredder. According to the EU definition of 01.01.2005 it is classified as SME (staff <250 units, turnover <50M €). The company, founded in 1990 in Rende, has always been active in the field of recycling, recycling and disposal of municipal solid waste and waste from commercial, craft, industrial and service activities. Indeed, the main purpose of Calabria Maceri and Servizi is collecting recycle all those raw materials that end up indiscriminately in waste. Thanks to its organizational network, Calabria Maceri is able to operate throughout Italy by serving all those public entities (municipalities, consortia, etc.) and private companies (production and service companies, shopping malls, etc.) that need to recover / dispose of their waste. As a recognition of its efforts, in January 2000, Calabria Maceri obtained quality certification in accordance with the UNI EN ISO 9002 standard and subsequently the ISO 9001 update. In 2004 it was obtained the Environmental Certification according to ISO 14001 and finally, in 2016, it has been awarded the BS 18001 Safety Certification and Social Ethics SA 8000. Since 2000 the Company is fully engaged in environmental remediation of contaminated sites from any type of waste such as asbestos, inert, special and urban wastes,



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

hazardous waste. One of the more important peculiarity of Calabria Maceri is the worldwide production and marketing of secondary raw materials produced from waste processing in compliance with the general principles that animate sectoral laws. This constant commitment to the door in 1999 was rewarded, in the municipality of Rende, as the best local company for increasing employment and quality of services provided.

Since June 2010, the new operating center in Cda Lecco has been set up in the Municipality of Rende where the best technologies available on the market for storage, treatment and refuse disposal have been planted.

At present, the company is structured through an efficient chain of governance that ensures that the company achieves all of its objectives, keeping costs within the budget available and respecting the planned timing. The organizational chart consists essentially of the following figures:

- *Single Administrator: Mr. Attilio Pellegrino*
- *Responsible for Public Relations: Mr. Crescenzo Pellegrino*
- *Technical Director Site of Lecco Ing. Egidio Bencivenni*
- *Technical Director Site of Cutura Mr Roberto Pellegrino*
- *Quality / Environmental Manager: Ing. Bencivenni Egidio*
- *Technical Manager: Mr Roberto Lo Bianco*
- *Administrative Officer: Mr. Lucio Nudo*
- *Responsible Composition and Biostability: Ing. Alessandro Lista*
- *Production Manager: Mr. Sergio Urso*
- *Worker Safety Manager: Mr. Andrea Pellicori.*

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

"La Calabria Maceri è Referente CONAI per la Provincia di Cosenza e ha stretto convenzioni con i consorzi di filiera quali COMIECO per la carta, COREPLA per gli imballaggi di plastica, RICREA per i metalli ferrosi, CNA Consorzio Nazionale Acciaio per gli imballaggi in acciaio, COREVE per gli imballaggi in vetro, RILEGNO per il legno e CIAL per gli imballaggi in alluminio per la raccolta differenziata in privativa comunale. Centro di Raccolta RAEE per tutti i raggruppamenti. Risulta anche associata al CONAPI Consorzio Nazionale Piattaforme Riciclaggio.

Nell'anno 2015 è stato avviato l'impianto di compostaggio di qualità per la produzione di ammendante compostato misto e ammendante compostato con fanghi ai sensi del D. Lgs. 75/2010. L'azienda risulta regolarmente iscritta al Registro di Fabbricanti di Fertilizzanti istituito dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Dal mese di marzo 2015, poi, l'azienda è diventata socio ordinario del Consorzio Italiano Compostatori a seguito dei controlli e delle verifiche di conformità dei competenti organi del CIC (rispettando gli standard previsti dal regolamento CIC).

Per esigenze di ampliamento strutturale, per una gestione più efficace dei processi aziendali e per un aumento delle attività industriali, la Calabria Maceri ha acquistato un terreno, sempre nel Comune di Rende, in una area appositamente ad essa dedicata individuata dall'attuale strumento urbanistico in vigore (Piano Regolatore Generale) come "zona industriale D1".

Tali necessità risultano evidenti se si paragonano le dimensioni sia fisiche-strutturali che di attività e qualità aziendali che l'investimento produce; infatti il nuovo Centro Operativo di Messa in Riserva e Recupero che Calabria Maceri ha realizzato è rappresentato da un capannone con annesso piazzale ubicato nell'area industriale di Rende (CS) in c.da Lecco nell'area industriale del Comune di Rende, rilevando e ristrutturando parte del sito industriale dimesso, l'area complessiva a disposizione di Calabria Maceri e Servizi S.p.A. è di circa 100.000 mq di cui 39.600 mq coperta.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

La Calabria Maceri ha realizzato nel nuovo sito uno stabilimento idoneo per lo stoccaggio, la messa in riserva, il deposito preliminare e il trattamento di rifiuti pericolosi e non pericolosi (attività di gestione rifiuti D8 - D13 - D14 - D15 - R3 - R4 - R5 - R13 ai sensi dell'artt. 208 e 210 del D.Lgs. n°152/2006) per il raggiungimento dei seguenti obiettivi, tra cui principalmente:

- dare vita ad un'idea di industrializzazione ecologicamente sostenibile del territorio oggetto dell'intervento che ha nel bilancio ambientale di massa ed energia una reale ottimizzazione;
- ribaltare l'attuale bilancio di massa dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani, che oggi vede la discarica come perno principale del sistema, con oltre il 90% di rifiuto tal quale smaltito;
- dare vita ad un ciclo di recupero completo dei rifiuti differenziabili che preveda percentuale di scarti molto basse.

La politica aziendale che guarda all'innovazione tecnologica ed all'utilizzo di energia pulita e rinnovabile è confermata anche dalla realizzazione sul tetto degli edifici di un grande impianto fotovoltaico con potenza pari a circa 2200 KWp che viene utilizzato per la produzione dell'energia necessaria a tutta la nuova struttura industriale anche con rivendita all'Ente Nazionale Energia Elettrica dell'eventuale residuo. Ciò ha proiettato la Calabria Maceri e Servizi S.p.A. tra quelle realtà tecnologicamente avanzate e autosufficienti anche da un punto di vista energetico.

La Calabria Maceri ha diviso il ventaglio di servizi offerti in sei grandi tipologie:

1. Trasporto di qualsiasi genere di rifiuto;
2. Stoccaggio di rifiuti pericolosi e non;
3. Trattamento dei rifiuti non pericolosi per la produzione di materia prima e/o rifiuti recuperabili in impianti di trasformazione finale;
4. Bonifiche industriali e recupero aree dismesse;
5. Bonifiche siti contaminati da amianto;
6. Nolo attrezzature per la raccolta dei rifiuti (Cassoni mobili, Compattatori mobili, stazioni di trasferimento, serbatoi, contenitori, ecc.), Nolo Piattaforme aeree, Nolo Vaglio, Nolo Trituratore mobile, Nolo Cippatore e Nolo Pinza frantumatrice.

La gestione degli impianti avviene attraverso la definizione di una serie di attività che rappresentano il "Piano di Conduzione dell'Impianto". In particolare, l'impianto è destinato alla ricezione, messa in riserva e trattamento dei rifiuti. L'impianto è organizzato in Settori, ciascuno dei quali destinato allo svolgimento delle fasi di lavorazione precedentemente descritte.

Il piano di conduzione prevede il conferimento giornaliero a smaltimento/recupero dei rifiuti. Non è previsto, in nessun caso, stoccaggio di rifiuto tal quale superiore alle 72 ore. La ridotta permanenza dei rifiuti tal quali nell'impianto costituisce il primo mezzo di abbattimento della proliferazione di mosche, insetti e roditori. Nonostante ciò la possibilità di proliferazione di insetti ed altro, impone la necessità di premunirsi verso tali agenti nocivi, con periodiche operazioni di trattamento delle aree di scarico, delle aree di transito, delle vasche di stoccaggio del percolato e della piattaforma di lavaggio degli automezzi.

Durante la gestione si procede, pertanto, ad eseguire periodiche campagne di disinfezione, disinfestazione e derattizzazione in concomitanza con il manifestarsi dei periodi climaticamente più favorevoli alla riproduzione di animali ed insetti e cioè inizio primavera, inizio e termine estate.

Un processo di trattamento così concepito ha come finalità la riduzione del rifiuto da inviare in discarica di circa l'80% con conseguente diminuzione del volume di abbando in discarica e del numero di trasferimenti dei rifiuti dai luoghi di produzione alle discariche autorizzate. Il tutto con notevole riduzione dei costi di smaltimento e un positivo Bilancio energetico.

La capacità produttiva dell'impianto di trattamento è di circa 270.000 ton/anno.

"Calabria Maceri is a CONAI Referent for the Province of Cosenza and has concluded conventions with chain consorts such as COMIECO for Paper, COREPLA for Plastic Packaging, RECREATION for



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Ferrous Metals, CNA National Steel Steel Consortium, COREVE for glass packaging, RIALES for wood and CIAL for aluminum packaging for municipal waste separation. It is also associated with the CONAPI, National Consortium Recycling Platforms.

During 2015, the quality composting plant for the production of mixed composted soil conditioner and composted mudguard was started, in accordance with Legislative Decree 75/2010. The company is regularly registered with the Fertilizer Manufacturers Register established by the Ministry of Agriculture and Forestry. Since March 2015, the company has become an ordinary shareholder of the Italian Consortium Composters after the checks and verifications of compliance by the relevant CIC bodies (complying with the standards provided by the CIC Regulation).

Because of the structural expansion needs, for a more effective management of business processes and for an increase in the industrial activities, Calabria Maceri has acquired land, always in the Municipality of Rende, in a specially dedicated area identified by the current urban planning tool (General Regulator Plan) as ""industrial zone D1"".

Th needs above are evident if we compare the physical-structural dimensions as well as the business activities and quality that the investment produces; In fact, the new Mass Storage and Recovery Operations Center that Calabria Maceri has realized is a shed with an adjoining square located in the industrial area of Rende (CS) in Cda Lecco in the industrial area of the Municipality of Rende. The total available area is about 100,000 sqm of which 39,600 sqm covered.

Calabria Maceri has created a new site for the storage, storage, pre-depositing and treatment of hazardous and non-hazardous waste (waste management activities D8 - D13 - D14 - D15 - R3 - R4 - R5 - R13 pursuant to articles 208 and 210 of Legislative Decree 152/2006) for the achievement of the following objectives, including:

- to give life to an idea of ecologically sustainable industrialization of the territory covered by the intervention that has a real optimization in the environmental balance of mass and energy;*
- overturning the current mass balance of municipal solid waste disposal, which today sees landfill as the main pillar of the system, with over 90% of waste being disposed of;*
- give rise to a complete recovery cycle of waste that can be differentiated which includes a very low percentage of waste.*

The company's policy on technological innovation and the use of clean and renewable energy is also confirmed by the roof construction of a large photovoltaic plant with a power of about 2200 KWp which is used to produce the energy needed to all the new industrial structur. The surplus of energy is sold to the National Electric Net. This projected Calabria Maceri and Servizi S.p.A. among tho technologically advanced and self-sufficient companies, even from an energetic point of view.

The Calabria Maceri has divided the range of services offered into six major typologies:

- 1. Transport of any kind of refuse;*
- 2. Storage of hazardous wastes;*
- 3. Treatment of non-hazardous waste for the production of raw materials and / or waste recoverable in final processing plants;*
- 4. Industrial reclamation and recovery of discarded areas;*
- 5. Remediation of asbestos-contaminated sites;*
- 6. Equipping Waste Collection Equipment (Mobile Shelves, Mobile Compactors, Transfer Stations, Reservoirs, Containers, etc.), Freight Platforms, Chipper Chisels and Chisels Crushing clamps.*

Plants management takes place through the definition of a series of activities that represent the ""Plant Conduct Plan"". In particular, the plant is intended for reception, storage and treatment of waste. The plant is organized in Sectors, each of which is destined to carry out the processing steps described above.

The management plan provides for day-to-day disposal / recovery of waste. In no case is a waste storage such as 72 hours longer than expected. The reduced permanence of waste such as the plant is the first means of abating the proliferation of flies, insects and rodents. In spite of this, the possibility of



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

proliferation of insects imposes the need to prevent these harmful agents with periodic treatment of waste areas, transit areas, percolation storage tanks and vehicles washing platform.

During the management, it is therefore necessary to carry out periodic disinfection, disinfestation and derating campaigns in conjunction with the occurrence of climatic conditions which are more favorable to the reproduction of animals and insects, ie early spring or summer.

This treatment process aims at reducing the waste to be sent to landfills by approximately 80%, resulting in a decrease in landfilling volume and the number of waste transfers from production sites to authorized landfills. All with remarkable reduction in disposal costs and a positive Energy Balance.

The production capacity of the treatment plant is about 270,000 tons / year

Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Struttura organizzativa

La rete scientifica del Consiglio Nazionale delle Ricerche è composta da oltre 100 Istituti, articolati in 7 Dipartimenti. Il Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti (CNR DIITET), a cui afferiscono 21 Istituti di ricerca raggruppati secondo le competenze e le priorità strategiche della propria macroarea, svolge compiti di programmazione, coordinamento e vigilanza. Gli Istituti sono distribuiti su quasi tutto il territorio nazionale e coinvolgono circa 1.400 unità di personale, di cui circa 850 tra ricercatori e tecnologi i quali svolgono attività di ricerca e sviluppo, con il supporto di tecnici e personale amministrativo. Tra i 21 Istituti che afferiscono al DIITET, l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia "Nicola Giordano" (CNR ITAE), con sede a Messina, sviluppa e promuove tecnologie e processi energetici innovativi a basso impatto ambientale mediante l'uso di sorgenti energetiche di natura fossile e rinnovabile. Le competenze scientifiche presenti presso l'ITAE sono legate a fenomeni e processi chimici, grazie ai quali è possibile sviluppare energia elettrica e/o termica e nuovi combustibili con specifico riferimento all'idrogeno. Il personale CNR ITAE, la cui componente scientifica proviene da diversi settori disciplinari quali: ingegneria, chimica, fisica, matematica, comprende, oltre al Direttore, 42 ricercatori, 3 tecnologi, 16 tecnici, 5 amministrativi, 1 collaboratore professionale, 11 professori associati, 9 assegnisti di ricerca, 1 dottorando. L'attività del CNR ITAE si articola nelle seguenti linee di ricerca:

1. Celle a combustibile (Settori: sviluppo di materiali, componenti e stack per PEFC, DAFC, SOFC – Ingegneria di sistema, test e dimostrazione su campo per tutte le tecnologie di Celle a combustibile);
2. Idrogeno e Combustibili ecocompatibili (Settori: sistemi per la produzione di idrogeno da combustibili fossili - sistemi per la produzione di idrogeno da energie rinnovabili - sistemi per la produzione di bio-combustibili da rifiuti e scarti - sistemi per la produzione di combustibili alternativi);
3. Accumulo ed uso razionale dell'energia (Settori: accumulo idrogeno – accumulo elettrico – pompe di calore ad assorbimento);
4. Integrazione di nuove tecnologie con energie rinnovabili (Settori: accoppiamento energie rinnovabili con celle a combustibile reversibili – accoppiamento solare termico con sistemi ad assorbimento);
5. Attività di supporto (Normativa – Impatto socio-economico – Consulenza e trasferimento tecnologico).

L'ITAE è dotato di diversi laboratori completamente attrezzati per la preparativa e la caratterizzazione di materiali e componenti di sistemi energetici e per la realizzazione di test di dispositivi e prototipi.

Presso la sede principale sono localizzati i seguenti laboratori:

1. Catalizzatori per la produzione di idrogeno
2. Celle a combustibile ad alcool diretto (DAFC), elettrolizzatori PEM, celle solari
3. Celle a combustibile ad elettrolita polimerico
4. Celle a combustibile ad ossido solido
5. Componenti per pompe di calore ad adsorb. e sistemi per l'accumulo termico



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

6. Materiali per pompe di calore ad adsorbimento ed accumulo termico
7. Materiali per trasporto selettivo ed accumulo idrogeno
8. Preparativa elettrocatalizzatori
9. Produzione di combustibili alternativi e preparativa catalizzatori
10. Processi di conversione della biomassa
11. Sistemi energetici
12. Supercapacitori.

Inoltre, presso la sede principale, tre laboratori ospitano apparecchiature di ricerca condivise:

13. GEN1 – raggi X, dove sono installati il diffrattometro a raggi X (XRD), la fluorescenza a raggi X (XRF) e la spettroscopia di foto-elettroni da raggi X (XPS).
14. GEN2 – SEM, dove sono installati il microscopio elettronico a scansione (SEM) con emettitore a emissione di campo e micro analisi, e il misuratore di assorbimento UV-Visibile.
15. GEN3 – Materiali, dove sono installati gli strumenti per la caratterizzazione dei materiali tramite l'analisi elementare CHNS, la porosimetria BET e la termo-gravimetria.

L'ITAE inoltre ha da pochi anni inaugurato ed avviato un Centro Prove per la promozione dell'innovazione ed il trasferimento delle tecnologie energetiche, con l'obiettivo di creare un'infrastruttura di ricerca capace di offrire un servizio di supporto alle industrie che operano nel settore dello sviluppo di sistemi innovativi per la produzione di energia e combustibili ecocompatibili.

The scientific network of the National Research Council of Italy is made up of more than 100 Institutes, divided into 7 Departments. The Department of "Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti" (Engineering, ICT and Energy and Transport Technologies) (CNR DIITET), that includes 21 research institutes, grouped according to the competences and strategic priorities of their macro area, carries out programming, coordination and supervision tasks. Institutes are distributed across most of the country and involve about 1.400 staff, of whom approximately 850 researchers and technologists are engaged in research and development, with the support of technicians and administrative staff. Among the 21 institutes involved in DIITET, the Institute for "Tecnologie Avanzate per l'Energia" (Advanced Energy Technologies) "Nicola Giordano" (CNR ITAE), headquartered in Messina, develops and promotes energy-efficient, innovative technologies with low environmental impact through the use of fossil and renewable energy sources. The scientific expertise of the ITAE staff is related to chemical processes, through which it is possible to develop electric and/or thermal energy and new fuels with specific reference to hydrogen. CNR ITAE staff, whose scientific component comes from various disciplines such as engineering, chemistry, physics and mathematics, includes, in addition to the Director, 42 researchers, 3 technologists, 16 technicians, 5 administrative staff, 1 professional collaborator, 11 associate professors, 9 research fellows, 1 PhD student.

The activities of CNR ITAE are divided into the following lines of research:

1. Fuel Cells (Sectors: Development of Materials, Components and Stacks for PEFC, DAFC, SOFC - System Engineering, Field Testing and Demonstration for All Fuel Cell Technology);
2. Hydrogen and environmentally friendly fuels (Sectors: systems for the production of hydrogen from fossil fuels - systems for the production of hydrogen from renewable energies - systems for the production of eco-fuels from waste and scrap - systems for the production of alternative fuels);
3. Energy storage and rational use of energy (Sectors: hydrogen storage - electric storage - absorption heat pumps);
4. Integration of new technologies with renewable energy (Sectors: Coupling renewable energy with reversible fuel cells - Solar thermal coupling with absorption systems);
5. Support activities (Law - Socio-Economic Impact - Technology Consulting and Transfer).

The ITAE is equipped with several fully equipped laboratories for the preparation and characterization of



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

materials and components of energy systems and for the testing of devices and prototypes.

At the headquarter there are the following laboratories:

- 1. Catalysts for the production of hydrogen*
- 2. Direct Alcohol Fuel Cells (DAFCs), PEM Electrolyzers, Solar Cells*
- 3. Polymer Electrolyte Fuel Cells*
- 4. Solid Fuel Cells*
- 5. Components for adsorbing heat pumps. and systems for thermal storage*
- 6. Materials for heat pump adsorption and thermal storage*
- 7. Materials for selective transport and hydrogen storage*
- 8. Electro-catalyst preparation*
- 9. Production of alternative Fuels and catalyst development*
- 10. Biomass conversion processes*
- 11. Energy Systems*
- 12. Supercapacitors.*

In addition, at the headquarters, three laboratories are equipped with the following shared research equipment:

- 13. GEN1 - X-ray, where X-ray diffractometer (XRD), X-ray fluorescence (XRF) and X-ray electron beam spectroscopy (XPS) are installed.*
- 14. GEN2 - SEM, where the scanning electron microscope (SEM) is installed with field emitter and micro analysis, and the UV-Visible absorption meter.*
- 15. GEN3 - Materials where material characterization tools are installed through CHNS elemental analysis, BET porosimetry and Thermo-gravimetry.*

Furthermore, the ITAE, some years ago, started a Test Center for the promotion of innovation and the transfer of energy technologies, with the aim to create a research infrastructure able to provide a support service to industries operating in development of innovative systems for the production of energy and environmentally friendly fuels.

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

Il CNR-ITAE vanta una specifica esperienza nell'ambito di riferimento ed è in grado di applicare a livello industriale le tecnologie e conoscenze possedute per il raggiungimento anche di elevati livelli di maturità tecnologica (TRL). Nell'ambito di questa proposta progettuale, il CNR-ITAE intende studiare un processo di conversione catalitica di stream gassosi provenienti da gassificazione e ricchi in CO₂ in metanolo/DME. Proprio nel settore riguardante la produzione di combustibili ecocompatibili, il gruppo di ricerca del CNR-ITAE che partecipa al progetto ha maturato competenze specifiche nell'individuazione di sistemi e processi catalitici eterogenei per l'ottenimento di combustibili alternativi a partire da sorgenti fossili alternative al petrolio (carbone e metano) e rinnovabili (biomasse).

Nello specifico il gruppo di lavoro coinvolto è costituito da 1 Dirigente di Ricerca e 4 Ricercatori con elevati profili tecnico-scientifici. Il gruppo di ricerca è già attivo da diversi anni nello sviluppo di tecnologie catalitiche innovative per la produzione di (bio)combustibili, operando all'interno della Commessa del CNR dal titolo "Produzione di Combustibili Alternativi per Autotrazione" e vantando una significativa produzione scientifica con oltre 350 tra pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali, comunicazioni a Congressi e diversi Brevetti.

Il gruppo dispone di diversi impianti da laboratorio per poter condurre misure catalitiche per lo studio di tecnologie e processi di trattamento, conversione termo-catalitica e purificazione di scarti e sottoprodotti



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

provenienti da cicli produttivi industriali. La metodologia operativa prevede, in particolare, l'utilizzo dei seguenti impianti e delle seguenti strumentazioni:

- Stazioni di caratterizzazione chimico-fisica della biomassa “grezza” (analisi elementare e prossimale, pH, densità, ecc...) e dei sistemi catalitici investigati (tecniche d'istituto).
- Impianto di gassificazione a letto fisso per la conversione di biomassa solida (≤ 10 grammi) in gas di sintesi L'impianto è equipaggiato con pompa HPLC per l'alimentazione di H₂O (agente gassificante), trappola fredda per la condensa dei “tar”, sistema di gestione e controllo gas e GC Agilent 6890 N per analisi quali/quantitativa dei prodotti gassosi della reazione.
- Impianto per la conversione di rifiuti e scarti organici in biocombustibili gassosi, in presenza di fluidi in condizioni sub- e super-critiche. L'impianto è dotato di un reattore agitato (VR=100 mL), equipaggiato con una pompa quaternaria HPLC 1260 Infinity per l'introduzione del substrato organico diluito (<10 vol.%) da gassificare ad elevate pressioni ed un serbatoio in acciaio inossidabile AISI 316L per il campionamento della fase gas a fine reazione.
- Stazione di analisi GC-MS Agilent 7890A-5975C con sistema campionatore PAL per l'analisi quali/quantitativi di matrici organiche complesse.
- Stazione di analisi TOC Shimadzu Vesh – 500A, per la determinazione del carbonio organico ed inorganico su campioni solidi e liquidi.

Sempre in riferimento all'Area di specializzazione della presente proposta, diversi sono stati i risultati ottenuti nell'ambito della partecipazione a contratti e progetti nazionali ed internazionali, tra cui:

- Sviluppo di sistemi catalitici innovativi in grado di sintetizzare miscele MeOH/DME mediante idrogenazione di CO₂;
- Sviluppo di una famiglia di catalizzatori con differente grado “alfa” (fattore di probabilità di accrescimento della catena) per l'ottenimento di benzine sintetiche pulite da gas di sintesi contenenti CO₂;
- Produzione di biodiesel mediante transesterificazione di oli vegetali in un processo eterogeneo acido-catalizzato;
- Conversione catalitica della glicerina in additivi ossigenati per benzine riformulate;
- Produzione di bio-combustibili mediante trattamento catalitico (HDO) di oli di pirólisi;
- Produzione di bio-metano mediante gassificazione catalitica di reflui organici in acqua supercritica;
- Ottimizzazione di processi di reforming (con vapore e/o ossigeno) di idrocarburi (metano, biogas, etanolo, glicerolo, 2-propanolo) per la produzione di gas di sintesi ricchi in idrogeno.

Parte delle attività descritte è servita per lo sviluppo e la progettazione di numerosi impianti dimostrativi, tra cui alcune unità di produzione di idrogeno (>10 Nmc/h), a partire da solventi esausti e rifiuti di natura liquida (bio-etanolo) provenienti dal ciclo di produzione di industrie micro-elettroniche e agro-vinicole, e l'allestimento nel nuovo “Centro Prove” dell'ITAE di un'unità di gassificazione downdraft (20-40 KW termici) per la conversione in gas di sintesi di biomassa legnosa, quale scarto dei processi produttivi industriali e agricoli.

Peraltro, oltre a diverse collaborazioni tecnico-scientifiche con soggetti terzi (BIOCHEMTEX SpA, Università di Gröningen, ...), si segnala la partecipazione al progetto “Valorizzazione Biomolecolare ed Energetica di biomasse residuali del settore Agroindustriale ed Ittico - Bio4Bio”, PON R&C 2007-2013, il cui obiettivo principale è stato quello della valorizzazione molecolare e strutturale, coadiuvata da azioni di ottimizzazione energetica e tutela ambientale di biomasse residuali del comparto Agroindustriale e Ittico. L'attività di Ricerca eseguita da parte del CNR-ITAE ha permesso il raggiungimento di un livello TRL di 4, tale da permettere la validazione delle tecnologie delle PMI in ambiente di laboratorio.

The CNR-ITAE has a specific know-how in the reference field, being also able to apply technology and knowledge at the industrial level for the achievement of high technological readiness levels (TRL). Within



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

this proposal, CNR-ITAE intends to study a catalytic conversion process of CO₂-rich gaseous streams from gasification into methanol/DME. Precisely in the field of production of environmentally-friendly fuels, the research group from CNR-ITAE has developed significant expertise in identifying heterogeneous catalytic systems and processes for obtaining alternative fuels either from fossil sources different from oil (coal and methane) or renewable sources (biomass).

Specifically, the working group is composed of 1 Research Manager and 4 Researchers with high technical and scientific profiles. The research group has already been active for several years in the development of innovative catalytic technologies for the production of (bio)fuels, operating within the CNR order "Alternative Fuels Fuel Production", accounting for a scientific production of over 350 scientific journals in international journals, communications to congresses and various patents.

The group has several laboratory facilities for catalytic measurements suitable to study innovative technologies and processes of thermo-catalytic conversion and purification of waste and by-products from industrial production cycles. The operating methodology includes, in particular, the use of the following installations and the following instruments:

- Chemico-physical characterization of "raw" biomass (elemental analysis, pH, density, etc.) and investigated catalytic systems.*
- Fixed bed gasification plant for converting solid biomass (≤ 10 grams) into syngas. The plant is equipped with HPLC pump for H₂O (gasification agent), cold trap for condensation of "tar", gas management and control system and GC Agilent 6890 N for quantitative/quantitative analysis of the reaction gas products.*
- Lab plant for the conversion of wastewater and organic wastes into gaseous biofuels, in the presence of fluids under sub- and super-critical conditions. The plant is equipped with a stirred reactor ($V = 100$ mL) equipped with a HPLC 1260 Infinity quaternary pump for the introduction of diluted organic substrate (< 10 vol%) for high pressure gasification and a stainless steel tank AISI 316L for gas phase sampling at the end of reaction.*
- Agilent 7890A-5975C GC-MS analysis station with PAL sampler for quantitative analysis of complex organic matrices.*
- TOC Shimadzu Vcsh - 500A analysis station, for the determination of organic and inorganic carbon on solid and liquid samples.*

Always in reference to the Specialization Area of this proposal, there have been several achievements in the field of participation in national and international contracts and projects, including:

- Development of innovative catalytic systems capable of synthesizing MeOH/DME mixtures by CO₂ hydrogenation;*
- Development of a family of different alpha catalysts (chain augmentation probability factor) for obtaining synthetic gasoline from CO₂ synthesized gas;*
- Production of biodiesel by transesterification of vegetable oils in an acid-catalyzed heterogeneous process;*
- Catalytic conversion of glycerin into oxygenated additives for reformulated fuels;*
- Production of biofuels by catalytic upgrading (HDO) of pyrolysis oils;*
- Production of bio-methane by catalytic gasification of organic wastewater in supercritical water;*
- Studies of optimization of reforming processes (with vapor and/or oxygen) for the production of hydrogen-rich syngas.*

Part of the above activities have been fundamental for the development and design of numerous demonstration plants, including some hydrogen production units (> 10 Nmc/h), starting from exhausted solvents and liquid wastes (bio-ethanol) from micro-electronic and agroindustrial streams, as well as the installation in the new "Test Center ITAE" of a downdraft gasification unit (20-40 KW thermal) for the conversion of wood biomass from industry into syngas.

Furthermore, in addition to various technico-scientific collaborations with third parties (BIOCHEMTEX



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

SpA, University of Gröningen, ...), it is worth mentioning the participation in the project "Biomolecular and Energy valorization of residual biomass from Agroindustry and Fishing Industry - Bio4Bio", PON R & C 2007- 2013, the main objective of which was to promote molecular and structural valorization, supported by energy optimization actions and environmental protection of residual biomasses in the agroindustrial and fishing sectors. The research activity performed by the group from CNR-ITAE has allowed to reach a TRL of 4, so to validate SME technologies in a laboratory environment.

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)

Struttura organizzativa

L'ENEA è l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile. È ente di diritto pubblico finalizzato alla ricerca e all'innovazione tecnologica, alla prestazione di servizi avanzati alle imprese, alla pubblica amministrazione e ai cittadini. Opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile, e mette a disposizione del sistema Paese competenze multidisciplinari e esperienza consolidata nella gestione di progetti complessi. Assolve inoltre alle specifiche funzioni di Agenzia per l'efficienza energetica.

Dispone di laboratori e impianti sperimentali di eccellenza e di alte competenze. La struttura ENEA si articola in 9 Centri e 5 laboratori di ricerca e 19 uffici regionali ed un Liason Office con sede a Bruxelles. Alla data del 30.6.2017, ultimo censimento ufficiale, il personale ENEA in servizio ammontava a 2.425 dipendenti a tempo indeterminato, 95 a tempo determinato, 47 assegnisti di ricerca. Tale personale è suddiviso in accordo con la struttura organizzativa che prevede: Organi di vertice, Direzioni, Dipartimenti, Unità tecniche, strategiche e amministrative. Nei dipartimenti, principali elementi della struttura organizzativa preposta alla conduzione di attività di R&S, afferisce il 65 % circa dell'organico dell'ente.

Nell'ambito della presente proposta, l'ENEA partecipa in qualità di Soggetto Attuatore del Consorzio DITNE S.C.ar.l. di cui è Socio fondatore da agosto 2008. In accordo con i requisiti territoriali di eleggibilità del bando "PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 per progetti di ricerca industriale", per la conduzione delle attività di progetto sarà coinvolto personale e infrastrutture del laboratorio di "Processi Termochimici per Valorizzazione di Biomasse, Residui e Rifiuti" (DTE-BBC-TER) avente sede presso il CR Enea Trisaia, e in minima parte di quelle del laboratorio di "Biomasse e Biotecnologie per l'Energia" (DTE-BBC-BBE, CR Casaccia). Entrambi i laboratori afferiscono alla Divisione di Bioenergia, Bioraffineria e Chimica Verde (BBC) del Dipartimento di Tecnologie Energetiche (DTE) e hanno sede rispettivamente in Basilicata e Lazio. Alla data attuale l'organico della Divisione DTE-BBC assomma a 82 unità di cui 66 ricercatori, 13 tecnici e 3 unità con competenze tecnico-amministrative.

Relativamente alle infrastrutture, verranno primariamente utilizzati quelle del parco tecnologico per lo studio, caratterizzazione e sviluppo di processi termochimici (gassificazione, pirolisi e combustione) che include impianti di gassificazione di diversa tipologia e taglia. Nell'ambito delle finalità del REEN UEL saranno in particolare di riferimento i seguenti impianti di gassificazione:

- Impianto di gassificazione in condizioni di acqua supercritica (SCWG), reattore plug-flow 500 ml, alimentazione in continuo con pompa a siringa (alimentazione: 0-50 ml/min). Range operativo: 25- 600 °C, 1-320 atm;
- Impianto a letto fluidizzato bollente a ricircolo interno (ICBFB) 10 kWt;
- Impianto di gassificazione a letto fluidizzato da 50 kWt;
- Impianti a tamburo rotante di piro-gassificazione di biomasse e rifiuti da 2 e 30 kg/h;



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

impiegati per attività di screening e studio di processo con le diverse matrici di interesse, acquisizione di dati per le successive fasi di scale-up, valutazioni e analisi complessive di processo. Tutti gli impianti sopra menzionati sono equipaggiati con sistema di purificazione gas ad alta temperatura e ad umido, e per il monitoraggio on-line/off-line della composizione della corrente gassosa e dei parametri di processo (Equivalence Ratio, T, P, portate);

Per le attività sulla digestione anaerobica saranno invece di riferimento:

- impianto pilota di digestione anaerobica di piccola taglia (50 L),
- fotobioreattore per la fotosintesi anossigenica con *Chlorobium limicola* (numero di brevetto ENEA RM2015A000082);

che saranno impiegati per la caratterizzazione dei microrganismi di fermentazione AD, più efficaci per la produzione di biogas della diverse matrici in ingresso, variare le condizioni di processo (T, pH, nutrienti specifici) per assicurare la crescita e la funzionalità ottimale del consorzio microbico fermentativo. A supporto delle necessarie attività analitiche e caratterizzazioni di processo verranno messe a disposizione strumentazioni e attrezzature dei chimici e biologici dei due CR, dotati di una ampia gamma di attrezzature e strumentazioni di base e specialistici, tra cui quelli per la caratterizzazione di maggior rilievo per il progetto: biomasse, char e ceneri, e correnti di processo, liquide e gassose (Analizzatore CHNS/O; Calorimetro adiabatico; sistema isocinetico campionamento correnti gassose; Cromatografi fase liquida HPIC, HPLC; Cromatografici fase gas (GC-TCD/FPD/FID, GCMS, micro GC per analisi sul campo); Sistemi per analisi inorganici (ICP-OES, AES, AAS); Bilancia termica TGA/DTA; BET per porosimetria e aree superficiali; Heating Microscopes Misura per misure di fusibilità ceneri; Strumentazione analitica per finalità generali (bilance analitiche, forni, muffole, vetreria). Infine, verranno messe a disposizione risorse Software per modellazione di processo (e.g. IPSEpro, Matlab/Simulink, ChemCAD).

Ai fini dell'ottimale gestione delle attività di propria competenza, garantire il pieno conseguimento degli obiettivi di progetto e minimizzare i rischi di insuccesso, ENEA coinvolgerà personale (ricercatori, tecnologi e tecnici) di lunga e comprovata esperienza tecnico-scientifica, maturata nel corso di attività e progetti, nazionali ed internazionali, pregressi. Analogamente, sul piano amministrativo, verrà coinvolto personale con piena padronanza delle procedure in materia di rendicontazione e consuntivazione economica, e di buone prassi di trasparenza e imparzialità, che garantiranno regolarità amministrativa e contabile.

ENEA is the National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development. It is a body governed by public law aimed at research and technological innovation, the provision of advanced services to businesses, public administrations and citizens. It acts in the fields of energy, environment and sustainable economic development, and provides the country with multidisciplinary expertise and consolidated experience in managing complex projects. It accomplishes to the specific functions of the Agency for Energy Efficiency. It performs its activities both at national and international level. ENEA has at one's disposal experimental laboratories and systems of excellence and high expertise. The ENEA structure is divided into 9 Centers and 5 Research Labs and 19 Regional Offices and a Liason Office based in Brussels for direct relations with EU Institutions. As of 30 June 2017, the last official census, the ENEA staff on duty amounted to 2,425 full-time employees, 95 at a fixed time, 47 search grants. This staff is subdivided in accordance with the organizational structure that includes: the Top Management Bodies, the Directorates, the Departments, the Technical, Strategic and Administrative Units. In the departments, the main elements of the organizational structure responsible for conducting R&D activities account for approximately 65% of the overall ENEA's staff.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Within this project proposal, ENEA participates as third party of the DITNE S.C.ar.l. Consortium, of which has been a founding member since August 2008. In particular, in compliance with the eligibility requirements of the call "PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 per progetti di ricerca industriale", the Agency participates with personnel and infrastructure of the "Thermo-chemical Processes for Biomass, Residual and Waste Recovery" (DTE-BBC-TER) and, at a lower share, of the "Biomass and Biotechnology for Energy" laboratory (DTE-BBC-BBE) laboratories. Both laboratories belong to the Division of Bioenergy, Biorefinery and Green Chemistry (BBC), Department Energy Technologies (DTE). At the present time, the number of employees of the DTE-BBC Division is 82 units, of which 66 researchers, 13 technicians and 3 units with technical-administrative skills. Regarding the infrastructures, the main facilities of reference for the project purposes will be those belonging to the technology park for the study, characterization and development of thermo-chemical processes (gasification, pyrolysis and combustion), which includes gasification plants of different types and size. Within the goals of WW GREEN FUEL, the gasification plants listed below will be of reference:

- *test rig for supercritical water gasification (SCWG), plug-flow reactor 500 ml, continuous supply with syringe pump (feed: 0-50 ml / min). Range of operating parameters: 25-600 °C, 1-320 atm;*
- *10 kWth test rig based on bubbling fluidized bed with internal circulation (ICBFB);*
- *50 kWth fluidized bed gasification plant;*
- *Pyro-gasification plant based on 2 to 30 kg/h rotary kiln reactors;*

which will be used for screening and process studies with the different feedstocks of relevance to proposal data acquisition for the next step-up phases, total process evaluations and analyzes. All the above-mentioned facilities are already coupled with high temperature and wet gas purification system, equipped for on-line/off-line monitoring of the gaseous stream (permanent gases and organic contaminants and inorganic) and process parameters (Equivalence Ratio, T, Flow Rate). For the activities on anaerobic digestion, facilities of reference will be:

- *pilot plant for small anaerobic digestion (50 L),*
- *photobioreactor based on anoxygenic photosynthesis operated by Chlorobium limicola (ENEA Patent number RM2015A000082;*

which will be used for the characterization of the AD microorganisms, most effective in production of biogas from the different input matrices, to change the process conditions (T, pH, specific nutrients) and ensure the optimal growth and functionality of the fermentative microbial consortium. To give support to the necessary analytical activities and process characterizations, the equipment available at the chemical and microbiological laboratories of the two CRs will be considered. These laboratories are equipped with a wide range of basic and specialist equipment and instruments, including those for the most significant for the project with respect to characterization for: biomass, char and ash, liquid and gaseous process streams (i.e. CHNS/O Elemental Analyzer; Adiabatic calorimeter; Isocinetic equipment for gas sampling; HPIC and HPLC chromatographic systems for analysis of liquid streams; Chromatographic systems for analysis of gaseous stream (GC-TCDF/FPD/FID, GCMS, micro-GC for analysis on-site); Systems for Inorganic Analysis (ICP-OES, AES, AAS); TGA/DTA Thermal analyser; BET system for porosimetric and surface areas measurements; instrument for Ash melting (Measurement Heating Microscopes); Analytical instrumentation for general purposes (analytical scales, ovens, muffles, glassware)). Finally, to cover the needs for process assessment. Softwares of Process Modeling will also be made available (e.g. IPSEpro, Matlab/Simulink, ChemCAD).



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

In order to ensure an optimal management of its activities, ensuring the full achievement of project goals and minimizing the risks of failure, ENEA will involve staff (researchers, technologists and technicians) with long and proven technical-scientific experience, acquired during past national and international activities and projects. Likewise, on administrative matter, ENEA will involve people with full knowledge of the procedures for reporting and accounting, and good practices of transparency and impartiality, which will ensure administrative and accounting regularity.

Competenze ed esperienze maturate rispetto all'Area

ENEA partecipa, in qualità di soggetto “Attuatore” del consorzio DITNE, con la Divisione Bioenergia, Bioraffineria e Chimica Verde (BBC). In coerenza con la *mission* generale dell’Ente, la Divisione svolge attività di ricerca, innovazione tecnologica e fornitura di servizi avanzati alle imprese, operando nei settori della bioenergia e della bioraffineria per la produzione di energia termica, elettrica e di biocombustibili. Tali scopi sono perseguiti attraverso la conduzione di attività di ricerche su: valorizzazione energetica e chimica di residui e prodotti secondari, pretrattamenti per il frazionamento delle biomasse e dei residui, processi chimici e biotecnologici, qualificazione e caratterizzazione dei prodotti, e contestualizzate rispetto ad una visione di finalità più ampia riconducibile alle strategie EU in materia di energia e ambiente e di *Economia Circolare*. In riferimento alle collaborazioni tecnico-scientifiche, ricercatori della Divisione partecipano a progetti, gruppi di lavoro, commissioni nei principali organismi nazionali ed internazionali dei settori della bioenergia e della bioraffineria, tra gli altri: EERA (European Energy Research Alliance), SET (Strategic Energy Technologies) Plan, IEA (International Energy Agency), CTI (Comitato Termotecnico Italiano). È socio fondatore di diversi dei cluster tecnologici nazionali, tra cui quello di più recente istituzione sulle tematiche energetiche. Ha in corso ed ha condotto in passato attività congiunte con importanti aziende del settore industriale nazionale ed internazionale (es: Mossi&Ghisolfi, Novamont, Versalys, ENEL, ENI, FIAT-CRF, Pall Schumacher Filtersystems GmbH, HYGEAR), università e centri di ricerca tra cui: CNR, UNIBO, UNIME, UNICAL, UNIBA, UNIBAS, UNIVAQ, POLIMI, POLITO, TUV (Vienna), WUR (Wageningen), UNIZAR (Saragozza), UPT (Timisoara), Fraunhofer, Forschungszentrum J lich.

Per la proposta WW-Green-Fuel, la Divisione parteciperà con i laboratori di “Biomasse e Biotecnologie per l’Energia” (DTE-BBC-BBE) e di “Processi Termochimici per Valorizzazione di Biomasse, Residui e Rifiuti” (DTE-BBC-TER). Il coinvolgimento del primo si riconduce a competente nel campo della digestione anaerobica di biomasse e matrici non convenzionali, il secondo per competenze sulle tecnologie termochimiche per la valorizzazione energetica di biomasse, residui e rifiuti e sui sistemi di purificazione e upgrading del syngas per la produzione di vettori energetici avanzati quali biometano ed idrogeno. Su entrambe le tematiche, la Divisione può annoverare significative competenze, riconosciute a livello internazionale e che hanno portato anche alla registrazione di diversi brevetti. Per le finalità del progetto verranno coinvolti Ricercatori, Tecnologi e Tecnici di comprovata professionalità e competenza su:



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

- sviluppo e ottimizzazione del processo di fermentazione anaerobica attraverso la selezione di consorzi microbici funzionali più efficienti mediante bio-incremento, acclimatazione e arricchimento, e ottimizzazione statistica
- sviluppo approccio innovativo alla digestione anaerobica (AD) basato su processi microbici per l'idrolisi dei materiali lignocellulosici da funghi anaerobici ruminali per migliorando la fase di idrolisi delle biocomponenti lignocellulosiche
- clean-up biologico del biogas
- sviluppo e ottimizzazione di processi termochimici basati sulle tecnologie dei reattori a tamburo rotante e dei letti fluidizzati
- progettazione, integrazione ed esercizio di componenti di impianto per implementazione di processi di conversione termochimica, condizionamento gas e sintesi catalitica a scala significativa
- analisi, bilanci e modellazione di processi
- sviluppo e ottimizzazione di metodiche per la caratterizzazione chimico-analitica di correnti di processo
- analisi sulla disponibilità di biomasse, rifiuti e matrici residuali.

Tali competenze sono state maturate nel corso della conduzione di molteplici iniziative e progetti. Di seguito un elenco dei più rilevanti ed attinenti al progetto WW-Green-Fuel:

- Sistema di ricerca Elettrico, A.d.P. Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA. Piano Operativo triennale 2012 - 2014 e successivo. Progetto: B.1.1 – Bioenergie, Obiettivo: Tecnologie per la gassificazione delle biomasse e l'upgrading del syngas a biofuels; Obiettivo: Processi innovativi per la produzione di biogas a più elevato contenuto in metano
- GRAIL. FP7.R&ST (2007-2013). Data inizio: 1-11-2013/31-10-2017.<http://www.grail-project.eu/>
- Ambition: Advanced biofuel production with energy system integration (H2020, Grant Agreement no. 731263, durata: 01-12-2016 – 30-11-2019; sito web: in preparazione)
- UNIFHY: UNIQUE gasifier for hydrogen Production (7 PQ, Grant Agreement no. 299732, durata: 1-09-2012 – 31-03-2016; <http://www.unifhy.eu/>)
- VERITAS: Produzione di energia rinnovabile con il minimo impatto da un mix di biomasse e rifiuti speciali non pericolosi attraverso processi innovativi (Industria 2015, n. 00030EE01/VAR-2, in corso; www.biomass2015.net/)
- Tygre: High added value materials from waste tyre gasification residues (7 PQ, Grant Agreement no. 226549, durata: 01/09/2009–31/12/2013; <http://www.tygre.eu/cms/>)
- Microperla: Programma di Energie Rinnovabili e Micro-Cogenerazione per l'Agroindustria. PON Ricerca e competitività 2007-2013, durata: 19/09/2011-18/01/2016, PON01_01840; <http://www.microperla.org/>

I risultati delle attività di ricerca sono stati argomenti di numerose presentazioni orali a convegni nazionali e internazionali, pubblicati in proceedings e su riviste internazionali peer-reviewed (es. Fuel Process. Technol., Biomass & Bioenergy, Energy & Fuels, Int. J. Chem. React. Eng, Bioresour. Technol.).

Per le attività la Divisione si avvarrà delle infrastrutture per lo studio, caratterizzazione e sviluppo di processi termochimici e biochimici presenti nel Centro Ricerche ENEA di Trisaia e dei laboratori chimico-analitici, in quota minore delle risorse presenti nel CR ENEA di Casaccia.



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Competences and experiences with respect to the area

In the present proposal, ENEA participates, as Third Party of the consortium DITNE Scarl, through the Division of Bioenergy, Bioraffinery and Green Chemistry (BBC). In line with the overall mission of the Agency, the BBC Division carries out research, technological innovation and the provision of advanced services to businesses, in particular in the fields of bioenergy and bio-refinery to the production of thermal and electrical energy, and biofuels. These aims are pursued through the conduct of research activities aimed at: energy and chemical valorization of residues and secondary products, pretreatments for biomass and residues fractionation, chemical and biotechnological processes, qualification and characterization of products, contextualized respect to the wider EU strategies about the energy and environment and Circular Economy. Regarding the technical-scientific collaborations, researchers from the Division participate in projects, working groups, committees of major national and international organizations in the fields of Bioenergy and Bio-Refinery such as EERA (European Energy Research Alliance), BIC (Bio-based Industries Consortium), SET (Strategic Energy Technologies) Plan, IEA (International Energy Agency), CTI (Comitato Termotecnico Italiano). It is member of the several technology National Cluster, among which the most recent one on energy.

Joint activities and collaborations, in progress and led in the past, are/were carried out with important national and international industrial companies such as: Mossi & Ghisolfi, Novamont, Versalys, ENEL, ENI, FIAT-CRF, Pall Schumacher Filtersystems GmbH, HYGEAR, universities and other research centers such as: CNR (ITAE, IMAA, IM), UNIBO, UNIME, UNICAL, UNIBA, UNIBAS, UNIVAQ, POLIMI, POLITO, TUV (Vienna), WUR (Wageningen), UNIZAR (Saragozza), UPT (Timisoara), Fraunhofer, Forschungszentrum Jülich.

For the more specific topics of the WW GREEN FUEL proposal, the division takes part with the "Biomass and Biotechnology for Energy" (DTE-BBC-BBE) and "Thermo-chemical Processes for Biomass, Residual and Waste Recovery" (DTE-BBC-TER) laboratories. The involvement of the former leads to competence in the field of anaerobic digestion of biomasses and unconventional matrices, the second for expertise in thermochemical technologies for the energy valorization of biomass, residues and waste, and systems for purification and upgrading of syngas to production of advanced energy carriers such as biomethane and hydrogen. On both themes, the division can mention significant competences, internationally known, which have also led to patent registration. To the aim of the proposal, the Division will involve researchers, senior and junior, technologist and technicians with proven expertise and skills on:

- *development and optimization of the anaerobic fermentation process through the selection of more efficient functional microbial consorts by bio-augmentation, acclimatization and enrichment, and statistical optimization;*
- *innovative development approach to anaerobic digestion (AD) based on microbial processes for the hydrolysis of lignocellulosic materials from Anaerobic Ruminal Fungi to improve the hydrolysis phase of lignocellulosic biocomponents;*
- *biological gas clean-up;*
- *development and optimization of thermochemical processes, particularly in gasification, for the promotion of lignocellulosic biomass;*
- *design, integration and operation of plant components for the implementation of thermochemical conversion processes, gas conditioning and catalytic synthesis on a significant scale;*
- *assessment, balances and modeling of processes;*
- *development and optimization of methods for the chemical-analytical characterization of process currents; assessments of the availability of biomass and waste;*



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

These skills have matured in the course of multiple initiatives and projects carried out at national and international levels. Below is a list of the most relevant ones for the BIOCARE project:

- *Electrical System Research, Program Agreement between the Ministry of Economic Development and ENEA. Three Year Operational Plan 2012 - 2014 and subsequent editions. Project: B.1.1 - Bioenergy, Objective: Biomass gasification technologies and syngas upgrading to biofuels;*
- *Ambition: Advanced biofuel production with energy system integration (Horizon 2020, Grant Agreement no. 731263, durata: 01 dicembre 2016 – 30 novembre 2019; sito web: in preparazione);*
- *UNifHY: UNIQUE gasifier for hydrogen Production (7 FP, Grant Agreement no. 299732, durata: 1 settembre 2012 – 31 marzo 2016; sito web: <http://www.unifhy.eu/>);*
- *VERITAS: Produzione di energia rinnovabile con il minimo impatto da un mix di biomasse e rifiuti speciali non pericolosi attraverso processi innovativi (Industria 2015, n. 00030EE01/VAR-2, in corso; sito web: www.biomass2015.net/);*
- *Tygre: High added value materials from waste tyre gasification residues (7 PQ, Grant Agreement no. 226549, durata: 01/09/2009 – 31/12/2013; sito web: <http://www.tygre.eu/cms/>)*
- *Microperla: Renewable Energy and Micro-Cogeneration Program for Agro-Industry (PON Research and Competitiveness 2007-2013, from: 19/09/2011 to 18/01/2016 PON01_01840; website: <http://www.microperla.org/>);*

The results of the research activities have been topics of several oral presentations at national and international conferences, published in related proceedings and on peer-reviewed international journal (es. Fuel Process. Technol., Biomass & Bioenergy, Energy & Fuels, Int. J. Chem. React. Eng, Bioresour. Technol.). To the conduction of the relevant activities of the project, the Enea Research Center of Trisaia will make available the infrastructures of its technology park devoted to the study, characterization and development of thermo-chemical processes (gasification, pyrolysis and combustion) and its chemical-analytical laboratories, and at a lower share of the resources present at CR Enea di Casaccia. Contact person: Ing Giacobbe BRACCIO



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

4. COSTO DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

4.1 COSTI TOTALI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	4.449.600,00	100,00%	3.359.600,00	0,00	1.090.000,00	4.449.600,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	140.000,00	50,00%	50.000,00	0,00	20.000,00	70.000,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	310.000,00	100,00%	310.000,00	0,00	0,00	310.000,00
Spese generali supplementari	889.920,00	100,00%	671.920,00	0,00	218.000,00	889.920,00
Altri costi di esercizio	868.000,00	100,00%	712.500,00	0,00	155.500,00	868.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	6.657.520,00	98,95%	5.104.020,00	0,00	1.483.500,00	6.587.520,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	1.565.000,00	100,00%	1.405.000,00	0,00	160.000,00	1.565.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	68.000,00	100,00%	68.000,00	0,00	0,00	68.000,00
Spese generali supplementari	313.000,00	100,00%	281.000,00	0,00	32.000,00	313.000,00
Altri costi di esercizio	316.200,00	100,00%	308.200,00	0,00	8.000,00	316.200,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	2.262.200,00	100,00%	2.062.200,00	0,00	200.000,00	2.262.200,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

4.2 ARTICOLAZIONE DEI COSTI PER SOGGETTO PROPONENTE

Soggetto proponente: Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Altri costi di esercizio	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale Attività di Ricerca industriale	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	150.000,00	100,00%	150.000,00	0,00	0,00	150.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	30.000,00	100,00%	30.000,00	0,00	0,00	30.000,00
Altri costi di esercizio	25.000,00	100,00%	25.000,00	0,00	0,00	25.000,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	205.000,00	100,00%	205.000,00	0,00	0,00	205.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Soggetto proponente: Università della CALABRIA						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	889.600,00	100,00%	889.600,00	0,00	0,00	889.600,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	30.000,00	100,00%	30.000,00	0,00	0,00	30.000,00
Spese generali supplementari	177.920,00	100,00%	177.920,00	0,00	0,00	177.920,00
Altri costi di esercizio	189.000,00	100,00%	189.000,00	0,00	0,00	189.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	1.286.520,00	100,00%	1.286.520,00	0,00	0,00	1.286.520,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	20.000,00	100,00%	20.000,00	0,00	0,00	20.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	4.000,00	100,00%	4.000,00	0,00	0,00	4.000,00
Altri costi di esercizio	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	24.000,00	100,00%	24.000,00	0,00	0,00	24.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Soggetto proponente: TECHFEM S.p.A.						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	630.000,00	100,00%	630.000,00	0,00	0,00	630.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	50.000,00	100,00%	50.000,00	0,00	0,00	50.000,00
Spese generali supplementari	126.000,00	100,00%	126.000,00	0,00	0,00	126.000,00
Altri costi di esercizio	136.000,00	100,00%	136.000,00	0,00	0,00	136.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	942.000,00	100,00%	942.000,00	0,00	0,00	942.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	275.000,00	100,00%	275.000,00	0,00	0,00	275.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	55.000,00	100,00%	55.000,00	0,00	0,00	55.000,00
Altri costi di esercizio	50.000,00	100,00%	50.000,00	0,00	0,00	50.000,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	380.000,00	100,00%	380.000,00	0,00	0,00	380.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Soggetto proponente: Università degli Studi di BARI ALDO MORO						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	460.000,00	100,00%	460.000,00	0,00	0,00	460.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	92.000,00	100,00%	92.000,00	0,00	0,00	92.000,00
Altri costi di esercizio	80.000,00	100,00%	80.000,00	0,00	0,00	80.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	632.000,00	100,00%	632.000,00	0,00	0,00	632.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	15.000,00	100,00%	15.000,00	0,00	0,00	15.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	3.000,00	100,00%	3.000,00	0,00	0,00	3.000,00
Altri costi di esercizio	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	18.000,00	100,00%	18.000,00	0,00	0,00	18.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Soggetto proponente: Politecnico di TORINO						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	500.000,00	100,00%	0,00	0,00	500.000,00	500.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	40.000,00	50,00%	0,00	0,00	20.000,00	20.000,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	100.000,00	100,00%	0,00	0,00	100.000,00	100.000,00
Altri costi di esercizio	104.000,00	100,00%	0,00	0,00	104.000,00	104.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	744.000,00	97,31%	0,00	0,00	724.000,00	724.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	15.000,00	100,00%	0,00	0,00	15.000,00	15.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	3.000,00	100,00%	0,00	0,00	3.000,00	3.000,00
Altri costi di esercizio	3.000,00	100,00%	0,00	0,00	3.000,00	3.000,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	21.000,00	100,00%	0,00	0,00	21.000,00	21.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Soggetto proponente: Sol S.p.A.						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	250.000,00	100,00%	40.000,00	0,00	210.000,00	250.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	50.000,00	100,00%	50.000,00	0,00	0,00	50.000,00
Spese generali supplementari	50.000,00	100,00%	8.000,00	0,00	42.000,00	50.000,00
Altri costi di esercizio	60.000,00	100,00%	60.000,00	0,00	0,00	60.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	410.000,00	100,00%	158.000,00	0,00	252.000,00	410.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	140.000,00	100,00%	70.000,00	0,00	70.000,00	140.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	28.000,00	100,00%	28.000,00	0,00	0,00	28.000,00
Spese generali supplementari	28.000,00	100,00%	14.000,00	0,00	14.000,00	28.000,00
Altri costi di esercizio	32.200,00	100,00%	32.200,00	0,00	0,00	32.200,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	228.200,00	100,00%	144.200,00	0,00	84.000,00	228.200,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Soggetto proponente: CALABRIA MACERI SPA						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	410.000,00	100,00%	410.000,00	0,00	0,00	410.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	100.000,00	50,00%	50.000,00	0,00	0,00	50.000,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	100.000,00	100,00%	100.000,00	0,00	0,00	100.000,00
Spese generali supplementari	82.000,00	100,00%	82.000,00	0,00	0,00	82.000,00
Altri costi di esercizio	120.000,00	100,00%	120.000,00	0,00	0,00	120.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	812.000,00	93,84%	762.000,00	0,00	0,00	762.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	420.000,00	100,00%	420.000,00	0,00	0,00	420.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	84.000,00	100,00%	84.000,00	0,00	0,00	84.000,00
Altri costi di esercizio	60.000,00	100,00%	60.000,00	0,00	0,00	60.000,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	564.000,00	100,00%	564.000,00	0,00	0,00	564.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Attuatore Consiglio nazionale delle ricerche del proponente Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	280.000,00	100,00%	280.000,00	0,00	0,00	280.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	56.000,00	100,00%	56.000,00	0,00	0,00	56.000,00
Altri costi di esercizio	56.000,00	100,00%	56.000,00	0,00	0,00	56.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	392.000,00	100,00%	392.000,00	0,00	0,00	392.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	10.000,00	100,00%	10.000,00	0,00	0,00	10.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Spese generali supplementari	2.000,00	100,00%	2.000,00	0,00	0,00	2.000,00
Altri costi di esercizio	2.000,00	100,00%	2.000,00	0,00	0,00	2.000,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	14.000,00	100,00%	14.000,00	0,00	0,00	14.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Segretariato Generale
Direzione generale ricerca

Attuatore Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile del proponente Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl						
DETTAGLIO COSTI (€)						
	Spesa prevista	Percentuale di imputazione al progetto	Costi ammissibili			Totale
			Regioni meno sviluppate	Regioni in transizione	Regioni Centro-Nord	
Attività di Ricerca industriale						
Spese di Personale	1.030.000,00	100,00%	650.000,00	0,00	380.000,00	1.030.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	80.000,00	100,00%	80.000,00	0,00	0,00	80.000,00
Spese generali supplementari	206.000,00	100,00%	130.000,00	0,00	76.000,00	206.000,00
Altri costi di esercizio	123.000,00	100,00%	71.500,00	0,00	51.500,00	123.000,00
Totale Attività di Ricerca industriale	1.439.000,00	100,00%	931.500,00	0,00	507.500,00	1.439.000,00
Attività di Sviluppo Sperimentale						
Spese di Personale	520.000,00	100,00%	445.000,00	0,00	75.000,00	520.000,00
Costi degli strumenti e delle attrezzature	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei fabbricati	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi dei terreni	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00
Costi della ricerca contrattuale, delle competenze tecniche e dei brevetti	40.000,00	100,00%	40.000,00	0,00	0,00	40.000,00
Spese generali supplementari	104.000,00	100,00%	89.000,00	0,00	15.000,00	104.000,00
Altri costi di esercizio	144.000,00	100,00%	139.000,00	0,00	5.000,00	144.000,00
Totale Attività di Sviluppo Sperimentale	808.000,00	100,00%	713.000,00	0,00	95.000,00	808.000,00



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

5. CRONOPROGRAMMA DEL PROGETTO

Data inizio del progetto: 01/01/2018

Durata: 30 mesi

	MESE																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
OR1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
OR8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

OR	Costi anno 1	Costi anno 2	Costi anno 3	Costi totali	Soggetti	Informazioni sulla tempistica proposta
OR1	400.000,00	269.000,00		669.000,00	- TECHFEM S.p.A. - CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)	La durata complessiva dell'OR1 è prevista in diciotto mesi e si differenzia per le tre attività previste. L'Attività 1.1 di ricerca industriale, trasversale anche alle altre due attività dell'OR sarà avviata al mese 1 e si protrarrà fino al 18° mese. All'avvio del progetto saranno individuati subito dei lotti rappresentativi delle le matrici da trattare e da cui saranno prelevati i campioni da caratterizzare. L'immediata caratterizzazione delle matrici consentirà da subito di conoscere le caratteristiche delle varie tipologie di materiali e avviare lo studio e le fasi di



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>preparazione delle altre attività. Questo e consentirà di individuare le problematiche associate ad ogni matrice e le azioni correttive da svolgere. All'avvio delle Attività 1.2. e 1.3, entrambe previste al terzo mese, si procederà con la caratterizzazione di eventuali altre matrici in ingresso e con la caratterizzazione dei prodotti delle due attività: digestato; materiale triturato, materiale pretrattato per l'avvio alla SCWG.</p> <p>Il materiale destinato alla valorizzazione termochimica sarà raccolto, in un lotto significativo e rappresentativo, a valle del processo di ottimizzazione del processo di digestione anaerobica e caratterizzato.</p> <p>Attività 1.1: Caratterizzazione chimico-fisica delle matrici (RI) Durata in mesi: 0-18 Partecipanti: DITNE S.C.ar.1 - ENEA Centro Trisaia (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A., , Università della Calabria. Luogo di svolgimento: Sedi partecipanti</p> <p>Attività 1.2: Pretrattamento delle correnti di alimentazione da avviare alla SCWG (RI) Durata in mesi: 4-18 Partecipanti: Techfem S.p.A (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A, Università della Calabria, DITNE S.C.ar.1 -ENEA Centro Trisaia Luogo di svolgimento: Techfem S.p.A., Università della Calabria</p> <p>Attività 1.3: Pretrattamento digestato per termovalorizzazione (RI) Durata in mesi: 4-12 Partecipanti: DITNE S.C.ar.1 -ENEA Centro Trisaia (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A. Luogo di svolgimento: Sedi partecipanti</p> <p><i>WPI is expected to last eight months. Task 1.1 will start on month 1 and will continue until the eighteenth month. At the start of the project, the lots of the samples will be identified. Immediate characterization of matrices will give information about the characteristics of the different</i></p>
--	--	--	--	--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>materials and to start the study of the other activities. In this problems associated with each matrix will be identified and the corrective actions will be taken. At startup of tasks 1.2. and 1.3, both scheduled for the third month, the characterization of any other input matrices and products of the SCWG and thermochemical process (i.e. digestate; shredded material, pretreated material for starting SCWG). Digestate for thermochemical valorization and SCWG will be collected, downstream of the process of optimization of the anaerobic digestion process and characterized.</p> <p>Activity 1.1: Physico-Chemical characterization of matrices (RI) Duration in months: 1-10 Participants: DITNE S.C.ar.l - ENEA Centro Trisaia (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A., , Università della Calabria. Place of work: Participants work place</p> <p>Activity 1.2: Pretreatment of feed stock to be sent to SCWG (RI) Duration in months: 3-8 Participants: Techfem S.p.A (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A, Università della Calabria, DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia Place of owrk Techfem S.p.A., Università della Calabria</p> <p>Activity1.3: Pretreatment of digested for waste-to-energy production (RI) Duration in months: 3-8 Participants: DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A. Place of work: Participants work place</p>
OR2	541.000,00	600.000,00		1.141.000,00	<p>- CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - Politecnico di TORINO - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)</p> <p>La durata complessiva dell'OR2 è prevista in 24 mesi mentre le attività realizzative sono sviluppate secondo la tempistica seguente: A.R.2.1: Ottimizzazione crescita e funzionalità consorzio microbico (RI) Durata in mesi: 0-8 Partecipanti: DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Casaccia (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A.</p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>Luogo di svolgimento: Sedi partecipanti</p> <p>A.R.2.2: Analisi sperimentale effetto parametri di processo su composizione del biogas (RI) Durata in mesi: 4-18 Partecipanti: UniCAL (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A., POLITO, DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia Luogo di svolgimento: Sedi partecipanti</p> <p>A.R.2.3: Analisi sperimentale effetto alimentazione su composizione del biogas (RI) Durata in mesi: 7-24 Partecipanti: UniCAL (Responsabile), Calabria Maceri e Servizi S.p.A., DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia Luogo di svolgimento: Sedi partecipanti</p> <p>A.R.2.4: Analisi purificazione gas: rimozione dei composti solforati (RI) Durata in mesi: 7-24 Partecipanti: POLITO (Responsabile), DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia, Calabria Maceri e Servizi S.p.A. Luogo di svolgimento: Sedi partecipanti</p> <p>A.R.2.5: Sperimentazione ed analisi dei risultati su impianto taglia industriale (SS) Durata in mesi: 13-24 Partecipanti: Calabria Maceri e Servizi S.p.A. (Responsabile), UniCAL, POLITO, DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia, Luogo di svolgimento: sede Calabria Maceri e Servizi S.p.A.(Calabria)</p> <p><i>The overall duration of the OR2 is expected to be 24 months, while the realization activities are planned according to the following timing:</i></p> <p><i>Task 2.1: Growth optimization and functionality of microbial consortium (RI)</i> Duration: 0-8 months Leader: DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Casaccia Participants: DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Casaccia,</p>
--	--	--	--	--	---



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>Calabra Maceri e Servizi S.p.A.</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 2.2: Effect of process parameters on biogas composition (RI)</i> <i>Duration: 4-18 months</i> <i>Leader: UNICAL</i> <i>Participants: Calabra Maceri e Servizi S.p.A., DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia.</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 2.3: Effect of the feedstock characteristics on biogas composition (RI)</i> <i>Duration: 7-24 months</i> <i>Leader: UNICAL</i> <i>Participants: UNICAL, Calabra Maceri e Servizi S.p.A., DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia.</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 2.4: Gas purification: removal of sulfur compounds (RI)</i> <i>Duration: 7-24 months</i> <i>Leader: POLITO</i> <i>Participants: POLITO, DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia, Calabra Maceri e Servizi S.p.A.</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 2.5: Experimental campaign and analysis of results on industrial size plant (SS)</i> <i>Duration: 13-24 months</i> <i>Leader: Calabra Maceri e Servizi S.p.A</i> <i>Participants: Calabra Maceri, UNICAL, POLITO, DITNE S.C.ar.l -ENEA Centro Trisaia,</i> <i>Place of activity: Calabra Maceri e Servizi S.p.A (Calabria)</i></p>
OR3	400.000,00	600.000,00	376.240,00	1.376.240,00	<ul style="list-style-type: none"> - TECHFEM S.p.A. - Università della CALABRIA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) 	<p>La durata dell'OR3 è prevista in ventiquattro mesi. Obiettivo del presente OR è la realizzazione di prove significative sul sistema integrato costituito dalle unità realizzate. Ciò premesso e considerata la complessità delle attività previste e la propedeuticità di alcune di esse sarà posta particolare attenzione al rispetto dei tempi. Azioni congiunte saranno attivate tra i partecipanti per giungere in</p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>tempi brevi alla soluzione di eventuali problematiche che potrebbero emergere nel loro corso per evitare di amplificare eventuali ritardi. Particolare impulso sarà data alla Attività 3.1 per acquisire da subito dati e informazioni necessarie allo sviluppo delle attività successive. Ognuna delle attività da 3.2 a 3.5 ha un rilevante grado di complessità. L'attività 3.6 è stata stimata in 12 mesi, necessari per lo svolgimento della realizzazione dell'impianto, di collaudo ed esercizio sperimentale.</p> <p>Attività 3.1: Stato dell'arte e modellazione dei processi (RI) Durata in mesi: 5-12 Partecipanti: Techfem S.p.A (Responsabile), DITNE - ENEA CR Trisaia, UniCAL, POLITO Luogo di svolgimento: Sedi dei partner coinvolti</p> <p>Attività 3.2: Realizzazione e prove preliminari reattore SCWG (RI) Durata in mesi: 7-18 Partecipanti: DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), UniCAL, Calabria Maceri, Techfem S.p.A, Luogo di svolgimento: sede ENEA CR Trisaia</p> <p>Attività 3.3: Realizzazione e prove preliminari unità di purificazione (RI) Durata in mesi: 10 - 18 Partecipanti: Techfem S.p.A (Responsabile), DITNE S.C.ar.1 – ENEA CR Trisaia, SOL S.p.A. Luogo di svolgimento: Techfem S.p.A.</p> <p>Attività 3.4: Realizzazione e prove preliminari unità di metanazione del (bio)syngas (RI) Durata in mesi: 10 - 18 Partecipanti: Polito (responsabile), Techfem S.p.A, Calabria Maceri e Servizi S.p.A, UniCAL, DITNE S.C.ar.1 – ENEA CR Trisaia Luogo di svolgimento: UniCAL (attività di laboratorio), Techfem S.p.A e DITNE ENEA CR Trisaia.</p>
--	--	--	--	--	---



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>Attività 3.5: Realizzazione e prove preliminari unità di separazione del (bio)metano (RI) Durata in mesi: 13-24 Partecipanti: Techfem S.p.A (Responsabile), UNICAL, DITNE S.C.ar.1 –ENEA CR Trisaia, SOL S.p.A.. Luogo di svolgimento: Techfem S.p.A. Attività 3.6: Assemblaggio dell'unità dimostrativa (SS) Durata in mesi: 19-30 Partecipanti: Techfem S.p.A (Responsabile), UNICAL, DITNE S.C.ar.1 ENEA CR Trisaia, Calabria Maceri e Servizi S.p.A., SOL S.p.A.. Luogo di Svolgimento: Calabria Maceri e Servizi S.p.A.</p> <p><i>The overall WP3 extension is 26 months. The ultimate objective of this WP is the conduction of significant tests at the integrated system, including the different pilot plant components. In this perspective, considering the quite substantial complexity of the envisaged activities and the higher relevance of some of them respect to others, attent ions will be implemented among the partners to quickly find solutions to any problem that may arise ion will be paid to the correspondence with the scheduled work programme. Joint act during the work programme to avoid any delay. Particular efforts will be dedicated to task 3.1 focused on the acquisition of early data and information needed to develop subsequent activities. Taking into account the various technical and temporal aspects, Task 3.2 is expected to be the most complex to accomplish. To the achievement of the envisaged targets joint and synergistic actions among the six involved partners will be put in place to keep under control any potential critical issues. No relevant cause of delay is therefore expected to arise, and completion of all targets will be achieved in accordance with the scheduled timetable. Task 3.6 is the concluding activity of the present WP. It foresees activities mainly focused on the conduction of on-line and in continuous experimental gasification campaigns. To the achievement of the expected targets a timeframe of 12 months has been considered an appropriate. Task,3.1: State-of-art and process modelling (IR)</i></p>
--	--	--	--	--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>Duration: 5-12 months</i> <i>Leader: Techfem S.p.A</i> <i>Participants: DITNE - ENEA CR Trisaia, UniCAL, POLITO</i></p> <p><i>Task.3.2: Building of a SCWG and preliminary experimental campaign (RI)</i> <i>Duration: 7-18 months</i> <i>Leader: ENEA</i> <i>Participants: UniCAL, Calabria Maceri, Techfem S.p.A</i> <i>Place of activity: ENEA</i></p> <p><i>Task.3.3: Building of a unit for gas cleaning and preliminary test campaign (RI)</i> <i>Duration: 10-18 months</i> <i>Leader: Techfem S.p.A</i> <i>Participants: ENEA, SOL S.p.A.</i> <i>Place of activity: Techfem S.p.A</i></p> <p><i>Task.3.4: Building of a unit for biosyngas methanation and preliminary test campaign (RI)</i> <i>Duration: 13-24 months</i> <i>Leader: POLITO</i> <i>Participants: Techfem S.p.A, Calabria Maceri e Servizi S.p.A, UNICAL, ENEA</i> <i>Place of activity: UNICAL (lab-scale activity), Techfem S.p.A and DITNE ENEA CR Trisaia.</i></p> <p><i>Task .3.5: Building of a unit for biomethane and preliminary test campaign (RI)</i> <i>Duration: 13-24 months</i> <i>Leader: Techfem S.p.A</i> <i>Participants: UNICAL, ENEA, SOL S.p.A.</i></p> <p><i>Task .3.6: Assembling of the demonstration unit (SS)</i> <i>Duration: 19-30 months</i></p>
OR4	500.000,00	600.000,00	474.480,00	1.574.480,00	<ul style="list-style-type: none"> - Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Politecnico di TORINO - Università della CALABRIA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto 	<p>La durata complessiva dell'OR4 è prevista in 30 mesi. Obiettivo principale del presente OR è la realizzazione di prove significative sul sistema di valorizzazione termochimica. Col syngas prodotto saranno effettuati test sperimentate sulle unità di purificazione e di sintesi sviluppate o realizzate per le specifiche attività. Temporalmente e operativamente, le fasi di sviluppo delle unità potranno essere effettuate parallelamente dai singoli</p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)</p> <p>partecipanti. La sperimentazione con gas reale richiederà azioni sinergiche e congiunte. Le attività di sintesi dei catalizzatori avrà la seguente tempistica: Sviluppo e test di catalizzatori per la sintesi del metanolo da miscele di H₂ e CO₂ (2-12 mese); ottimizzazione sperimentale dei catalizzatori per la sintesi del metanolo da miscele di H₂ e CO₂ e Sviluppo e test di catalizzatori per la sintesi del DME da miscele di H₂ e CO₂ (13-24 mese); Ottimizzazione sperimentale dei catalizzatori per la sintesi del DME da miscele di H₂ e CO₂ (25-28mese).</p> <p>A.R.4.1: Sviluppo di modelli numerici per la valutazione e l'ottimizzazione dei processi finalizzati alla produzione di biocombustibili. Durata in mesi: 4 -12 Partecipanti : DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), CNR-ITAE, UNICAL Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.4.2: Analisi comparativa dei processi termochimici di valorizzazione del digestato (RI) Durata in mesi: 7-15 Partecipanti : DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), CNR-ITAE, UNICAL. Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.4.3: Studio e realizzazione del sistema di cleaning del gas di processo (RI) Durata in mesi: 9-18 Partecipanti : DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), CNR-ITAE, UNICAL Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.4.4: Analisi sperimentale delle migliori tecnologie individuate (SS) Durata in mesi: 13-24 Partecipanti : DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), SOL S.p.a., Techfem. Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.4.5: Separazione del gas metano (RI) Durata in mesi: 19-24 Partecipanti : DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), UNICAL, SOL S.p.a., Techfem, Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p>
--	--	--	--	--	---



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>A.R:4.6: Sintesi di metano da off-gas (RI) Durata in mesi: 19-30 Partecipanti da AR 4.4 ad AR 4.6 : DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile), SOL, TECHFEM, CNR-ITAE. Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.4.7: Conversione catalitica di bio-syngas (H₂/CO/CO₂) in metanolo (MeOH) e dimetiletere (DME) tramite catalizzatori innovativi (RI) Durata in mesi: 1-30 Partecipanti : CNR-ITAE (Responsabile), DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia (Responsabile) Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p><i>The forecasted duration of WP 4 is 28 months. The main objectives of this OR are experimental tests on the thermochemical valorization system. With the product gas, tests on the cleaning system and tests on the synthesis units developed for specific activities will be carried out. The units development phases can be carried out simultaneously by the individual participants. Tests with real gas will require synergic and joint actions of the participants. The synthesis of catalysts will have the following timing:</i> Development and testing of catalysts for the synthesis of methanol from H₂ and CO₂ mixtures (2-12 months); Experimental optimization of catalysts for the synthesis of methanol from H₂ and CO₂ mixture and development and testing of catalysts for the synthesis of DME from H₂ and CO₂ mixtures (13-24 months); Experimental optimization of catalysts for the synthesis of DME from H₂ and CO₂ mixture (25-28 months). Task 4.1: mathematical model to evaluate and optimize the process targeted to biofuels production. Months: 4 – 12 Leader: DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia Participants: DITNE S.C.ar.1 - ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, UNICAL. Venue: Participants seats</p> <p><i>Task 4.2: Comparative analysis of thermo-chemical</i></p>
--	--	--	--	--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p><i>processes for digestate and sludge valorization (IR)</i> <i>Months: 7-15</i> <i>Leader: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, UNICAL.</i> <i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 4.3: Study and realization of the process gas cleaning system (IR)</i> <i>Months: 9-18</i> <i>Leader: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, UNICAL.</i> <i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 4.4: Experimental analysis of the suitable technologies (SS)</i> <i>Months: 13-24</i> <i>Leader: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia, SOL S.p.a., Techfem.</i> <i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 4.5: Separation of methane gas (IR)</i> <i>Months: 19-24</i> <i>Leader: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia, UNICAL, SOL S.p.a., Techfem.</i> <i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 4.6: Methane synthesis from off-gas (IR)</i> <i>Months: 19-30</i> <i>Leader: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia, SOL, TECHFEM, CNR-ITAE</i> <i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 4.7: Catalytic conversion of bio-syngas (H₂ / CO / CO₂) to methanol (MeOH) and dimethylether (DME) by means of innovative catalysts (RI)</i> <i>Months: 0-30</i></p>
--	--	--	--	--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>Leader: CNR-ITAE</i> <i>Participants: CNR-ITAE , DITNE S.C.ar.l - ENEA CR Trisaia</i> <i>Venue: Participants seats</i></p>
OR5	400.000,00	900.000,00	528.480,00	1.828.480,00	<ul style="list-style-type: none"> - Università degli Studi di BARI ALDO MORO - Università della CALABRIA - Politecnico di TORINO - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) 	<p>Le attività relative ad OR5 si svilupperanno presso quattro distinti laboratori e secondo una ben precisa distribuzione nel tempo.</p> <p>L'Unità di ricerca UNIBA opererà presso il Dipartimento di Chimica c/o il Campus Universitario di Bari e si occuperà della conversione di CO2 a metano. A partire dal mese 7 e fino alla fine del progetto lavorerà per la conversione per via termica mentre a partire dal mese 13 si occuperà anche della conversione per via fotocatalitica di CO2 a metano.</p> <p>POLITO e CNR ITAE opereranno presso i propri laboratori di Torino e Messina e svilupperà le attività proposte dal 1 mese al 30.</p> <p>Le attività di ricerca di ENEA, incentrate prevalentemente sulla produzione di combustibili liquidi da miscele di CO2 e idrogeno, saranno condotte prevalentemente presso i laboratori dei Centri Ricerche di Casaccia e Trisaia. Nel corso dei primi 12 mesi l'attività sarà finalizzata allo sviluppo e alla caratterizzazione di catalizzatori per la sintesi del metanolo, mentre a partire dal mese 13 si lavorerà principalmente sui catalizzatori per la sintesi del dimetiletere. A partire dal mese 19 ENEA metterà a disposizione i suoi impianti scala banco dove potranno essere testati i catalizzatori sintetizzati sia da Uniba che da CNR ITAE.</p> <p>A.R. 5. 1: Conversione per via termica di CO2 a metano (RI) Durata in mesi: 7 - 18 Partecipanti : UniBA (Responsabile), CNR-ITAE, CALABRA MACERI, DITNE -ENEA CR Trisaia Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.5.2: Conversione per via fotocatalitica di CO2 a metano (RI) Durata in mesi: 13 - 30 Partecipanti : UniBA (Responsabile), CNR-ITAE, CALABRA MACERI, DITNE -ENEA</p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>CR Trisaia Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>A.R.5.3:Studio e sviluppo di catalizzatori innovativi per la conversione di bio-syngas (H₂/CO/CO₂) miscele CO₂/H₂ in metanolo (MeOH) e dimetiletere (DME) (RI) Durata in mesi: 7 - 30 Partecipanti : CNR-ITAE (Responsabile), UniBA, CALABRA MACERI, DITNE –ENEA CR Trisaia Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>OR 5.4:Sperimentazione sugli impianti ENEA per la conversione di CO₂ Durata in mesi: 19- 30 Partecipanti : DITNE –ENEA CR Trisaia/Casaccia (Responsabile), CNR-ITAE, UniBA, CALABRA MACERI, DITNE –ENEA CR Trisaia Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p><i>The activities related to OR5 will be developed at four distinct laboratories and according to a well-defined scheduling. The UNIBA Research Unit will operate at the Department of Chemistry at the University Campus in Bari and will handle the conversion of CO₂ to methane. Starting from month Starting from the month 7 and until the end of the project, the UNIBA will work on the CO₂ thermal conversion, while the activity related to photocatalytic conversion CO₂ will be started from month 13. POLITO and CNR ITAE will operate at its Turin and Messina laboratories and will develop the proposed activities from 1st to 30th month. The activities by ENEA, mainly focused on the production of liquid fuels from CO₂ and hydrogen, will be carried out mainly at the Casaccia and Trisaia research centers. During the first 12 months, the activity will be aimed at the development and characterization of catalysts for methanol synthesis, while starting on month 13th the activity will be mainly focused on the catalysts for dimethylether synthesis. Starting from the 19th month,</i></p>
--	--	--	--	--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>ENEA will make available its bench scale plant for testing the catalysts synthesized by UNIBA and CNR ITAE.</i></p> <p><i>A.R. 5. 1: thermal conversion of CO2 into methane (RI)</i> <i>Duration: -18 months</i> <i>Leader: UNIBA</i> <i>Participants: CNR-ITAE, DITNE –ENEA CR Trisaia, CALABRA MACERI</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 5.2: Photocatalytic conversion of CO2 to methane (RI).</i> <i>Duration: 13-30 months</i> <i>Leader: UNIBA</i> <i>Participants: CNR-ITAE, CNR-ITAE, DITNE –ENEA CR Trisaia, CALABRA MACERI</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 5.3: Study and development of innovative catalysts for the conversion of bio-syngas (H2/CO/CO2) and CO2/H2 mixtures into methanol (MeOH) and dimethylether (DME) (RI).</i> <i>Duration: 7-30 months</i> <i>Leader: CNR-ITAE</i> <i>Participants: DITNE –ENEA CR Trisaia, UNIBA, CALABRA MACERI. Place of activity: Sites of involved partners</i></p> <p><i>Task 5.4: Experimental test campaign of CO2 conversion at the ENEA facility (RI).</i> <i>Duration: 19-30 months</i> <i>Leader: DITNE –ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: CNR-ITAE, UNIBA, CALABRA MACERI.</i> <i>Place of activity: Sites of involved partners</i></p>
OR6	369.200,00	500.000,00	500.000,00	1.369.200,00	<ul style="list-style-type: none"> - Sol S.p.A. - CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - TECHFEM S.p.A. 	<p>La durata complessiva dell'OR6 è prevista in 24 mesi. Durante i primi 18 mesi di attività verrà messo a punto il prototipo per la rettifica della purezza del biometano (AR 6.1 mesi 7-24). Tale attività risulta essere quella cui necessita il maggior impegno temporale, in quanto sarà necessario svolgere una approfondita ricerca ed analisi della migliore configurazione impiantistica. Nei mesi 19-30 verrà invece realizzato il prototipo per la liquefazione del Biometano (AR 6.2). Tali attività</p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

					<p>necessiteranno di una approfondita analisi tecnica economica delle tecnologie utilizzabili in funzione della necessaria integrazione con il prototipo di rettifica della purezza sviluppato nell'AR 6.1.</p> <p>Task 6.1: Rettifica della purezza del biometano (RI) Durata in mesi: 7-24 Partecipanti : SOL(Responsabile), CALABRA MACERI, Techfem, UniBA, ITAE-CNR, UNICA, DITNE –ENEA CR Trisaia, Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>AR 6.2: Liquefazione biometano (SS) Durata in mesi: 19-30 Partecipanti : SOL(Responsabile), UniCAL, CALABRA MACERI, Techfem, UniBA, DITNE –ENEA CR Trisaia Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p><i>The overall duration of the OR6 is expected to be 24 months. During the first 18 months of activity, the prototype for biomethane purification (task 6.1 months 7-24) will be developed. This activity is the one that requires the greatest time commitment, as it will be necessary to carry out in-depth research and analysis for designing the best plant configuration. In the months 19-30 the biomethane liquefaction prototype (Task 6.2) will be realized. These activities will require a thorough technical analysis of the technologies that can be used in accordance with the necessary integration with the prototype of purity correction developed in Task 6.1.</i></p> <p><i>Task 6.1: Correction on Biomethane purification (RI) Months: 7-24 Leader: SOL s.p.a. Participants: SOL S.p.a. CALABRA MACERI, Techfem, UniBA, UNICAL, ITAE-CNR, DITNE –ENEA CR Trisaia. Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 6.2: Biomethane Liquefaction (SS) Months: 19-30</i></p>
--	--	--	--	--	---



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>Leader: CNR-ITAE</i> <i>Leader: SOL s.p.a.</i> <i>Participants: SOL S.p.a. CALABRA MACERI, Techfem, UniBA, UNICAL, DITNE – ENEA CR Trisaia, ITAE-CNR</i> <i>Venue: Participants seats</i></p>
OR7		200.000,00	299.320,00	499.320,00	<p>- CALABRIA MACERI SPA - Università della CALABRIA - TECHFEM S.p.A. - Sol S.p.A. - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl)</p>	<p>L'OR avrà una durata complessiva al più di 12 mesi, con la seguente ripartizione temporale per attività: Attività 7.1 - Valutazioni tecnico economiche e studi di fattibilità finalizzate allo scale-up e potenziale industrializzazione del prototipo (SS); Durata in mesi: 19-30 Partecipanti : Techfem (Responsabile), UniCAL, CALABRA MACERI, SOL, UniBA, DITNE – ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, POLITO Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>Attività 7.2 - Validazione energetico-ambientale del progetto (SS) Durata in mesi: 19-30 Partecipanti : DITNE – ENEA CR Trisaia (Responsabile), Techfem , UniCAL, CALABRA MACERI, SOL, UniBA, CNR-ITAE, POLITO Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p>Attività 7.3 - Analisi di sostenibilità sociale (SS) Durata in mesi: 19-30 Partecipanti : UniCAL (Responsabile), Techfem, CALABRA MACERI, SOL, UniBA, DITNE – ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, POLITO Luogo di svolgimento: Sede partecipanti</p> <p><i>The overall duration of WP 7 will be 12 months, with the following breakdown by Tasks:</i> <i>Task 7.1: Economic technical evaluations and feasibility studies aimed at the scale-up and potential industrialization of the prototype (SS);</i> <i>Months: 19-30</i> <i>Leader: Techfem</i> <i>Participants: Techfem, UniCAL, CALABRA MACERI, SOL, UniBA, DITNE – ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, POLITO</i></p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 7.2: Energy-environmental validation of the project (SS)</i> <i>Months: 19-30</i> <i>Leader: DITNE – ENEA CR Trisaia</i> <i>Participants: DITNE – ENEA CR Trisaia, Techfem , UniCAL, CALABRA MACERI, SOL, UniBA, CNR-ITAE, POLITO</i> <i>Venue: Participants seats</i></p> <p><i>Task 7.3: Social Sustainability Analysis (SS)</i> <i>Months: 19-30</i> <i>Leader: UniCAL</i> <i>Participants: UniCAL, Techfem, CALABRA MACERI, SOL, UniBA, DITNE – ENEA CR Trisaia, CNR-ITAE, POLITO</i> <i>Venue: Participants seats</i></p>
OR8	120.000,00	120.000,00	152.000,00	392.000,00	<ul style="list-style-type: none"> - Università degli Studi di BARI ALDO MORO - Consiglio nazionale delle ricerche (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) - Sol S.p.A. - TECHFEM S.p.A. - CALABRIA MACERI SPA - Politecnico di TORINO - Università della CALABRIA - Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia Scarl) 	<p>Il monitoraggio e coordinamento delle attività ha durata pari a 30 mesi, ovvero pari all'intera durata del progetto. Con cadenza dettata dall'evoluzione delle diverse attività (Gantt di progetto), si procederà alla verifica del conseguimento dei risultati realizzativi e ad una analisi dei stessi per individuare il corretto svolgimento del progetto e il grado di raggiungimento degli obiettivi. Con cadenza semestrale, saranno organizzati eventi di confronto tra i vari gruppi al fine di analizzare quanto realizzato e quanto ancora in essere. L'attività progettuale, si concluderà al 30° mese con la emissione della relazione generale di progetto da parte del coordinatore. I Partecipanti sono tutti i partner di progetto. Il coordinamento sarà a cura del DITNE. Le attività si svolgeranno presso le sedi dei partecipanti.</p> <p><i>The monitoring and coordination of activities will last 30 months, i.e. all time duration of the project. In a timely manner, the evolution of the various activities (Project Gantt) will proceed to the issue of the relevant results of the activities and analysis of the same ones in order to identify the proper execution of the project and the degree of achievement of the objectives.</i> <i>Every six-month, comparisons will be organized among</i></p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

						<p><i>the various groups in order to analyze the results achieved and what is still in place. The project activity will end at the 30th month with the release of the project overall report by the coordinator.</i></p> <p><i>Participants will be all project partners. Coordination will be carried out by DITNE. The activities will take place at the venues of the participants.</i></p>
--	--	--	--	--	--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

6. INNOVATIVITÀ, ORIGINALITÀ E UTILITÀ DEI RISULTATI PERSEGUITI

Il biometano costituisce un vettore energetico dall'enorme potenziale che potrebbe rivestire, nel nostro paese, un ruolo fondamentale nella transizione verso un'economia a basso contenuto di carbonio fondata sulla sostenibilità e sulla circolarità nell'utilizzo delle risorse che vede nella gestione sostenibile di rifiuti e reflui organici importanti opportunità di sviluppo. Negli ultimi decenni si è infatti consolidato, a livello nazionale ed europeo, un sistema industriale dedicato al loro trattamento fondamentalmente incentrato sul compostaggio che, tuttavia, negli ultimi anni sta fortemente investendo sulla digestione anaerobica.

La digestione anaerobica, in linea generale, consente di integrare la generazione di un vettore energetico (il biogas), con un materiale ammendante, il compost. Questo prodotto di processo ha un notevole potenziale nel settore agricolo come possibile sostituto di più basso impatto ambientale dei fertilizzanti di sintesi, la cui produzione richiedendo l'uso di fonti di fossili comporta l'immissione in atmosfera di GHG. Nonostante i notevoli benefici ambientali che potrebbero derivare dal largo utilizzo del compost, il suo impiego presenta tuttavia notevoli difficoltà di valorizzazione effettiva in questo campo per motivazioni essenzialmente legate alla scarsa accettabilità da parte degli agricoltori e pertanto è perlopiù avviato a smaltimento in discarica, in disaccordo con le direttive europee in materia di gestione sostenibile dei rifiuti e con conseguenti costi di gestione.

Nella logica della valorizzazione effettiva delle risorse, il progetto WW GREEN FUEL, invece, si prefigge lo scopo di sviluppare un processo integrato finalizzato alla massimizzazione delle rese di produzione di biometano avanzato - ovvero ottenuto dal trattamento di rifiuti, reflui e sottoprodotti - grazie all'integrazione del processo di digestione anaerobica con processi innovativi di valorizzazione termochimica e di conversione catalitica del biosyngas, i quali assicurano la possibilità di conversione in biometano del carbonio residuo ancora presente nel digestato, ovvero nelle matrici non facilmente sottoponibili a digestione anaerobica, quali reflui e percolati, per cui esistono ancora importanti difficoltà di gestione.

Grazie quindi all'applicazione di processi termochimici e catalitici innovativi, come dettagliatamente riportati negli OR 4, si dimostrerà la fattibilità del processo di conversione in biometano avanzato della frazione organica residua presente nel digestato ed in matrici organiche umide non facilmente digeribili. Sarà quindi sviluppato un processo integrato finalizzato alla massimizzazione delle rese di produzione in biometano avanzato. Saranno inoltre testati processi innovativi di purificazione del biogas nonché di separazione e liquefazione del metano. Il ricorso al biometano liquido costituisce un altro importante punto di innovatività ed utilità del progetto, per le sue potenzialità d'impiego nel settore dei trasporti. Infatti, come indicato a livello comunitario e come richiamato dalle norme nazionali in materia di fonti rinnovabili, il biometano - nella forma liquida - costituisce uno dei pilastri su cui basare i piani di sviluppo nazionali per la decarbonizzazione e per il miglioramento delle prestazioni ambientali del settore energetico e dei trasporti pesanti e marittimi. Nonostante tali indicazioni, a livello europeo esistono solo poche infrastrutture di distribuzione di biometano liquefatto, perlopiù concentrate in Svezia e che prevedono l'utilizzo di biometano di origine agricola. A livello nazionale non risultano ad oggi installate infrastrutture di questo tipo.

Esistono quindi opportunità significative ed economicamente efficaci connesse con lo sviluppo di processi innovativi per la valorizzazione dei rifiuti organici tenuto conto che nell'UE, in media il 40% dei rifiuti organici viene ancora conferito in discarica (in alcuni Stati membri la percentuale può arrivare fino al 100%) con grossi rischi ambientali, quali l'emissione di gas a effetto serra e l'inquinamento del suolo e delle acque sotterranee e con conseguente sottrazione di risorse preziose (biogas) al ciclo naturale ed



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

economico, contravvenendo pertanto agli orientamenti delle politiche dell'UE in materia di gestione dei rifiuti e di gestione sostenibile delle risorse. La gestione sostenibile ed innovativa dei rifiuti organici pur costituendo un potenziale poco sfruttato, potrebbe quindi comportare importanti vantaggi tra i quali si sottolineano i seguenti:

-riduzione delle emissioni di circa 10 Mton di CO₂ eq, contribuendo per il 4% all'obiettivo UE atteso per il 2020;

-circa 1/3 dell'obiettivo fissato dall'UE per il 2020 di usare nei trasporti energia da fonti rinnovabili potrebbe essere raggiunto usando il biogas ottenuto dai rifiuti organici come carburante per autotrazione, mentre se tutti i rifiuti organici fossero trasformati in energia sarebbe possibile raggiungere quasi il 2% dell'intero obiettivo in materia di energie rinnovabili.

Lo sviluppo del progetto – grazie anche all'integrazione delle competenze scientifiche e tecnologiche, pubbliche e private, coinvolte - favorirà nelle regioni meridionali lo sviluppo di una filiera innovativa per la valorizzazione degli scarti organici la cui gestione presenta forti ritardi rispetto alle aree più avanzate del territorio nazionale

Biomethane is an energy carrier with huge perspective for the future and that could play in our Country, a key role in the transition to a low-carbon economy based on sustainability and circularity in the use of resources. Such an approach sees in the sustainable waste management wide opportunities of development and economic growth. In recent decades, an industrial system essentially focused on composting for their treatment, has been consolidated at national and European level. However, in recent years some changes of course have occurred which have driven attention, and at the same time considerable investments, toward the process of anaerobic digestion.

Anaerobic digestion can, in general, integrate the production of an energy carrier (i.e. the biogas) with that of compost, the end-of-process solid residue which can find application as a soil improver to be used for instance in the agricultural sector in substitution of the fertilizers from synthesis which production involves the use of fossil sources. However, despite the potential beneficial effects that could rise by the use of compost, from both environmental and economic viewpoint, such application still faces considerable difficulties in effective exploitation in the agricultural sector. Some of the main reasons are essentially linked to the poor acceptance by part of the farmers to the use of compost, and therefore this material is mostly started to landfill, in disagreement with the European Directives on Sustainable Waste Management and resulting in increased costs of management.

In a view of effective valorization of resources, the WW GREEN FUEL project, on the other hand, points at developing an integrated process intended at maximizing the yields of advanced biomethane production. Here, with the wording "advanced biomethane" is meant the methane produced from pretreated carbon-containing wastes, through the integration of the process of anaerobic digestion with thermochemical ones coupled to catalytic conversion of the biosyngas. These latter in fact allow the conversion in biomethane of the residual carbon still present in the digestate, or in the feedstocks which do not easily undergo anaerobic digestion, such as waste and leachate for which therefore important management difficulties still exist.

Thanks to the application of innovative thermochemical and catalytic processes, as detailed in the OR 4, the feasibility of the advanced biomethane conversion process of the residual organic fraction present in the digestate and in the non-easily digestible organic matrices will be then demonstrated. An integrated process will be developed to maximize the production yield in advanced biomethane. New biogas purification processes, as well as methane separation and liquefaction, will be tested. The use of liquid biomethane is another important point of innovation and usefulness of the WW GREEN FUEL project for its potential uses in the transport sector. As indicated at Community level and as recalled by the national rules on renewable sources, biomethane - in the liquid form - is one of the pillars on which to base the



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

national strategies for decarbonisation and to improve the environmental performance of the energy sector and heavy and maritime transport. Despite these indications, only a few liquefied biomethane distribution infrastructures exist at European level. These facilities are mainly located in Sweden and which include the use of biomethane of agricultural origin. No infrastructure of this type is instead present at national level.

Therefore, significant and cost-effective opportunities are foreseeable, linked to the development of innovative processes for the exploitation of organic waste, given that in the EU, on average, 40% of organic waste is still being landfilled (and in some Member States the percentage can even reach 100%) with relevant environmental risks such as greenhouse gas emissions and soil and water pollution underground. Moreover, such practice results in the subtraction of valuable resources (biogas) to the natural and economic cycle, thus failing to the EU policy guidelines on waste management and sustainable resource management.

Sustainable and innovative management of organic waste, although it is a little unexploited potential, could instead have important benefits, such as:

- emission reductions of about 10 Mton CO₂ eq, thus contributing at 4% to the EU target for 2020;*
- about 1/3 of the target set by the EU by 2020 of using energy from renewable sources could be achieved by using biogas from organic waste as a fuel for automotive application, while if all organic waste were transformed into energy it would be possible to reach almost 2% of the entire renewable energy target.*

The progresses achieved by the project - thanks also to the integration of the scientific and technological skills, both public and private, involved - will allow in the southern regions the development of an innovative value chain for the exploitation of organic waste, whose management instead presents strong delays compared to the more advanced areas of the National territory.



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

7. IMPATTO DEL PROGETTO E RISULTATI ATTESI

Le finalità del progetto, ovvero lo sviluppo, validazione e realizzazione di un processo integrato per la valorizzazione di differenti matrici organiche umide in biometano liquido (biocombustibile qualificabile avanzato ai sensi del DM 10/10/14), presentano importanti profili di impatto a vari livelli di innovazione e notevoli contributi di sviluppo nell'area di specializzazione energia e sulle correlate aree della chimica verde e dei trasporti sostenibili. L'elemento preponderante è sicuramente legato all'effettiva e concreta possibilità di trasformare scarti e residui organici derivanti dal tessuto urbano e dal settore agro-industriale in risorse carboniose per la produzione di metano, combustibile già fortemente presente nei settori energetico e dei trasporti a livello nazionale ed europeo, nella sua accezione di gas naturale da fonte fossile. La sostituzione di quest'ultimo con un biocombustibile di facile reperibilità e a basso costo, insieme alle innovative tecniche di stoccaggio delineate nel progetto (liquefazione), e accoppiato alla concomitante gestione virtuosa dei rifiuti, pone dinanzi a profondi e sostanziali cambiamenti dei tradizionali sistemi di approvvigionamento energetico e dei carburanti, con positive ricadute in termini economici, sociali e di sostenibilità ambientale. Riguardo a quest'ultima, gli impatti innovativi e i benefici apportati dalla realizzazione del progetto possono sintetizzarsi in:

- mancato conferimento in discarica o ad altre tipologie di smaltimento dei rifiuti e degli scarti di natura organica, con un miglioramento dell'uso del suolo, una produzione evitata di emissioni da gas di discarica, e una forte riduzione del rischio di inquinamento dei terreni e delle falde acquifere;
- riduzioni delle emissioni inquinanti in atmosfera e miglioramento della qualità dell'aria, grazie all'adozione di fonti rinnovabili in sostituzione di quelle fossili e ai più moderni e innovativi sistemi di pulizia del gas previsti nell'ambito del progetto;
- recupero energetico (sotto forma di biocombustibile) da materiali di scarto e conseguente mancato utilizzo delle fonti fossili;
- differenziazione delle fonti energetiche e contributo alla distribuzione diffusa sul territorio dei sistemi di approvvigionamento di biocombustibili e biocarburanti;

I benefici economici che le aziende proponenti trarranno dallo sviluppo delle attività sono chiaramente ascrivibili all'incremento dell'innovazione di processo che ne deriva per ognuna di esse, e la possibilità di condividere un know how per il quale è possibile ottenere un biocombustibile ad alto valore aggiunto a partire da materiali che per lo più costituiscono un costo per gli operatori del settore o che presentano un valore di mercato trascurabile.

A valle dell'industrializzazione delle linee pilota sviluppate nel progetto, e in seguito al trasferimento tecnologico dei sistemi implementati, i benefici economici per le singole aziende si tradurranno in altrettanti vantaggi per l'intera comunità, attraverso la diffusione sul territorio dei nuovi impianti. Tale considerazione fa ovviamente riferimento alle ricadute in termini occupazionali che le innovazioni introdotte apporteranno al tessuto socio-economico delle aree ospitanti, in termini di incremento di posti di lavoro stabili e ad alto livello professionale. La pluralità dei processi produttivi e dei settori per il quale si rende possibile la produzione di biometano pone le basi per lo sviluppo di una filiera produttiva caratterizzata da economie di scala, varietà e integrazione, interessando quindi settori diversi quali quello manifatturiero, agricolo e dei servizi pubblici urbani. Inoltre, la differenziazione delle fonti di approvvigionamento e la facile reperibilità in loco del combustibile, porteranno ad un presumibile abbassamento del prezzo del metano per i consumatori, sia per scopi energetici che di trasporto.

Dal punto di vista sociale, oltre agli stessi benefici fin qui descritti, si assisterà ad una più corretta e sostenibile gestione dei rifiuti e degli scarti di natura organica, con un minor dispendio di energia (ad esempio per il loro conferimento), una maggior tutela del paesaggio e dell'ambiente urbano e rurale, e migliori condizioni di salubrità dei territori. La diffusione degli impianti basati sulle tecnologie proposte comporterà inevitabilmente lo sviluppo di reti di rifornimento, incrementandone quindi l'affidabilità e la sicurezza, e diminuendo la dipendenza da singoli punti di dispacciamento e/o da fonti estere. In tal senso,



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

l'implementazione dei sistemi di stoccaggio del metano liquido previsti nel progetto, data anche la già notevole presenza di impianti di biometano in Italia e EU, favorirà sicuramente l'ulteriore sviluppo della filiera e delle stesse reti di distribuzione, in maniera alternativa al tradizionale sistema di approvvigionamento da gasdotti.

Per quanto riguarda le ricadute sulle politiche regionali, nazionali ed europee, la realizzazione della presente proposta progettuale risulta pienamente in linea con le varie normative e disposizioni emanate a livello nazionale ed europeo. La direttiva 2014/94/EU sullo sviluppo dell'infrastruttura per i combustibili alternativi e la stessa strategia energetica nazionale impongono infatti la realizzazione di adeguate reti per il rifornimento di GNL per autotrasporti.. La nuova e corretta gestione dei rifiuti e degli scarti di origine agro-industriale è poi ovviamente in linea con le moderne direttive europee in materia di sostenibilità ambientale ed economia circolare.

Dal punto di vista della Ricerca, la possibilità di validare i processi di conversione catalitico degli stream gassosi provenienti dal trattamento termo-chimico delle matrici organiche apporterà contributi significativi sulle conoscenze disponibili in merito, così come nella produzione di combustibili alternativi. Lo stesso dicasi per l'innovativa tecnologia di gassificazione in acqua supercritica delle matrici organiche umide.

According to the intended project purposes, i.e. development and validation at pilot scale of an integrated process for the exploitation of wet organic matrices (biomass, organic waste/leachate, sludge, etc.) in liquid biomethane (CH₄) - a biofuel indicated as "advanced" within the 10/10/2014 Ministerial Decree - WW GREEN FUEL has the potential for remarkable impact and development on the ENERGY specialization area of the present call, as well as on the related area about green chemistry and sustainable transport. The project is conceived to favor the development of innovative waste treatment systems and endure the production of advanced biofuels, thus supporting the decarbonization goals and the development of circular economy models in the energy and transport sectors.

Liquid biomethane, one of the outputs on which the project is focused, considering the provisions laid down by EU and national legislation on energy, environment and transport issues, is an important opportunity to strengthen both investments and knowledge on national territory, and in particular in the regions of Southern Italy. In fact, in these regions, the need to develop at local level an integrated system for the sustainable management of organic waste is connected to the provisions of Directive 2014/94/EU on the expansion of alternative fuels infrastructure, imposes to Member States the establishment of an adequate supply network of LNG to ensure the circulation throughout EU Countries of LNG-powered heavy vehicles. The same directive also requires the development of a LNG network in the main national harbors.

Considering the already significant number of biomethane plants in Europe, the development and industrialization of new storage systems for liquid biomethane will allow the further increase and development of the biofuel production chain, as well as the realization of infrastructures and distribution nets, as alternative to the traditional supply systems by gas pipelines.

The development of a value chain converting waste into liquified biomethane is an opportunity also in terms of job creation, resulting in socially positive outcomes for areas characterized by high levels of unemployment.

It should be noted that the national energy strategy aims at subsidizing heavy transport vehicles powered by liquid methane and at developing the required network for biomethane production and distribution, widespread across the Country. Regarding how the national energy system can be designed, the potential contribution of biomethane to the economic growth of the country should be considered. As a resource obtainable from a number of processes and from different sectors, it allows to develop a production chain characterized by scale, variety and integration economies with positive effects on the economic system from the viewpoint of technological innovation in the sectors of manufacturing, agricultural and urban public services. The biogas - biomethane supply chain therefore can have important industrial impacts in areas



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

where Italian manufacturing already expresses a significant presence on the international markets. The possibility to validate the conversion process of gaseous streams from the thermo-chemical treatment of organic waste at a laboratory scale will bring significant inputs into syngas catalytic converting technologies, as well as in the production of alternative fuels, with better profitability for concerned industries.

8. EFFETTO DI INCENTIVAZIONE

Il progetto WW GREEN FUEL prevede la partecipazione delle seguenti imprese:

- CALABRA MACERI E SERVIZI spa;
- SOL spa;
- TECHFEM spa;

impegnate in settori industriali differenti, ma sinergici ai fini dell'implementazione delle attività di progetto.

SOL S.p.A, qualificata grande impresa, è la società per azioni quotata in borsa al vertice del gruppo SOL uno dei principali produttori di gas industriali sul mercato europeo, contando più di 3.100 dipendenti, di cui ca. 1000 in Italia, ed un fatturato oltre 700 M€. Il gruppo produce e commercializza gas industriali, gas puri, speciali e medicali, tecnologie e servizi correlati in 28 paesi del mondo. SOL spa ha sede in Monza (Lombardia).

L'attività di R&S è da sempre privilegiata dal Gruppo SOL come fattore chiave di successo. SOL s.p.a. negli anni ha infatti sviluppato know-how, tecnologie applicative ed impianti con tecnologia proprietaria sia nel settore medicale e scientifico, che in comparti quali industria chimica, petrolchimica, siderurgica, dell'ambiente ecc. Lo sviluppo del progetto permetterà a SOL di rafforzare le proprie competenze e infrastrutture di ricerca nel campo della rettifica/ liquefazione del biometano assicurando, altresì, alla compagine di progetto il proprio know-how e le proprie infrastrutture sperimentali già disponibili presso le sedi di Marcianise (CE), Modugno (BA), Catania, Capua (CE) e Salerno.

Il progetto rappresenta quindi per SOL un'opportunità di implementazione e di validazione di tecnologie proprie del settore di competenza, incrementando di fatto il livello di innovazione già di per se molto alto dell'azienda.

Il contributo del progetto avrà quindi effetti positivi sulla rapida industrializzazione e integrazione delle attività proposte nel progetto nell'ambito del core business dell'azienda.

TECHFEM spa, classificata PMI è una società di ingegneria operante nel campo dell'energia e dell'impiantistica di processo a livello internazionale, con oltre 30 anni di esperienza. Presenta una struttura tecnico organizzativa strutturata in dipartimenti operanti presso la sede principale in Fano (PU) e/o la sede operativa a Lamezia Terme (CZ). La società dispone inoltre di una unità locale-ufficio a Milano e conta 118 addetti di cui il 65% laureati, principalmente in ingegneria. Per come è strutturata, la società è quindi in grado di gestire il commissioning di impianti a tecnologia complessa nei settori dell'energia e dell'impiantistica di processo, sia in campo chimico-petrolchimico che ambientale.

TECHFEM è da sempre fortemente indirizzata all'innovazione. La sede operativa di Lamezia terme (CZ), inoltre, ospita un distaccamento sperimentale dell'Università della Calabria per lo sviluppo di una attività di ricerca per il recupero di idrocarburi dispersi in acqua mediante assorbimento con nanotubi. La società ha acquisito in passato un brevetto per l'estrazione di MTBE dalle acque di scarico dei serbatoi di stoccaggio nei depositi di benzine verdi. Nel periodo 2009-2013 ha sviluppato, un processo per il recupero di polifenoli (antiossidanti) dalle acque reflue olearie. Attività che sta proseguendo con test di valutazione funzionale di alcune applicazioni dei polifenoli nel campo della nutraceutica e della cosmetica.

Il progetto WW GREEN FUEL costituisce quindi un'ulteriore opportunità per l'azienda sia il rafforzamento delle competenze in ambito del waste treatment che per il potenziamento della propria



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

struttura interna di R&S, allargando al contempo in maniera sostanziale il proprio campo di applicazione verso attività ad alta innovazione di processo. Lo sviluppo del progetto permetterà inoltre a TECHFEM di rafforzare i rapporti di collaborazione già esistenti con UNICAL e di strutturarne di nuovi con partner importanti sia in campo della ricerca, quali ENEA e CNR, sia in campo industriale quali SOL e CALABRA MACERI.

CALABRA MACERI E SPERVIZI S.p.A è una società con sede in Rende (CS, Calabria) operante da oltre 25 anni nel settore della gestione sostenibile dei rifiuti occupandosi in particolare di raccolta e trasporto, raccolte differenziate, stoccaggio e trattamento finalizzati al recupero di carta, plastica, legno, ferro, acciaio, alluminio, ecc..

Tra l'altro, la società dispone di una piattaforma integrata di digestione anaerobica/compostaggio particolarmente adatta per l'implementazione di nuove tecnologie per la gestione dei rifiuti organici e per lo studio di nuovi processi per la loro valorizzazione in biometano. Presso la piattaforma è presente un laboratorio di supporto alla gestione degli impianti. Tenuto conto delle infrastrutture disponibili e delle attività già esercitate, il progetto WW GREEN FUEL rappresenta per Calabria Maceri e Servizi spa un'importante opportunità per rafforzare le proprie attività di business nel campo della gestione dei rifiuti organici nonché per ampliare le proprie competenze e le proprie dotazioni tecnologiche nel campo delle tecnologie innovative di trattamento. In questo caso l'innovazione di processo derivante dalle attività del progetto risulta essere sostanziale, in quanto accoppia alle attività di smaltimento e valorizzazione energetica dei rifiuti e degli scarti agroindustriali, il ciclo di produzione del biometano, come prodotto ad alto valore aggiunto e ad elevato impatto sul mercato.

WW GREEN FUEL project involves the following companies:

- CALABRA MACERI e SERVICES S.p.A;
- SOL S.p.A;
- TECHFEM S.p.A;

They are engaged in different industrial sectors, which are complementary and thus clearly of keystone relevance for the implementation of activities and achievement of the project goals.

TECHFEM spa, a Small and Medium-sized Enterprises (<250 employees, turnover <€ 50 M), is an international energy and process engineering company with over 30 years of experience in the sector. It has a technical organizational structure divided in departments operating at its headquarters in Fano (PU, Umbria) and at its operational headquarters in Lamezia Terme (CZ, Calabria). The company also has a local office in Milan with a staff of 118 employees, of which 65% graduate in engineering. According to this structure, the company is therefore able to manage the commissioning of complex technology plants in the energy and process engineering sectors, both in the chemical/petrochemical and environmental sectors. TECHFEM has always been strongly focused on innovation. Currently, about 3% of its turnover is reinvested in R&D activities. The headquarters in Lamezia Terme (CZ) hosts an experimental detached unit from the University of Calabria for R&D activity aimed at the recovery of water-dispersed hydrocarbons by absorption on nanotubes. In the past the company has acquired a patent for recovering MTBE from the drainage of green-gasoline storage tanks. In the period 2009-2013 TECHFEM developed a process for the recovery of polyphenols (antioxidants) from vegetable water resulting from olive oil production. This activity is still continuing with functional evaluation tests for applications of some polyphenols in the field of nutraceuticals and cosmetics. To TECHFEM, WW GREEN FUEL project is therefore a further opportunity to strengthen its expertise in waste treatment, as well as to strengthen its internal R&D structure. The development of the project will also enable TECHFEM to strengthen existing collaboration with UNICAL and build new ones with important partners of reference in R&D areas, such as ENEA e CNR, as well as with SOL and CALABRA MACERI in the industrial field. SOL S.p.A is a large-sized enterprise. The company is listed on a stock exchange and is one of the leading producers of industrial gas on the EU market, with more than 3,100 employees, of which approx. 1000 in



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

Italy, and a turnover of over 700 M €. The group manufactures and markets industrial, pure, specialty and medical gases, related technologies and services in 28 countries around the world. SOL S.p.A is based in Monza (Lombardy). R&D activities have always been favored by the SOL Group as a key success factor. SOL S.p.A over the years has developed own know-how, application technologies and plants with proprietary technology both in the medical and scientific sectors, and in chemical, petrochemical, steel, environmental, etc. industrial sectors. The development of the project will enable SOL to strengthen its expertise and research infrastructure in the field of biomethane liquefaction, as well as assuring the design team of their own know-how and experimental facilities already available at Marcianise (CE, Campania), Modugno (BA, Apulia), Catania (Sicily), Capua (CE, Campania) and Salerno (Campania). CALABRA MACERI E SPERVIZI S.p.A is located in Rende (CS, Calabria) operating for more than 25 years in the field of sustainable waste management. The company in particular deals with collection and transport, separate collection, storage and treatment for the recovery of paper, plastic, wood, iron, steel, aluminum etc. Among other lines of activity, the company has an integrated anaerobic/composting digestion platform that is particularly suitable for the implementation of new technologies for organic waste management and for studying new processes for waste conversion into biomethane. At the site of this platform a laboratory supporting the management of the plants is also available. Given the pre-existing infrastructures and the carried out activities, for CALABRA MACERI e SERVIZI SpA, WW GREEN FUEL project represents an important opportunity to strengthen its business activities in the field of organic waste management, as well as to widen its expertise and own equipment park concerning innovative technologies of treatment



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

9. RESPONSABILE DEL PROGETTO

<i>Titolo di studio</i>	Ing.
<i>Cognome e nome</i>	Braccio Giacobbe
<i>Nato il</i>	15/04/1957 a Oria
<i>Email</i>	giacobbe.braccio@enea.it
<i>Rapporti con il Soggetto Capofila</i>	<p>Ing. Giacobbe Braccio, Vice Presidente del DITNE (Distretto Tecnologico Nazionale sull'Energia), laureato in Ingegneria Meccanica nel 1985, assunto a TI in Enea nel 1987, Esperto di bioenergia e di processi termochimici.</p> <p>Dal 2000 responsabile della sezione biomasse del dipartimento Energia costituita da circa 45 ricercatori con la missione principale di sviluppare nuove tecnologie per la conversione delle biomasse in vettori energetici ed energia elettrica e lo sviluppo tecnologico dell'energia solare per produzione di energia elettrica e calore.</p> <p>Dal 2010 responsabile dell'unità tecnologie Trisaia costituita da circa 100 ricercatori, impegnata su aspetti riguardanti le fonti rinnovabili, biotecnologie, valorizzazione dei rifiuti, materiali per l'efficienza energetica, Biotecnologie e raw materials .</p> <p>Dal 2015 Responsabile della Divisione Bioenergia Bioraffineria del dipartimento Energia finalizzata allo sviluppo di tecnologie per la valorizzazione delle biomasse per fini energetici, bioprodotto e chimica verde</p> <p><i>Ing. Giacobbe Braccio, got his university degree in Mechanical Engineering during the year 1985. Successively, during 1987, he joined ENEA as permanent position</i></p> <p><i>Presently while working as head, Division for Bioenergy, Biorefinery and Green Chemistry, Department of Energy technologies at ENEA Trisaia Centre, also hold post of Vice President of DITNE.</i></p> <p><i>Since 2000, he is supervising and coordinating R&D activities conducted by a strong research group of 45 researchers working in the section on Biomass of Department of Energy, with the main mission of developing new technologies for the conversion of biomass into energy and biofuels.</i></p> <p><i>During the period 2010 –2015, he was assigned an important task to supervise activities focused predominantly of on renewable sources, biotechnology, waste enhancement, energy efficiency materials, biotechnology and raw materials, conducted by nearly 100 researchers working at Technological Unit c/o ENEA Trisaia.</i></p> <p><i>Since 2015 till to date, he has been working as Head, Division of Bioenergy, Biorefinery and Green Chemistry, with principle task for the development of biomass technology for energy, bio-products and green chemistry. More specifically, the activities carried out by the Division are</i></p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

	<p><i>focused on the development of thermo-chemical processes related to the energy use of biomass and waste, by development of calculation codes for the production of thermal, electric, bio-methane and biofuels, design, development and experimentation of both laboratory and pilot-scale plants; research in biomass production and conversion into biofuels and bio-based products through fractionation of biomass and chemical and biotechnological processes by projecting its development in the direction of biorefineries.</i></p>
<p><i>Esperienza in relazione al sistema produttivo e scientifico</i></p>	<p>Responsabile/Delegato Enea di numerosi progetti di ricerca, tra cui i più recenti:</p> <p>Progetto Prit (pretrattamento italiano per biocarburanti di seconda generazione) coordinato dalla Mossi e Ghisolfi importo da 22,3 M€ parte Enea 4,029 M€;</p> <p>Progetto Biolyfe “Second generation Bioethanol process: Demonstration scale” finanziato in ambito 7PQ, coordinato da Chemtex /gruppo Mossi e Ghisolfi per un importo di 15,6 M€ con una parte Enea di 681,2 K€;</p> <p>Progetto BIT3G (Bioraffineria di terza generazione) coordinato da Novamont, importo del progetto 10,446 M€, parte Enea 945 K€, progetto Rebiochem- Biochemicals da biomasse, Coordinato da Matrica, 10,799 M€, parte Enea 981 K€,</p> <p>Progetto Albe “Biomasse Lignocellulosiche alternative per lo sviluppo di elastomeri” coordinato da Versalis (ENI), importo del progetto 10,549 M€, parte Enea 640 K€;</p> <p>Contratti di servizio per ENI Versalis, importo 180 K€ per attività consulenziale, tese allo studio di prefattibilità per una bioraffineria in Basilicata basata sul Guayule,;</p> <p>Contratti per prestazione di servizio a società canadese COMET, per importo complessivo di circa 250 K€ tese alla messa a punto di un pretrattamento per la produzione di zuccheri e intermedi chimici; disposizione</p> <p>Progetto Hy Tractor “Trattore agricolo a fuel cell alimentato a idrogeno da biomasse; Progetto Industria 2015, Coordinato da CNH e CRF Importo 10,889 M€, parte Enea 686 K€;</p> <p>Progetto Microperla, finanziato in ambito PON 01 Calabria, “Microcogenerazione di energia per l’agroindustria” Importo complessivo del progetto 12,236 M€, parte Enea 670,593 K€, Dispo. Comm 498/2014;</p> <p>Legato al precedente progetto, convezione con Ansaldo Energia per la valorizzazione di una tecnologia di gassificazione multistage del valore di circa 2,5 M€ attraverso la verifica sperimentale in Trisaia, Dispos. Commissariale 135/2015 del 01/04/2015.</p> <p>Progetto UNIFHY “Unique gasifer For Hydrogen Production” coordinato dall’Università dell’Aquila importo 3,55 M€, parte Enea 711 K€, dispos. Comm 379/2012;</p> <p>-Membro del collegio dei dottorato in Ingegneria dell’Università di Cosenza, Potenza e del Politecnico di Bari.</p>



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
 Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

	<p>-dell'Università di Potenza. -Alternate Member Nazionale dal 1996 al 2010 dell' task IEA (International Energy Agency) sulla Bioenergia; -Coordinatore del gruppo Nazionale CTI (Comitato Termotecnico Italiano) sul Solare; - Membro del Consiglio Direttivo dell'ATI, sezione Lombardia; -Rappresentante Enea Membro del Consiglio direttivo AIEL - Associazione Italiana Energie agroforestali Autore di oltre 160 articoli su riviste scientifiche nazionali e internazionali è correlatore di circa 30 tesi e 10 dottorati. •Autore di 5 brevetti industriali •Partecipazione all'iscrizione di 8 libri •Ha partecipato come relatore a circa 60 convegni divulgativi strategici sulle fonti rinnovabili;</p> <p><i>For the last so many years he has been acting as coordinator/responsible/delegated from ENEA, for so many research projects.</i> <i>A brief list of important, is given below:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Prit Project (Italian Pretreatment for Second Generation Biofuels) coordinated by Mossi and Ghisolfi, amounting to 22,3 million € with ENEA part of € 4 million;</i> • <i>Biolyfe Project "Second Generation Bioethanol Process: Demonstration Scale" funded under FP7, calibrated by Chemtex / Mo) for an amount of € 15. M€ ENEA portion of 6,8 M€;</i> • <i>BIT3G (Third Generation Biorefinery) project coordinated by Novamont, amount of project € 10,5M€, part ENEA 945 K€,</i> • <i>Rebiochem Biochemicals project, Coordinated by Matrix, 10,8 M€, part ENEA 981 K€,</i> • <i>Albe "Alternative Lignocellulosic Biomass for the Development of Elastomers" coordinated by Versalis (ENI), Project Amount 10,5 M €, ENEA Part 640 K €;</i> • <i>HyTractor Project "Agricultural tractor fueled with biomass hydrogen fuel; Progetto Industria 2015, Coordinated by CNH and CRF Amount 10,9 M €, part ENEA 686 K€;</i> • <i>Microperla Project, funded under PON 01, "Micro-cogeneration of energy for agro-industry" Total project amount € 12,2 M€, part ENEA 670 K€</i> • <i>Project with Ansaldo Energia for the valorization of a multistage gasification technology of about 2.5 M€ through experimental testing in Trisaia;</i> • <i>UNIFHY Project "Unique Gasifier For Hydrogen Production" coordinated by the University of L'Aquila 3.55 M€, part ENEA 711 K€.</i> <p><i>Moreover, he is an active member of important scientific panels of numerous universities/technical institutions/research organizations, such</i></p>
--	--



Ministero dell'università e della ricerca

Dipartimento per la Formazione Superiore e per la Ricerca
Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca

	<p>as;</p> <ul style="list-style-type: none">•Member of the Doctoral School of Engineering at the University of Cosenza, Potenza and the Polytechnic of Bari.•National member representing Italy at IEA Task on Bioenergy (International Energy Agency) during 1996- 2010.;•Member, Steering Committee of ATI Lombardia;•Member representing ENEA at AIEL Board of Directors - Italian Agroforestry Energy Association. <p>He has authored more than 160 articles on national and international scientific journals and guided nearly 10 PhD, 30 Master theses and proud owner of 5 patents.</p>
--	---